

**RETENTION KESTOON JA HOITOTULOKSEN PYSYVYYTEEN VAIKUTTA-
VAT TEKIJÄT: KIRJALLISUUSKATSAUS**

Tolonen, Kaisu-Leena
Syventävien opintojen tutkielma
Hammaslääketieteen tutkinto-ohjelma
Lääketieteellinen tiedekunta
Oulun yliopisto
Toukokuu 2018
Ohjaaja: Pirttiniemi, Pertti

OULUN YLIOPISTO
Lääketieteellinen tiedekunta
Hammaslääketieteen tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tolonen, Kaisu-Leena

Retention kestoon ja hoitotuloksen pysyvyyteen
vaikuttavat tekijät: kirjallisuuskatsaus

Syventävien opintojen tutkielma:

29 sivua

Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli selvittää oikomishoidon pysyvyyttä ennustavat osatekijät sekä löytää vastaus siihen, mitä on huomioitava retention kestoa suunniteltaessa. Lähdeaineisto etsittiin PubMed- ja Medline-tietokantojen sekä oikomishoidon oppikirjojen avulla. Varsinaisessa tutkimusosiossa tarkasteltiin 25 artikkelia. Lähestyminen aiheeseen tehtiin ensisijaisesti kasvavan lapsen sekä nuoren aikuisen ja edelleen kehittyvän hampaiston kannalta. Katsauksen ulkopuolelle jätettiin julkaisut, joissa oikomishoitoa on suoritettu kirurgisin keinoin.

Purennan palautumista on todettu esiintyvän eniten kahden ensimmäisen oikomishoitoa seuraavan vuoden aikana. Tällöin hammasta ympäröivien kudosten uudelleenjärjestäytyminen sekä kiinnittyminen vaikuttavat hoitotuloksen pysyvyyteen. Yleisesti suositaankin vähintään kahden vuoden pituista retentiojaksoa. Huomion arvoista on myös se, että retention olisi hyvä kestää yksilön aktiivisen kasvun päättymiseen saakka. Lisäksi tutkimuksissa tuli hyvin vahvasti esille, ettei palautumisen etiologiaa vielä täysin tunneta. Siihen vaikuttavia tekijöitä on kuitenkin tutkittu laajasti. Hoitotuloksen palautumiseen liittyviä muutoksia on usein vaikeaa erottaa normaaliin ikääntymiseen liittyvästä purennan kehitymisestä. Muutoksiin vaikuttavien mekanismien yhteisvaikutusten parempi tunteminen voisi edesauttaa oikomishoitojen kautta saavutettavien tulosten pysyvyyttä. Toisaalta pitkäkestoista pysyvyyttä ei voida saavuttaa ilman yksilöllisesti suunniteltua retentiovaihetta. Lisäksi on todettu, että palautumista tapahtuu jossain määrin retentiosta huolimatta.

Avainsanat: hoitotuloksen pysyvyys, oikomishoito, retentio, retention kesto

SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	4
2. TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN TAUSTA.....	4
2.1. Oikomishoidon jälkeinen retentio	4
2.1.1. Retention merkitys ja tarpeellisuus	5
2.1.2. Retentiomenetelmät	6
2.1.3. Retention kesto	7
2.2. Normaalin kasvun ja oikomishoidon aikaiset muutokset hammaskaarelle ja hampaita ympäröivissä rakenteissa	8
2.3. PAR-indeksi oikomishoidon aikaisten muutosten arvioinnissa	9
3. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	10
4. TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT	10
5. TULOKSET	11
5.1. Retention keston vaikuttavat tekijät	11
5.2. Hoitotuloksen pysyvyyteen vaikuttavat tekijät	13
5.2.1. Hammaskaari	18
5.2.2. Hammasta ympäröivät kudokset	19
5.2.3. Viisaudenhampaat	19
5.2.4. Ikä	20
5.2.5. Sukupuoli ja yksilön kasvutaipumus	20
5.2.6. Oikomishoidon ja retention kesto sekä menetelmät	21
5.2.7. Oikomishoidon laatu	23
6. POHDINTA JA YHTEENVETO.....	24
LÄHDELUETTELO	28

1. JOHDANTO

Oikomishoidon jälkeinen, purennan palautumista estävä, retentiovaihe menetelmiseen ja kestoineen ei ole yksiselitteinen (Blake & Bibby 1998, Johnston & Littlewood 2015, Mitchell 2014). Kuitenkin tiedetään, että ilman retentiota hampaistolla on palautumistaipumus ja siksi sitä suositellaan yleisesti ottaen lähes jokaisen oikomishoitopotilaan kohdalla (Steinnes ym. 2017).

Palautumista tapahtuu todennäköisesti eri tekijöiden yhteisvaikutuksesta (Johnston & Littlewood 2015). Tuoreiden tutkimusten mukaan sitä on odotettavissa tapahtuvaksi jossain määrin pitkänkin ajan kuluessa retentiosta huolimatta (Steinnes ym. 2017). On myös esitetty, että jokaista potilasta olisi syytä hoitaa sillä olettamuksella, että riski palautumiseen on korkea (Littlewood ym. 2017, Nanda & Nanda 1992).

Palautumisen ehkäisemiseksi olisi erityisen tärkeää osata erottaa ne purennan pysyvyyttä huonontavat tekijät, joihin voidaan yrittää vaikuttaa jo varsinaisen oikomishoidon suunnittelussa ja toteutuksessa (Mitchell 2014). Tässä kirjallisuuskatsauksessa käsitellään retention kestoa ja hoitotuloksen pysyvyyttä usean eri osatekijän kannalta.

2. TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN TAUSTA

2.1. Oikomishoidon jälkeinen retentio

”The holding of teeth following orthodontic treatment in the treated position for the period necessary for the maintenance of the result” (Moyers 1973).

Moyers (1973) esittää oikomishoidon jälkeisen retention tarkoittavan hampaan uuden aseman ylläpitämistä saavutetun hoitotuloksen säilyttämiseksi. Retention toteutuksessa on mahdollista käyttää useita erilaisia retentiomenetelmiä (Mitchell 2014). Lisäksi retention suunnittelun kannalta on oleellista ymmärtää leukojen alueen luisten rakenteiden normaali kasvu ja sen myötä purennassa mahdollisesti tapahtuvat muutokset. Tutkimuksissa on osoitettu, että myös hoitamattomassa normaalissa purennassa esiintyy hammaskaaren lyhentymistä ja jossain määrin erityisesti alaetualueen ahtaantumista läpi koko elämän (Little ym. 1988).

2.1.1. Retention merkitys ja tarpeellisuus

Useimmissa julkaisuissa on esitetty oikomishoidon jälkeistä palautumista tapahtuvan vaihtelevissa määrin miltei jokaisen oikomishoitopotilaan kohdalla (Blake & Bibby 1998). de Bernabé ym. (2017) toteavat pitkittäistutkimuksessaan, että täydellinen hoitotuloksen pysyvyys saavutettiin vain 7,1 prosentilla tutkimukseen osallistuneista 70:stä oikomispotilaasta. Suhteellinen pysyvyys todettiin 68,6 prosentilla. Myös Al Yami ym. (1999) ovat esittäneet julkaisussaan samansuuntaisia tuloksia. Heidän 10 vuoden seurantatutkimuksessaan retentiojakson jälkeinen oikomishoidon keinoin saavutettu purenta säilyi edelleen stabiilina 67 prosentilla (n = 564). Aikaisemmissa tutkimuksissa on myös esitetty, että jopa puolessa tapauksista hoitotulos on säilynyt hyväksyttävänä vielä kymmenen vuoden jälkeen, mutta 20 vuoden jälkeen vastaava osuus on enintään enää vain 10 prosenttia (de Bernabé ym. 2017). Palautumista tapahtuu mitä todennäköisimmin monen eri osatekijän yhteisvaikutuksesta (Johnston & Littlewood 2015). Näiden tekijöiden vuoksi hoitotuloksen pysyvyyden ennustaminen yksilöllisesti on vaikeaa ja retentiota suositellaankin tapauksesta riippumatta lähestulkoon aina (Steinnes ym. 2017).

Vaikka päätöksiä retention välttämättömyydestä ei ehkä ole järkevää tehdä vain yhden pysyvyyteen vaikuttavan tekijän perusteella, eräissä tutkimuksissa on yritetty löytää vaihtoehtoisia menetelmiä helpottamaan retention tarpeellisuuden arviointia turhien toimenpiteiden välttämiseksi ja edelleen taloudellisiin syihin vedoten. Esimerkiksi Ferrario ym. (2002) etsivät kokeellisessa tutkimuksessaan vastausta siihen, voitaisiinko retention tarve määrittää arvioimalla purentalihasten vaikutusta oikomishoidon jälkeiseen palautumiseen. Koska myös pehmytkudosten on ajateltu vaikuttavan merkittävästi purennassa tapahtuviin muutoksiin, heidän tutkimuksessaan retention hyödyllisyyttä arvioitiin kahdelle (13- ja 30-vuotiaalle) miespuoleiselle oikomispotilaalle suoritettuna pinta-elektromyografian (engl. surface electromyography, lyh. sEMG) avulla. sEMG:n käyttö perustuu lihasten supistumisen kautta syntyvän sähköisen aktiviteetin analysoimiseen. Menetelmä auttaa arvioimaan lihasten kuormittumista. Tutkimuksessa havaittiin, että oikomishoidon tuloksen pysyvyyden ollessa hyvä, purenta-aikainen lihasten supistuminen tapahtui nopeammin ja sEMG:n osoittama sähköinen aktiivisuus eli lihasten kuormittuvuus oli korkeampi. sEMG:sta saattaa olla hyötyä oikomishoidon jälkeisen retentiotarpeen havaitsemiseen, mutta lisää pidemmän seuranta-ajan ja laajemman potilasaineiston tutkimuksia menetelmän mahdollisesti tuomista eduista tarvitaan.

Retention tarpeellisuutta pohdittaessa on myös erityisen tärkeää ottaa selvää potilaan henkilökohtaisista toiveista ja motivaatiosta (Littlewood ym. 2017). Lisäksi potilaan tulee olla tietoinen jo oikomishoidon suunnittelun alussa retentiovaiheen kulusta ja omista velvollisuuksistaan ideaalisen hoitotuloksen mahdollisimman hyvän pysyvyyden saavuttamiseksi.

2.1.2. Retentiomenetelmät

On olemassa useita erilaisia irrotettavia ja kiinteitä retentiokojeita (Al-Moghrabi ym. 2016, Littlewood ym. 2017, 2016, 2006). Niiden tarkoituksena on ylläpitää oikomishoidon keinoin saavutettua hampaiden ja hammassuhteiden uusia asemia. Tutkimukset eivät kuitenkaan ole antaneet vielä selvää näyttöä jonkin tietyn retentiokojeen eduksi. Retentiossa käytettävän kojeen valinta tehdäänkin usein oikojan omakohtaisen kliinisen kokemuksen ja mieltymyksen mukaan.

Retentiomenetelmän valinnassa on syytä huomioida seuraavat tekijät: saavutetun lopputuloksen todennäköinen pysyvyys, alkuperäinen purentavirhe, varsinaisessa oikomishoidossa käytetyt menetelmät, potilaan suuhygienian taso, oikomishoidon lopputuloksen laatu, hoito-omistyvyys, taloudelliset perusteet ja potilaan odotukset (Mitchell 2014). Tällöin irrotettavan retentiokojeen etuja ovat puhdistettavuuden helppous ja mahdollisuus käyttää vain tietyn aikaa vuorokaudessa. Kustannustehokkuuden kannalta eduksi voidaan katsoa myös se, että päävastuu retentiovaiheen onnistumisesta on potilaalla. Sen sijaan kiinteän kojeen valintaa puoltavat erittäin epästabiilin purentaan palautumisen tehokas ehkäiseminen sekä se, ettei potilaan tarvitse erikseen muistaa käyttää kojetta. Kiinteää retentiota suositellaan erityisesti korkean palautumisriskin tapauksissa. Tällaisia ovat muun muassa tilanteet, joissa hammassvällejä on suljettu tai voimakkaasti kiertyneitä hampaita on korjattu oikeaan asemaansa. Lisäksi alakulmahampaiden välisessä etäisyydessä havaittu merkittävä muutos on yksi kiinteän retentiomenetelmän käyttöperusteista. Myös heikentyneen parodontaalikudoksen tilanteessa neuvotaan käytettäväksi kiinteää retentiokojetta. Toisinaan suositaan irrotettavien ja kiinteiden retentiokojeiden yhtäaikaista käyttöä.

Irrotettavista kojeista yleisimpiä ovat yläleuan retentiolevyt, joista niin kutsuttu Hawley on varhaisimpia akryylilevypohjaisia labiaalisella metallikaarella varustettuja retentiokojeita (Mitchell 2014). Sittenkin käyttöön ovat tulleet myös ohuet kirkasmuoviset hampaiden

päälle asettuvat hammaskaaren muotoiset retentiokojeet, joiden helppoutena on nopea valmistettavuus jopa suoraan vastaanotolla.

Eräissä tutkimuksissa on todettu, että kulmahampaasta kulmahampaaseen ulottuvan kiinteän retentiolangan käyttöön päädytään toisinaan turhan herkästi (Edman Tynelius ym. 2013, 2015, Tynelius 2014). Toisaalta kiinteää retentiota ei voida suositella, mikäli potilaan suuhygienian taso on huono. Rutiininomaista etualueen retentiolangan käyttöä olisikin suositeltavaa välttää. Retentiomenetelmän valinnan tulisi olla yksilöllisesti perusteltua.

2.1.3. Retention kesto

Retention keston suunnittelu on haastavaa (Edman Tynelius ym. 2013). Tällöin useimmissa tapauksissa retentiokojetta käytetään noin kaksi vuotta oikomishoidon lopuksi. Ormiston ym. (2005) ovat esittäneet, että retention olisi syytä kestää yksilön kasvun päättymiseen saakka. Littlewood ym. (2017) ja Nanda & Nanda (1992) kannustavat klinikoille suunnatussa retentiota ja oikomishoidon tuloksen palautumista käsittelevässä julkaisussaan pitkäkestoiseen retentiokojeen käyttöön. Heidän mielestään jokaista potilasta tulisi hoitaa sillä oletuksella, että riski tuloksen palautumiseen on korkea. Toisaalta he korostavat pysyvyyden ennustamisen mahdottomuutta.

Nykypäivänä pysyväksikin jätettävä retentio on katsottu hyväksyttäväksi vaihtoehdoksi (Al-Moghrabi ym. 2016). Little ym. (1988) esittävät jo 30 vuotta sitten julkaistussa pitkäaikais-tutkimuksessaan, että koko loppuelämän ajaksi jätettävä retentio on myös aiemmin ollut oikojien suosima vaihtoehto tulosten parhaan pysyvyyden takaamiseksi. Korjattu purenta saattaa pysyä muuttumattomana jopa vuosia, mutta palautumistaipumus voi silti olla olemassa. Pysyvää tai ainakin kasvun loppuun saakka kestävä retentiota suositaan erityisesti tilanteissa, joissa on korjattu hampaiden kiertymiä, etuhampaiden välistä rakoa eli disteemaa tai avopurentaa.

Joissakin tapauksissa jopa lyhyempi retentioaika saattaa kuitenkin olla riittävä. Esimerkiksi Costa ym. (2017) systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaan on olemassa kohtalaista näyttöä siitä, että kasvavan potilaan sivualueen ristipurennan hoidossa jo kuuden kuukauden mittaisella retentiojaksolla onnistuttaisiin estämään tai minimoimaan korjatun purennan palautuminen. Tällöin edellytetään, että retentiokoje on käytössä vuorokauden ympäri. Reten-

tiokojeen valinnalla ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta. Tutkimukseen oli kuitenkin hyväksytty vain ne potilastapaukset, joiden varsinaisissa oikomishoidoissa oli käytetty yläleukaa levittäviä kojeita ilman kirurgisia tai muita oikomishoidon menetelmiä retention keston ollessa vähintään kuusi kuukautta.

2.2. Normaalin kasvun ja oikomishoidon aikaiset muutokset hammaskaarelle ja hampaita ympäröivissä rakenteissa

Arvioitaessa retentiovaiheen jälkeisen palautumisen todennäköisyyttä, on tärkeää ottaa huomioon potilaan jäljellä oleva kasvun määrä (Thilander 2009). Kasvun myötä ilmenee muutoksia muun muassa ylä- ja alahammaskaaren alveoliharjanteen mittasuhteissa. Hampais-
toon liittyvien luisten rakenteiden muutokset tapahtuvat kallon muiden osien normaalin kehityksen kanssa samanaikaisesti. Rakenteet toimivat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa lisäten tai vähentäen kasvun määrää. Hammaskaarella tapahtuu jatkuvaa muuntumista kasvu-
iän päättymiseen saakka, mutta jossain määrin vielä aikuisiälläkin (Steinnes ym. 2017, Thilander 2009). Kliinisesti muutokset ovat havaittavissa erityisesti alaetualueen hampaiden ahtaumisena, joka on ainakin osittain selitettävissä hampaistossa esiintyvän biologisen vaeltamisen kautta. Ahtauden kehittymiseen oleellisesti vaikuttavana tekijänä ovat myös hampaiden koko ja niiden suhde hammaskaarten pituuteen, leveyteen ja syvyyteen (Thilander 2009).

Aktiivisen kasvun aikana muutoksien ilmentyminen on huomattavimmillaan 5-7 sekä 13-16 ikävuosien välillä (Thilander 2009). Merkittävimmät muutokset hammaskaarten kehityksessä ajoittuvat ensimmäisen vaihduntavaiheen hampaistoon. Pysyvien etuhampaiden puhkeamisen on todettu lisäävän etualueen kasvua erityisesti yläleuassa, kun taas pysyvien kulmahampaiden puhkeamisen vaikutus on esitetty olevan vähäisempää. Samanaikaisesti on kuitenkin havaittu myös hammaskaaren korkeuden kasvamista. Lisäksi tutkimukset ovat osoittaneet, että hampaiden puhkeamisen edetessä alaleuan mittasuhteissa tapahtuu taempien osien mittasuhteiden pienentymistä. Tämä voidaan selittää niin kutsutun Leeway-tila -käsitteen avulla. Tällöin maitomolareiden ollessa pysyviä premolareita leveämpiä ensimmäiset pysyvät molarit pääsevät maitomolareiden irtoamisen jälkeen siirtymään lähemmäs kohti keskiviivaa, jonka seurauksena hammaskaari lyhenee, madaltuu ja kapenee. Lisäksi huomion arvoista on, että maitomolareiden poistot tai hampaiden väleissä mahdollisesti esiintyvät kariesleesiöt voivat kiihdyttää poskihampaiden vaeltamista. Toisaalta hyvän

suuhygienian ylläpitäminen on myös normaalin purennan kehittymisen kannalta erityisen tärkeää.

Hammaskaarten lyhenemisen on todettu jatkuvan hitaana myös 16 ikävuoden jälkeen (Thilander 2009). Havaintoja on tehty erityisesti miehillä. Etualueen ahtauden kehittymisen lisäksi lyhenemisen on esitetty osaltaan selittävän ylipurennassa tapahtuvia muutoksia. Horizontaalinen ylipurenta saattaa pienentyä hampaiden biologisen vaeltamisen vuoksi 13 ja 31 ikävuoden aikana keskimäärin 0,7 mm.

Suulaen korkeuden kehittyminen tapahtuu samanaikaisesti ylähampaiden puhkeamisen kanssa (Thilander 2009). Tällöin alveoliharjanteen vertikaalinen kasvu etenee nopeasti. Premolareiden ja molareiden puhjettua kokonaan purentaan alveoliluun korkeudessa ei tapahdu enää suuria muutoksia. Toisaalta on osoitettu, että hampaiden puhkeaminen jatkuu hitaana koko ihmisen eliniän ajan. Suulaessa tapahtuu myös jatkuvaa luun kerrostumista, mikä puolestaan madaltaa suulaen korkeutta. Lisäksi iän myötä esiintyvä hampaiden kuluminen voi vaikuttaa suulaen korkeuteen sitä alentaen. Kaikista madaltavista tekijöistä huolimatta suulaen korkeuden on kuitenkin enemmän havaittu kasvavan kuin madaltuvan. 16 ja 31 ikävuoden välisenä aikana suoritettujen mittausten perusteella kasvua esiintyy keskimäärin 0,1 mm vuodessa.

Oikomishoitojen menetelmät purentavirheiden korjauksessa perustuvat hampaiden sijaintia ja niiden asentoja muuttavien voimien käyttöön (Graber ym. 2011). Kun hammasta siirretään tai sen kiertynyttä asentoa korjataan, hammasta ympäröivät kudokset järjestäytyvät uudelleen. Ympäröiviä kudoksia ovat muun muassa parodontaaliligamentti (lyh. PDL) ja alveoliluu. PDL ympäröi hampaiden juuria liittäen hampaan alveoliluuhun. Se jakaa hampaaseen kohdistuvia ulkoisia voimia ja on tällöin oleellinen sekä purentarasituksen että oikomishoidossa tapahtuvien hampaiden liikkeiden kannalta. Oikomishoidon aikaiset hampaiden asentojen muutokset perustuvat pitkälti hammasta ympäröivien kudosten kollageenisäikeiden venytykseen (Blake & Bibby 1998).

2.3. PAR-indeksi oikomishoidon aikaisten muutosten arvioinnissa

PAR-indeksi (engl. the Peer Assessment Rating Index) arvioi luotettavasti purennassa ja hampaistossa oikomishoitojen seurauksena tapahtuvia muutoksia sekä hoitotulosten pysy-

vyyttä (Birkeland ym. 1997). Se on käyttökelpoinen arvioitaessa purentaa numeerisesti esimerkiksi ennen oikomishoitoa, oikomishoidon jälkeen ja retentiovaiheen jälkeen.

PAR-indeksiä käytetään muutosten arvioinnissa vertailemalla yleensä joko painotettujen PAR-arvojen erotusta tai prosentuaalista painotettujen arvojen erotusta (Birkeland ym. 1997). Mitä suurempi luku saadaan, sen parempi purenta on saavutettu. Hoitotuloksen kokonaislaadun arvioimiseksi PAR-indeksi ei kuitenkaan ota huomioon hoidon kestoa eikä hoidosta johtuvia epäsuotuisasti vaikuttavia tekijöitä, kuten kiilleaurioita, marginaalista luukatoa, juurten kärkien resorptiota, estetiikkaa tai potilaan omia arvioita hoidosta.

3. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on määrittää jo olemassa olevien tutkimusten pohjalta oikomishoidon jälkeisen retentiovaiheen kestoon ja hoitotuloksen pysyvyyteen vaikuttavia tekijöitä. Tavoitteena on selvittää ne osatekijät, jotka ennustavat oikomishoidon pysyvyyttä. Tutkielman pyrkimyksenä on myös löytää vastaus siihen, millaisia seikkoja on tärkeää ottaa huomioon retention kestoa suunniteltaessa. Lisäksi vertaillaan yleisimpien retentiokojeiden tehokkuutta oikomishoidon eri menetelmin hoidettujen purentavirheiden palautumisen ehkäisemiseksi.

4. TUTKIMUSAINESTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena pohjautuen aiempiin oikomishoidon retentiovaiheen kestoa ja hoitotulosten pysyvyyttä käsitteleviin tutkimuksiin. Lähdeaineisto etsittiin PubMed- ja Medline-tietokantojen avulla. Lisäksi lähteenä käytettiin oikomishoidon oppikirjoja. Artikkeleita haettaessa käytettiin seuraavia termejä: ”orthodontic treatment”, ”orthodontics”, ”treatment outcome”, ”orthodontic retainer”, ”retention”, ”duration of retention”, ”stability” ja ”relapse”. Tässä kirjallisuuskatsauksessa käsiteltiin yhteensä 31 artikkelia, joista varsinaiseen tutkimusosioon otettiin tarkasteltavaksi 25 artikkelia.

Tarkoituksena oli lähestyä tutkimuskysymyksiä erityisesti kasvavan lapsen/nuoren aikuisen ja edelleen kehittyvän hampaiston kannalta. Vertailun vuoksi katsaukseen otettiin kuitenkin mukaan myös julkaisuja, joissa käsiteltiin erityisesti aikuisille suoritettavan oikomishoidon pysyvyyttä. Retentiomenetelmien vertailussa huomioitiin vain yleisimmät käytössä olevat retentiokojeet, joita ovat yläleuan irrotettavat retentiolevyt ja etenkin alaleuassa käytettävät kiinteät retentiolangat. Tutkielman ulkopuolelle jätettiin julkaisut, joiden potilassaineistossa oikomishoitoa oli suoritettu kirurgisin keinoin.

Useimmat tähän tutkielmaan sisällytettävistä lähteistä tarkastelevat purennassa ja hampai-
tossa tapahtuvia muutoksia niin kutsutun PAR-indeksin (Peer Assessment Rating Index)
avulla. PAR-indeksi arvioi oikomishoidon tuloksia vertaamalla mahdollisten muutosten ke-
hittymistä aina oikomishoitoa edeltävästä ajasta oikomishoidon jälkeiseen aikaan (Steinnes
ym. 2017). Toisaalta PAR-indeksi soveltuu hoitotuloksen pysyvyyden mittaamiseen sen
ottaessa huomioon muutokset purennassa.

5. TULOKSET

5.1. Retention kestoon vaikuttavat tekijät

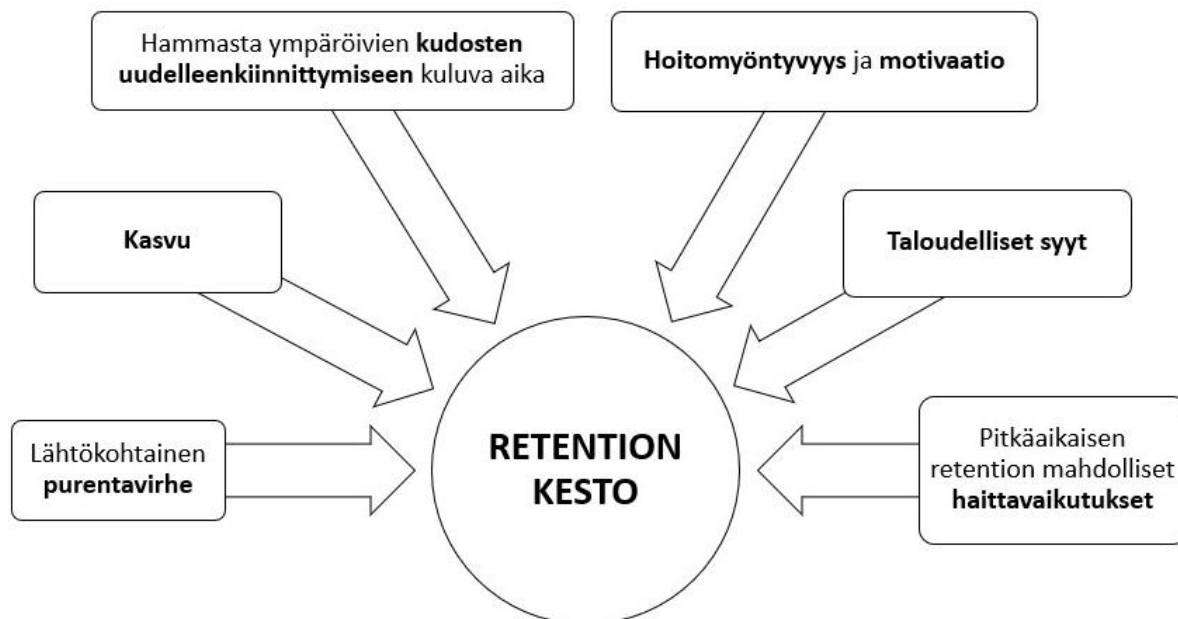
Tutkimukset ovat osoittaneet, että hoidon tulosten pysyvyyden kannalta ensimmäinen reten-
tiovuosi on tärkein ja retention alkuvaiheeseen onkin panostettava huolellisesti (Edman
Tynelius ym. 2013). Toisaalta toisen vuoden aikana tapahtuu enää vain vähäistä palautumi-
sta. Al Yami ym. (1999) toteavat kuitenkin tutkimuksessaan, että noin puolessa tapauksista,
joissa oikomishoidoilla saavutettu tulos on palautunut täydellisesti, palautuminen on tapah-
tunut kahden vuoden aikana retentiojakson päättymisen jälkeen. Ormiston ym. (2005) mu-
kaan retention olisi syytä jatkua yksilön kasvun päättymiseen saakka, jolloin retentioaika
miehillä saattaa olla pidempi kuin naisilla. Lisäksi voimakkaampi purentavirhe voi vaatia
pitkäkestoisen retention.

Merkitsevimpiä retention kestoon vaikuttavia tekijöitä ovat hammasta ympäröivien rakentei-
den uudelleen kiinnittymiseen kuluva aika sekä jäljellä oleva aktiivisen kasvun määrä (kuvio
1) (Mitchell 2014). On esitetty, että hammasta ympäröivien kudosten asettuminen uuteen
paikkaansa kestää vähintään 232 vuorokautta eli noin kahdeksan kuukautta (Littlewood ym.

2006). Alveoliluu muotoutuu uudestaan kuukauden kuluessa, kun taas PDL:n eri osissa säikeiden uudelleenjärjestäytymisaika vaihtelee (Mitchell 2014). Esimerkiksi gingivan kollageenisäikeet muotoutuvat uuteen paikkaansa 4-6 kuukauden jälkeen, mutta elastiset säikeet voivat vaatia aikaa jopa enemmän kuin kahdeksan kuukautta. On todettu, että elastiset parodontaalisäikeet voivat vaikuttaa hampaan liikkeisiin vielä noin kahden vuoden ajan aktiivisen oikomishoidon jälkeen (Lang ym. 2002). Toisaalta retentiovaiheen tulisi kestää vähintään niin kauan, kunnes rakenteet hampaan ympärillä ovat kiinnittyneet uuteen asemaansa (Lang ym. 2002, Mitchell 2014). On myös sanottu, että kasvavan nuoren kohdalla retention on syytä kestää kasvun loppuun saakka, joka voi käytännössä tarkoittaa reilusti yli 20-vuoden ikää (Lang ym. 2002). Huomion arvoista on, että purenta kehittyy ainakin jossain määrin läpi ihmisen eliniän (Steinnes ym. 2017, Thilander 2009).

Retention kestoa suunniteltaessa on huomioitava retentiokojeen käytöstä mahdollisesti aiheutuvat haittavaikutukset ja potilaan hoitomyöntyvyys (Mitchell 2014). Yleisesti suositaan mahdollisimman pitkäkestoista retentiota, vaikka se saattaa aiheuttaa vaurioita muun muassa hammasta ympäröiviin kiinnityskudoksiin tai itse hampaisiin (Al-Moghrabi ym. 2016). Myös potilaan motivoituminen retentiokojeen pitkäaikaiseen käyttöön voi heikentyä ajan myötä. Toisaalta pitkäaikaisessa käytössä koje on alttiimpi vahingoittumiselle. Toistuvasti rikkoutuneen kojeen korjaaminen tai kokonaan korvaaminen voi olla taloudellisesti merkittävä osatekijä harkittaessa kannattaako retentiota enää jatkaa.

Riittävää näyttöä pitkäkestoisen retention hyödyistä ja mahdollisista haittavaikutuksista ei ole vielä olemassa (Al-Moghrabi ym. 2016). Myös haittojen ennaltaehkäisyn kannalta tietyn retentiokojeen valintaan ohjeistavaa tutkimusnäyttöä tarvitaan lisää. Tutkimukset ovat kuitenkin antaneet viitteitä siitä, ettei retention kestolla ole suoraa yhteyttä palautumisen ehkäisemisen suhteen. Sen sijaan oikojan kokemuksella ja työskentelytekniikoilla saattaa olla merkitsevämpi vaikutus arvioitaessa oikomishoidon tuloksen pysyvyyttä.



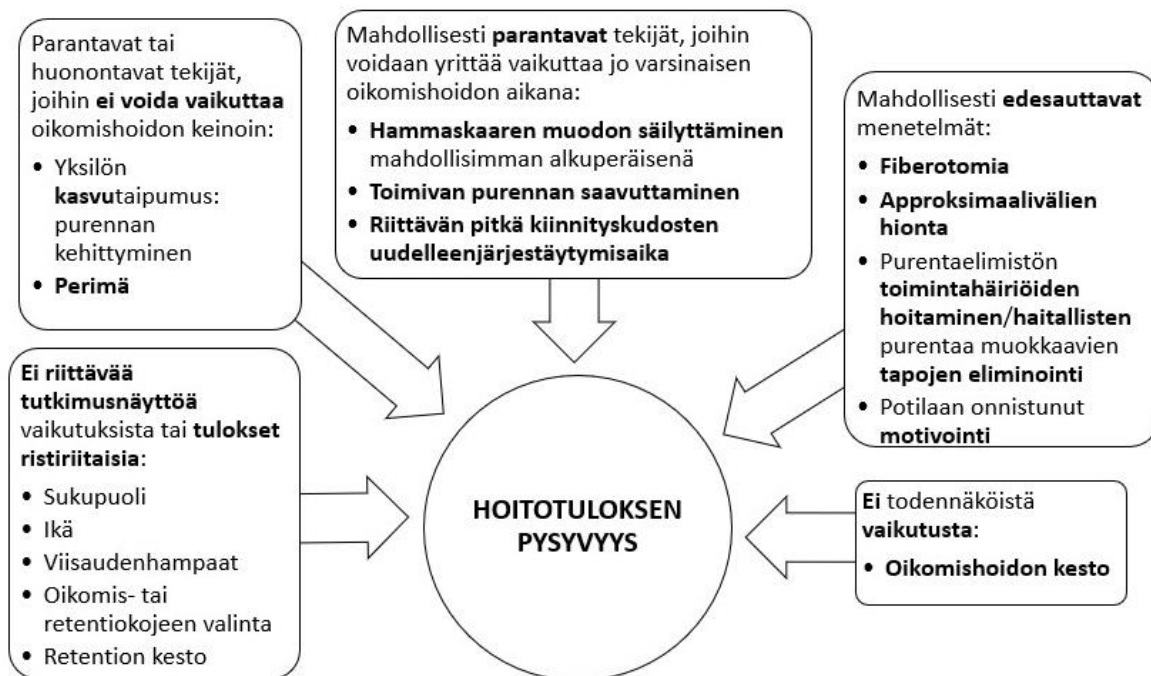
Kuvio 1. Retention kestoon vaikuttavat tekijät (Al-Moghrabi ym. 2016, Lang ym 2002, Littlewood ym. 2006, Mitchell 2014, Ormiston ym. 2005, Steinnes ym. 2017, Thilander 2009).

5.2. Hoitotuloksen pysyvyyteen vaikuttavat tekijät

Vaikka palautumisen etiologiaa ei vielä täysin tunneta, siihen mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä on tutkittu laajasti (Lang ym. 2002, Ormiston ym. 2005). Hammaskaaren muodon vaihtelu, hammasta ympäröivät kiinnityskudokset, purenta ja yksilön kasvutaipumus ovat näistä tekijöistä merkittävimpiä (kuvio 2) (Blake & Bibby 1998). Perimä tai toiminnalliset syyt, kuten tavat ja purentaelimistön toimintahäiriöt, voivat huonontaa pitkäaikaispysyvyyden ennustetta (Lang ym. 2002). Kahl-Nieke (1996) toteaa aikuispotilaiden retentiota ja oikomishoidon pysyvyyttä käsittelevässä julkaisussaan, että pitkäkestoista pysyvyyttä on mahdotonta saavuttaa ilman yksilöllisesti suunniteltua retentiovaihetta.

Oikomishoidon tulosten palautumista voi tapahtua myös normaalin ikääntymisen myötä ja usein onkin mahdotonta sanoa mitä tekijöitä muutosten taustalla on (Mitchell 2014). On esitetty, että pään ja kasvojen alueen luustossa voi tapahtua hoitotuloksen pysyvyyteen vaikuttavia muutoksia 30 ikävuoteen asti (Lang ym. 2002). Tuoreimpien tietojen mukaan purentaan

kehitys jatkuu vähäisenä vielä senkin jälkeen, jolloin sen voidaan sanoa olevan koko ihmisen eliniän kestävä prosessi (Steinnes ym. 2017, Thilander 2009).



Kuvio 2. Hoitotuloksen pysyvyyteen vaikuttavat tekijät (Birkeland ym. 1997, Blake & Bibby 1998, de Bernabe ym. 2017, de Freitas ym. 2007, de la Cruz ym. 1995, Harris & Vaden 1994, Huynh ym. 2009, Kahl-Nieke 1995, Lang ym. 2002, Maia ym. 2010, Ormiston ym. 2005, Renkema ym. 2008, Schütz-Fransson ym. 2017, Shah 2003, Steinnes ym. 2017, Thilander 2009).

Seuraavien alaotsikoiden alla käsitellään oikomishoidon tuloksen pysyvyyttä ensisijaisesti yhdeksän eri tekijän kannalta. Taulukossa 1 on esitetty keskeisimmät tähän kirjallisuuskatsaukseen mukaan otetut hoitotuloksen pysyvyyttä käsittelevät julkaisut tärkeimpine tutkimustuloksineen.

Taulukko 1. Keskeisimmät hoitotuloksen pysyvyyttä käsittelevät julkaisut.

Tutkimuksen kirjoittaja	Tutkimusmenetelmä	Aineisto	Merkittävimmät tulokset
Birkeland ym. 1997	Pitkittäistutkimus	n = 224	Oikomishoidon aloitusiällä on merkittävä ja hoitojen jälkeisellä PAR-arvolla jossain määrin selittävä vaikutus purennassa tapahtuviin muutoksiin. PAR-arvojen muutoksia on kuitenkin haastavaa ennustaa.
Blake & Bibby 1998	Katsausartikkeli	103 artikkelia	Pitkäaikaisten tulosten varmistamiseksi suositellaan pysyvää retentiota. Hammaskaaren muodon ja mittasuhteiden säilyttäminen mahdollisimman alkuperäisenä sekä fiberotomia voivat auttaa ehkäisemään palautumista. Alaleuan kaari lyhenee iän myötä.
de Bernabe ym. 2017	Retrospektiivinen pitkittäistutkimus	n = 70; 24 miestä, 46 naista	Täydellinen pysyvyys saavutettiin 7,1 %:lla, suhteellinen 68,6 %:lla. Ahtaus ja ylipurenta ovat epästabiileimpia purentavirheitä. Alaetualueen ahtautumisen riskitekijänä ovat kiinteän retentiokojeen käyttämättömyys ja vuodet ilman retentiota. Keskiviivan palautumista ennustavia tekijöitä ovat hoidon päättymisen jälkeen mitattu korkea PAR-arvo ja hoitoa edeltävät hampaiden poistot.
de Freitas ym. 2007	Pitkittäistutkimus	n = 87	Oikomishoidon laadun parantuessa muutokset ovat usein suuremmat ja palautumista tapahtuu enemmän. Retention jälkeinen purenta on kuitenkin parempi.
de la Cruz ym. 1995	Pitkittäistutkimus	n = 87	Hammaskaaren säilyttäminen mahdollisimman alkuperäisenä lisää pysyvyyttä.
Harris & Vaden 1994	Retrospektiivinen kohorttitutkimus	n = 74; 30 aikuista	Pysyvyydessä ei ole merkittävää eroa aikuisten ja nuorten välillä.

Taulukko 1. Jatkuu.

Tutkimuksen kirjoittaja	Tutkimusmenetelmä	Aineisto	Merkittävimmät tulokset
Huynh ym. 2009	Retrospektiivinen tutkimus	n = 312	Varhaisessa iässä aloitetulla, hitaalla yläleuan levityksellä saavutetaan parempi hoitotuloksen pysyvyys.
Kahl-Nieke 1995	Pitkittäistutkimus	n = 226	Oikomishoidon jälkeiseen ahtautumiseen ja epäjärjestyneisyyteen vaikuttaa useita ennen hoitoa ja hoidon jälkeen havaittuja tekijöitä. Hammaskaaren ylilaajentaminen voi edesauttaa alaetualueen palautumista.
Lang ym. 2002	Retrospektiivinen tutkimus	n = 132; 54 miestä, 78 naista	Retention tulisi kestää vähintään kaksi vuotta. Retentiokojeella on yhtä tärkeä merkitys pysyvyyden suhteen kuin retentioajalla. Optimaalisimmat tulokset saavutetaan kiinteiden ja irrotettavien kojeiden samanaikaisella käytöllä siten, että käyttö jatkuu pitkälle yli 20 ikävuoteen saakka.
Maia ym. 2010	Retrospektiivinen tutkimus	n = 209	Laadukkaasti toteutuneen oikomishoidon avulla saavutettu hyvä purenta omaa palautumistaipumuksen. Hyvin viimeisteltyjen hoitojen yhteydessä on kuitenkin paremmat purentaominaisuudet. Retentio edesauttaa pysyvyyttä.
Ormiston ym. 2005	Retrospektiivinen analyysi	n = 86; 30 miestä, 56 naista	Pysyvyyttä ennustavia tekijöitä ovat hammaskaaren pituus ennen oikomishoitoa, oikomishoitoa edeltänyt PAR-arvo, molareiden purentasuhde ja sukupuoli.

Taulukko 1. Jatkuu.

Tutkimuksen kirjoittaja	Tutkimusmenetelmä	Aineisto	Merkittävimmät tulokset
Renkema ym. 2008	Pitkittäistutkimus	n = 235; 96 miestä, 139 naista	Pelkkiin alakulmahampaisiin kiinnitettävä retentiolanka on tehokas menetelmä ehkäisemään palautumista, mutta retentiosta huolimatta suhteellisen suurella osuudella on havaittu esiintyvän vähäistä tai kohtalaista poikkeamaa alaetualueella.
Schütz-Fransson ym. 2017	Pitkittäistutkimus	n = 64	Alaetualueen kiinteät retentiolangat joko pelkkiin kulmahampaisiin tai myös etuhampaisiin kiinnitettynä ovat yhtä tehokkaita ja niiden käyttöä voidaan suositella. Lankojen poiston jälkeen kummankaan menetelmän ei kuitenkaan havaittu estävän pitkän ajan muutoksia.
Shah 2003	Kirjallisuuskatsaus	59 artikkelia	Teoriassa alaetualueen palautuminen voidaan saada minimoitua, jos suulaen levityksen yhteydessä suositaan pitkäkestoista retentiota.
Steinnes ym. 2017	Pitkittäistutkimus	n = 67	Palautumista on odotettavissa jossain määrin kiinteiden retentiokojeiden pitkäaikaiskäytöstä riippumatta. Kulmahampaasta kulmahampaaseen kiinnitettävä retentiolanka on kuitenkin tehokas erityisesti alaetualueella.
Thilander 2009	Pitkittäistutkimus	n = 436	Hammaskaarilla tapahtuu muutoksia aikuisikään saakka. Myös hampaiden hidasta puhkeamista tapahtuu jatkuvasti suulaen korkeuden kasvamisen vuoksi.

5.2.1. Hammaskaari

Useimmissa tutkimuksissa on todettu, että hammaskaaren säilyttäminen mahdollisimman alkuperäisen muotoisena on eduksi oikomishoidon tuloksen pysyvyydelle (Mitchell 2014). Erityisesti kulmahampaiden välisen etäisyyden muuttumisen on katsottu olevan palautumisen riskitekijä. Oikomishoidon aikaisten muutosten minimoiminen ei kuitenkaan anna takeita palautumisen ehkäisemisen suhteen (Blake & Bibby 1998, de la Cruz ym. 1995). Aikaisemmat laajoihin aineistoihin perustuvat tutkimukset ovat osoittaneet, että oikomishoitojen seurauksena leventynyt ja pidentynyt hammaskaari yleensä palautuu retention jälkeen hoitoa edeltäviin mittoihin. Myös Kahl-Nieke ym. (1995) ovat pitkittäistutkimuksessaan (n = 226) raportoineet vastaavanlaisista tuloksista erityisesti niiden potilaiden kohdalla, joiden oikomishoidossa oli tehty hammaskaaren laajennusta. He havaitsivat kyseisten potilaiden kulmahampaiden ja molarien välisten mittasuhteiden pienentyneen retention jälkeisen ajan kuluessa. Huomioin arvoista on, että Blake & Bibby (1998) toteavat kattavassa, 103 julkaisua käsittelevässä, katsausartikkelissaan kulmahampaiden välisen etäisyyden kaventuneen myös sellaisissa potilastapauksissa, joissa hammaskaaren laajennusta ei oltu tehty.

Kirjallisuuskatsauksissa on esitetty, että erityisesti alaleuan hammaskaaren on katsottu olevan oikomishoidon tuloksen pysyvyyden kannalta merkitsevä ja palautuminen alkuperäisiin mittasuhteisiin on huomattavampaa (Blake & Bibby 1998, Shah 2003). Yläleuan kaaren on puolestaan ehdotettu seuraavaan alaleuassa oikomishoidon seurauksena tapahtuvia muutoksia (Shah 2003). Steinnes ym. (2017) pitkittäistutkimuksessa (n = 67) on saatu viitteitä myös siitä, ettei yläleuan hammaskaaren mittasuhteissa tapahtuisi muutoksia pitkälläkään seurantavälillä. Tällöin on mahdollista, että yläleuan etuhampaiden oikomishoito antaa todennäköisemmin parempia pitkäaikaistuloksia pysyvyyden kannalta kuin alaeuhampaisiin kohdennettu oikomishoito, mikä selittynee kasvun tuomien muutosten ja hampaiden biologisen vaeltamisen kautta.

Hammaskaaren levittäminen varhaisessa hampaiston vaihduntavaiheessa on osoittautunut pysyvyyden kannalta paremmaksi kuin muissa ikävaiheissa suoritettu levitys, mutta myös tällöin hammaskaaren palautumista alkuperäiseen muotoonsa on raportoitu tapahtuvaksi (Steinnes ym. 2017). Toisaalta merkittävimmät muutokset hammaskaarella tapahtuvat ennen 30 vuoden ikää, mutta alaeualueen ahtautuminen saattaa jatkua joissain määrin läpi koko elämän (Blake & Bibby 1998). Ormiston ym. (2005) esittävät puolestaan omassa retrospek-

tiivisessä tutkimuksessaan (n = 86), että oikomishoitoa edeltävästi mitattu jo viisi millimetriä tavallista pidempi hammaskaari voi pienentää palautuvuuden riskin puoleen. Tällöin hammaskaarella on luontaisesti tilaa kaikille hampaille.

5.2.2. Hammasta ympäröivät kudokset

Purennassa mahdollisesti havaittava oikomishoidon jälkeinen palautuminen on osittain seurausta hammasta ympäröivien kudosten aiheuttamista voimista (Blake & Bibby 1998, Johnston & Littlewood 2015). Yleisesti onkin ajateltu, että oikomishoidon seurauksena PDL:n venyneet säikeet pyrkivät vetämään hampaan takaisin alkuperäiseen asemaansa. Tämä on havaittu erityisesti kiertyneiden hampaiden kohdalla. Kiertymistä aikaansaavien voimien on osoitettu aiheuttavan merkittäviä muutoksia gingivaalisten kudosten eheyteen ja järjestäytyneisyyteen (Blake & Bibby 1998). Tällöin pelkkä säikeiden venyminen ei ehkä olekaan merkittävin syy palautumisen taustalla. Toisaalta on mahdollista, että kiertyneen hampaan oikomishoidon jälkeinen palautuminen saattaa gingivaalisten säikeiden venymisen sijaan olla riippuvainen koko gingivaalisen kudoksen elastisista ominaisuuksista. Hammasta ympäröivään kiinnityskudokseen suoritettuna fiberotomian on esitetty vähentävän palautumista.

5.2.3. Viisaudenhampaat

Viisaudenhampaiden merkitystä erityisesti alaetualueen ahtautumisen taustalla on tutkittu ristiriitaisin tuloksin jo useita vuosia. Niiden puhkeamisen on väitetty vievän tilaa hammaskaarelta, jolloin etualueella on havaittavissa ahtautta (Blake & Bibby 1998). Tuoreemmissa julkaisuissa on kuitenkin esitetty, että viisaudenhampailla ei ole suoraa yhteyttä oikomishoidon jälkeiseen palautumiseen (de Bernabe ym. 2017, Maia ym. 2010, Thilander 2009). Thilander (2009) toteaa kattavan tutkimusaineiston (n = 436) omaavassa pitkittäistutkimuksessaan, että alaetualueen ahtautumista on havaittu esiintyvän yhtäläillä myös heillä, joilla viisaudenhampaat luontaisesti puuttuvat. Myös Blake & Bibby (1998) mainitsevat tutkimuksessaan, ettei merkittäviä eroja etualueen ahtautumisen suhteen ole löydetty oli kyseessä puhkeamatta jääneet, jo puhjenneet, synnynnäisesti puuttuvat tai poistetut viisaudenhampaat.

5.2.4. Ikä

Harris & Vaden (1994) esittävät retrospektiivisessä kohorttitutkimuksessaan (n = 74), ettei murrosikäisten noin 13-vuotiaiden nuorten ja noin 30-vuotiaiden aikuisten oikomishoidon jälkeisessä tulosten pysyvyydessä ollut huomattavaa eroa, vaikka aikuisiällä ei enää merkittävää kasvua tapahdukaan. Tutkimukseen osallistui 44 nuorta ja 30 aikuista, joiden oikomishoidon päättymisestä oli kulunut aikaa keskimäärin viisi vuotta. Tutkimuksen esittämiin tuloksiin voinee kuitenkin vähäisissä määrin vaikuttaa aikuisiälläkin tapahtuva purennan jatkuva muuttuminen, johon saattaa liittyä muun muassa parentaelimistön toimintahäiriöitä.

Lang ym. (2002) retrospektiivisen tutkimuksen (n = 132) mukaan on olemassa näyttöä myös siitä, että hoidon aloituksen ajankohdalla potilaan iän suhteen saattaa olla vaikutusta hoidon tulosten pysyvyyteen. Tutkimuksessa esitetään, että varhain ennen yhdeksän vuoden ikää aloitettujen hoitojen yhteydessä on havaittu suurimmat muutokset hampaiden välisissä suhteissa. Palautumista on todettu esiintyvän vähemmän 9-12 vuoden iässä aloitetuissa oikomishoidoissa. Aikuisiällä toteutuneen oikomishoidon jälkeen alaetualueen palautumista on esitetty esiintyvän 42 prosentilla. Kyseisessä tutkimuksessa alle yhdeksän vuotiaiden ja täysi-ikäisten tai sitä vanhempien tutkimusaineistot (< 9 vuotta: n = 15, ≥ 18 vuotta: n = 12) olivat kuitenkin huomattavasti pienemmät kuin 9-12 vuotiaiden ryhmässä (n = 83). Pienten lasten kehitystä on jäljellä runsaimmin, joten tulos voi selittyä myös normaalin kasvun kautta. Aikuisiän suurehkolle palautumisprosentille ei kuitenkaan esitetty selittävää tekijää.

5.2.5. Sukupuoli ja yksilön kasvutaipumus

de Bernabe ym. (2017) ja Maia ym. (2010) julkaisemien retrospektiivisten tutkimusten mukaan sukupuolella ei ole havaittu olevan merkittävää vaikutusta oikomishoidon tulosten pysyvyyteen. Sukupuolijakauma ei kuitenkaan ole ensimmäisenä mainitun tutkijaryhmän aineistossa tasainen (n = 70; miehiä 24 ja naisia 46), jonka vuoksi tulos saattaa olla kyseenalainen. Aikaisemmat tutkimukset ovatkin antaneet päinvastaisia tuloksia. Lang ym. (2002) osoittivat oikomishoidon jälkeistä purentavirheen palautumista esiintyvän useammin miehillä kuin naisilla. Myös Ormiston ym. (2005) esittivät julkaisussaan (n = 86; 30 miestä, 56 naista) miessukupuolen olevan yhteydessä lisääntyneeseen palautumiseen. Heidän mukaansa miehillä on naisiin verrattuna yli neljä kertaa todennäköisempää havaita purennan palautumista. Tutkimuksessa kuitenkin korostetaan, että on myös syytä ottaa huomioon sukupuoli-

lien väliset erot hoitomyöntyvyyden suhteen. On mahdollista, että miessukupuolen edustajat eivät ole yhtä motivoituneita varsinaisen oikomishoidon jälkeiseen retentiovaiheeseen verrattuna naissukupuolen edustajiin. Toisaalta myöskään heidän tutkimusaineistonsa sukupuolijakauma ei ole tasainen. Lisäksi he toteavat, että joidenkin aikaisempien tutkimusten mukaan on myös väitetty, että nimenomaan naisilla olisi suurempi taipumus parentasuhteiden huononemiseen ja erityisesti ahtauden kehittymiseen.

Aiempien tietojen mukaan yksilön kasvun ei ole katsottu olevan yhteydessä hoitotuloksen pysyvyyteen, mutta sittemmin kasvulla on huomattu olevan sekä parentasuhteita korjaavaa että huonontavaa vaikutusta (Ormiston ym. 2005). Tällöin purennassa esiintyvä vaste kasvuun on ensisijaisesti riippuvainen lähtökohtaisesta parentavirheestä, hoidon lopputuloksesta sekä jäljellä olevan kasvun määrästä ja ohjautumisesta. Toisaalta kasvojen luisten rakenteiden kehityksen on todettu olevan huomattavampaa miehillä kuin naisilla. Tällöin, mikäli miessukupuoli itsessään olisi yksittäinen riskitekijä, yksilön kasvua voitaisiin pitää myös epäsuorasti yhtenä palautumiseen vaikuttavista tekijöistä.

5.2.6. Oikomishoidon ja retention kesto sekä menetelmät

Maia ym. (2010) esittävät retrospektiivisessä tutkimuksessaan (n = 209), ettei merkittävää yhteyttä oikomishoidon keston ja tulosten pysyvyyden välillä havaittu. Samanlaisia tuloksia ovat osoittaneet myös de Bernabe ym. (2017) ja Renkema ym. (2008). Myöskään seurantaajan pituudella ei katsottu olevan merkitystä palautumiseen (Maia ym. 2010). Useimmat tutkijat ovat sitä mieltä, että merkittävimmät epästabiiliudesta kertovat muutokset tapahtuvat neljän ensimmäisen hoitoa seuranneen vuoden aikana (de Bernabe ym. 2017). Toisaalta palautumisen kehittymisen ja retention sekä retention jälkeisen ajan välillä on havaittu vain vähäistä tai kohtalaista yhteneväisyyttä (Lang ym. 2002).

de Bernabe ym. (2017) osoittavat retrospektiivisessä pitkittäistutkimuksessaan (n = 70) parentavirheistä alaetualueen ahtauden ja ylipurennan olevan kaikista epästabiilimpia. Näillä parentavirheillä on myös taipumus kehittyä huonommaksi. Lisäksi heidän tutkimuksensa mukaan vuodet ilman retentiota ja kiinteän retentiokojeen käyttämättömyys ovat ainoat merkittävät riskitekijät ennustettaessa alaleuan etuhampaiden ahtauden palautumista.

Renkema ym. (2008) esittävät pitkittäistutkimuksessaan kiinteän, pelkästään kulmahampaisiin kiinnitettävän, retentiolangan olevan tehokas menetelmä ehkäistäessä alaetualueen ahtauden palautumista. He osoittivat, että viisi vuotta oikomishoidon päättymisen jälkeen 60 prosentilla tutkimukseen osallistuneista 235 oikomispotilaasta pysyvyys oli hyvä. Huomion arvoista onkin, että palautuminen todettiin vähäisenä tai kohtalaisena suhteellisen suurella osalla (40 prosentilla) tutkittavista potilaista. Schütz-Fransson ym. (2017) osoittivat puolestaan tuoreessa 12 vuoden seurantatutkimuksessaan (n = 64), että pelkkiin kulmahampaisiin kiinnitettävät ja kulmahampaiden lisäksi niiden välisiin etuhampaisiin kiinnitettävät retentiolangat ovat yhtä tehokkaita alaetualueen ahtauden palautumisen ehkäisemisessä ja niiden käyttöä voidaan suositella. Pitkäaikaisia muutoksia retentiolankojen poistamisen jälkeen ei kumpikaan menetelmistä kuitenkaan täydellisesti estänyt.

Steinnes ym. (2017) havaitsivat tutkimuksessaan, ettei pitkäaikainenkaan kiinteiden retentiokojeiden käyttöaika välttämättä estä ei-toivottua oikomishoidon jälkeistä purennan palautumista. Heidän mukaansa useissa tutkimuksissa on raportoitu retentioajan jälkeisistä hampaiden asentoihin ja ylipurentoihin. On havaittu, että alaetualueen hampaiden epäsäännöllinen järjestäytyminen lisääntyy huomattavasti, mikäli oikomishoidon jälkeistä retentiokojeita ei ole ollut käytössä lainkaan. Tutkimuksessa ehdotettiin, että alaetualueen kiinteä retentiokoje vaikuttaa merkitsevästi oikomishoidon tuloksen pysyvyyteen, vaikka se ei estäisikään kaikkia purenassa tapahtuvia muutoksia. Sen sijaan yläleuan kiinteän retentiokojeen pitkäaikaiskäytön ei havaittu vaikuttavan etualueen hampaiden järjestäytymisessä mahdollisesti tapahtuviin muutoksiin.

Huynh ym. (2009) esittävät sivualueen ristipurennan hoitoa käsittelevässä retrospektiivisessä tutkimuksessaan (n = 312), että hitaammalla yläleuan levityksellä, kun käytössä on esimerkiksi Haas, hyrax tai quad-helix, saavutettaisiin parempi hoitotuloksen pysyvyys kuin yläleuan nopean levityksen RME-kojeella. Toisaalta heidän mukaansa retentiokojeen käytön ohella myös varhaisessa kehityksen vaiheessa aloitettu oikomishoito on yksi pitkäaikais-tuloksia parantavia tekijöitä. Huomion arvoista on myös se, että alaetualueella hampaiden palautumistaipumuksen on todettu olevan ainakin teoriassa vähäisempää, mikäli suulaen levityksen yhteydessä suositaan pitkittynyttä retentiojaksoa (Shah 2003).

Yleisimmin käytössä olevien retentiokojeiden tehokkuuden tutkimisen ohessa on yritetty selvittää myös muita menetelmiä oikomishoidon tulosten palautumisen ehkäisemiseksi

(Lang ym. 2002). Toisaalta varsinaisen oikomishoidon aikana on tapana tehdä purennan yli-
korjausta. Usein varsinaisen kojeistuksen lisäksi suositellaan muun muassa hampaiden
approksimaalivälien hiontoja tai kiinnityskudosten säikeiden katkaisemiseen perustuvaa
fiberotomiaa. Vielä ei ole kuitenkaan löydetty riittävää näyttöä näidenkään edellä mainit-
tujen menetelmien eduksi. Myös luun kehitystä ylläpitävien morfogeneettisten proteiinien
(engl. bone morphogenetic proteins, lyh. BMPs) vaikutusta hoitotuloksen pysyvyyteen on
tutkittu eläinkokeilla (Hassan ym. 2010). Kokeista saadut tulokset ovat olleet lupaavia, mutta
menetelmän pitkäaikaisia vaikutuksia ei tunneta vielä tarpeeksi hyvin.

5.2.7. Oikomishoidon laatu

Laadukkaasti toteutettu oikomishoito, jolla on saavutettu hyvä lopputulos sekä purennan että
estetiikan kannalta, on aiemmin ollut useimpien tutkijoiden mielestä merkittävä osatekijä
hoitotulosten palautumisen minimoimiseksi (Maia ym. 2010, Ormiston ym. 2005). On kui-
tenkin olemassa tutkimustietoa, jonka mukaan tilanne olisi päinvastainen. Ideaalisten puren-
tasuhteiden saavuttaminen ei välttämättä takaakaan hoitotulosten pysyvyyttä. On esitetty,
että huonommin toteutuneessa purennankorjauksessa on havaittu jopa oikomishoidon
jälkeisten tulosten paranemista. Myös de Freitas ym. (2007) esittävät pitkittäistutkimuk-
sessaan ($n = 87$), että laadukkaampaa hoitoa saaneiden potilaiden hoitotuloksen palautuvuus
on itse asiassa suurempi kuin heikompi laatuista hoitoa saaneen potilaan kohdalla. Heidän
mukaansa tämä on selitettävissä sillä, että toimivamman purennan saavuttaminen vaatii
yleensä suurempia muutoksia alkuperäiseen purentaan. Tällöin myös palautuminen saattaa
ilmentyä huomattavampana. Samassa tutkimuksessa todettiin retentiojakson jälkeisen
purennan olevan kuitenkin huomattavasti parempi huolellisesti viimeistellyissä purennoissa.

Mikäli oikomishoidon avulla ei kuitenkaan ole saavutettu täysin ideaalista lopputulosta, voi-
vat uudet parentakontaktit edesauttaa purennan palautumista (Johnston & Littlewood 2015).
On esitetty, että hyvä etuhampaiden välinen kulma (noin 135°) saattaa ehkäistä ylipurennan
palautumista (Mitchell 2014). Puolestaan ristipurennan palautumista ei todennäköisesti ta-
pahdu, mikäli taka-alueiden ylä- ja alahampaiden välille saavutetaan hyvät parentasuhteet
(Steinnes ym. 2017).

Oikomishoidon eri vaiheiden PAR-indeksien määrittäminen on koettu hyödylliseksi apukei-
noksi arvioitaessa oikomishoidon laatua (Birkeland ym. 1997). Tällöin ennen oikomishoi-

tojen alkamista mitattu PAR-indeksi voi auttaa ennustamaan hoidon pitkäaikaistuloksia. Lähtötilanteen huono PAR-indeksi saattaa antaa viitteitä selkeästä palautumistaipumuksesta (Ormiston ym. 2005). Arvon ollessa korkea, se voi kertoa suuremmasta taipumuksesta oikomishoidon jälkeiseen palautumiseen. On esitetty, että PAR-arvojen aleneminen yli 70 prosentilla kertoo korkealaatuisesta oikomishoidosta (Birkeland ym. 1997). Lisäksi purenassa voidaan sanoa tapahtuneen jo suurta muutosta, jos vertailuarvojen erotus on yli 40 prosenttia. Niin ikään oikomishoidon lopussa rekisteröity korkea PAR-indeksi ennen retention alkamista on merkitsevä osatekijä arvioitaessa muun muassa etuhampaiden keskilinjan palautumistaipumusta (Birkeland ym. 1997, de Bernabe ym. 2017). Toisaalta Maia ym. (2010) julkaiseman tutkimuksen mukaan oikomishoitoa edeltävällä ja sen lopussa mitatulla PAR-indeksillä sekä potilaan oikomishoidon alkamisiällä ja retention kestolla saattaa olla vähäinen yhteys purennan pysyvyyteen.

6. POHDINTA JA YHTEENVETO

Tässä kirjallisuuskatsauksessa esiteltyjen aiempien tutkimusten perusteella voidaan todeta, että retention suunnittelu oikomishoidon tulosten ylläpitämiseksi on haastavaa. Toisaalta on esitetty, että oikomishoidon jälkeistä palautumista tapahtuu retentiosta huolimatta (Blake & Bibby 1998, Mitchell 2014). Hoitotuloksen pysyvyyteen vaikuttavia tekijöitä on tutkittu laajasti, mutta korkealaatuisten tutkimustulosten määrä on vielä riittämätöntä (Lang ym. 2002, Ormiston ym. 2005). Littlewood ym. (2017) toteavatkin tuoreessa tutkimuksessaan, että usein lopulliset retentioon liittyvät päätökset tehdään oikojan omien kokemusten ja asiantuntemuksen sekä potilaan odotusten ja yhteistyökyvyn perusteella. Ennen oikomishoitoon ryhtymistä on varmistettava, että potilas ymmärtää hoidon rajoitteet ja myös epäonnistumisen mahdollisuuden (Al Yami ym. 1999). Potilaan odotusten on oltava realistiset.

Aikaisempiin tutkimustuloksiin perustuen retention kestolle on voitu määrittää kliiniseen työhön avuksi tiettyjä suuntaa-antavia ohjeita (Lang ym. 2002). On osoitettu, että palautumista tapahtuu merkitsevimmän kahden ensimmäisen oikomishoitoa seuranneen vuoden aikana. Tähän käsitykseen nojaten retentiokojeiden keskimääräinen käyttöaika onkin useimmiten noin kaksi vuotta. Littlewood ym. (2017) ja Nanda & Nanda (1992) mukaan joissakin tapauksissa pitkäkestoisen, jopa pysyväksi jätettävän, retention on esitetty olevan varteentotettava vaihtoehto, vaikkei sen mahdollisia haittavaikutuksia tunnetakaan vielä tarpeeksi

hyvin. Haittavaikutusten riski on kuitenkin olemassa ja sen vuoksi olisikin ehkä syytä pohtia, onko pitkäkestoisen ratkaisun valitseminen eettisesti oikein. Lisää pitkittäistutkimuksia retentiokojeiden aiheuttamien haittavaikutuksien selvittämiseksi tarvittaisiin. Huomion arvoista on myös se, että tietyissä purentavirheissä hoidon tulos voidaan mahdollisesti saada pysymään stabiilina jo huomattavasti lyhytkestoisemman retentiovaiheen jälkeen. Costa ym. (2017) mukaan esimerkiksi yläkaaren levitykseen perustuvien kojeiden avulla hoidetun sivualueen ristipurennan palautumisen estämiseksi riittäisi vain kuuden kuukauden mittainen retentio siten, että retentiokojetta käytetään ympäri vuorokauden.

Retention kestoon vaikuttavista tekijöistä merkittävimpiä ovat hammasta ympäröivien rakenteiden uudelleen kiinnittymiseen kuluva aika sekä jäljellä oleva aktiivisen kasvun määrä (Mitchell 2014). Retention olisi syytä kestää vähintään niin kauan, kunnes kudokset ovat asettuneet uuteen paikkaansa. Tutkimusten mukaan tämä kestää usein jopa kauemmin kuin kahdeksan kuukautta. Jäljellä olevaa aktiivista kasvua voi puolestaan tapahtua reilusti yli 20 vuoden ikään saakka (Lang ym. 2002). Toisaalta purenta kehittyy ainakin jossain määrin läpi ihmisen eliniän (Mitchell 2014). Vaikea purentavirhe vaatii lähtökohtaisesti pitkäkestoisen retentiojakson (Ormiston ym. 2005). Kuten jo aiemmin mainittiin, retention kestoa suunniteltaessa on myös oleellista huomioida kojeen käytöstä mahdollisesti aiheutuvat haittavaikutukset hammasta ympäröiviin kiinnityskudoksiin tai itse hampaisiin (Mitchell 2014). Lisäksi potilaan hoitomyöntyvyys ja motivaatio saattavat heikentyä ajan myötä (Al-Moghrabi ym. 2016). Toisinaan retentiokojeilla on myös alttiutta rikkoutumiselle pitkäaikaisessa käytössä, jolloin toistuvasti rikkoutuneen kojeen korjaaminen tai kokonaan korvaaminen voi olla taloudellisesti merkittävä osatekijä harkittaessa kannattaako retentiota enää jatkaa.

Hoitotuloksen pysyvyyttä ennustavien tekijöiden tunteminen ja tunnistaminen tarjoaa arvokasta tietoa jo varhaisessa vaiheessa oikomishoitoa (de Bernabé ym. 2017). Pysyvyyttä onkin tärkeää osata arvioida potilaskohtaisesti jo hoidon suunnitteluvaiheessa. Retentiojakson jälkeisenä aikana tapahtuvia muutoksia ei aina voida erottaa normaalista purennan kehittymiseen liittyvistä muutoksista (Thilander 2009). Niitä voi esiintyä, vaikkei oikomishoitoa olisi tehty lainkaan. Lisäksi purennan kehittymiseen vaikuttavat sekä perinnölliset että ympäristölliset seikat. Hammaskaarilla ilmenevän biologisen hampaiden vaeltamisen ohella myös kasvojen kasvu, hampaiston kehittyminen ja toiminnalliset tekijät muokkaavat purentaa. Muutoksiin vaikuttavien mekanismien yhteisvaikutusten parempi tunteminen voisi

edesauttaa oikomishoitojen kautta saavutettavien tulosten pysyvyyttä. Tiettyjen tekijöiden ilmaantuminen tai ilmaantumatta jääminen ei kuitenkaan välttämättä paljasta palautumistaipumusta, koska muutosten on esitetty jatkuvan yksilöllisenä purennan sopeutumisprosessina läpi koko ihmisen eliniän (Ormiston ym. 2005).

Merkittävimpiä hoitotuloksen pysyvyyteen vaikuttavia tekijöitä voivat olla muun muassa hammaskaaren muoto, hammasta ympäröivät kiinnityskudokset, purennan toimivuus, yksilön kasvutaipumus sekä tavat ja purentaelimistön toimintahäiriöt (Blake & Bibby 1998, de Freitas ym. 2007, de la Cruz ym. 1995, Johnston & Littlewood 2015, Kahl-Nieke ym. 1995, Maia ym. 2010, Mitchell 2014, Ormiston ym. 2005, Shah 2003, Steinnes ym. 2017). Palautumisen ennusteen kannalta on lisäksi hyvä tietää, että purentavirheistä alaetualueen ahtauden ja ylipurennan on todettu olevan kaikista epästabiilimpia (de Bernabe ym. 2017). Hoitotulosten pysyvyyttä parantavia tekijöitä, joihin voidaan yrittää vaikuttaa jo varsinaisen oikomishoidon aikana ovat hammaskaaren muodon säilyttäminen mahdollisimman alkuperäisenä, toimivan purennan saavuttaminen sekä kiinnityskudosten uudelleenjärjestäytymisajan huomioiminen (Mitchell 2014). Kuitenkin tiedetään, ettei hammaskaaren muutosten minimoiminenkaan anna takeita pysyvyydelle (Blake & Bibby 1998, de la Cruz ym. 1995). Palautumisen riskitekijöitä arvioitaessa hammasta ympäröivien kiinnityskudosten merkitys on oleellinen erityisesti kiertyneiden hampaiden kohdalla (Blake & Bibby 1998, Johnston & Littlewood 2015). Hoitotuloksen pysyvyyttä mahdollisesti edesauttavia menetelmiä ovat purennan ylikorjaus, fiberotomia, approksimaaliväljen hionta, purentaelimistön toimintahäiriöiden hoitaminen tai haitallisten purentaa muokkaavien tapojen eliminointi sekä potilaan onnistunut motivointi (Lang ym. 2002). Riittävää tutkimusnäyttöä ei ole tai tulokset ovat ristiriitaisia, kun on yritetty selvittää sukupuolen, iän, viisaudenhampaiden, oikomista tai retentiokojeen sekä retention keston vaikutuksia hoitotuloksen pysyvyyteen (de Bernabe ym. 2017, Blake & Bibby 1998, Harris & Vaden 1994, Lang ym. 2002, Maia ym. 2010, Ormiston ym. 2005, Thilander 2009).

Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella ei voida tehdä täysin yksiselitteisiä johtopäätöksiä retention kestoon ja hoitotuloksen pysyvyyteen vaikuttavista tekijöistä. Yhteenvetona voidaan kuitenkin sanoa, että retentiokojetta olisi suositeltavaa käyttää aina aktiivisen kasvun päättymiseen saakka. Hoitotuloksen pysyvyyden kannalta merkittävimpiä tekijöitä ovat hammaskaaren muodon säilyttäminen mahdollisimman alkuperäisenä, toimivan purennan saavuttaminen sekä kiinnityskudosten uudelleenjärjestäytymisajan huomioiminen. Reten-

tion suunnittelu ja hoitotuloksen pysyvyyden ennustaminen ovat kuitenkin haastavimpia osa-alueita oikomishoidossa. Tulevissa tutkimuksissa potilasaineistot voisivat olla suurempia seuranta-aikojen ollessa pidempiä. Myös pitkäaikaisen retention haittavaikutuksien täsmällisempi selvittäminen olisi tärkeää.

LÄHDELUETTELO

- Al Yami EA, Kuijpers-Jagtman AM & van 't Hof MA (1999). Stability of orthodontic treatment outcome: follow-up until 10 years postretention. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 115(3): 300-304.
- Al-Moghrabi D, Pandis N & Fleming PS (2016). The effects of fixed and removable orthodontic retainers: a systematic review. *Progress in Orthodontics* 17(1): 24-016-0137-x.
- Birkeland K, Furevik J, Boe OE & Wisth PJ (1997). Evaluation of treatment and post-treatment changes by the PAR Index. *European Journal of Orthodontics* 19(3): 279-288.
- Blake M & Bibby K (1998). Retention and stability: a review of the literature. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 114(3): 299-306.
- Costa JG, Galindo TM, Mattos CT & Cury-Saramago AA (2017). Retention period after treatment of posterior crossbite with maxillary expansion: a systematic review. *Dental Press Journal of Orthodontics* 22(2): 35-44.
- de Bernabe PG, Montiel-Company JM, Paredes-Gallardo V, Gandia-Franco JL & Bellot-Arcis C (2017). Orthodontic treatment stability predictors: A retrospective longitudinal study. *The Angle Orthodontist*;87(2): 223-229.
- de Freitas KM, Janson G, de Freitas MR, Pinzan A, Henriques JF & Pinzan-Vercelino CR (2007). Influence of the quality of the finished occlusion on postretention occlusal relapse. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 132(4): 428.e9-428.14.
- de la Cruz A, Sampson P, Little RM, Artun J & Shapiro PA (1995). Long-term changes in arch form after orthodontic treatment and retention. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 107(5): 518-530.
- Edman Tynelius G, Bondemark L & Lilja-Karlander E (2013). A randomized controlled trial of three orthodontic retention methods in Class I four premolar extraction cases -- stability after 2 years in retention. *Orthodontics & Craniofacial Research* 16(2): 105-115.
- Edman Tynelius G, Petren S, Bondemark L & Lilja-Karlander E (2015). Five-year postretention outcomes of three retention methods--a randomized controlled trial. *European Journal of Orthodontics* 37(4):345-353.
- Ferrario VF, Marciandi PV, Tartaglia GM, Dellavia C & Sforza C (2002). Neuromuscular evaluation of post-orthodontic stability: an experimental protocol. *The International Journal of Adult Orthodontics & Orthognathic Surgery* 17(4): 307-313.
- Graber LW, Vanarsdall RL & Vig KWL (2011). *Orthodontics: Current Principles and Techniques*, 5th edition, Elsevier.
- Harris EF & Vaden JL (1994). Posttreatment stability in adult and adolescent orthodontic patients: a cast analysis. *The International Journal of Adult Orthodontics & Orthognathic Surgery* 9(1): 19-29.
- Hassan AH, Al-Hubail A & Al-Fraidi AA (2010). Bone inductive proteins to enhance postorthodontic stability. *The Angle Orthodontist* 80(6): 1051-1060.
- Huynh T, Kennedy DB, Joondeph DR & Bollen AM (2009). Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, hyrax, and quad-helix appliances: a retrospective study *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 136(3): 331-339.
- Johnston CD & Littlewood SJ (2015). Retention in orthodontics. *British Dental Journal* 218(3): 119-122.

- Kahl-Nieke B (1996). Retention and stability considerations for adult patients. *Dental Clinics of North America* 40(4): 961-994.
- Kahl-Nieke B, Fischbach H & Schwarze CW (1995). Post-retention crowding and incisor irregularity: a long-term follow-up evaluation of stability and relapse. *British Journal of Orthodontics* 22(3): 249-257.
- Lang G, Alfter G, Goz G & Lang GH (2002). Retention and stability--taking various treatment parameters into account. *Journal of Orofacial Orthopedics* 63(1): 26-41.
- Little RM, Riedel RA & Artun J (1988). An evaluation of changes in mandibular anterior alignment from 10 to 20 years postretention. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 93(5): 423-428.
- Littlewood SJ, Kandasamy S & Huang G (2017). Retention and relapse in clinical practice. *Australian Dental Journal* 62 Suppl 1: 51-57.
- Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, Bearn DR & Worthington HV (2016). Retention procedures for stabilising tooth position after treatment with orthodontic braces. *Cochrane Database Syst Rev* 29(1): CD002283. doi(1):CD002283.
- Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, Bearn DR & Worthington HV (2006). Orthodontic retention: a systematic review. *Journal of Orthodontics* 33(3): 205-212.
- Maia NG, Normando AD, Maia FA, Ferreira MA & Alves MS (2010). Factors associated with orthodontic stability: a retrospective study of 209 patients. *World Journal of Orthodontics* 11(1): 61-66.
- Mitchell, L (2014). *An Introduction to Orthodontics*, Oxford University Press, Incorporated, Oxford.
- Moyers RE (1973). *Handbook of orthodontics for the student and general practitioner*, 3rd ed. Chicago: YearBook.
- Nanda RS & Nanda SK (1992). Considerations of dentofacial growth in long-term retention and stability: is active retention needed? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 101(4): 297-302.
- Ormiston JP, Huang GJ, Little RM, Decker JD & Seuk GD (2005). Retrospective analysis of long-term stable and unstable orthodontic treatment outcomes. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 128(5): 568-74; quiz 669.
- Renkema AM, Al-Assad S, Bronkhorst E, Weindel S, Katsaros C & Lisson JA (2008). Effectiveness of lingual retainers bonded to the canines in preventing mandibular incisor relapse *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 134(2): 179e1-179e8.
- Schütz-Fransson U, Lindsten R, Bjerklin K & Bondemark L (2017). Twelve-year follow-up of mandibular incisor stability: Comparison between two bonded lingual orthodontic retainers. *The Angle Orthodontist* 87(2): 200-208.
- Shah AA (2003). Postretention changes in mandibular crowding: a review of the literature. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 124(3): 298-308.
- 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.
- Thilander B (2009). Dentoalveolar development in subjects with normal occlusion. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. *European Journal of Orthodontics* 31(2): 109-120.
- Tynelius GE (2014). Orthodontic retention. Studies of retention capacity, cost-effectiveness and long-term stability. *Swedish Dental Journal. Supplement* (236)(236): 9-65.