

Mikko Toivola

# Otsonin käyttö kariesen pysäytys­hoidossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Suuhygienisti (AMK)

Suun terveydenhuolto

Opinnäytetyö

14.2.2016

Tekijä Otsikko	Mikko Toivola Otsonin käyttö karieksen pysäytysshoidossa
Sivumäärä Aika	34 sivua + 4 liitettä 14.2.2016
Tutkinto	Suuhygienisti
Koulutusohjelma	Suun terveydenhuolto
Ohjaaja	THM, Lehtori Helena Stedt
<p>Tässä opinnäytetyössä selvitettiin kirjallisuuskatsauksen avulla otsonihoidon vaikutuksia hammaskarieksen pysäytysshoidossa sekä potilaiden asenteita otsonihoitoa kohtaan. Tavoitteena oli luoda tiivis yhteenveto, josta sekä suun terveydenhuollon ammattilaiset että potilaat voivat saada perustietoa otsonihoidosta ja sen tehokkuudesta karieksen pysäytysshoidossa.</p> <p>Opinnäytetyön teoreettisissa lähtökohdissa tarkastellaan karieksen etiologiaa ja siihen liittyviä käsitteitä sekä esitellään karieksen perinteiset hoitomuodot, joiden rinnalla voidaan käyttää otsonihoitoa. Osiossa esitetään myös karieksen hallinnan kokonaisvaltaista hoitoa ohjaava malli, suuhygienistin rooli hoitoprosessissa sekä perustiedot otsonista ja otsonihoidosta. Opinnäytetyö etenee esittelemällä opinnäytetyön toteuttamisen prosessin ja päättyy otsonihoidosta tehtyjen tutkimusten ja tutkimustulosten esittelyyn sekä analyysiin.</p> <p>Tutkimusten etsimiseen käytettiin sekä manuaalista hakua että sähköisiä tietokantoja, kuten CINAHL, Medic, Google Scholar, Medline ja Cochrane. Aineistolle asetettiin erilaisia kriteerejä ja niistä valittiin ainoastaan ehdot täyttävät tutkimukset. Tutkimusten hakemisessa käytettiin hakusanoina esim. seuraavia virkkeitä: Ozone therapy in dentistry ja Ozone therapy in treating caries. Kirjallisuuskatsaukseen löytyi 13 hakukriteerit täyttävää tutkimusta, joista kaikki ovat ulkomailla toteutettuja. Analyysimenetelmänä käytettiin luokittelua, jossa tulokset esitetään vastauksina tutkimuskysymyksiin.</p> <p>Tulosten mukaan otsonihoito on tehokas hoitomenetelmä ja lisäapu karieksen perinteisten pysäytyshoitokeinojen rinnalle. Lähes kaikki katsauksessa mukana olleet tutkimukset osoittavat otsonihoitojen pysäyttävän tai kääntävän hampaan kovakudoksen liukenemisen takaisin ehjäksi kudokseksi. Myös potilaiden asenteet otsonihoitoja kohtaan ovat myönteisiä. Lisätutkimuksia tarvitaan kuitenkin otsonihoitojen tehokkuudesta karieksen pysäyttämisessä pidemmällä aikavälillä. Myös otsonihoitojen kustannustehokkuus perinteisten hoitomuotojen rinnalla vaatii lisäselvityksiä.</p>	
Avainsanat	karies, otsonihoito, otsoni, pysäytyshoito

Author Title	Mikko Toivola The Use of Ozone to Arrest the Progression of Dental Caries
Number of Pages Date	34 pages + 4 appendices 14 February 2016
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Oral Hygiene
Instructor	Helena Stedt, Senior Lecturer, MNSc
<p>The purpose of this thesis was to assess the ozone treatment effectivity to arrest or reverse the progression of dental caries as well to assess the patients' attitude to the method. The aim was to produce information for all of the oral health care professionals and patients about the ozone treatment and its effectivity in arresting or reversing the progression of caries.</p> <p>The theoretical frame introduces the etiology of dental caries and the related concepts as well presents the traditional treating methods which can be supported with the ozone treatment. This part also contains the guiding model of arresting and reversing the caries, the role of a dental hygienist in caries management and the basics of ozone and the ozone treatment. The thesis continues with the presentation of the process of the thesis composition and finishes with the presentation of ozone treatment studies, study results and analysis.</p> <p>The thesis was implemented as a literature study. The included studies were looked up manually from electronic databases (CINAHL, Medic, Google Scholar, Medline and Cochrane). The exact criteria were set for all of the searches and only the studies which met the criteria were chosen. The studies were searched with using keywords, e.g. Ozone therapy in dentistry and Ozone therapy in treating caries. All together there were 13 studies which met the criteria; all of these were foreign. The material was analysed using the classification method where all of the results were presented as answers for the research questions.</p> <p>The results of the literature analysis prove that the ozone treatment is effective to arrest or reverse the progression of dental caries and would be a useful method alongside with the traditional caries treatment. Almost all of the analysed studies showed ozone's ability to arrest the demineralization of tooth enamel and switch the process back to remineralization phase. According to the results the patients have also a high acceptance of this treatment regime using ozone. Still further research about long-term effects and cost-effectiveness of ozone treatment is needed.</p>	
Keywords	caries, ozone, ozone treatment

## Sisällys

1	Otsonihoito – kariksen hoidon uusi mahdollisuus?	1
2	Opinnäytetyön teoreettiset lähtökohdat	2
2.1	Karies infektiosairautena ja sen hallinta	3
2.1.1	Karieksen hallinta osana tavanomaista elämää	5
2.1.2	Karieksen pysäytyshoito	7
2.1.3	Karieksen korjaava hoito	11
2.2	Otsoni luonnonympäristössä ja kariksen pysäytshoidossa	11
3	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset	14
4	Opinnäytetyön toteuttaminen	14
4.1	Aineiston keruu	16
4.2	Aineiston analyysi	17
5	Tulokset	18
5.1	Otsonihoidon vaikutus eri kariestyyppisiin	18
5.2	Potilaiden asenteet otsonihoitoa kohtaan	22
6	Pohdinta	24
6.1	Opinnäytetyön sisällön ja tulosten tarkastelu	24
6.2	Toteutuksen ja menetelmän tarkastelu	27
6.3	Eettiset kysymykset ja luotettavuuden arviointi	28
6.4	Oppimisprosessi, ammatillinen kasvu ja kehitys	28
6.5	Opinnäytetyön hyödyntäminen, jatkokehittämisideat ja suositukset	29
	Lähteet	30
	Teoreettisten lähtökohtien tutkimukset	32
	Kirjallisuuskatsauksen tutkimukset	33
	Liitteet	
	Liite 1. Teoreettisten lähtökohtien tiedonhaku ja valintaperusteet	
	Liite 2. Teoreettisten lähtökohtien aikaisemmat tutkimukset	
	Liite 3. Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku ja valintaperusteet	
	Liite 4. Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset	

## 1 Otsonihoito – kariksen hoidon uusi mahdollisuus?

Hampaiden reikiintyminen eli hammaskaries on maailman yleisimpiä infektioitauteja. Vaikka kariksen esiintyvyydessä ilmeneekin tiettyjä sosioekonomisia eroavaisuuksia, sitä voidaan pitää iästä riippumattomana infektiosairautena, joka voi iskeä yhtälailla niin köyhälle kuin varakkaallekin. Kariesta voidaan myös pitää epätavallisena infektiosairautena – se on selkeästi bakteerisairaus, mutta esiintyy ainoastaan kovakudoksessa, jossa ei ole lymfa- eikä verisuonia. Elimistö ei näin ollen kykene muodostamaan suojaavaa immuniteettia, vaikka kariekseen sairastuisi toistuvasti. (Tenovuo 2002, 1657.)

Perinteisesti kariksen hoito on jaettu kahteen osaan: ehkäisyhoitoon ja korjaavaan hoitoon. Nykypäivänä näiden hoitomuotojen väliin on syntynyt uusi menetelmä, niin kutsuttu ammattihenkilön totetuttama kariesvaurioiden etenemisen pysäytyshoito. (Kerosuo 2011, 32.) Pysäytysoidon pohjana on kliininen diagnoosi, mikä erottaa sen ehkäisyhoidosta. Kariksen ehkäisyhoito voidaan siis aloittaa, vaikka potilasta ei ole tutkittu tai hänellä ei ole merkkejä kariksesta. Pysäytysoidolla tarkoitetaan nimensä mukaisesti menetelmiä, joilla pyritään hidastamaan, pysäyttämään tai palauttamaan etenevässä vaiheessa oleva kariesleesio. (Raadal, Magne – Espelid, Ivar – Crossner, Claes-Göran 2011, 22.)

Viimeaikaisten teknisten kehitysaskelten tuloksena on valmistettu laitteita, joiden avulla varhaisvaiheen leesioita ja avoimia kaviteetteja voidaan käsitellä otsonikaasulla kariksen pysäyttämiseksi. (Marthaler 2005, 9.) Menetelmän tehokkuutta kariksen hoidossa on mitattu lukuisilla kliinisillä tutkimuksilla, mutta suun terveydenhuollon ammattilaisille ja potilaille ei ole ollut saatavilla tiivistä yhteenvetoa otsonihoidon toteuttamisesta ja vaikutuksista. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena onkin luoda kooste otsonihoidon perusteista ja tehokkuudesta kariksen pysäytysoidossa.

## 2 Opinnäytetyön teoreettiset lähtökohdat

Tässä luvussa esitetään perustietoa otsonista ja avataan kariekseen sekä sen etiologiaan liittyviä käsitteitä. Lisäksi luvussa käydään läpi myös karieksen hallinnan kokonaisvaltaista hoitoa ohjaava malli sekä suuhygienistin rooli hoitoprosessissa.

Tutustuin otsonihoitoihin jo ennen opinnäytetyöni aloittamista, joten tiesin valmiiksi joitain tutkimustuloksia menetelmän käytöstä hammaskarieksen hoidossa. Ennen tutkimuskysymysteni asettamista perehdyin Internetin avulla tarkemmin aiheeseen ja päätin kirjoittaa tutkimuskysymykset sellaiseen muotoon, joka mielestäni kertoo parhaiten otsonihoitojen vaikuttavuudesta karieksen pysäytys hoidossa.

Teoreettisiin lähtökohtiin hain tietoa CINAHL, Medic, Google Scholar, PubMed, Medline ja Cochrane –tietokannoista sekä käytin manuaalista hakua. Valitsin työhöni ainoastaan tutkimukset, joissa karieksen hallintamenetelmiä testattiin aktiiviseen kariekseen ja seuloin pois terveiden hampaiden karieksen ehkäisyä käsittelevät selvitykset. Käyttämäni toimintamalli käytettävien tutkimusten valintaprosessista on esitetty kuviossa 1. Tarkemmat tiedot haku- ja valintaprosessista löytyvät tämän työn liitteestä 1.



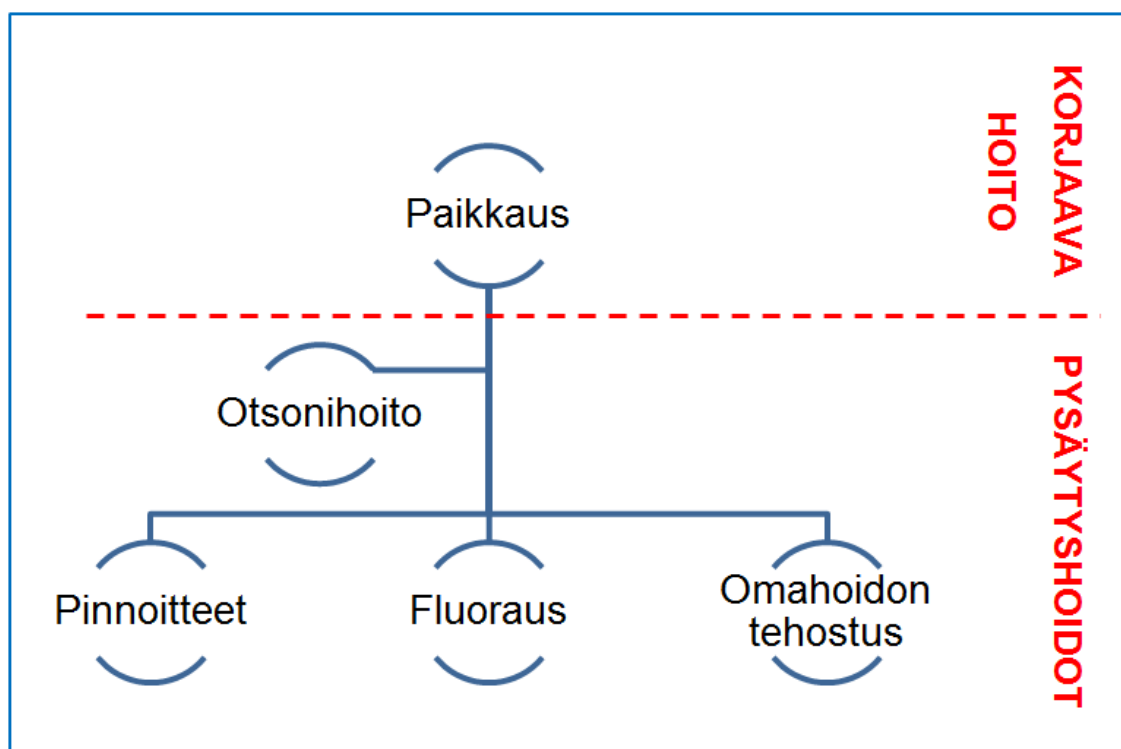
**Kuvio 1.** Tutkimusten valintaprosessi.

## 2.1 Karies infektiosairautena ja sen hallinta

Karies on monista tekijöistä johtuva mikrobisairaus, jonka esiintyvyys riippuu ensisijassa ravinnosta, hampaiden vastustuskyvystä, suun mikrobiston koostumuksesta sekä erittyvän syljen määrästä ja laadusta. (Meurman, Murtomaa, Le Bell & Autti 2008, 372). Karioksen syntyprosessi käynnistyy *Mutans* –streptokokki tartunnalla.

Lapsi voi saada *Mutans* -tartunnan aikaisintaan ensimmäisten maitohampaiden puhkeamisen jälkeen eli noin kuuden kuukauden iässä (Käypä hoito-suositus 2014). Lapsella ei ole kariesbakteereita syntyessään, vaan lapsi saa tartunnan useimmiten vanhemmiltaan sylkikontaktin välityksellä, esimerkiksi jos ruokaa maistellaan samalla lusikalla. (Tarnanen 2014.) Mitä varhaisemmassa vaiheessa bakteerit pääsevät kolonisoitumaan hampaistoon, sitä suurempi reikiintymisalttius lapselle kehittyy sekä maito- että pysyviin hampaisiin. *Mutans* -tartuntaa ei pystytä hävittämään kokonaan, vaan bakteerikanta pysyy suussa koko hampaiden eliniän ajan. (Käypä hoito-suositus 2014.)

Kuvio 2 esittää tämän opinnäytetyön keskeistä teemaa eli otsonihoitojen sijoittumista perinteisten hoitomuotojen väliin. Pysäytysoidolla pyritään säilyttämään hampaan pintarakenne ilman hammaskudokseen kajoamista ja palauttamaan hampaan mineraalitasapaino. Korjaavaan hoitoon turvaudutaan, jos pysäytyshoitoa ei ole aloitettu riittävän ajoissa tai pysäytysoidossa ei ole muuten onnistuttu. (Käypä hoito-suositus 2014.)



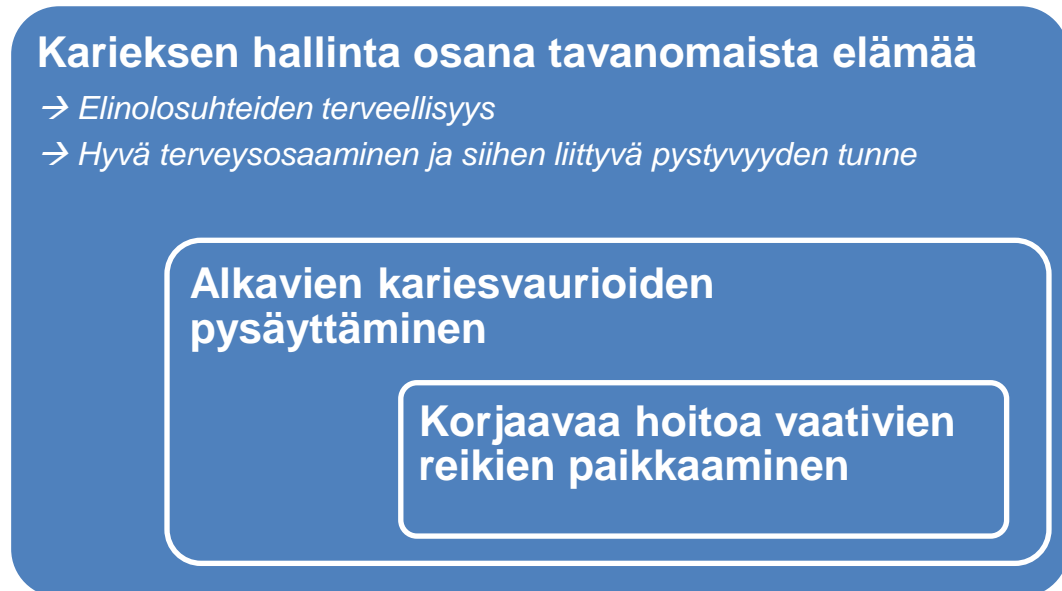
**Kuvio 2.** Ammattihenkilöstön keinot karieksen hallintaan. Alin taso: nykyisin käytössä olevat keinot karieksen pysäytystyöhoitoon; keskitaso: uusi hoitomuoto; ylin taso: hammaslääkärin suorittama paikkaushoito, mikäli alla olevat keinot eivät riitä estämään karieksen etenemistä

Nykyään ammattihenkilön tärkeimmät keinot karieksen pysäytystyöhoitossa ovat potilaan auttaminen omahoidon tehostamisessa, hampaiden pinnoitus sekä paikalliset fluorikäsittelyt. Karieksen hallintaan kuuluu myös suun terveydenhuollon ammattilaisten antama ohjeistus potilaan omahoitoon liittyen. Ammattihenkilön tehtävänä on painottaa niitä asioita, joissa potilaalla on parannettavaa omissa elintavoissaan tai omahoidossaan. (Käypä hoito-suositus 2014).

Kuviossa 3. esitetään karieksen hallinnan peruskaava. Karieksen hallinnan ydinajatus on suun olosuhteiden pitäminen sellaisena, että hampaan pinnalla tapahtuva mineraalien liukeneminen ja saostuminen pysyisivät tasapainossa, jolloin reikiä ei pääse syntymään. Suurin painotus tulee olla kotona tapahtuvalla hampaiden omahoidolla, johon kuuluvat hyvä suuhygienia, fluorin käyttö sekä oikeanlainen ravinto,



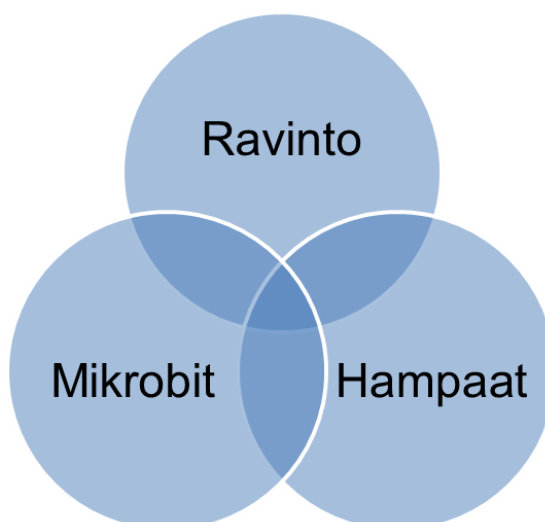
jossa pyritään välttämään helposti fermentoituvia hiilihydraatteja. (Käypä hoito-suositus 2014.)



**Kuvio 3.** Karieksen hallinnan peruskaava. Kaikki kolme osaa kuuluvat karieksen hallintaan. Osien koot kertovat miten suuri painotus milläkin osa alueella tulisi olla. (Muokattu lähteestä käypä hoito –suositus 2014)

### 2.1.1 Karieksen hallinta osana tavanomaista elämää

Kuviossa 4 on hahmoteltu Keyesin ympyrämalli, joka kuvastaa karieksen etiologian kolmea keskeisintä elementtiä: sairastuva isäntäkudos (hampaat), mikrobit sekä hiilihydraatit, joista mikrobit saavat ravintoa. Karieksen syntyminen edellyttää kaikkien kolmen ympyrän tekijöitä ja jos yksikin näistä kolmesta ympyrästä poistetaan, saadaan karies häviämään kokonaan. Tämä on kuitenkin käytännön tasolla mahdotonta, joten karieksen hallinnan keinoilla pyritään pienentämään ympyröitä ja saamaan ne kauemmaksi toisistaan. (Tenovuo 2002, 1657-1658.)



**Kuvio 4.** Keysin ympyrämalli. Kariksen syntyyn vaaditaan kaikki kolme ympyrämallin tekijää.

Fluorin käyttöä on yleisesti pidetty kariksen ehkäisyn kulmakivenä ja sen asema hampaiden resistenssin lisääjänä on pysynyt vahvana vielä tänä päivänäkin. Fluorihammastahnojen käytön yleistymistä ympäri maailmaa pidetäänkin merkittävimpänä tekijänä lasten ja nuorten kariksen vähentymiseen 1970-luvulta aina vuosituhaten taitteeseen asti. Fluorin vaikutus perustuu sen kykyyn korjata kiilteen omaa reikiintymisen seurauksena hajonnutta hydroksiapatiittia kovemmallalla fluoroapatiitilla. (Tenovuo 2002, 1659.)

Bakteerit käyttävät ruuassa olevia sokeriyhdisteitä ravinnonlähteenään, jonka seurauksena syntyy aineenvaihduntatuotteena happoa (Käypä hoito-suositus 2014). Kariesbakteerien määrä on suorassa suhteessa käytetyn sokerin määrään ja syöntitiheyteen (Tenovuo 2002, 1658). Bakteerien synnyttämät hapot saavat aikaan happohyökkäyksen, jolloin hampaan kiilteen pintarakenne alkaa hajota, kunnes syljen puskuroiva vaikutus on pysäyttänyt happohyökkäyksen ja saanut aikaan hampaan pinnan uudelleenmineralisoitumisen (Könönen 2012). Suussa tapahtuu siis jatkuvaa happohyökkäyksistä johtuvaa hampaan pintarakenteiden liukenemista tai syljen puskurivaikutuksen aikaansaamaa uudelleen mineralisoitumista. Syljen puskurointikyky on kuitenkin rajallinen – jos happohyökkäyksiä tulee liian tiheään tai neutraloivat mekanismit, kuten syljeneritys ja huolellinen suuhygieniä eivät ole kunnossa, voivat hampaat vaurioitua pysyvästi tasapainon kääntynyt happamaan suuntaan (Huth & Hickel, 117.) Yleisimmin vaurioita esiintyy poskihampaiden purupinnoilla, ienrajoissa ja

hammasväleissä. Kariksen edetessä syvemmälle hampaan kudoksiin, voi reikiintynyt hammas alkaa reagoida kylmään aiheuttaen vihlontaa. Jos reikä on päässyt etenemään hammasluun läpi hampaan ytimeen asti, voi seurauksena olla jomottava hammassärky ja voimakas koputus- ja kuuma-arkuus. Tämä johtuu pulpiitista eli hammasytimen tulehduksesta. (Könönen 2012.)

Kolmas ympyrä Keyesin ympyrämallissa on mikrobit. Tätä ympyrää saadaan pienemmäksi pitämällä huoli päivittäisestä suuhygieniasta. Siihen kuuluu hampaiden puhdistus fluoritahnaa käyttäen kaksi kertaa päivässä sekä hammasvälien puhdistus. Terveellisten elintapojen perusteet olisi hyvä oppia jo varhaislapsuudessa, joten Vanhempien esimerkki on keskeisessä asemassa lapsen opettellessa uusia käyttäytymismalleja. (Käypä hoito-suositus 2014.) Suuhygienian lisäksi toinen tekijä bakteeriympyrän pienentämiseen on varhaisen *Mutans streptokokki (MS)* -infektion estäminen, sillä MS-tartunta tapahtuu tavallisimmin maitoposkihampaiden puhkeamisen aikaan 1–3 vuoden iässä. Näiden bakteerien määrä hammasplakissa on verrannollinen siihen, miten aikaisessa vaiheessa lapsi saa tartunnan ja miten suuri määrä bakteereita kolonisoituu hampaisiin: mitä suurempi annos ja mitä aikaisempi tartunta, sitä suuremman osuuden bakteerit valloittavat hampaan pinnan mikrobikasvustosta eli plakista. (Tenovuo 2012, 1660).

### 2.1.2 Kariksen pysäytyshoito

Kariksen hallinnan pääpaino tulisi olla kotona tapahtuvalla hampaiden hoidolla, jolloin ihannetilanteessa ihmiset hoitaisivat hampaitansa niin hyvin, ettei ongelmia ilmaantuisi. Jos omahoidossa on kuitenkin puutteita, voi syntyä pysäytyshoitoa vaativia kariesvaurioita. Pysäytyshoidolla tarkoitetaan suunterveyden ammattihenkilön ja potilaan yhteistyötä, johon kuuluu puhdistuksen tehostaminen, fluorin käyttö, sekä pinnoitukset (Käypä hoito-suositus 2014.)

Suunterveyden ammattihenkilö voi käyttää potilaan ohjauksessa apuna ”motivoivaa haastattelua”, joka on William R. Millerin kehittämä metodi. Haastattelussa pyritään vuorovaikutuksen keinoin löytämään ja vahvistamaan potilaan motivaatiota elämäntapamuutokseen. (Järvinen 2014, käypä hoito-suositus.) Omahoidon tehostamisen rinnalla hampaita voidaan pinnoittaa. Pinnoituksen käyttäminen on keskittynyt lähinnä okklusaalikariksen pysäyttämiseen, koska muut pysäytyskeinot eivät tehoa siihen kovin hyvin. (Meurman, Murtomaa, Le Bell & Autti 2008, 391.)

Pinnoituksella pyritään estämään kariesprosessille välttämättömien bakteerien ja niiden ravintoaineiden kulku fissuuroihin (Raadal ym.2011, 23).

Karieksen hoitopäätöstä tehtäessä on tärkeä ymmärtää minkälainen karies on luonteeltaan. Aikoinaan karieksen eteneminen yritettiin pysäyttää paikkaamalla hammas mahdollisimman nopeasti vaurion etenemisen estämiseksi. Nykyään tiedetään, ettei karies aina tarkoita prosessia, joka vääjäämättä etenee kohti hampaan pulpaa, vaan se voidaan monissa tapauksissa pysäyttää ilman hampaan poraamista ja välttää hampaan rakenteiden turha hajottaminen. (Meurman, Murtomaa, Le Bell & Autti 2008, 391.)

Vuonna 2009 tutkittiin karieksen pysäyttämistä hopea-diamiinifluorilla. Tutkimukseen osallistui 976 koululaista, jotka olivat iältään 3–9 vuotiaita. Tutkimuksessa käytettiin neljää eri menetelmää: 1. 38 % Hopea-diamiinifluoria, jossa käytettiin parkkihappoa pelkistimenä. 2. 38 % hopea-diamiinifluoria pelkästään. 3. 12 %:sta Hopea-diamiinifluoria pelkästään. 4. Kontrolliryhmä (ei hoitoa). Tuloksien mukaan ainoastaan menetelmät, joissa käytettiin 38 % Hopea-diamiinifluoria joko pelkistimellä tai ilman olivat tehokkaita karieksen pysäytyksessä. 12 %:sta Diamiinifluoria saaneet eivät saaneet merkittävää hyötyä pysäytyshoidossa. (Yee, R. – Holmgren, J. – Mulder, J. – Lama, D. – Walker, D. Palenstein Helderma, W. 2009. Efficacy of Silver Diamine Fluoride for Arresting Caries Treatment.)

Brasiliassa tutkittiin vuonna 2014 Nano-hopeafluoridia (NHF) karieksen pysäytyshoidossa. Tutkimuksen osallistujista 44,1 % oli poikia ja 55,9 % tyttöjä. 130 karioitunutta hammasta jaettiin sattumanvaraisesti kahteen ryhmään. Toisessa ryhmässä hampaita hoidettiin NHF:llä ja toisessa ryhmässä pelkällä vedellä. Tutkimus oli kontrolloitu kaksoissokkotutkimus, jossa ennen hoitoa ja hoidon jälkeen tehdyt tutkimukset suoritettiin eri hoitajien toimesta, jotka eivät tietäneet tutkimuksen tarkoitusta. Välitarkistukset tehtiin viikon kuluttua, viiden kuukauden kuluttua ja lopuksi 12 kuukauden kohdalla. Seitsemän päivän kohdalla 81 % fluoriryhmän hampaista oli pysähtynyt, kun taas kontrolliryhmän hampaista yksikään ei ollut pysähtynyt ( $p<0.001$ ) viiden kuukauden kohdalla 72,7 % fluoriryhmän hampaista oli pysähtynyt ja 27,4 % kontrolliryhmän hampaista oli pysähtynyt ( $p<0.001$ ). 12 kuukauden kohdalla fluoriryhmässä 66,7 % karioituneista hampaista oli vieläkin pysähtyneenä ja kontrolliryhmässä 34,7 % pysähtyneenä ( $p=0.003$ ). Nano-hopeafluoridi osoittautui tehokkaaksi maitohammaskarieksen pysäytyshoidossa. (Valdeci Elias dos Santos Jr -

Arnoldo Vasconcelos Filho - Andrea Gadelha Ribeiro Targino - Miguel Angel Pelagio Flores - Andre´ Galembeck - Arnaldo Franc - Caldas Jr- Aronita Rosenblatt 2014. A New “Silver-Bullet” to treat caries in children – Nano Silver Fluoride: A randomised clinical trial.)

Brasiliassa tutkittiin vuonna 2013 fluorigeelin (1,23 % APF) toimivuutta initiaalikarieksen pysäytysoidossa. Tutkimukseen osallistui 60 lasta, jotka olivat iältään 7–12 vuotiaita. Tutkittavat jaettiin kahteen ryhmään: APF-geeliä saaneet ja plasebogeeliä saaneet. Kaikki osallistujat pesivät säännöllisesti hampaansa fluorihammastahnalla ja viikoittain hampaat pestiin kerran ammattihenkilön toimesta. Tutkimukseen hyväksyttiin ainoastaan aktiivisessa vaiheessa olevat leesiot. Hampaat tutkittiin ja arvioitiin neljännellä ja kahdeksannella käynnillä. Lopputarkastukseen osallistui 30 lasta. Plaseboryhmän hampaissa 33,3 % leesioista oli aktiivisessa vaiheessa, kun taas fluoriryhmän hampaissa aktiivisessa vaiheessa oli 60 % leesioista. Tulokset osoittivat, ettei APF-geelistä ollut hyötyä. (Maria Laura Menezes Bonow - Marina Sousa Azevedo - Marília Leão Goettems - Célia Regina Martins Delgado – Rodrigues 2013. Efficacy of 1.23% APF gel applications on incipient carious lesions: a doubleblind randomized clinical trial.)

Vuonna 2010 tutkittiin pinnoituksen vaikutusta karieksen pysäytysoidossa ei-kavitoituneissa hampaissa. Tutkimukseen osallistui 31 miestä ja 29 naista, joilla kariekset olivat keskittyneet okklusaalipinnoille. Yhteensä tutkittavia hampaita oli 60 ja ne jaettiin kahteen ryhmään: toisen ryhmän hampaat pinnoitettiin fluoria sisältävällä pinnoitteella ja kontrolliryhmän hampaisiin ei tehty mitään hoitoa. Tutkimus kesti 12 kuukautta ja välitarkastukset tehtiin neljän kuukauden välein. Kliiniset tutkimukset osoittivat, että selkeä ero oli havaittavissa kahden ryhmän välillä. Kontrolliryhmän hampaissa karieksen olivat edenneet pidemmälle kuin pinnoitteen saaneiden hampaissa ( $p < 0.001$ ). Myös radiologiset tutkimukset todistivat samaa, jossa kontrolliryhmän kariekset olivat edenneet merkittävästi pidemmälle ( $P = 0.003$ ). (Borges – Campos - da Silveira - de Lima - Pinheiro 2010. Efficacy of a pit and fissure sealant in arresting dentin non-cavitated caries: A 1-year follow-up, randomized, single-blind, controlled clinical trial.)

Fluorin lisäämistä pinnoituksiin tutkittiin Intiassa vuonna 2012. Tutkimuksessa käytettiin poistettuja molaareja, jotka tutkittiin mikroskoopilla ja varmistettiin, että niissä oli alkavan karieksen merkkejä. Hampaat jaettiin kolmeen ryhmään: 1. Pinnoite ilman fluoria, 2.

Pinnoite, joka vapauttaa fluoria ja 3. Lasi-ionomeeri pinnoite. Tulostarkastelussa havaittiin, että kiilteen demineralisoituminen oli vähäisintä lasi-ionomeeri pinnoitteen saaneissa hampaissa, kun taas kahdessa muussa ryhmässä demineralisaation määrä oli saman suuruinen. Ryhmien 1 ja 2, demineralisaatioarvot olivat 214,4 ja 222,7, kun taas ryhmän 3. Arvot erosivat merkittävästi edellisistä; 155,9. (Prabhakar AR, Prasanna T Dahake, OS Raju, N Basappa 2012. Fluoride: Is It Worth to be added in Pit and Fissure Sealants?)

Vuonna 2014 Brasiliassa tehtiin kirjallisuuskatsaus, jossa tarkasteltiin hoitomenetelmiä kavitoitumattoman karieksen pysäytyksessä. Analysoitavia tutkimuksia saatiin seulonnan jälkeen viisi. Hoidoissa käytettiin lasi-ionomeeri tai hartsipohjaisia pinnoitteita. Kaikissa tutkimuksissa tutkittavat kariekset olivat okklusaalipinnalla olevia ja ne oli analysoitu käyttäen apuna Bite-Wing röntgenkuvausta. Tutkimuksien mukaan vain hartsipohjaiset pinnoitteet olivat pysäyttäneet karieksen etenemisen. (Isauremi Vieira de Assunção - Giovanna de Fátima Alves da Costa - Boniek Castillo Dutra Borges 2014. Systematic review of noninvasive treatments to arrest dentin non-cavitated caries lesions.)

Turkissa vuonna 2014 tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin fluorin eri konsentraatioiden tehokkuutta hammaskiilteen remineralisoinnissa. Tutkimuksessa käytettiin 28 hammasta, jotka oltiin poistettu ortodontisista syistä. Testattavana oli kolme erilaista fluorihuuhdetta (226, 450 ja 900 ppm), joita vertailtiin ei fluoria saaneeseen kontrolliryhmään. Hampaiden demineralisointiin käytettiin etikkahappoa, jonka annettiin vaikuttaa 24 tuntia (alkuhapotus). Kun hampaan pinta oli saanut olla rauhassa 11,5 tuntia, aloitettiin varsinainen Ph-sykli eli 30 minuuttia kestävä etikkahapotus. Tämän jälkeen annettiin fluoria (NaF) testihampaille kahden minuutin ajan, jonka jälkeen hampaiden annettiin olla remineralisaatiovaiheessa 11,5 tuntia. Sama kaava toistettiin kahdesti vuorokaudessa yhteensä 28 vuorokauden ajan. Hampaan kovakudosmittaukset tehtiin alussa, alkuhapotuksen jälkeen sekä Ph-syklissä 3, 7, 14 ja 28 vuorokauden kohdalla. Kaikkien ryhmien kohdalla remineralisaatio alkoi 14 päivän kohdalla. Ainoastaan ryhmä, joka sai 226 ppm –vahvuista fluorihuuhdetta saavutti saman kudosturvouden kuin lähtötilanteessa ( $p > 0.05$ ). (Ferda Dogan - Arzu Civelek - Inci Oktay 2014. Effect of different fluoride concentrations on remineralization of demineralized enamel: an in vitro pH-cycling study.)

### 2.1.3 Karieksen korjaava hoito

Korjaavaan hoitoon joudutaan turvautumaan, jos karieksen pysäytyskäsittelyssä ei ole onnistuttu. Korjaava hoito on toimenpide, jossa sekä tervettä että sairasta hammaskudosta poistetaan ja syntynyt kaviteetti täytetään sopivalla paikka-aineella. (Käypä hoito-suositus 2014.) Termi ”korjaava karieshoito” vakiinnutti asemansa 1970-luvulla ja se on peräisin englanninkielisestä termistä ”Operative Dentistry” (Meurman ym.2008, 387).

Hammaskariesta on hoidettu jo 1800-luvulta asti poistamalla pehmentynyt hammasmätä hampaan pinnalta. Tavanomaisesti tähän tarkoitukseen oli käytössä erilaisia fyysisiä keinoja, yleisimmin pora. Pehmennyt kudos korvattiin tämän jälkeen jonkinlaisella korvaavalla materiaalilla, jota kutsuttiin täytteeksi. Monien vuosien ajan oppilaita opetettiin hoitamaan kariesta menetelmillä, jotka selvästi noudattivat 1800-luvulla toimineen amerikkalaisen hammaslääkärin G.V. Blackin oppeja. (Johnson, Holmes & Lynch, 69.) Black oli alansa edelläkävijä, joka keksi muun muassa kokeilla ensimmäisenä ilokaasua lievittämään potilaan kipua hoitojen aikana. Myös jalkakäyttöinen pora oli hänen innovaationsa. (Matinlinna 2010, 24.)

Vaikka nykyään laitteet ja tekniikka ovat kehittyneet merkittävästi, käytetään karieksen korjaavassa hoidossa kuitenkin pitkälti samanlaista toimintatapaa kuin 1800-luvulla. Menetelmässä hammas joko porataan ja paikataan tai poistetaan kokonaan. Hampaan porauksen ja mahdollisten puutteiden käytön vuoksi potilas saattaa kokea toimenpiteen stressaavana. Vaikka lääkäreiden tietotaito on kehittynyt teknologian kehityksen ohella, on hampaan paikkaaminen edelleen hammasta heikentävä toimenpide, joka vaarantaa myös hampaan ytimen toimintaa. Tämän hoitomuodon yksi heikkous on myös kustannukset, jotka nousevat materiaalien ja kalliiden laitteiden vuoksi korkeiksi. (Johnson ym. 69.)

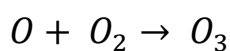
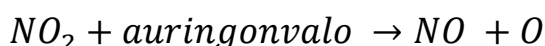
## 2.2 Otsoni luonnonympäristössä ja karieksen pysäytyskäsittelyssä

Saksalais-sveitsiläinen kemisti Christian Friedrich Schönbein löysi otsonin vuonna 1840. Hän altisti hapen sähköpurkauksille ja sai aikaan eräänlaisen sähköaineelle ominaisen tuoksun. Hän tuli siihen tulokseen, että tuoksu johtui kaasusta, jonka hän nimesi otsoniksi. Nimi otsoni tulee kreikan kielen sanasta Ozein, joka tarkoittaa tuoksua. (Holloway – Wayne 2010, 57)

Girardin (2014: 150) mukaan otsoni esiintyy normaalisti kaasumaisessa olomuodossa ja muodostuu kolmesta happiatomista, jotka ovat asettuneet rengasmaiseen rakenteeseen. Otsonia valmistetaan puhtaasta hapesta päästämällä ostonigeneraattorin läpi sähköjännite, jolloin kaasumainen happi ( $O_2$ ) muuttuu otsoniksi ( $O_3$ ) seuraavan reaktion mukaan:



Abu Naba'a:n (2005, 73) mukaan otsonia muodostuu luonnon olosuhteissa kolmella eri tavalla: 1. Salamaniskut tuottavat hapesta otsonia, josta johtuu usein ukonilman jälkeinen raikas tuoksu ilmassa. 2. Vesiputouksissa veden osuessa pintaan syntyy otsonia. 3. Auringonvalon fotonien vaikutuksesta kun auringon säteet halkaisevat typpidioksidimolekyylit ( $NO_2$ ) allaolevan reaktion mukaan. Jälkimmäisessä reaktiossa typpidioksidista irronnut monoksidi (O) reagoi ilman happimolekyylien ( $O_2$ ) kanssa.



Otsoni ei ole radikaali molekyyli eli sen uloimmalla elektronikuorella ei ole paritonta määrää elektroneja. Siitä huolimatta se on kolmanneksi tehokkain hapetin fluorin ja persulfaatin jälkeen. Hapettavan vaikutuksen ansiosta otsoni siis pystyy hajottamaan hyvin monenlaisia biomolekyyliä. (Bocci, 2005, 16.)

Yleisesti tiedetään, että otsoni pystyy voimakkaana hapettajana tuhoamaan sienien ja bakteereiden soluseiniä ja sytoplasmisia kalvoja. Tämän prosessin aikana otsoni reagoi glykoproteiinien, glykolipidien ja tiettyjen aminohappojen kanssa, joka johtaa entsymaattisen ohjausjärjestelmän lamaantumiseen. Lopulta solukalvon läpäisyeste lakkaa toimimasta ja solu kuolee. (Astorga, 2013, 3.)

Otsonikaasulla on kaksijakoinen luonne. Se on hyödyllinen kaasu ylempänä ilmakehässä, sillä sen tehtävä on estää stratosfäärissä haitallisten B- ja C-ultraviolettisäteiden pääsy maan pinnalle. Alempana ilmakehässä troposfäärissä se on erittäin myrkyllinen kaasu hengityselimille erityisesti sen päästessä reagoimaan hiilimonoksidin ( $CO$ ) tai dityppioksidin ( $N_2O$ ) kanssa. Tästä johtuen otsonin



valmistamisessa ja sen käyttämisessä lääketieteelliseen tarkoitukseen pitää olla erityisen varovainen, jotta sen myrkylliset vaikutukset voidaan välttää. Otsonin puoliintumisaika on vain 40 minuuttia, joten otsonia ei voi varastoida, vaan se tulisi käyttää yhdellä kertaa. (Bocci, 2005, 16.)

Hampaiden otsonikäsittelyssä käytetään siihen suunniteltua laitetta, jonka ensimmäinen versio tunnettiin kauppanimellä HealOzone. Ensimmäiset kyseiseen laitteeseen kohdistuvat tutkimukset tehtiin jo vuosituhaten taitteessa. Tällöin Baysan ym. saivat positiivisia tuloksia otsonin kyvystä desinfioida hampaan pintoja. Myöhemmin huomattiin, että desinfioivien vaikutusten lisäksi hammas oli alkanut remineralisaation vaikutuksesta kovettua uudelleen ehjäksi hampaaksi. Ilmiötä alettiin tämän jälkeen tutkia enemmän ja tulokset olivat lupaavia. (Sallinen 2006.)

Hampaiden otsonihoidossa käytetään silikonikuppia, joka asetetaan hampaan päälle. Kupin sisälle muodostuu alipaine, jossa kierrätetään otsonikaasua erittäin suurella nopeudella. Kupin sisällä olevan alipaineen ansiosta saumoista tulee tiiviitä, eikä kaasua pääse suuonteloon ja sitä kautta hengityselimiin. Kariogeeniset bakteerit tuhoutuvat kaasun kiertäessä hampaan ympärillä ja huokosissa. Otsonikaasu pystyy tuhoamaan myös bakteerien aineenvaihdunnan seurauksena syntyneet hapot, jolloin hampaan pehmeneminen pysähtyy ja suuhun muodostuu uudenlaiset bakteereille haitalliset olosuhteet. Myös hampaan aineenvaihdunta kiihtyy prosessissa ja se saattaa johtaa remineralisoitumiseen, jolloin hammas kovettuu ehjäksi. Tätä prosessia voidaan tehostaa käyttämällä hammastahnoja ja suuvesiä, jotka sisältävät runsaasti mineraaleja (Sallinen 2007.)

Otsoni on ollut lääketieteellisessä käytössä ympäri maailman jo 40-luvulta lähtien. Haitallisia sivuvaikutuksia on raportoitu suhteellisen vähän, ja ne ovat yleensä olleet nopeasti katoavia lieviä ärsytysoireita. Laitteiden valmistuksessa on noudatettava erityistä varovaisuutta, etteivät potilas tai hoitohenkilökunta joudu vaaraan. Otsonia ei saa vapautua suuonteloon, sillä erittäin reaktiivisena kaasuna se diffundoituu nopeasti keuhkoista elimistöön. Oikein käytettynä otsoni on kuitenkin yksi turallisimmista hoitomuodoista mitä lääkärit ja hammaslääkärit voivat tarjota. (Holmes & Lynch, 2005, 57.)

### 3 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kirjallisuuskatsauksen avulla otsonihoidon vaikutuksia hammaskarieksen pysäytysoidossa. Tavoitteena on luoda tiivis yhteenveto, josta suun terveydenhuollon ammattilaiset sekä potilaat voivat saada perustietoa otsonihoidosta ja sen tehokkuudesta karieksen pysäytysoidossa.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten tehokas karieksen perinteinen pysäytyshoito on?
  - Millaista menetelmää tutkimuksissa on käytetty?
  - Mille kohderyhmälle tutkimukset on tehty?
2. Miten tehokas otsonihoito on karieksen pysäytysoidossa?
  - Millaista menetelmää tutkimuksissa on käytetty?
  - Mille kohderyhmälle tutkimukset on tehty?
3. Miten potilaat suhtautuivat otsonihoitoihin?

### 4 Opinnäytetyön toteuttaminen

Kirjallisuuskatsauksen ideana on kerätä yhteen tietyn aihepiirin tutkimukset, joiden pohjalta muodostetaan kokonaisuus. Katsaukset voidaan luokitella meta-analyyseihin ja metasynteeseihin sekä integroituihin-, systemaattisiin- ja laadullisiin katsauksiin (Laaksonen – Kuusisto-niemi – Saranto 2010, 28.)

Käytän työssäni tutkimusmenetelmänä kuvailevaa kirjallisuuskatsausta. Se on kirjallisuuskatsauksen tyypeistä ehkä yleisimmin käytetty, eikä siinä ole niin tiukkoja ja tarkkoja sääntöjä kuin muissa katsauksien tyypeissä. Tutkittava aihe pystytään kuitenkin esittämään laaja-alaisesti ja tutkittavan ilmiön ominaisuuksia voidaan tarvittaessa luokitella. Tutkimuskysymykset voidaan muotoilla väljemmin kuin esimerkiksi meta-analyysissä tai systemaattisessa katsauksessa. (Salminen 2011, 6.)

Kirjallisuuskatsauksen prosessi voidaan jakaa eri vaiheisiin. Ensimmäinen vaihe on tutkimussuunnitelma. Siinä perehdytään aiheeseen etsimällä aiempaa tutkimustietoa, jonka perusteella voidaan määritellä täsmälisempi tarve työlle. Sen jälkeen laaditaan tutkimuskysymykset. Tutkimuskysymyksiä laaditaan yhdestä kolmeen ja niiden tulisi olla mahdollisimman selkeässä muodossa. Tämän jälkeen suoritetaan tiedonhaku käyttämällä eri tietokantoja tai manuaalista hakua. Katsaukseen valitut tutkimukset seulotaan tarkkaan ja ainoastaan tutkimuskysymyksiin ja muihin laadullisiin kriteereihin vastaavat tutkimukset valitaan. Viimeiseksi tutkimustulokset analysoidaan ja tulokset esitetään, jonka jälkeen tehdään tuloksien pohjalta johtopäätökset. (Johansson ym. 2007, 5-7.) Alla oleva kuva esittää tämän kirjallisuuskatsauksen vaiheita.



**Kuvio 5.** Kaavakuva kirjallisuuskatsauksen vaiheista.

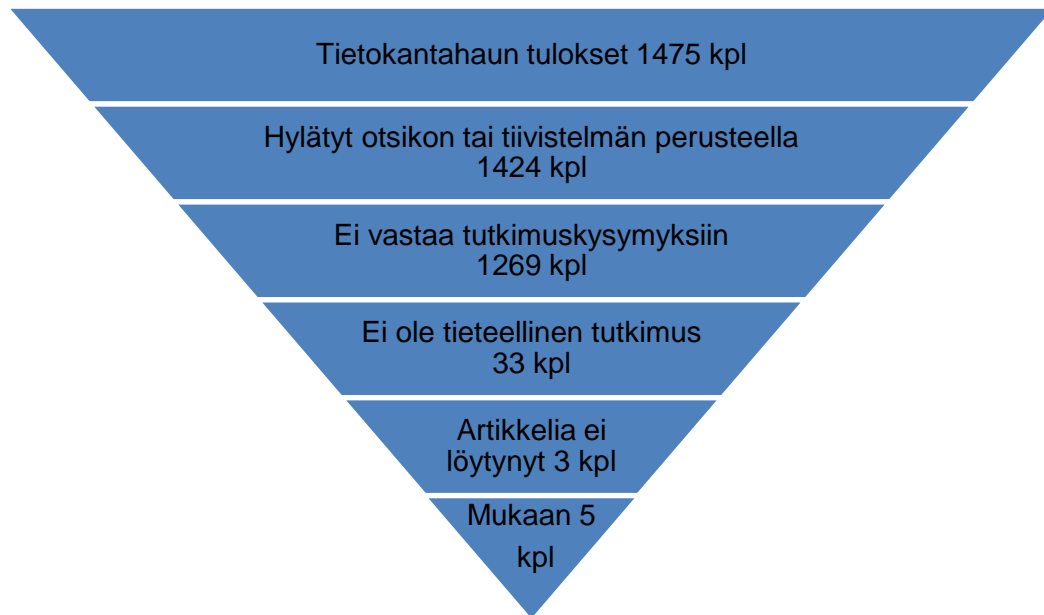
#### 4.1 Aineiston keruu

Aloitin aineiston keruun tutustumalla Metropolian tietokantahakuun sekä etsimällä kirjastosta aiheeseen liittyvää kirjallisuutta. Tein materiaalihakuja seuraavista tietokannoista: CINAHL, Medic, Google Scholar, Medline ja Cochrane. Tutkimuksien vähyyden vuoksi en käyttänyt vuosirajoituksia lainkaan. Luin ensimmäisenä otsikot, jonka jälkeen luin tiivistelmän. Valitsin vain ne tutkimukset jotka vastasivat tutkimuskysymyksiin. Kirjallisuuskatsausosaan muodostui kolme tutkimuskysymystä alakysymyksineen. Pääkysymykset olivat: Miten tehokas kariesin perinteinen pysäytyshoito on? Miten tehokas otsonihoito on kariesin pysäytushoidossa? Miten potilaat suhtautuvat otsonihoitoihin?

Osumia löytyi yli tuhat, joista ainoastaan viisi täytti kaikki kriteerit, jotka oli vaadittu (kuvio 6). Opinnäytetyön loppuun on taulukoitu (liite 1) tarkemmin kirjallisuushaussa käytetyt hakusanat ja valintakriteerit, joiden perusteella työhön tulevat tutkimukset on valittu.

Otsonihoidosta on suhteellisen vähän tutkimustietoa, joka aiheuttikin tiedonhakuvaiheessa hankaluuksia. Halusin myös tutkimukset kokonaisina, jonka vuoksi osa tutkimuksista jäi ulkopuolelle. Sain ulkopuolista apua kemisti Miika Salliselta, joka on tutkinut otsonihoitoja pitkään. Sain häneltä lainaksi lisää otsonihoitoa käsitteleviä tutkimuksia sekä kirjan; Ozone: The Revolution in Dentistry, jota ei Suomesta ole saatavilla.

Kaikki katsauksessa mukana olevat artikkelit on taulukoitu liitteessä 4, jossa mainitaan tutkimuksen tekijä, julkaisuvuosi, maa, tutkimuksen nimi, tutkimuksen tarkoitus, tutkimusjoukko, tutkimusmenetelmät, sekä keskeiset tulokset.



**Kuvio 6.** Kirjallisuuskatsaukseen tulevan lähdemateriaalin valintaprosessi.

## 4.2 Aineiston analyysi

Sisällönanalyysi on menetelmä, jota voidaan käyttää perusanalyysimenetelmänä kaikissa laadullisen tutkimuksen perinteissä. Sitä voidaan joko pitää väljänä teoreettisena kehyksenä, joka on liitettävissä erilaisiin analyysikokonaisuuksiin tai yksittäisenä metodina. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 91.) Omassa työssäni olen käyttänyt analyysimenetelmänä luokittelua, jossa tulokset esitetään vastauksina tutkimuskysymyksiin. Tuomen & Sarajärven (2009, 93) mukaan luokittelua voidaan pitää pelkistetyimpänä aineiston järjestämisen muotona, joka voidaan esittää esimerkiksi taulukkona.

Tuomen & Sarajärven kirjassa (2009) esitellään tutkija Timo Laineen kehittämä runko laadullisen tutkimuksen etenemisen kuvaamiseksi. Ensimmäisessä vaiheessa päätetään mikä aineistossa on kiinnostavaa. Toisessa vaiheessa aineisto käydään läpi ja erotellaan kiinnostavat asiat. Kolmannessa vaiheessa aineisto luokitellaan ja lopuksi kirjoitetaan yhteenveto (Tuomi & Sarajärvi 2009, 91-92.)

## 5 Tulokset

### 5.1 Otsonihoidon vaikutus eri kariestyyppisiin

Vuonna 2011 Gazin yliopistossa Turkissa tehtiin tutkimus, jonka tarkoituksena oli mitata otsonihoidon tehoa alkavaan, pysyvien poskihammasten purupinnoilla esiintyvään kariekseen. Tutkimukseen osallistui 40 lasta, jotka olivat iältään 9–12 vuotiaita. Tutkittavat kariekset eivät olleet kavitoituneet reiäksi, vaan esiintymät olivat purupintojen fissuuroissa. Jokaisella lapsella oli kariesta kahdessa poskihampaassa.

Aluksi kaikille osallistujille annettiin kotihoidon ohjausta harjaustekniikasta sekä tietoa suuhygienian tärkeydestä ja oikeanlaisesta ruokavaliosta. Kaikille annettiin myös samanlaiset hammasharjat sekä fluoritahnaa, jonka fluoripitoisuus oli 1000 ppm. Tutkittavat jaettiin kahteen 20 hengen ryhmään. Molempien ryhmien toista molaaria hoidettiin otsonilla, mutta vain toisen ryhmän samaa molaaria käsiteltiin otsonin lisäksi remineralisaatiota edistävällä liuoksella. Molemmissa ryhmissä toinen karioitunut molaari jätettiin kokonaan ilman hoitoa, jotta pystyttiin vertailemaan tuloksia. Osallistujat kutsuttiin uusintakäynnille yhden, kahden, kolmen ja kuuden kuukauden kuluttua, jolloin mitattiin karieksen kehityksen suunta. Mittauksessa käytettiin Diagnodent-laitetta, joka mittaa hampaan kovuutta. Laskeva lukema osoittaa hampaan tulevan kovemmaksi, kun taas nouseva lukema osoittaa hampaan tulevan pehmeämmäksi eli karieksen jatkavan etenemistään. Tutkimuksen tulostarkastelussa huomattiin otsonihoitojen tehoavan hyvin kariekseen. Pelkkää otsonihoitoa saaneet molaarit osoittivat merkittävästi pienempiä Diagnodent-arvoja kuin hoitamattomien hampaiden ( $p < 0.001$ ). Muutos oli vieläkin isompi hampaissa, joihin oli otsonihoitojen lisäksi annettu remineralisaatiota edistävää ainetta. Ilman hoitoa jääneissä hampaissa ei ollut tapahtunut merkittäviä muutoksia puolen vuoden tarkastelujakson aikana. Pelkän otsonikäsittelyn saaneiden ryhmässä 75 % käsittelyistä hampaista koveni, kun taas otsonikäsittelyn lisäksi remineralisaatiotuotteita saaneiden ryhmässä 80% käsitellyistä hampaista koveni. Pelkkää otsonia saaneiden ryhmässä 80 % käsittelemättömistä molaareista pehmenivät Diagnodent-arvojen perusteella. Toisessa ryhmässä, jossa mukana oli mineralisaatiota lisääviä aineita, vain 30 %:a hampaista pehmeni. (Atabek – Oztas 2011: Effectiveness of Ozone with or without the Additional Use of Remineralizing Solution on Non-Cavitated Fissure Carious Lesions in Permanent Molars)

Vuonna 2003 Isossa-Britanniassa tehtiin satunnaiskontrolloitu kaksoissokkotutkimus, jossa tutkittiin 12 kuukauden ajan otsonihoidon tehoa maitohampaiden okklusaalipinnoilla olevaan fissuurakariekseen. Tutkimukseen osallistui 76 potilasta, jotka olivat iältään 2–12 vuotiaita. Jokaiselle testihampaalle annettiin otsonia 10, 20, 30 tai 40 sekunnin ajan, kun taas kontrollihampaille annettiin otsonin sijasta ainoastaan ilmaa. Jos karies ei näyttänyt paranemisen merkkejä, tehtiin otsonihoito uudestaan aina kolmen kuukauden välein. Potilaat kutsuttiin uudelleen klinikalle 12 kk päästä ja heidän tilansa arvioitiin uudelleen. Tulokset osoittivat, että 98 % otsoniryhmän hampaista olivat alkaneet parantua, kun taas verrokkiryhmän hampaat, jotka eivät saaneet otsonihoitoa, olivat pysyneet lähes ennallaan. (Holmes 2003: Clinical Reversal of Occlusal Pit & Fissure Caries Using Ozone The First Pan European Festival of Oral Sciences, Cardiff, UK)

Vuosituhanen taitteessa Isossa-Britanniassa tehtiin tutkimus otsonihoidon vaikutuksesta primaariseen juurikariekseen. Tutkimuksessa selvitettiin myös otsonihoidon suoraa vaikutusta *S. Mutans*- ja *S. Sobrinus* -bakteereihin. Kokeeseen valittiin 40 poistettua hammasta, joissa kaikissa oli juurikariesta. Hampaat jaettiin kahteen ryhmään, joista toisen ryhmän hampaita käsiteltiin otsonoidulla vedellä 10 tai 20 sekunnin ajan, kun taas toisen ryhmän hampaat käsiteltiin tavallisella vedellä. Testiryhmän ja kontrolliryhmän välillä oli merkittävä ero. Otsonoitu vesi vähensi merkittävästi mikro-organismien määrää karioituneessa dentiinissä verrattuna kontrolliryhmään. Ajalla ei havaittu olevan vaikutusta tuloksiin. (Baysan - Whiley – Lynch 2000: Antimicrobial Effect of a Novel Ozone Generating Device on Micro-Organisms Associated with Primary Root Carious Lesions in vitro)

Vuonna 2003 niin ikään Iso-Britanniassa tehtiin tutkimus otsonin tehokkuudesta juurikarieksen hoidossa. Tutkimukseen osallistui 89 henkilöä, jotka olivat iältään 60–82 vuotiaita. Jokaisella tutkittavalla oli kaksi juurikariesleesiota, jotka hoidettiin molemmat joko otsonilla tai pelkällä ilmalla. Otsonihoitoa annettiin 40 sekunnin ajan. Potilaille tehtiin välitarkastukset 3, 6 ja 12 kuukauden sekä lopputarkastus 18 kuukauden kuluttua. 12 ja 18 kuukauden kuluttua 87 tutkittavaa osallistui lopputarkastuksiin. Otsoniryhmässä 12 kuukauden tarkastuksessa kaksi kariesta oli muuttunut huonommaksi ja 85 (98 %) oli kovettunut. Kontrolliryhmässä 21 (24 %) kariesta oli muuttunut huonommaksi, 65 (75 %) kariesta pysyi ennallaan ja yksi oli kovettunut. 18 kuukauden tarkastuksessa kaikki 87 kariesta oli pysähtynyt, kun taas kontrolliryhmässä

32 leesiota (37 %) oli mennyt huonompaan suuntaan, 54 leesiota (62 %) oli pysynyt ennallaan ja vain yksi leesioista oli alkanut parantua. Tutkimus osoitti, että 40 sekunnin otsonihoito yhdessä remineralisoivien aineiden kanssa on tehokas yhdistelmä juurikarieksen pysäytyksessä. (Holmes 2003: Clinical reversal of root caries using ozone, doubleblind, randomised, controlled 18-month trial)

Vuonna 2005 Etelä-Afrikassa tehtiin tutkimus fissuurakarieksen otsonihoidosta. Ideana oli seurata vuoden ajan potilaita, jotka olivat saaneet otsonihoitoa vain yhden kerran hoidon pituuden ollessa 20 sekuntia. Kontrolliryhmälle annettiin hoidoksi pelkkää ilmaa. Molempien ryhmien hampaita hoidettiin remineralisoivilla aineilla käyttäen normaalia hammastahnaa ja harjaa. Osallistujia oli 106, jotka olivat iältään 20–29 vuotiaita. Mittauksissa käytettiin CSI-indeksiä, jossa CSI3-taso tarkoitti leesion pysyvän ennallaan. 24 Kuukauden jälkeen otsoniryhmän 43 leesiota (58 %) kovenivat tasolle CSI1 tai CSI2. 26 leesiota (35 %) pysyivät ennallaan ja 5 (7 %) muuttui huonompaan suuntaan tasolle CSI4. Kontrolliryhmässä 38 leesiota (51 %) muuttui huonommaksi (CSI4). 36 leesiota (49 %) pysyivät ennallaan tasolla CSI3. Tutkimus osoitti myös, että hampaiden eri pinnat vaativat erilaisia hoitomenetelmiä, eikä esimerkiksi yksi otsonihoitokerta riitä pitämään hampaan okklusaalipintaa vapaana kariesestä kauemmin kuin 12 kuukautta ilman pinnoitteen antamaa suojaa. Tutkimuksesta kävi myös ilmi, että ei-kavitoituneet okklusaalipinnan fissuurakariekset, joiden CSI-arvo on kolme tai vähemmän, voidaan hoitaa otsonin ja remineralisaatiota lisäävien aineiden avulla ilman poraamista. (Holmes 2005: Clinical Reversal of Occlusal Pit and Fissure Carious Lesions (OPFCLs))

Vuonna 2005 tehtiin myös toinen tutkimus, jossa tutkittiin otsonin tehoa fissuurakariekseen. Tutkimukseen osallitui 41 henkilöä, joista osa sai 40 sekuntia otsonihoitoa. Tällä kertaa muita remineralisoivia aineita ei käytetty lainkaan. Tutkittavista eroteltiin korkean kariesriskin potilaat eri ryhmään. Diagnodent-arvot mitattiin yhden, kahden ja kolmen kuukauden kuluttua. Tulokset osoittivat otsonihoitoa saaneiden korkean kariesriskin potilaiden leesioiden kääntyneen paranemaan päin tai vaurioiden etenemisen hidastuneen ( $p=0.035$ ). Koko testiryhmää vertailtaessa ryhmien välillä ei ollut tilastollista merkitsevyyttä. (Huth - Paschos - Brand – Hickel 2005: Effect of ozone on non-cavitated fissure carious lesions in permanent molars. A controlled pro-spective clinical study)



Sveitsissä tutkittiin vuonna 2006 otsonin vaikutusta avoimeen kariesleesioon lapsipotilailla. Tutkimukseen osallistui 28 lasta, joilla oli yhteensä 82 kariesleesiota. Näistä tutkimukseen valittiin vähintään kaksi avointa ykköspinnan kariesta. Jokaista otsonilla hoidettua leesiota kohden jätettiin yksi leesio ilman hoitoa. Tuloksissa mitattiin hampaan kovuutta käyttäen apuna laserfluoresenssia. Tulokset mitattiin neljän, kuuden ja kahdeksan kuukauden väleissä. Kovuusarvot nousivat merkittävästi otsoniryhmällä ( $p < 0.05$ ), kun taas kontrolliryhmässä ei havaittu merkittävää eroa millään aikavälillä. (Dähnhardt - Jaeggi – Lussi 2006: Treating open carious lesions in anxious children with ozone)

Baysan ja Lynch tutkivat vuonna 2007 jälleen otsonin tehoa juurikariekseen. Tutkimukseen osallistui 79 potilasta, joilla oli yhteensä 220 kariesleesiota. Tutkittavat jaettiin neljään ryhmään: 1. Vain otsonia saavat, 2. Ei otsonihoitoa eikä pinnoituksia, 3. Otsonihoitoa ja pinnoituksen saaneet ja 4. Ainoastaan pinnoitteen saaneet. Kuuden kuukauden jälkeen 78 potilasta tutkittiin. 38,1 % leesioista kovettui otsoniryhmässä, kun taas kontrolliryhmässä yksikään leesio ei kovettunut ( $P < 0.001$ ). Vain otsonia saaneiden ryhmästä 38,4 % ei-kavitoituneista leesioista kovettui ja kavitoituneista vain 5,7 %. Otsonia sekä pinnoituksen saaneiden ryhmästä 66,6 % pinnoituksista oli intakteja ja vain pinnoituksen saaneiden ryhmästä intakteja oli 45,5 % ( $p < 0.05$ ). Yhden, kolmen ja kuuden kuukauden kuluttua havaittiin kehitystä pelkkää otsonia saaneiden ryhmässä verrattuna kontrolliryhmään ( $P < 0.001$ ). Myös otsonia sekä pinnoituksen saaneiden ryhmässä havaittiin kehitystä verrattuna vain pinnoituksen saaneiden ryhmään. Tutkimuksen tuloksien perusteella otsonihoidot tehosivat hyvin juurikariekseen ja varsinkin pieniin kaviteetteihin ( $P < 0.05$ ). (Baysan – Lynch 2007: Clinical reversal of root caries using ozone: 6-month results)

Ruotsissa vuonna 2013 tehdyssä tutkimuksessa haluttiin saada selville otsonin ja fluorilakkauksen vaikutus maitoposkihampaiden okklusaalipintojen käsittelyssä. Tutkimukseen osallistui 18 poikaa ja 15 tyttöä, joiden keski-ikä oli 4,7 vuotta. Tutkinnan kohteena oli yhteensä 50 paria karioituneita poskihampaita. Hampaat tutkittiin käyttäen visuaalista tarkastelua tai laserfluoresenssiä. Jokainen pari käsiteltiin joko otsonilla 40 sekunnin ajan tai Duraphat-fluorilla. Käsittelyt uusittiin kolmen, kuuden, ja yhdeksän kuukauden väleissä, jonka jälkeen kahdentoista kuukauden päästä suoritettiin lopputarkastus. Tulosten tarkastelussa tutkittavat jaettiin kariesen tason perusteella kavitoituneiden ja ei-kavitoituneiden ryhmiin. Fluori- ja otsonikäsitteily eivät pystyneet pysäyttämään kariesen etenemistä kavitoituneissa hampaissa. Myöskään ei-

kavitoituneissa hampaissa ei saatu merkittävää kehitystä aikaiseksi kariksen pysäyttämiseksi. Tutkimuksen tulosten perusteella niin fluorilakkaus kuin otsonikäsittelykään ei anna merkittävää hyötyä kariksen pysäytys-hoidossa päivittäisen fluoritahnalla harjaamisen lisänä. Tutkijoiden mukaan otsonihoitojen ja fluorilakkauksen tehokkuus tulisi kyseenalaistaa kariesta ehkäisevänä menetelmänä maitoposkihampaiden hoidossa. (Johansson - Dijken - Karlsson - Andersson-Wenckert 2013: Treatment effect of ozone and fluoride var-nish application on occlusal caries in primary molars: a 12-month study)

Englannissa vuonna 2013 tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin otsonin vaikutusta keino-tekoon kariksen tyyppiseen kiille-aurioon. Tutkittavat jaettiin neljään ryhmään: 1. Fluoriton hammastahna, 2. Vain otsonia saaneet, 3. Remineralisaationestettä saaneet ja 4. Otsonia sekä remineralisaationestettä saaneet. Tulostarkastelussa huomattiin merkittävä ero leesion mikrokovuudessa ryhmän 4 ja kaikkien kolmen muun ryhmän välillä. Myös ryhmän 1 (kontrolli) ja ryhmän 3 välisessä vertailussa ero oli tilastollisesti merkitsevä. Kariesleesion koon muutoksia vertailtaessa huomattiin huomattava ero kaikkien kolmen ryhmän ja kontrolliryhmän välillä, joista merkittävin ero oli kontrolliryhmän ja ryhmän 4 välillä. Tuloksien mukaan otsonihoito ei kuitenkaan anna merkittävää hyötyä kariksen pysäytyksessä ilman lisäfluorin käyttöä. (Tah-massebi - Chrysafi – Duggal 2013: The effect of ozone on progression or regression of artificial caries-like enamel lesions in vitro)

## 5.2 Potilaiden asenteet otsonihoitoa kohtaan

Irlannissa tutkittiin vuonna 2002 potilaiden asennetta otsonihoitoa kohtaan. Tutkimukseen osallistui 49 potilasta, jotka kaikki vastaanottivat otsonihoitoa. Potilaiden asennetta ja ahdistuksen tasoa mitattiin kyselyllä, jossa oli viisi tasoa. Osa kyselylomakkeesta täytettiin ennen hoitoa ja loput hoidon jälkeen. 98 % potilaista oli erittäin tai melko tyytyväisiä ja 94 % suosittelisi hoitoa ystäville tai sukulaisille. 2 % potilaista oli hieman jännittyneitä hoidon jälkeen kun taas ennen hoitoa jännitystä koki 4 %. Melkein jokainen näistä oli aiemmin ilmoittanut kokevansa eriasteisia ahdistuksen tunteita perinteisiä hoitomuotoja kohtaan, kuten esimerkiksi poraukseen ja puudutuksiin. 100 % tutkituista oli valmis tulemaan uudelleen otsonihoitoon, jos on tarvetta ja 94 % oli valmis maksamaan enemmän hoidosta kuin perinteisestä hoidosta. 94% oli tyytyväisiä hoitoaikaan. Potilaiden asenteet olivat positiivisia hoitomuotoa kohtaan ja tutkimuksesta kävi ilmi, että otsonihoito vähentää hammashoitopelkoa

merkittävästi. (Shorman – Abu-Naba'a – Lynch 2002: Patient's Attitude to Treatment of Pit and Fissure Caries with Ozone)

Samanlaiseen lopputulokseen tuli myös Isossa-Britanniassa vuonna 2013 tehty tutkimus, jossa potilailta etsittiin kariesta Diagnodent-laitteella. Tämän jälkeen kariesleesioita hoidettiin otsonilla noin 30–40 sekunnin ajan riippuen kariesvaurion kliinisestä vaikeusasteesta. Hoidon jälkeen osa kariesleesioista täytettiin mineraaleja vapauttavalla lasi-ionomeerilla. Potilaille annettiin mukaan kyselylomake, jonka tiedot kerättiin heidän tullessa uusintakäynnille. Kaikki 80 potilasta osallistuivat arviointiin uusintakäynnillä. Haittavaikutuksia ei ollut havaittu kenelläkään. 100 % osallistujista oli tyytyväisiä hoitoon ja jokainen oli myös valmis tulemaan uudestaan hoitoon. Kuuden kuukauden jälkeen 87 % kariesleesioista oli alkanut paranemaan, joka oli kokeen alussa otettuihin Diagnodent-arvoihin verrattuna tilastollisesti merkitsevä ero korrelaation ollessa ( $p < 0.05$ ). Potilaat olivat yleisesti ottaen erittäin tyytyväisiä hoitomuotoon, jonka vahvuus oli lyhyt hoitoaika sekä kivuttomuus. Hoito ei myöskään yleensä vaadi paikallispuudutusta. (Joshi.D 2013: Attitudes of Patients to Ozone in a General Practice; Private Practice, London, United Kingdom)

Italiassa tehtiin vuonna 2003 tutkimus, jossa selvitettiin potilaiden tyytyväisyyttä otsonihoitoa kohtaan yksityisellä hammaslääkäriasemalla. Tutkimukseen osallistui 250 potilasta. Kaikilla potilailla oli viimeisen kuuden kuukauden aikana ollut samanlainen kariesleesio, jota oli hoidettu ilma-abraasiolaitteella. Ilma-abraasio tunnetaan vaihtoehtoisena ei-invasiivisena hoitona, jossa hampaan rakenteisiin ei kajota poralla. Otsonihoitoa saaneet potilaat saivat viisitasoisen kyselykaavakkeen, johon he vastasivat kun hoidosta oli kulunut neljä viikkoa. Kyselyllä kartoitettiin osallistujien asennetta, tyytyväisyyttä sekä jännitystasoa. Kolmen kuukauden kuluttua kaikki olivat palauttaneet kaavakkeen. Kaikki osallistujat olivat tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä otsonihoitoon ja hoitoon käytettyyn aikaan. 55 % valitsi otsonihoidon mieluummin kuin muun vaihtoehtoisen hoidon, vaikka joutuisi maksamaan hoidosta enemmän. Kaikki osallistujat olivat valmiita suosittelemaan hoitoa ystäville ja sukulaisille sekä tulemaan uudelleen hoidettavaksi. 80 % osallistujista kertoi jännityksen vähentyneen ( $p < 0.05$ ). Samanlainen kyselykaavake jaettiin 45 potilaalle, jotka olivat saaneet viimeisen kuuden kuukauden aikana vaihtoehtoista ei-invasiivista hoitoa, mutta eivät lainkaan otsonihoitoa. 100 % osallistujista oli tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä saamansa hoitoon, mutta 65 % ilmoittivat olevansa jännittyneitä ennen ja jälkeen hoidon. (Megigh-

ian – Dal Vera 2003: Patients attitudes and satisfaction to managing caries with ozone as a routine treatment in dental private practice)

## 6 Pohdinta

### 6.1 Opinnäytetyön sisällön ja tulosten tarkastelu

Otsonihoidon tehokkuutta kariksen pysäytysshoidossa analysoitiin yhteensä kymmenessä tutkimuksessa, joista kahdeksassa otsonin tehokkuus pystyttiin osoittamaan selvästi. Vaikuttavin tulos on Holmesin vuoden 2003 tutkimuksessa, jossa kaikki juurikariesleesiöt pystyttiin pysäyttämään otsonihoidon avulla, sekä Holmesin toisessa samana vuonna tehdyssä tutkimuksessa, jossa tutkittiin hampaan okklusaalipinnalla olevia fissuuraleesioita. Myös tässä tutkimuksessa lähes kaikki leesiöt saatiin pysähtymään. Katsaukseen sisältyi myös in vitro –tutkimus, jossa otsonin tehokkuus mikro-organismien tuhoajana pystyttiin osoittamaan selkeästi. Johanssonin ym. (2013) tekemässä tutkimuksessa ei kuitenkaan pystytty osoittamaan otsonihoidon hyötyä. Tässä tutkittavia seurattiin vuoden ajan, mutta lopputuloksena leesiöt jatkoivat etenemistään hammasluuhun asti. Tahmassebin ym. (2013) tutkimuksessa havaittiin, että otsonihoito oli tehokas menetelmä, kun sitä käytettiin yhdessä fluorituotteiden kanssa, mutta ilman fluoria ei pystytty saamaan tilastollisesti merkitsevää eroa muihin ryhmiin. Kun huomioidaan kaikki kirjallisuuskatsauksen tutkimukset, voidaan tuloksien perusteella pitää otsonihoitoja tehokkaana menetelmänä kariksen pysäytysshoidossa, kun siihen yhdistetään fluorihammastahnan käyttö ja huolellinen suuhygienia.

Atabekin ym. (2011) tekemä tutkimus erosi muista samantyyppisistä tutkimuksista siten, että kontrollihampaiden sekä otsonihoitoa saaneiden hampaiden haluttiin olevan saman tutkittavan suussa (ns. split mouth design), jotta molemmat testihampaat saisivat samanlaiset olosuhteet ympärilleen. Kaikki tutkittavat harjasivat hampaansa normaalisti fluoritahnalla, mutta osalle annettiin lisäksi remineralisaatiota lisääviä aineita. Mielenkiintoisena asiana tutkimuksessa oli huomata, että mitattaessa hampaiden kovuutta ilman ylimääräisiä remineralisaatiota lisääviä aineita sekä niiden kanssa, eivät erot olleet näiden kahden ryhmän välillä kovinkaan suuret. Molemmat kuitenkin tehosivat hyvin. Tämä kertoo siitä, että hyvä suuhygienia yhdistettynä

fluorihammastahnan käyttöön on riittävä yhdistelmä antamaan syljelle kaikki tarvittavat aineet hampaan pinnan remineralisoitumiseen. Ilman otsonia hoidetut ja normaalisti fluoritahnalla harjatut kontrollihampaat eivät kovettuneet läheskään yhtä hyvin. Tutkimuksen johtopäätöksenä voidaan todeta, että otsonihoito joko ylimääräisten remineralisaatiota lisäävien aineiden kanssa tai ilman niitä on tehokas menetelmä kariesin pysäytshoidossa.

Holmesin (2005) tutkimuksesta kävi ilmi, että ei-kavitoituneet okklusaalipinnan fissuurakariekset, joiden CSI-arvo on kolme tai vähemmän, voidaan hoitaa ilman hampaan poraamista otsonin sekä remineralisaatiota lisäävien aineiden kanssa. Tutkimus osoitti myös, että hampaiden eri pinnat vaativat erilaisia hoitomenetelmiä eikä esimerkiksi yksi otsonihoitokerta riitä pitämään hampaan okklusaalipintaa vapaana karieksesta kauemmin kuin 12 kuukautta ilman pinnoitteen antamaa suojaa.

Huthin (2005) tutkimus erosi muista tutkimuksista siinä, että vaikka otsoniryhmän leesioiden eteneminen hidastui enemmän verrattuna kontrolliryhmään, ei ero kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Myös tässä tutkimuksessa samoin kuin Etelä-Afrikassa tehdyssä tutkimuksessa voidaan yhtenä johtopäätöksenä todeta, että yksi otsonihoitokerta ei ehkä riitä saamaan aikaan merkittävää vaikutusta leesion pysäyttämiseksi. Huthin tutkimuksessa otettiin myös huomioon jokaisen tutkittavan henkilökohtainen kariesriski, joka tunnetusti vaikuttaa kariesin etenemisen hidastumiseen tai nopeutumiseen. Tämä suoritettiin tekemällä diagnodent-mittauksia niistä hampaista, jotka jätettiin ilman hoitoa. Korkean kariesriskin ryhmää vertailtaessa kontrolliryhmään, saatiin otsonihoidetuilla hampailla selkeästi parempi tulos.

Dähnhardtin (2006) tutkimuksessa huomattiin, että erot otsoniryhmän sekä kontrolliryhmän leesioiden välillä alkoivat olla merkittäviä kolmannen hoitojakson jälkeen. Erot pysyivät merkittävinä testin loppuun asti. Yksi merkillepantava seikka oli, että tutkimuksessa päätettiin eettisistä syistä hoitaa isommat kaviteetit otsonilla ja pienemmät kontrolliryhmään kuuluvat kaviteetit jätettiin hoidotta. Tästä johtuen hampaiden kovuusarvojen muuttuminen paremmaksi oli vieläkin merkittävämpää mitä tutkimuksen tuloksista näkyi.

Johanssonin ym. (2013) tutkimuksessa ei saatu merkittävää hyötyä otsoni- tai fluorilakkahoidoista. Tutkimus suoritettiin samalla kaavalla kuin Turkin Gazassa tehdyssä tutkimuksessa, jossa saman tutkittavan suuhun tehtiin sekä otsonihoidot että fluorilakkahoidot. Tällä tavalla saadaan paljon muuttuvia tekijöitä suljettua pois, jotka

voisivat johtua esimerkiksi yksilöiden erilaisista ruokailutottumuksista tai muista tekijöistä. Haittapuolena tämäntyyppisissä split mouth design –menettelytavoissa on tutkimuksessa käytettävien aineiden sekoittuminen suussa, jolloin tulos vääristyy. Hampaista hoidettiin kolmen kuukauden välein, mutta lopputuloksena leesiot kuitenkin etenivät hammasluuhun asti.

Otsonihoidon tehokkuuden arviointia on kritisoitu tutkimusten lyhyistä seuranta-ajoista sekä in vitro –tutkimusten vähäisestä määrästä. Seuranta-aikojen pituuden olisi toivottavaa olla ainakin yli kuusi kuukautta. Tahmassebin tutkimus tosin suoritettiin in vitro -menetelmällä, eli tutkimusta ei tehty elävään organismiin, vaan tutkimuksessa käytettiin poistettuja hampaista. Tutkimuksen tuloksissa päädyttiin samankaltaisiin tuloksiin kuin Atabekin (2011) tutkimuksessa. Otsonihoito osoittautui tässäkin tehokkaaksi, mikäli sen kanssa käytettiin fluorituotetta.

Baysanin & Lynchin (2007) tutkimuksen tuloksien perusteella otsonihoidot tehosivat hyvin juurikariekseen, erityisesti pieniin kaviteetteihin. Mielenkiintoinen asia oli, että juurikarieksen eteneminen hidastui trendinomaisesti, vaikka otsonihoito jätettiin pois yhden kuukauden kohdalla. Tämä voi kertoa siitä, että hoidon alussa annettu otsonihoito saattoi häiritä happoa tuottavaa bakteerikantaa niin, että koko kuuden kuukauden aikana ei kehittynyt uutta kantaa. Otsonihoidot tehosivat myös paremmin pieniin kaviteetteihin kuin suuriin. Isoissa kaviteeteissa ongelmana on, ettei otsonihoito välttämättä pääse tarpeeksi syvälle kaviteettiin, jolloin kaviteetin syviin onkaloihin saattaa jäädä kariogeenisiä bakteereja. Tässä tutkimuksessa otsonihoitoa annettiin kymmenen sekuntia, joka saattoi olla liian lyhyt aika, jotta otsoni olisi päässyt paremmin hampaan syvimpiin osiin.

Baysan ym. (2000) osoittivat tutkimuksessaan otsonihoidon tehoavan hyvin juurikarieksen mikrobikasvustoon. Tutkimus suoritettiin in vitro -menetelmällä, jossa käytettiin poistettuja hampaista. Tällä kertaa otsonihoitoja annettiin 10 tai 20 sekuntia. Ajalla ei kuitenkaan huomattu olevan vaikutusta lopputulokseen.

Holmesin vuonna 2003 tekemässä kaksoissokkotutkimuksessa osoitettiin, että kariesleesiot voidaan pysäyttää 40 sekunnin otsonihoidolla. Tutkimus kesti 18 kuukautta ja lopputuloksena kaikkien tutkittavien karieset saatiin pysäytettyä sekä remineralisoitumaan. Holmesin tutkimus on yksi merkittävimmistä tutkimuksista, jossa otsonin tehokkuus on pystytty osoittamaan selkeästi. Tällä kertaa tutkittavia ryhmiä oli

vain kaksi ja molemmat ryhmät saivat hoitojen alussa harjaus- ja lankausopetusta. Useista tutkimuksista poiketen lisäfluoria ei käytetty ja myös hammastahnat olivat fluorittomia. Karieksen eteneminen saatiin pysähtymään vain yhdessä kaikista 87 leesiosta, jotka eivät saaneet otsonia.

Tänä päivänä monet potilaista kokevat jonkinasteista hammaslääkäripelkoa. Pelko voi näkyä levottomuutena tai ahdistuksena ja pahimmillaan se voi johtaa hammaslääkärikäyntien välttämiseen. Monien potilaiden pelko kohdistuu eniten neuloihin ja hammasporiin, josta saattaakin johtua, että hampaiden hoidossa näyttää nykyään olevan tilausta uusille ”non-invasive” –menetelmille, jossa karieksen hoidossa vältetään hampaan rakenteisiin kajoamista. Tässä kirjallisuuskatsauksessa olevissa tutkimuksissa potilaiden asenteet olivat myönteisiä otsonihoitoja kohtaan. Isoimmiksi tekijöksi koettiin hoitotoimenpiteen kivuttomuus sekä käytetty aika, joka on paljon lyhyempi kuin muissa vaihtoehtoisissa hoidoissa. Myös suurin osa potilaista piti otsonihoitoa mieluisimpana hoitomuotona hinnasta riippumatta. Potilaat kokivat myös jännittyneisyyden vähentyneen ennen ja jälkeen hoitojen verrattuna perinteisiin hoitoihin. Otsonihoito vaikuttaakin olevan hyvä vaihtoehto pelkopotilaille, koska hoitotoimenpide on lyhyt, hoidot eivät vaadi paikallispuudustusta eikä hampaan rakennetta tarvitse hajoittaa (Freeman – Holmes – Lynch 2005, 293).

## 6.2 Toteutuksen ja menetelmän tarkastelu

Teoreettisiin lähtökohtiin kerättiin yhteensä seitsemän tutkimusta. Tutkimuksissa käsiteltiin karieksen pysäytysoidon nykyaikaista hoitotapaa, joka toimi vertailukohtana uudelle otsonihoitoihin perustuvalle menetelmälle. Tutkimuksista neljä käsitteli fluoria ja kolme pinnoitteita. Menetelmänä käytettiin kirjallisuuskatsausta, jossa tarkoituksena on kerätä yhteen tietyn aihepiirin tutkimustulokset ja tehdä niistä yhteenveto.

Opinnäytetyöni analysoinnissa apuna käytettiin luokittelua, joka soveltui aiheen ja tutkimuskysymysten luonteesta johtuen paremmin aineiston avaamiseen kuin induktiivinen sisällönanalyysi. Luokittelumenetelmässä tutkimustulokset käytiin läpi ja niistä valittiin tutkimuskysymyksiin vastaavat kohdat. Luokittelu on kuvattu liitteessä 4.

### 6.3 Eettiset kysymykset ja luotettavuuden arviointi

Tieteellinen tutkimus on luotettavaa ja eettisesti hyväksyttävää, jos tutkimusta tehdessä on noudatettu hyvää tieteellisen käytännön edellyttämää tapaa. Näihin periaatteisiin kuuluu muun muassa rehellisyys sekä yleinen huolellisuus tutkimustyössä, tulosten tallentamisessa ja tutkimustulosten esittämisessä. Tutkijoiden on suhtauduttava kunnioituksella muiden tutkijoiden tekemää työtä kohtaan ja huolehdittava esimerkiksi asianmukaisesta viittaustavasta. Tiedonhankinta-, tutkimus-, ja arviointimenetelmien tulee olla tieteellisen tutkimuksen kriteerien mukaisia ja eettisesti kestäviä. Tutkimustuloksia julkaistaessa tulee noudattaa vastuullista tiedeviestintää sekä tieteellisen tiedon luonteeseen kuuluvaa avoimuutta. (Tutkimustieteellinen neuvottelukunta 2012, 6.)

Tämä opinnäytetyö on totetutettu kirjallisuuskatsauksena, jonka koin suhteellisen helpoksi eettisyyden kannalta. Työhön ei ole tarvittu erillisiä lupia, joten tärkeimmiksi periaatteiksi nousi tarpeeksi laaja hakuprosessi, lähdemateriaalin riittävän kattava ja luotettava avaaminen sekä oikeanlaisten lähdemerkintöjen käyttö. Tiedonhaussa on käytetty useita tietokantoja sekä manuaalista hakua. Tiedonhaussa on myös pyritty noudattamaan systemaattisen haun periaatteita ja lopulliseen työhön on valittu ainoastaan hakukriteerejä vastanneet tutkimukset. Työn luotettavuutta heikentää se, että tekijänä on ollut vain yksi henkilö, eikä näin ollen aineiston analysoinnissa ole saatu erilaista perspektiiviä. Kaikki tutkimukset ovat myös englanninkielisiä, jolloin käännösvirheet ovat mahdollisia. Olen kuitenkin pyytänyt ulkopuolista apua vaikeuksia tuottaneiden artikkeleiden kääntämisessä. Toisaalta työn luotettavuutta on myös voinut lisätä se, ettei tekijöitä ollut enempää – olen saanut itse valita aiheen, eikä työn etenemisprosessissa ole tarvinnut tehdä kompromisseja, joka saattaa olla haitaksi työn kokonaisuutta ajatellen. Aiheen valintaan on vaikuttanut aito kiinnostus tutkimuskohteeseen, joka on syventynyt vielä opintojen edetessä.

### 6.4 Oppimisprosessi, ammatillinen kasvu ja kehitys

Opinnäytetyön tekeminen vaikutti jälkikäteen katsottuna vaikeammalta prosessilta kuin olin luullut. Tutkimusten kääntäminen oli ajoittain haastavaa, mutta ammatillisen kielitaidon kannalta prosessi oli kehittävä. Minulla oli jonkin verran pintapuolista ennakkotietoa otsonihoidoista, joten aiheen valintaan ei tarvinnut käyttää pitkään aikaa. Teoreettisten lähtökohtien punaisena lankana oli karieksen pysäytyshoitokeinot, jotka



ovat käytössä tänä päivänä. Sen avulla sain tasapainoa katsauksen varsinaiselle aiheelle. Tutkimusten lukeminen oli itsessään mielenkiintoista, joskin aikaavievää. Valitsin tutkimuksista vain tärkeimmät, jotka sopivat täydellisesti tutkimuskysymyksiin. Hyvää vastapainoa lukemiselle olivat liitteenä olevien kaavioiden tekeminen sekä tekstirakenteen muokkaaminen, mikä antoi välillä sopivan hengähdystauon. Kirjallisuuskatsauksen tekeminen oli minulle uusi kokemus, jonka koin yllättävän mielenkiintoiseksi. Lähdin työssäni muutaman kerran liikkeelle uudestaan kun havaitsin ettei työn kokonaiskuva miellyttänyt minua. Työn tekeminen kokonaisuudessaan oli varsin opettava kokemus ja koenkin, että uuden katsauksen tekemisessä ajankäyttöni olisi huomattavasti tehokkaampaa.

## 6.5 Opinnäytetyön hyödyntäminen, jatkokehittämisideat ja suositukset

Karieksen hoitomenetelmiin pyritään jatkuvasti keksimään uusia keinoja, jotka vähentäisivät porauksen tarvetta. Alan ammattilaisten olisi hyvä jonkin verran seurata tätä kehityskulkua ja olla tietoisia myös uusista suuntauksista. Suuhygienisteillä ei ole karieksen pysäytyshoidossa kovin montaa ihmekeinoa käytettävissään. Yksi sellainen, joskin paras mahdollinen, on hampaiden oikeanlainen omahoito. Jos tässä ei onnistuta, ei pysäytyshoitoon ole fluorin tai pinnoitteiden käytön lisäksi montaa valttikorttia käytössä.

Vaikka tämän katsauksen tulokset osoittivat otsonihoitojen olevan tehokas apu karieksen pysäytyshoidossa, pidemmän seurantavälin lisätutkimuksille on tarvetta. Osassa tutkimuksista jäi myös epäselväksi olisivatko tulokset voineet olla vielä paremmat, jos otsonihoitoja oltaisiin annettu tiheämmässä syklissä.

Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli luoda tiivis yhteenveto otsoniterapian tehokkuudesta hammaskarieksen pysäytyshoidossa, jota voivat käyttää sekä suun terveydenhuollon ammattilaiset ja potilaat perustiedon hankintaan. Tutkimukset on käännetty suomen kielelle, josta jokaisen on helppo lukea sekä itse menetelmästä että tutkimustuloksista. Koin saavani työtä tehdessäni arvokasta tietoa, jota pystyn mahdollisesti hyödyntämään työssäni suuhygienistinä.

## Lähteet

Abu Naba'a, Shorman, Holmes, Petersson, Tagami & Lynch 2005. Evidence-Based Research into Ozone Treatment in Dentistry: An Overview. Teoksessa Lynch, E (toim.) Quintessence Publishing Co. Ltd. Ozone: The Revolution in Dentistry, 73.

Astorga, Fernando 2013. Antibacterial effects of ozone on streptococcus mutans

Bocci 2005. How Ozone Acts and how it Exerts Therapeutic Effects. Teoksessa Lynch, E (toim.) Quintessence Publishing Co. Ltd. Ozone: The Revolution in Dentistry, 15.

Freeman, Ruth – Holmes, Julian – Lynch, Edward 2005. Ozone: a New Treatment Modality for Dentally Anxious Patients. Teoksessa Lynch, E (toim.) Quintessence Publishing Co. Ltd. Ozone: The Revolution in Dentistry, 293.

Girard, James E. 2014. Principles of Environmental Chemistry. USA.

Holloway, Ann M. – Wayne, Richard P. 2010. Atmospheric Chemistry. Department of Chemistry, University of Oxford, UK.

Holmes, Julian – Lynch, Edward 2005. Equipment Available to Deliver Ozone in Dentistry. Teoksessa Lynch, E (toim.) Quintessence Publishing Co. Ltd. Ozone: The Revolution in Dentistry, 57.

Huth, Karin Christine – Hickel, Reinhard 2005. The Role of Ozone in Minimal Intervention Dentistry. Teoksessa Lynch, E (toim.) Quintessence Publishing Co. Ltd. Ozone: The Revolution in Dentistry, 117

Johansson, Kirsi – Axelin, Anna – Stolt, Minna – Ääri, Riitta-Liisa 2007. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turku; Turun Yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. Tutkimuksia ja raportteja. Sarja; A:51/2007.

Johnson, Newton – Holmes, Julian & Lynch, Edward 2005. The Implications of using ozone in general dental Practice. Teoksessa Lynch, E (toim.) Quintessence Publishing Co. Ltd. Ozone: The Revolution in Dentistry, 69.

Järvinen, Mirkka 2014. Motivoiva keskustelu. Käypä hoito –suositus. Duodecim ja Apollonia. Hammaslääketiede. Verkkodokumentti.

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suositus?id=nix02109&suositusid=hoi5007>

8. Luettu 3.11.2015

Karies( hallinta) Käypä hoito- suositus. 2014. Duodecim ja Apollonia. Hammaslääketiede. Verkkodokumentti.

<<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suositus;jsessionid=35237265AD3D9AA3A9DD82EA5986006F?id=hoi50078>> Luettu 23.11.2015

Kerosuo, Eero 2011. Mihin unohtui karieksen pysäytyshoito? Suomen Hammaslääkärilehti. 8/2011, 32.

Könönen, Eija 2012. Karies (hampaiden reikiintyminen) Lääkärin käsikirja Duodecim. Luettavissa myös sähköisenä.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00704](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00704). Luettu 2.9-15

Laaksonen, Maarit – Kuusisto-Niemi, Sirpa – Saranto, Kaija 2010. Sosiaalityön tiedonhallinnan tutkimus: kirjallisuuskatsaus tutkimusmetodina. Finnish Journal of eHealth and eWelfare. 2010;2(1)

Matinlinna, Jukka-Pekka 2010: 24. Asiaa amalgaamista osa 1. Hammasteknikko.

Luettavissa myös sähköisenä <http://www.hammasteknikko.fi/tiedostot/Amalgaami1.pdf>

Luettu 5.10-15.

Meurman, Jukka – Murtomaa, Heikki – La Bell, Yrsa – Autti, Heikki 2008. Terapia Odontologica. Hammaslääketieteen käsikirja. Vantaa, Hansaprint

Raadal, Magne – Espelid, Ivar – Crossner, Claes-Göran 2011. Lasten ja nuorten karieksen hoito: Onko aika muuttaa strategiaa? Suomen Hammaslääkärilehti. 3/2011.

Sallinen, Miika 2006. Otsonin käyttö hammaslääkäripelkoisten lasten avoimen karieksen hoidossa. Verkkodokumentti: <http://otsoniterapia.net/otsonin-kaytto-hammaslaakaripelkoisten-lasten-avoimen-karieksen-hoidossa/>

Sallinen, Miika 2007. Uusi tutkimus primaarisen fissuurakarieksen hoidosta otsonilla. Verkkodokumentti. <http://otsoniterapia.net/uusi-tutkimus-primaarisen-fissuurakarieksen-hoidosta-otsonilla/>

Salminen, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Vaasa: Vaasan Yliopisto. Vaasan Yliopiston julkaisuja. Opetusjulkaisuja.

Tarnanen, Kirsi – Hausen, Hannu – Pöllänen, Marja 2014. Hampaassa reikä – eikä! (Karieksen hallinta) Käypä hoito –suositukset. Luettavissa myös sähköisenä. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/potilaalle/suositus?id=khp00085>. Luettu 4.7-15.

Tenovuo, Jorma 2002;118:1657-62. Karieksen ehkäisy nyt ja tulevaisuudessa. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Luettavissa myös sähköisenä [http://duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p\\_p\\_id=Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet&viewType=viewArticle&tunnus=duo93101&\\_dlehtihaku\\_view\\_article\\_WAR\\_dlehtihaku\\_p\\_auth=](http://duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&viewType=viewArticle&tunnus=duo93101&_dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_p_auth=). Luettu 4.8-15.

Tuomi, Jouni – Sarajärvi, Anneli 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Jyväskylä. Gummerus.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Saatavilla myös sähköisesti: [http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf). Luettu 7.1.2016

## **Teoreettisten lähtökohtien tutkimukset**

Borges – Campos - da Silveira - de Lima - Pinheiro 2010. Efficacy of a pit and fissure sealant in arresting dentin non-cavitated caries: A 1-year follow-up, randomized, single-blind, controlled clinical trial

Ferda Dogan - Arzu Civelek - Inci Oktay 2014. Effect of different fluoride concentrations on remineralization of demineralized enamel: an in vitro pH-cycling study.

Isauremi Vieira de Assunção - Giovanna de Fátima Alves da Costa - Boniek Castillo Dutra Borges 2014. Systematic review of noninvasive treatments to arrest dentin non-cavitated caries lesions.

Maria Laura Menezes Bonow - Marina Sousa Azevedo - Marília Leão Goettems - Célia Regina Martins Delgado – Rodrigues 2013. Efficacy of 1.23% APF gel applications on incipient carious lesions: a doubleblind randomized clinical trial.

Prabhakar AR, Prasanna T Dahake, OS Raju, N Basappa 2012. Fluoride: Is It Worth to be added in Pit and Fissure Sealants?

Valdeci Elias dos Santos Jr - Arnaldo Vasconcelos Filho - Andrea Gadelha Ribeiro Targino - Miguel Angel Pelagio Flores - Andre´ Galembeck - Arnaldo Franc - Caldas Jr-Aronita Rosenblatt 2014. A New “Silver-Bullet” to treat caries in children – Nano Silver Fluoride: A randomised clinical trial

Yee, R. – Holmgren, J. – Mulder, J. – Lama, D. – Walker, D. Palenstein Helderma, W. 2009. Efficacy of Silver Diamine Fluoride for Arresting Caries Treatment

### **Kirjallisuuskatsauksen tutkimukset**

Atabek – Oztas 2011. Effectiveness of Ozone with or without the Additional Use of Remineralizing Solution on Non-Cavitated Fissure Carious Lesions in Permanent Molars.

Baysan – Lynch 2007. Clinical reversal of root caries using ozone: 6-month results.

Baysan - Whiley – Lynch 2000. Antimicrobial Effect of a Novel Ozone Generating Device on Micro-Organisms Associated with Primary Root Carious Lesions in vitro.

Dähnhardt - Jaeggi – Lussi 2006. Treating open carious lesions in anxious children with ozone.

Holmes 2003. Clinical Reversal of Occlusal Pit & Fissure Caries Using Ozone The First Pan European Festival of Oral Sciences, Cardiff, UK.

Holmes 2003. Clinical reversal of root caries using ozone, doubleblind, randomised, controlled 18-month trial.

Holmes 2005. Clinical Reversal of Occlusal Pit and Fissure Carious Lesions (OPFCLs)

Huth - Paschos - Brand – Hickel 2005. Effect of ozone on non-cavitated fissure carious lesions in permanent molars. A controlled prospective clinical study

Johansson - Dijken - Karlsson - (Andersson-Wenckert) 2013. Treatment effect of ozone and fluoride varnish application on occlusal caries in primary molars: a 12-month study.

Joshi. D 2013. Attitudes of Patients to Ozone in a General Practice; Private Practice, London, United Kingdom.

Megighian – Dal Vera 2003. Patients attitudes and satisfaction to managing caries with ozone as a routinetreatment in dental private practice.

Shorman – Abu-Naba'a – Lynch 2002. Patient's Attitude to Treatment of Pit and Fissure Caries with Ozone.

Tahmassebi - Chrysafi – Duggal 2013. The effect of ozone on progression or regression of artificial caries-like enamel lesions in vitro

## TEOREETTISTEN LÄHTÖKOHTIEN TIEDONHAKU JA VALINTAPERUSTEET

Tietokanta	Hakulauseke	Haun tulos	Mukaan otetut	Artikkeli jo mukana	Hylätyt artikkelit Otsikon tai lyhennelmän perusteella	Hylkäyksen syy Ei vastaa opin- näytetyön kysymykseen	Hylkäyksen syy Ei ole tieteellinen tutkimus	Hylkäämisen syy Artikkelia ei löytynyt
PubMed	Arresting caries	99	1		49	30	15	9
PubMed	Conservative caries treatment	20			20	20		
PubMed	Caries Remineralization	49			31	18		
Medic	Arresting caries	28			15	8		5
Google Scholar	Arresting caries	1050	3		1050	1050		
Google Scholar	Conservative caries treatment	468	2		200	260	4	2
Google Scholar	Fissure sealant and conservative caries treatment	507			507	507		
Medline	Arresting caries	39	1		30	5		3
Cochrane	Arresting caries	20			20	20		

2 (1)

Cochrane	Fluoride and caries remineralization	4			4			
CINAHL	Arresting caries	50			50			
CINAHL	Caries remineralization	34			34	34		
Yhteensä		2368	7		2010	1952	19	19



## TEOREETTISTEN LÄHTÖKOHTIEN AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

Tutkija, vuosi, maa, tutkimuksen nimi,	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusjoukko	Tutkimusmetodi	Keskeiset tulokset
<ul style="list-style-type: none"> <li>Yee, R. – Holmgren, J. – Mulder, J. – Lama, D. – Walker, D. Palenstein Helderman, W.</li> <li>2009</li> <li>Nepal</li> <li>Efficacy of Silver Diamine Fluoride for Arresting Caries Treatment</li> </ul>	Hopea-diamiini fluoridin tehokkuus alkavan karieksen pysäyttämisessä.	976 koululaista, jotka olivat iältään 3-9 vuotiaita	Kvantitatiivinen tutkimus	ainoastaan menetelmät joissa käytettiin 38% Hopea-diamiinifluoria pelkistimellä tai ilman olivat tehokkaita karieksen pysäytyksessä. 12% Diamiinifluoria saaneet eivät saaneet merkittävää hyötyä pysäytysoidossa.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Valdeci Elias dos Santos Jr.a,* , Arnaldo Vasconcelos Filho b,</li> </ul>	Nano-hopeafluoridin tehokkuus karieksen pysäytysoidossa.	Tutkimuksen osallistujista 44.1% oli poikia ja 55.9% tyttöjä	Kvantitatiivinen tutkimus	Seitsemän päivän kohdalla 81% fluoriryhmän hampaista oli

2 (2)

<p>Andrea Gadelha Ribeiro Targino b, Miguel Angel Pe- lagio Flores c, Andre´ Galembeck c, Ar- naldo Franc, a Caldas Jr.d, Aronita Rosenblatt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2014</li> <li>• Brasilia</li> <li>• A New “Silver-Bullet” to treat caries in children – Nano Silver Fluoride: A ran- domised clinical trial</li> </ul>				<p>pysähtynyt, kun taas kontrolliryhmän hampaista yksikään ei ollut pysähtynyt (<math>p&lt;0.001</math>) viiden kuukauden kohdalla 72,7% fluoriryhmän hampaista oli pysähtynyt ja 27.4% kontrolliryhmän hampaista oli pysähtynyt (<math>p&lt;0.001</math>). 12 kuukauden kohdalla fluoriryhmässä 66.7% karioituneista hampaista oli vieläkin pysähtyneenä ja kontrolliryhmässä 34.7% pysähtyneenä (<math>p=0.003</math>).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maria Laura Menezes Bonow(a) Marina Sousa Azevedo(a) Marília Leão Goettems(a) Célia Regina Martins Delga- do Rodrigues(b)</li> <li>• 2013</li> <li>• Brasilia</li> <li>• Efficacy of 1.23% APF gel applications on incipient carious lesions: a doubleblind</li> </ul>	<p>Tutkia fluorigeelin(1.23%APF) toimivuutta initiaalikarieksen pysäytysoidossa.</p>	<p>Tutkimukseen osallistui 60 lasta, jotka olivat iältään 7- 12 vuotiaita.</p>	<p>Kvantitatiivinen tutkimus</p>	<p>Plaseboryhmän hampaissa 33.3% leesioista oli aktiivisessa vaiheessa, kun taas fluoriryhmän hampaissa aktiivisessa vaiheessa oli 60% leesioista.</p>

3 (2)

randomized clinical trial				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Borges BC1, Campos GB, da Silveira AD, de Lima KC, Pinheiro IV.</li> <li>2010</li> <li>Brasilia</li> <li>Efficacy of a pit and fissure sealant in arresting dentin non-cavitated caries: A 1-year follow-up, randomized, single-blind, controlled clinical trial</li> </ul>	pinnoituksen vaikutus kariuksen pysäytysoidossa ei kavitoituneissa hampaissa.	Tutkimukseen osallistui 31 miestä ja 29 naista	Kvantitatiivinen tutkimus	Kontrolliryhmän hampaissa kariuksen olivat edenneet pidemmälle kuin pinnoitteen saaneiden hampaissa
<ul style="list-style-type: none"> <li>AR Prabhakar, Prasanna T Dahake, OS Raju, N Basappa</li> <li>2012</li> <li>Intia</li> <li>Fluoride: Is It Worth to be added in Pit and Fissure Sealants?</li> </ul>	Tutkittiin fluorin lisäämistä pinnoituksiin ja niiden vaikutuksia kariuksen pysäytyshoitoon	Tutkimuksessa käytettiin poistettuja molaareja	Kvantitatiivinen tutkimus	Tulostarkastelussa havaittiin, että kiilteen demineralisoituminen oli vähäisintä lasi-ionomeeri pinnoitteen saaneissa hampaissa kun taas kahdessa muussa ryhmässä demineralisaation määrä oli saman suuruinen.

4 (2)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isaremi Vieira de Assunção, Giovanna de Fátima Alves da Costa, Boniek Castillo Dutra Borges</li> <li>• 2014</li> <li>• Brasilia</li> <li>• Systematic review of noninvasive treatments to arrest dentin non-cavitated caries lesions</li> </ul>	Eri hoitojen vaikutus kavitoitumattoman kariksen pysäytyksessä	Kirjallisuuskatsaus	Kvantitatiivinen tutkimus	Tutkimuksien mukaan vain hatsipohjaiset pinnoitteet olivat pysäyttäneet kariksen etenemisen.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferda Dogan, Arzu Civelek, Inci Oktay</li> <li>• Turkki</li> <li>• 2014</li> <li>• Effect of different fluoride concentrations on remineralization of</li> <li>• demineralized enamel: an in vitro pH-cycling study</li> </ul>	tutkimuksessa selvitettiin fluorin eri konsentraatioiden tehokkuutta hammaskiilteen remineralisoinnissa	Tutkimuksessa käytettiin 28 hammasta, jotka oltiin poistettu ortodontisista syistä	Kvantitatiivinen tutkimus	Ainoastaan ryhmä joka sai fluoria 226 ppm saavutti saman kudosturvallisuuden kuin lähtötilanteessa ( $p>0.05$ ).

## KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TIEDONHAKU JA VALINTAPERUSTEET

Tietokanta	Hakulauseke	Haun tulos	Mukaan otetut	Artikkeli jo mukana	Hylätyt artikkelit Otsikon tai lyhennelmän perusteella	Hylkäyksen syy Ei vastaa opin- näytetyön kysymykseen	Hylkäyksen syy Ei ole tieteellinen tutkimus	Hylkäämisen syy Artikkelia ei löytynyt
CINAHL	Ozone therapy in dentistry	127	1		86	32	12	1
CINAHL	Ozone and caries	75			67	3	7	
Medic	Otsoniterapia ja karies	10			10	10		
Medic	Otsoniterapia	3			3			
Google Scholar	Ozone therapy in caries	991	2		991	991	13	2
Google Scholar	Ozone therapy in treating caries	224	1		223	223		

2 (3)

Medline	Ozone therapy and caries dentistry	18			18	3		
Medline	Ozone and caries	24	1		23	5	1	
Cochrane	Ozone Therapy in dentistry	2			2	2		
Cochrane	Ozone and caries	1			1			
Yhteensä		1475	5		1424	1269	33	3

## KIRJALLISUUSKATSAUKSEEN VALITUT TUTKIMUKSET

<ul style="list-style-type: none"> <li>Tutkija,</li> <li>vuosi,</li> <li>maa</li> <li>Tutkimuksen nimi</li> </ul>	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusjoukko	Tutkimusmetodi	Keskeiset tulokset
<ul style="list-style-type: none"> <li>Baysan - Whiley – Lynch</li> <li>2000</li> <li>Englanti</li> <li>Antimicrobial Effect of a Novel Ozone Generating Device on Micro-Organisms Associated with Primary Root Carious Lesions in vitro</li> </ul>	haluttiin selvittää otsonihoidon vaikutusta primaariseen juurikariekseen. Tutkimuksessa selvitettiin myös minkälainen suora vaikutus otsonilla oli S.Mutans- sekä S.Sobrinus bakteereihin	Testiin valittiin 40 poistettua hammasta joissa kaikissa oli juurikariesta.	Hampaat jaettiin kahteen ryhmään, joista toisen ryhmän hampaita käsiteltiin otsonoidulla vedellä 10 tai 20 sekunnin ajan, kun taas toisen ryhmän hampaat käsiteltiin tavallisella vedellä.	Testiryhmän ja kontrolliryhmän välillä oli merkittävä ero. Otsonoitu vesi vähensi merkittävästi mikro-organismien määrää karioituneessa dentiinissä verrattuna kontrolliryhmään. Ajalla ei havaittu olevan merkitystä.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Baysan – Lynch</li> <li>2007</li> <li>Englanti</li> <li>Clinical reversal of root caries using ozone: 6-month results</li> </ul>	Tutkittiin otsonihoidon tehoa juurikariekseen	Tutkimukseen osallistui 79 potilasta, joilla oli yhteensä 220 kariesleesiota	Tutkittavat jaettiin neljään ryhmään; 1. Vain otsonia saavat, 2. Ei otsonihoitoa eikä pinnoituksia, 3. Otsonihoitoa ja pinnoituksen saaneet, ja 4. Ainoastaan pinnoitteen saaneet	Kuuden kuukauden jälkeen 78 potilasta tutkittiin. 38.1% leesioista kovettui otsoniryhmässä, kun taas kontrolliryhmässä yksikään leesiö ei kovettunut ( $P < 0.001$ ). Vain otsonia saaneiden

2 (4)

				ryhmästä 38.4% ei-kavitoituneista leesioista kovettui, ja kavitoituneista vain 5.7%.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Atabek - Oztas</li> <li>2011</li> <li>Turkki</li> <li>Effectiveness of Ozone with or without the Additional Use of Remineralizing Solution on Non-Cavitated Fissure Carious Lesions in Permanent Molars</li> </ul>	Tutkimuksen tarkoituksena oli mitata otsonihoidon tehoa alkavaan karieskseen, jota esiintyi pysyvien poskihampaiden purupinnoilla.	Tutkimukseen osallistui 40 lasta jotka olivat iältään 9-12 vuotiaita	Tutkittavat jaettiin kahteen 20 hengen ryhmään. Molempien ryhmien toista molaaria hoidettiin otsonilla, mutta vain toisen ryhmän samaa molaaria käsiteltiin otsonin lisäksi remineralisaatiota edistävällä liuoksella. Molemmissa ryhmissä toinen karioitunut molaari jätettiin kokonaan ilman hoitoa, jotta pystyttiin vertailemaan tuloksia.	Pelkkää otsonihoitoa saaneet molaarit osoittivat merkittävästi pienempiä Diagnodent-arvoja kuin hoitamattomien hampaiden ( $p < 0.001$ ). Muutos oli vieläkin isompi hampaissa, joihin oli otsonihoitojen lisäksi annettu remineralisaatiota edistävää ainetta. Ilman hoitoa jääneissä hampaissa ei ollut tapahtunut merkittäviä muutoksia puolen vuoden tarkastelujakson aikana.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dähnhardt - Jaeggi – Lussi</li> <li>2006</li> <li>Sveitsi</li> <li>Treating open carious lesions in anxious chil-</li> </ul>	Tutkittiin otsonin vaikutusta avoimeen kariesleesioon lapsipotilailla.	Tutkimukseen osallistui 28 lasta, joilla oli yhteensä 28 kariesleesiota	Tutkimukseen valittiin vähintään kaksi avointa ykköspinnan kariesta. Jokaista otsonilla hoidettua leesiota kohden jätettiin yksi leesiota ilman hoitoa, ja tuloksissa mitattiin hampaan	Kovuusarvot nousivat merkittävästi otsoniryhmällä ( $p < 0.05$ ), kun taas kontrolliryhmässä ei havaittu merkittävää eroa millään aikavälillä



3 (4)

dren with ozone			kovuutta käyttäen apuna laserfluoresenssia.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holmes</li> <li>• 2003</li> <li>• Englanti</li> <li>• Clinical Reversal of Occlusal Pit &amp; Fissure Caries Using Ozone The First Pan European Festival of Oral Sciences, Cardiff, UK</li> </ul>	kaksoissokkotutkimus, jossa tutkittiin 12 kuukauden ajan otsonihoidon tehoa maitohampaiden okklusaalipinnoilla olevaan fissuurakariekseen	Tutkimukseen osallistui 76 potilasta, jotka olivat iältään 2-12 vuotiaita.		Tulokset osoittivat että 98% otsoniryhmän hampaista olivat alkaneet parantua, kun taas verrokkiryhmän hampaat, jotka eivät saaneet otsonihoitoa olivat pysyneet lähes ennallaan.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holmes</li> <li>• 2003</li> <li>• Englanti</li> <li>• Clinical reversal of root caries using ozone, doubleblind, randomised, controlled 18-month trial</li> </ul>	Tutkittiin otsonin tehoa juurikariekseen	Tutkimukseen osallistui 89 henkilöä, jotka olivat iältään 60-82 vuotiaita	Jokaisella tutkittavalla oli kaksi juurikariestaleesiota, jotka hoidettiin molemmat otsonilla tai pelkällä ilmalla. Potilaille tehtiin välitarkastukset 3,6,12, sekä lopputarkastus 18 kuukauden kuluttua.	Otsoniryhmässä 12 kuukauden tarkastuksessa kaksi kariesta oli muuttunut huonommaksi ja 85 (98%) oli kovettunut. Kontrolliryhmässä 21 (24%) kariesta oli muuttunut huonommaksi, 65 (75%) kariesta pysyi ennallaan ja yksi oli kovettunut. 18 kuukauden tarkastuksessa kaikki 87 kariesta oli pysähtynyt, kun taas kontrolliryhmässä 32 leesiota (37%) oli

4 (4)

				mennyt huonompaan suuntaan, 54 leesiota (62%) oli pysynyt ennallaan ja vain yksi leesiosta oli alkanut paranemaan.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holmes</li> <li>• 2005</li> <li>• Etelä-Afrikka</li> <li>• Clinical Reversal of Occlusal Pit and Fissure Carious Lesions (OPFCLs)</li> </ul>	Tutkittiin otsonihoidon tehoa fissuura-kariekseen	Osallistujia oli 106, jotka olivat iältään 20-29 vuotiaita	Ideana oli seurata vuoden ajan potilaita, jotka olivat saaneet otsonihoitoa vain yhden kerran, hoidon pituuden ollessa 20 sekuntia. Kontrolliryhmälle annettiin hoidoksi pelkkää ilmaa. Molempien ryhmien hampaaita hoidettiin remineralisoivilla aineilla käyttäen normaalia hammastahnaa ja harjaa	24 Kuukauden jälkeen otsoniryhmän 43 leesiota (58%) kovenivat tasolle CSI1 tai CSI2. 26 leesiota (35%) pysyivät ennallaan, ja 5 (7%) muuttui huonompaan suuntaan tasolle CSI4. Kontrolliryhmässä 38 leesiota (51%) muuttui huonommaksi (CSI4). 36 leesiota (49%) pysyivät ennallaan tasolla CSI3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Huth - Paschos - Brand – Hickel</li> <li>• 2005</li> <li>• Saksa</li> <li>• Effect of ozone on non-cavitated fissure carious lesions in permanent molars. A controlled prospective clinical study</li> </ul>	Tutkittiin otsonin tehoa fissuura-kariekseen	Tutkimukseen osallitui 41 henkilöä, joista osa sai 40 sekuntia otsonihoitoa.		Tulokset osoittivat otsonihoitoa saaneiden korkean kariesriskin potilaiden leesioiden kääntyneen paranemaan päin tai vaurioiden etenemisen hidastuneen ( $p=0.035$ ). Koko testiryhmää vertailtaessa ryhmien välillä ei ollut tilastollista

5 (4)

				merkitsevyyttä.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Johansson - Dijken - Karlsson - (Andersson-Wenckert)</li> <li>2013</li> <li>Ruotsi</li> <li>Treatment effect of ozone and fluoride varnish application on occlusal caries in primary molars: a 12-month study</li> </ul>	tutkimuksessa haluttiin saada selville otsonin ja fluorilakkauksen teho maitoposkihampaiden okklusaalipintojen käsittelyssä.	Tutkimukseen osallistui 18 poikaa ja 15 tyttöä, joiden keski-ikä oli 4.7 vuotta	Yhteensä 50 paria karioituneita poskihampaita oli tutkinnan kohteena. Hampaat tutkittiin käyttäen visuaalista tarkastelua tai laserfluoresenssiä. Jokainen pari käsiteltiin joko otsonilla(40sek) tai Duraphat fluorilla. Käsittelyt uusittiin 3, 6, ja 9 kuukauden väleissä, jonka jälkeen 12 kuukauden päästä suoritettiin lopputarkastus.	Kumpikaan fluori- eikä otsonikäsitteily pystynyt pysäyttämään kariksen etenemistä kavitoituneissa hampaissa. Myöskään Ei-kavitoituneissa hampaissa ei saatu merkittävää kehitystä aikaiseksi kariksen pysäyttämiseksi.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Joshi.D</li> <li>Englanti</li> <li>2013</li> <li>Attitudes of Patients to Ozone in a General Practice; Private Practice, London, United Kingdom</li> </ul>	Tutkimuksen tarkoitus oli mitata potilaiden tyytyväisyyttä annetun otsonihoidon jälkeen, sekä mitata hoidosta aiheutuneet fyysiset haittavaikutukset	Tutkimukseen osallistui 80 potilasta.	kariesleesioita hoidettiin otsonilla noin 30-40 sekunnin ajan riippuen kariesvaurion kliinisestä vaikeusasteesta. Hoidon jälkeen osa kariesleesioista täytettiin mineraaleja vapauttavalla lasi-ionomeerilla. Potilaille annettiin kyselylomake mukaan, jonka tiedot kerättiin heidän tullessa uusintakäynnille	Kaikki 80 potilasta osallistuivat arviointiin uusintakäynnillä. Haittavaikutuksia ei ollut havaittu kenelläkään. 100% osallistujista oli tyytyväisiä hoitoon ja jokainen oli myös valmis tulemaan uudestaan hoitoon

6 (4)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Megighian – Dal Vera</li> <li>• 2003</li> <li>• Italia</li> <li>• Patients attitudes and satisfaction to managing caries with ozone as a routine treatment in dental private practice</li> </ul>	<p>Tutkittiin potilaiden tyytyväisyyttä otsonihoitoa kohtaan</p>	<p>Tutkimukseen osallistui 250 Potilasta. Kaikilla potilailla oli viimeisen kuuden kuukauden aikana ollut samanlainen kariesleesio, jota oli hoidettu ilma-abraasilaitteella</p>	<p>Otsonihoitoa saaneet potilaat saivat 5-tasoisen kyselykaavakkeen, johon he vastasivat kun hoidosta oli kulunut 4 viikkoa. Kyselyllä kartoitettiin osallistujien asennetta, tyytyväisyyttä, sekä jännitystasoa. Kolmen kuukauden kuluttua kaikki olivat palauttaneet kaavakkeen.</p>	<p>Kaikki osallistujat olivat tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä otsonihoitoon ja hoitoon käytettyyn aikaan. 55% valitsisi otsonihoidon mieluummin kuin muun vaihtoehtoisen hoidon vaikka joutuisi maksamaan hoidosta enemmän. Kaikki osallistujat olivat valmiita suosittelemaan hoitoa ystäville ja sukulaisille, sekä tulemaan uudelleen hoidettavaksi. 80% osallistujista kertoivat jännityksen vähentyneen (<math>p&lt;0.05</math>). Samanlainen kyselykaavake jaettiin 45 potilaalle, jotka olivat saaneet viimeisen kuuden kuukauden aikana vaihtoehtoista ei-invasiivista hoitoa, mutta ei ollenkaan otsonihoitoa. 100%</p>
---	--	--	--	---

7 (4)

				osallistujista oli tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä saamansa hoitoon, mutta 65% ilmoittivat olevansa jännittyneitä ennen ja jälkeen hoidon.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shorman – Abu-Naba’a – Lynch</li> <li>• 2002</li> <li>• Irlanti</li> <li>• Patient's Attitude to Treatment of Pit and Fissure Caries with Ozone</li> </ul>	Tutkittiin potilaiden asennetta, otsoniterapiaa kohtaan	Tutkimukseen osallistui 49 potilasta, jotka kaikki vastaanottivat otsonihoitoa	Potilaiden asennetta ja ahdistuksen tasoa mitattiin kyselyllä, jossa oli viisi tasoa. Osa kyselylomakkeesta täytettiin ennen hoitoa ja loput hoidon jälkeen	<p>98% potilaista oli erittäin tai melko tyytyväisiä, ja 94% suosittelee hoitoa ystäville tai sukulaisille. 2% potilaista oli hieman jännittyneitä hoidon jälkeen kun taas ennen hoitoa jännitystä koki 4%.</p> <p>100% tutkituista oli valmis tulemaan uudelleen otsonihoitoon jos on tarvetta, ja 94% oli valmis maksamaan enemmän hoidosta kuin perinteisestä hoidosta. 94% oli tyytyväisiä hoitoaikaan. Potilaiden asenteet olivat positiivisia hoitomuotoa kohtaan ja tutkimuksesta kävi ilmi, että otsonihoito vähentää</p>

8 (4)

				hammashoitopelkoa merkittävästi.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tahmassebi - Chrysafi – Duggal</li> <li>• 2013</li> <li>• Englanti</li> <li>• The effect of ozone on progression or regression of artificial caries-like enamel lesions in vitro</li> </ul>	Tutkittiin otsonin vaikutusta keinotekoiseen kariksen tyyppiseen kiilleaurioon	Tutkimuksessa käytettiin premolaareista otettuja kiillelaattoja, jotka oli säilytetty tislattun veden ja Thymolin sekoituksessa huoneenlämmössä.	Tutkimuksessa käytettiin premolaareista otettuja kiillelaattoja, jotka oli säilytetty tislattun veden ja Thymolin sekoituksessa huoneenlämmössä. Laatat jaettiin neljään ryhmään; 1. Fluoriton hammastahna(kontrolliryhmä), 2. Vain otsonia saaneet, 3. Remineralisaationestettä saaneet, ja 4. Otsonia sekä remineralisaationestettä saaneet.	Tulostarkastelussa huomattiin merkittävä ero leesien mikrokovuudessa ryhmän 4, ja kaikkien kolmen muun ryhmän välillä. Myös ryhmän 1(kontrolli) ja ryhmän 3 välisessä vertailussa ero oli tilastollisesti merkitsevä. Kariesleesien koon muutoksia vertailtaessa huomattiin merkittävä ero kaikkien kolmen ryhmän ja kontrolliryhmän välillä, jossa merkittävin ero oli kontrolliryhmän ja ryhmän 4(otsoni+rem.liuos) välillä.