

# Hopea-diamiinifluoridi juurikarieksen ehkäisyssä ja hoidossa

Jussi Birling

Opinnäytetyötutkielma

Hammaslääketieteen koulutusohjelma

Itä-Suomen yliopisto

Terveystieteiden tiedekunta

Lääketieteen laitos / Hammaslääketieteen yksikkö

Kesäkuu 2019

## Tiivistelmä

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO, Terveystieteiden tiedekunta

Lääketieteen laitos

Hammaslääketieteen koulutusohjelma

BIRLING, JUSSI JALMARI: Hopea-diamiinifluoridi juurikarieksen ehkäisyssä ja hoidossa

Opinnäytetyötutkielma, 35 sivua

Tutkielman ohjaajat: HLT, EHL, kliininen opettaja Satu Spets-Happonen ja HLT, EHL Annamari Nihtilä

Kesäkuu 2019

Asiasanat: hopea-diamiinifluoridi, karies, juurikaries, juurikarieksen hoito, iäkkäät

Hopea-diamiinifluoridi (silver diamine fluoride, SDF) on nestemäinen aine, jota käytetään hammaskarieksen ehkäisyyn ja kariesvaurioiden pysäyttämiseen sekä hypersensitiivisen dentitiinin hoitoon. Tavanomaisin hopea-diamiinifluoridiliuoksen liuospitoisuus on 38 %. Muut käytetyt liuospitoisuudet ovat 10 % ja 30 %, mutta 38 % hopea-diamiinifluoridiliuos on näistä tutkimusten mukaan tehokkain. Sen hammaslääkinnällinen käyttö aloitettiin ensimmäisenä 1960-luvulla Japanissa. Yhdysvalloissa hopea-diamiinifluoridi saatiin kliiniseen hammaslääketieteelliseen käyttöön vuonna 2014, ensisijaisena käyttöindikaationa hampaiden vihlonta. Hopea-diamiinifluoridi on halpa, turvallinen ja helppokäyttöinen valmiste. Hopea-diamiinifluoridin käyttö vaatii vain minimaalista hammaskudoksen instrumentointia. SDF vaatii vähäisempää applikointia kuin millään muulla kariesta ehkäisevällä valmisteella.

SDF voidaan levittää esimerkiksi superlontikulla kohdehampaaseen. Yksittäinen käsittely on tutkimusten mukaan todettu riittämättömäksi halutun vaikutuksen saamiseksi, kun taas vuosittainen uusintakäsittely aineella tuottaa hyvän hoitovasteen. Vielä parempi hoitovaste saadaan puolivuositaisella käsittelyllä. SDF:a suositellaankin käytettävän kahdesti vuodessa kariesleesioihin vähintään kahden vuoden ajan karirevaurion etenemisen pysäyttämiseksi. SDF:n haittavaikutuksena on, että se värjää kariesleesion tummaksi, mikä on lähinnä esteettinen haitta. Muita vähäisiä haittavaikutuksia on muun muassa ohimenevä ikenen ärsytys ja metallin maku suussa.

Vanhuksilla on nykyään enemmän omia hampaita suussa kuin ennen ja suunta on kasvava. Juurikariesta ilmaantuu enemmän iän myötä ja juurikarieksen esiintyvyys ikääntyneillä on suuri. Juurikariesta vanhuksilla lisäävät esimerkiksi syljen eritykseen vähentävästi vaikuttavat lääkkeet. Muita tekijöitä ovat riittämätön omahoito, hiilihydraattipitoinen ruokavalio, tupakointi sekä alkoholin kulutus. Iäkkäämmillä ihmisillä on suussa usein enemmän hammastäyteitä, jotka lisäävät kariesriskiä entisestään.

Juurikariesten invasiivista hoitamista tulisi välttää mahdollisimman pitkään, sillä juurikariestäyhteillä on suhteellisen huono ennuste. Siksi on aina suositeltavaa pyrkiä hoitamaan aktiiviset juurikariesleesiöt mieluummin konservatiivisin kuin kajoavin menetelmin. Ainoastaan, jos potilas ei kykene puhdistamaan (kavitoitunutta) juurikariesleesiota riittävän hyvin, tulee korjaava hoito kyseeseen. Korjaavalla hoidolla ei ratkaista myöskään potilaan kariesongelmaa.

UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND, Faculty of health sciences

School of medicine

Dentistry

BIRLING, JUSSI JALMARI: Silver diamine fluoride in prevention and treatment of root caries

Thesis, 35 pages

Mentors of the study: DDS, PhD clinical lecturer Satu Spets-Happonen and DDS, PhD Annamari Nihtilä

June 2019

Keywords: silver diamine fluoride, caries, root caries, root caries treatment, older adults

Silver diamine fluoride (SDF) is a solution used to prevent and arrest dental caries and also to treat hypersensitive dentin. The usual concentration of SDF is 38 % but there are also concentrations of 10 % and 30 % in use. In studies, the concentration of 38 % has been the most effective. Use of SDF began over 80 years ago in Japan. In 2014 SDF was accepted in the United States' market primary for tooth sensitivity. SDF is inexpensive, safe and easy to use. SDF requires only minimal instrumentation and less applications than any other caries preventive material.

SDF can be applied to tooth with applicator stick. Single use of SDF is considered insufficient according to studies whereas annual reapplication achieves a desired response. Even better response is accomplished with semi-annual application. It is suggested to use SDF semi-annually in caries lesions at least for two years in order to arrest caries lesion. Adverse effect of SDF is that it darkens carious lesions which is considered as aesthetic disadvantage. Other minor adverse effects are transient irritation of gingiva and metallic taste in mouth.

Nowadays older adults have more teeth than before, and the tendency is increasing. Incidence of root caries in older adults is wide. For example, the use of medication reducing salivary secretion is increasing root caries in older adults. Other factors are insufficient oral hygiene, carbohydrate rich diet, smoking and consumption of alcohol. Also, older adults have often more dental restorations than younger adults, which increase caries risk even more.

Invasive treatment of root caries should be refrained as long as possible because root caries restorations have relatively poor prognosis. Thus, it is always recommended to treat active root caries lesions rather using conservative methods than active methods. Invasive treatment of root caries lesion is considered only if patient cannot clean properly (cavitated) root caries lesion. Restorative treatment of caries does not solve patient's caries problem.

## Sisällysluettelo

<b>1. JOHDANTO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. TAVOITTEET .....</b>	<b>7</b>
<b>3. AINEISTO JA MENETELMÄT .....</b>	<b>7</b>
3.1 AINEISTON HAKU .....	7
3.2 ARTIKKELIEN VALINTA .....	8
<b>4. JUURIKARIES .....</b>	<b>9</b>
4.1 ETIOLOGIA .....	9
4.2 ESIINTYVYYS JA YLEISYYS .....	11
4.3 HOITOLINJAT.....	13
4.3.1 <i>Juurikarieksen noninvasiivinen hoito</i> .....	13
4.3.2 <i>Juurikarieksen korjaava hoito</i> .....	14
<b>5. HOPEA-DIAMIINIFLUORIDIN OMINAISUUDET JA VAIKUTUSMEKANISMI .....</b>	<b>16</b>
<b>6. HOPEA-DIAMIINIFLUORIDI .....</b>	<b>18</b>
6.1 HOPEA-DIAMIINIFLUORIDI JUURIKARIEKSEN EHKÄISYSSÄ .....	18
6.2 HOPEA-DIAMIINIFLUORIDI JUURIKARIEKSEN PYSÄYTYSHOIDOSSA .....	19
6.3 HOPEA-DIAMIINIFLUORIDIN KÄYTTÖ VASTAANOTOLLA .....	23
6.5 TURVALLISUUS .....	24
6.5.1 <i>Haittavaikutukset</i> .....	24
6.5.2 <i>Maksimiannos</i> .....	26
<b>7. YHTEENVETO JA POHDINTA .....</b>	<b>28</b>
<b>8. LÄHTEET .....</b>	<b>30</b>

## 1. Johdanto

Hammaskaries on suun biofilmin aiheuttama infektiosairaus. Karies aiheuttaa eriasteisia hampaan kovakudosvaurioita. Kariesvaurioiden ilmaantuminen ja laajuus riippuvat suun mikrobiston koostumuksesta ja organisoitumisesta, ravinnosta, hampaan vastustuskyvystä, syljen määrästä ja ajasta, jonka hampaan pinta on pitkään kehittyneen biofilmin peittämänä. Hammaskariesta aiheuttavan biofilmin osatekijöitä ovat bakteerit (*Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Lactobacilli* ja muut), jotka kolonisoivat hampaan pinnat ja tuottavat happoja ravintonaan käyttämien hiilihydraattien metabolisena hajoamistuotteena. Kariesvaurio alkaa kehittyä bakteerien tuottamien happojen seurauksena, jotka liuottavat hampaan pinnan mineraaleja mikäli tätä liukenemista ei pysäytetä tai palauteta (1).

Alttius hammaskariekselle säilyy läpi elämän. Kariuksen patologisten tekijöiden ja kariekselta suojaavien tekijöiden välillä on dynaaminen tasapaino. Patologisia tekijöitä ovat happoja tuottavat bakteerit, fermentoivien hiilihydraattien tiheä kulutus, huono suuhygienia ja syljen alentunut erityis ja epäedullinen koostumus. Suojaavia tekijöitä ovat normaali syljen erityis, fluorin käyttö, huolellinen päivittäinen suuhygienia ja paikalliset antibakteeriset yhdisteet (2).

Kariesleesiot ovat joko primaarisia (uudet leesiot aiemmin korjaamattomilla pinnoilla) tai sekundaarisia (uusi leesio hammastäytteen ympärillä). Ne esiintyvät hampaan kruunujen alueella tai paljastuneilla juurien pinnoilla. Hampaan tukikudosten sairaus (parodontiitti) tai liian kova hampaiden harjaus (abraasiovaurio) johtaa ikenen kiinnityksen menetykseen ja hampaan juuren pinnan paljastumiseen. Juuripinnan sementti ja dentiini ovat alttiimpia karioitumiselle, koska ne sisältävät vähemmän mineraaleja kuin kiille ja siten alkavat demineralisoitua korkeammalla syljen pH-pitoisuudella (3).

Vanhuksilla on nykyään enemmän omia hampaita suussaan kuin ennen ja suunta on kasvava. Juurikariesta ilmaantuu enemmän iän myötä ja juurikarieksen esiintyvyys ikääntyneillä on suuri (4). Juurikariesriskiä vanhuksilla lisää erityisesti syljenerityksen väheneminen lääkkeiden sivuvaikutuksena. Muita tekijöitä ovat yleissairaudet, riittämätön omahoito, ruokavalion muuttuminen hiilihydraattipitoisemmaksi, tupakointi sekä alkoholin kulutus. Iäkkäämmillä ihmisillä on suussaan usein enemmän hammastäytteitä, jotka lisäävät kariesriskiä entisestään (2).

Juurikariesvaurioiden invasiivista hoitamista tulisi välttää mahdollisimman pitkään, sillä reustauraatioilla on suhteellisen huono ennuste. Tutkimukset (Hu ym. 2005, Lo ym. 2006, Gil-Montoya ym. 2014) iäkkäämmillä potilailla ovat osoittaneet juurikarieksen vuoksi tehtyjen täytteiden selviytymisen olevan yhden vuoden seurannan jälkeen keskimäärin 90 % ja kahden vuoden seurannan jälkeen keskimäärin 65 %. Suurin osa täytteistä epäonnistuu lohkeamisen vuoksi riippumatta täytemateriaalista (lasi-ionomeeri tai yhdistelmämuovi). Tämä todennäköisesti johtuu siitä, ettei juurenpinnalla saada muodostetuksi vahvaa kiillesidosta sekä paikkauksen yhteydessä epäonnistuneesta kosteudenhallinnasta. Lisäksi vanhusten vähentynyt ko-operointi voi vaikeuttaa korjaavan hoidon asianmukaista toteuttamista. Siksi on aina suositeltavaa pyrkiä hoitamaan aktiiviset juurikarieslesiot mieluummin konservatiivisin kuin kajoavin menetelmin. Ainoastaan, jos potilas ei kykene puhdistamaan (kavitoitunutta) juurikarieslesiota riittävän hyvin, tulee korjaava hoito kyseeseen. Korjaavalla hoidolla ei ratkaista myöskään potilaan kariesongelmaa (5).

Keinoja karieksen pysäyttämiseksi ja ehkäisemiseksi ovat tehostettu omahoito, esimerkiksi sähköhammasharjan käyttö, hammasvälien puhdistaminen ja fluorin saannin lisääminen. Lisäksi hammaslääkärin vastaanotolla ammattimaiset fluori- tai klooriheksidiinilakkaukset kuuluvat näihin. Hopea-diamiinifluoridin käyttäminen hoitokeinona hammaslääkärin vastaanotolla juurikarieksen hoidossa on yksi varteenotettava vaihtoehto.

Hopea-diamiinifluoridin käytöstä ja tehosta maitohammaskarieksen pysäytys- ja ehkäisyhoidossa on jo enemmän tutkimuksia sekä näyttöä. Katsausartikkelissa mainitaan, että 38 % SDF-liuoksen käyttäminen puolivuositain on johtanut 30 kuukauden aikana keskimäärin 81 % maitohammaskariesvaurioiden pysähtymiseen. Lisäksi yli 60 % hoidettujen lasten vanhemmista on todennut olevansa tyytyväisiä SDF:n käytön esteettiseen lopputulokseen karieksen pysäytys- tai ehkäisyhoidossa. Myös lasten on todettu hyväksyvän SDF:n käytön hyvin, sen käyttö on koettu miellyttävänä ja lähes kivuttomana (6).

## 2. Tavoitteet

Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on selvittää kirjallisuuden perusteella hopea-diamiinifluoridin soveltuvuutta juurikarieksen hoidossa. Lisäksi tavoitteena on lisätä tietoisuutta hopea-diamiinifluoridista ja siten edesauttaa SDF:n saamista kliiniseen käyttöön Suomessa. SDF on ollut jo pitkään käytössä useissa maissa, muun muassa Australiassa, Brasiliassa, Japanissa ja Kiinassa sekä Yhdysvalloissa alkaen vuodesta 2014. Juurikariesta on hankala hoitaa invasiivisin toimenpitein ja juurikarieksen parhaana hoitona onkin sen ehkäisy tai pysäyttäminen.

## 3. Aineisto ja menetelmät

### 3.1 Aineiston haku

Lähteinä käytin artikkeleita pääasiassa viimeiseltä kymmenen vuoden ajalta. Tarkoitukseni oli koota jäsennelty katsaus hopea-diamiinifluoridista ja sen käytöstä juurikarieksen hoidossa perustuen uusimpaan tutkimustietoon. Kirjallisuuskatsaukseen etsittiin ensisijaisesti katsaustyyppisiä artikkeleita aiheesta viimeisen kymmenen vuoden ajalta. Tietoa oli tarkoitus kerätä pääasiassa PubMedin, Web of Sciencen ja Google Scholarin tietokannoista. Tietoa haettiin myös suomalaisista terveydenhuoltoalan julkaisuista Duodecim -terveyskirjastosta. Aineistosta koottiin jäsennelty katsaus hopea-diamiinifluoridista ja sen käytöstä juurikarieksen hoidossa. Artikkeleita haettiin hakusanoin: silver diamine fluoride, root caries, older adults.

Hain artikkeleita elektronisista tietokannoista Itä-Suomen yliopiston UEF-Finnan kautta. Esimerkiksi kohdennetuilla hakusanoilla "silver diamine fluoride and root caries" PubMed:stä 31 julkaisua, joista 7 katsaustyyppisiä artikkeleita ja Web of Science:sta samoilla hakusanoilla 39 julkaisua, joista 8 katsaustyyppisiä artikkeleita. Hakua selventävä taulukko löytyy sivulta 8.

### 3.2 Artikkelien valinta

Valittavan artikkelin tuli käsitellä hopea-diamiinifluoridin ominaisuuksia ja/tai käyttöä juurikarieksen tai dentiinikarieksen hoidossa. Hakusanoilla saatiin hyvin kohdennettua ja löydettyä kirjallisuuskatsaukseen sopivat artikkelit. Juurikariesta laajemmin käsittelevistä artikkeleista pyrittiin valikoimaan katsaustyyppisiä artikkeleita. Sopivat artikkelit valikoin abstraktitekstien perusteella tai tarkemman artikkelin lukemisen jälkeen. Taulukossa 1 on esitelty tärkeimpien hakusanojeni perusteella löytyneiden ja niistä valittujen julkaisujen määrä.

TAULUKKO 1. Aineiston hakua ja artikkelien valintaa selventävä taulukko (haku suoritettu 2/2019).

Tietokanta	PubMed	Web of Science
Hakusana	<i>Silver diamine fluoride</i>	<i>Silver diamine fluoride</i>
Osumia	210	201
Hakusana	<i>Root caries</i>	<i>Root caries</i>
Osumia	3492	2431
Hakusana	<i>Silver diamine fluoride and root caries</i>	<i>Silver diamine fluoride and root caries</i>
Osumia	31	39
Lopulta näistä valikoitui (artikkeleista 12 samoja)	17	16



## 4. Juurikaries

### 4.1 Etiologia

Hampaan kovakudosrakenne muodostuu kiilteestä, dentiinistä ja sementistä. Kiille on erityisen kovaa materiaalia ja normaalisti peittää kokonaan dentiinin hampaan kruunun alueella. Sementti on luumatriksin kaltainen aines, joka muodostuu mineraaleista ja kollageenista, joka peittää dentiiniä juuren alueella (7). Dentiinin ja sementin mineraalipitoisuus on pienempi kuin kiilteen. Noin 30% dentiinistä ja sementistä koostuu orgaanisesta aineksesta, pääasiassa kollageenista. Kiille koostuu lähes kokonaan epäorgaanisesta hydroksiapatiitista  $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$  ja vain vähäisesti orgaanisista ainesosista. Näiden biokemiallisten erojen vuoksi juurikariesvaurion ja hampaan kruunun alueelle muodostuneen kariesvaurion kehittyminen eroavat toisistaan (8).

Hammaskaries kehittyy, kun suun mikrobiologinen biofilmi hampaan pinnalla tuottaa happoja ravintona käyttämiensä hiilihydraattien metabolisena sivutuotteena. Kariuksen muodostumiseen vaikuttavat myös yksilön syljen laatu sekä perinnölliset tekijät (7). Dynaaminen kariuksen muodostumisprosessi käsittää vaihtelevat jaksot hampaan kudusrakenteiden demineralisaation ja remineralisaation välillä. Jos demineralisaatiota on remineralisaatiota enemmän, johtaa se hampaan karioitumisprosessiin. Demineralisaatioon ja remineralisaatioon vaikuttavat sekä kariekselta suojaavat että patologiset tekijät. Hampaan pinnalle muodostuu syljen vaikutuksesta sylkipellikkeliokerros. Tämä koostuu eri proteiineista ja glykoproteiineista, jotka helpottavat suuontelon mikrobiomiston kiinnittymistä hampaan pinnalle. Tällöin puhutaan hampaan biofilmistä (ts. hammasplakki). Biofilmi on suojattu mikroympäristö, joka sulkee hampaan kovakudusrakenteen syljeltä ja sen huuhtelevalta vaikutukselta (7).

Juurikariesvauriot leviävät tyypillisesti hampaan kiillesementtirajaa myöden ja vaurion edetessä juurikariesvaurio voi kiertyä koko hampaan ympäri. Juurikariesvaurio voi edetä myös hampaan kruunun dentiinikariesvaurion tavoin kohti hampaan ydintä. Juurikariesvauriot useimmiten sijaitsevat hampaan paljastuneella juurenpinnalla, mutta juurikariesvauriot voivat ulottua ikenen alle noin 10–20 % juurikariesvauriotapauksissa (9). Aktiivinen juurikariesvaurio on usein plakin peittämä, ruskehtava ja pehmeän sekä karhean tuntuinen ientaskumittarilla tunnusteltaessa.

Inaktiivinen juurikariesvaurio sitä vastoin on tyypillisesti väritykseltään tumma tai musta ja sen pinta tuntuu kovalta (10).

KUVA 1. Kuvassa oikeanpuoleisessa hampaassa inaktiivinen juurikariesleesio, vasemmanpuoleisessa hampaassa aktiivinen juurikariesleesio.



Lähde: Rodrigues ym. (2011). Prevention of crown and root caries in adults. *Periodontology* 2000 s. 234

Tavallisesti sementin ja juuren pinnan peittää ienkudos. Ikääntymisen ja parodontiitin vuoksi ienkudos voi vetäytyä ja hampaan juuren pinta voi paljastua. Juuren paljastuttua, se on alttiina paitsi biofilmin vaikutuksille, myös fysikaalisille vaurioille. Pehmeämpi dentini on esimerkiksi väärän hammasharjaustekniikan aiheuttamille abraasiovaurioille alttiimpi. Hampaan abraasiovaurio tarkoittaa mekaanisen rasituksen aiheuttamaa hampaan kovakudoksen kulumista. Vaikka sementtikerros peittää hampaan juuren, se usein vaurioituu tai häviää juurenpinnan parodontologisen instrumentoinnin yhteydessä. Tämän takia kliinisesti paljastunut hampaan juuri usein muodostuu pelkästään dentiinistä (8).

## 4.2 Esiintyvyys ja yleisyys

Juurikarieksen esiintyvyys maailmanlaajuisesti on korkea. Juurikarieksen maailmanlaajuisen esiintyvyyden ja yleisyyden mittaamista hankaloittavat suuri määrä keskenään heterogeenisiä tutkimuksia tältä alueelta. Tutkimusten diagnostiset kriteerit juurikariekselle ja erilaisten indeksien käyttäminen sekä menetettyjen hampaiden määrän vaikutus dataan vaikeuttavat juurikarieksen esiintyvyyden ja yleisyyden mittaamista. Tutkimustiedon perusteella juurikarieksen yleisyyden vaihteluväli on laaja (25-100%) ja juurikariesindeksin (RCI) keskiarvon vaihteluväli 9,7–38,7. Myös vuosittaisen esiintyvyyden vaihteluväli maailmanlaajuisesti on laaja, 10,1–40,6%. Lisätutkimuksia kaivataan tältä osa-alueelta, mutta suurin osa tutkimuksista osoittavat juurikarieksen olevan merkittävä ongelma vanhuksilla (11).

Ikääntyneitä ihmisiä on Suomessa enemmän kuin koskaan aikaisemmin, 18 % väestöstä on yli 65-vuotiaita. Eläkeikäisten osuuden ennustetaan nousevan Suomessa 27 %:iin, eniten kasvaa yli 85-vuotiaiden ikäryhmä, kun suuret ikäluokat ikääntyvät. Samalla vanhusten hampaattomuus on vähentynyt, mikä tarkoittaa hampaiston sairauksien lisääntymistä. Vanhemmilla ihmisillä on enemmän yleissairauksia sekä niihin käytettäviä lääkkeitä ja ne lisäävät juurikarieksen yleisyyttä vanhuksilla (12).

Suomessa joka kolmannella yli 75-vuotiaalla naisella ja puolella miehistä esiintyy hoidettavia kariesvaurioita. Vanhusten hampaiden karioitumisen arvellaan olevan nopeampaa kuin lapsilla ja nuorilla. Laitoksessa asuville vanhuksille syntyy kaksi kertaa enemmän kariesvaurioita kuin kotonaan asuville vanhuksille, dementian vielä kaksinkertaistaen tämän karieksen korkean esiintyvyyden (12).

TAULUKKO 2. Suomalaisten yli 65-vuotiaiden hampaiden lukumäärän lisääntyminen ja arvio tilanteesta vuonna 2030 (12).

Vuosi	Yli 65-vuotiaiden määrä	Hampaita keskimäärin	Hampaita suussa
1960	200 000	1,0	200 000
1980	577 400	4,5	2 598 300
2000	787 400	9,0	7 086 600
2030 (arvio)	1 500 000	22	33 000 000

TAULUKKO 3. Eri tutkimuksissa raportoidut juurikarieksen esiintyvyydet (er = ei raportoitu) (11).

Tutkimus	Tutkittavien ikä	Tutkittavia (n)	Juurikarieksen esiintyvyys, %	Ka. RDFS	Ka. RCI
Banting ym. 1980	67,9 v (ka)	59	83	er	er
Beck ym. 1985	65+ v	520	63	er	er
Locker ym. 1989	50+ v	138	57	2.6	10.2
Luan ym. 1989	20–80 v	544	66	er	er
Fejerskov ym. 1991	60–80 v	90	100	7.4	er
Papas ym. 1992	40+ v	180	er	5.6	er
Slade, Spencer 1997	60+ v	853	er	3.1	11.9
Närhi ym. 1997	79,3 v (ka)	196	37	5.2	er
Splieth ym. 2004	20–79 v	982	53	8.6	10.3
Kularatne ja Ekanayake 2007	60+ v	600	90	3.8	25.0
Islas-Granillo ym. 2012	60+ v	85	96	er	37.7
Ellefsen ym. 2012	iäkkäitä, joilla Alzheimer	61	75	10.3	er
Mamai-Homata ym. 2012	65+ v	749	38	2.7	9.7
Chi ym. 2013	45+ v	368	25	er	er
Silva ym. 2013	83 v (ka)	243	77	6.5	38.7
Christensen ym. 2015	21–89 v	1 063 (65+ v)	45	er	er

RDFS = juurenpinnan kariesvauriot sekä täytteet pinnoittain (decayed and filled surfaces in the root)

RCI = juurikariesindeksi (root caries index), kertoo juurikariesvaurioisten tai paikattujen hampaiden suhteen hampaisiin, joissa ei ole juurikariesvaurioita tai täytettä.

## 4.3 Hoitolinjat

### 4.3.1 Juurikarieksen noninvasiivinen hoito

Kuten koronaalisen hammaskarieksen, myös juurikarieksen ennaltaehkäisyyn ja hallintaan kuuluvat hyvä suuhygienia, fluorin käyttö, säännöllinen ateriarytmi, fermentoituvien hiilihydraattien tiheään käytön välttäminen ja veden nauttiminen janojuomana (1).

Noninvasiivisella hoidolla pyritään olla kajoamatta hammaskudokseen ja näin säilyttämään hampaan pintarakenne ja palauttamaan mineraalitasapaino. Hampaiden harjaaminen kahdesti päivässä fluorihammastahnalla on oleellista karieksen hallinnan kannalta. Hammaslääkärin vastaanotolla ammattimaisesti käytettäviä noninvasiivisen hoidon menetelmiä ovat muun muassa fluori- ja klooriheksidiinilakkakäsittelyt. Tutkimusnäyttö fluorin tehosta karieksen ennaltaehkäisyssä ja pysäytys-hoidossa on nykytietämyksen mukaan kiistatonta (13).

Noninvasiivinen hoito voidaan jakaa kolmeen osaan. Ensin potilaan omahoidon ja ruokailutottumusten tulee kohentua ja muuttua karieksen hallinnan kannalta suotuisammaksi. Toiseksi karieslesion tulee olla puhdistettavissa. Kavitoitunutta karieslesiota voidaan muokata hiomalla paremmin puhdistettavaksi. Lisäksi karieksen pysäytys- ja ehkäisyhoidon tueksi voidaan ottaa käyttöön fluorilakkakäsittelyt vastaanotolla tai erilaiset fluorilisät kotona käytettäviksi omahoidon tukena (14).

Juurikarieksen noninvasiivisen hoidon etuina ovat paikkauskierteen välttäminen sekä kariesvaurioiden syytekijöiden selvittäminen ja näiden tekijöiden eliminoiminen tai vähentäminen. Samalla se lisää ihmisten tietoisuutta ja panostamista oman suun terveyteen. Seurantatutkimuksissa on todettu, että kavitoituneen juurikariesvaurion pysäytys-hoito onnistuu harjaamalla hampaat kahdesti vuorokaudessa fluorihammastahnaa käyttäen yhdistettynä fluorilakkakäsittelyihin vastaanotolla, vaikka juuren pinnan dentini olisi merkittävästi demineralisoitunut (14).

Mutans-streptokokit ja muut kariogeeniset suun mikro-organismit eivät pysty metaboloimaan sokerialkoholeja. Sokerialkoholien, kuten ksylitolin on osoitettu aiheuttavan suun mikrobiflooran kehittymisen kariksen kannalta suotuisampaan suuntaan. Sekä ksylitoli- että sorbitolipurukumien ja -pastillien tehoa on tutkittu juurikarieksen ehkäisemiseksi. Vuonna 1995 Yhdysvalloissa suoritetussa tutkimuksessa ksylitoliryhmällä (n ≈ 40) sekä sorbitoliryhmällä (n ≈ 40) havaittiin huomattavasti vähemmän juurikariesvaurioita, jotka sijaitsivat kokonaan marginaalisen ikenen yläpuolella, kuin kontrolliryhmällä (n ≈ 100) 6–30 kuukauden seuranta-ajan aikana. Tutkittavat käyttivät ksylitolia sekä sorbitolia viidesti vuorokaudessa aterioiden sekä välipalojen jälkeen keskimäärin 10,7 g. Tutkittavat olivat hoitolaitoksessa asuvia vanhuksia, joiden ikä- tai sukupuolijakaumaa ei selvinnyt tutkimusartikkelissa (10).

#### 4.3.2 Juurikarieksen korjaava hoito

Mikäli juurikarieslesio on syvä tai hankalasti puhdistettavissa, tulee korjaava kariologinen hoito juurikariesvaurion korjaamiseksi kyseeseen. Korjaavan kariologisen hoidon haasteina juurikariesvaurioiden hoidossa ovat muovipohjaisten hammastäytteiden huonompi sidostuvuus dentiniin sekä ikenen alle ulottuvan kariesvaurion kosteuden hallinta paikkaustoimenpiteen aikana (13).

Juurikarieksen korjaavan hoidon materiaaleina käyttökelpoisimpia ovat valo- ja kemialliskovetteiset lasi-ionomeerit sekä yhdistelmämuovit. Lasi-ionomeerin etuna juurikariestäytteenä on sen kemiallinen sidostuvuus dentiniin ja erityisesti kemialliskovetteisen lasi-ionomeerin kyky vapauttaa fluoria. Yhdistelmämuovitäytteiden sidostuvuus pelkän dentiniin on huonompi kuin kiillesidoksessa saatava luja sidos. Tämä altistaa mikrovuodoille ja sekundaarikariekselle. Lisäksi kosteuden hallinta on yhdistelmämuovitäytteitä valmistettaessa ensi arvoisen tärkeää. Myös sidostuksen vuoksi teknisiä vaiheita on enemmän muovipohjaisia täytteitä tehtäessä ja näin ollen virheiden mahdollisuus kasvaa täytettä tehtäessä (13).

ART-tekniikka (atraumatic restorative treatment) on korjaavan hoidon menetelmä, jossa karioitunut hammaskudos poistetaan ainoastaan käsi-instrumentteja käyttämällä ja paikkamateriaalina

käytetään kemialliskovetteista lasi-ionomeeria. ART-tekniikka on saanut alkunsa, kun kehittyvissä maissa ei usein puutteellisen infrastruktuurin myötä pyöriä instrumentteja voida käyttää (2).

Eräessä kontrolloidussa tutkimuksessa tarkoituksena oli selvittää ART-tekniikalla tehtyjen täytteiden kestoa verrattuna tavanomaisella tekniikalla tehtyihin täytteisiin hoitokodeissa asuvien ikäihmisten juurikarieksen hoidossa. Tutkimuksessa oli mukana 103 henkilöä, jotka olivat yli 60-vuotiaita ja asuivat 21 eri hoitolaitoksessa, pystyivät huolehtimaan omasta suun terveydestään ja joilla oli todettu vähintään 1 juurikariesvaurio. Tutkittavat satunnaistettiin koe- ja kontrolliryhmään. Koeryhmässä eli ART-ryhmässä (n = 78) sekä karioitunut hammaskudos preparoitiin että kaviteetti muotoiltiin käsi-instrumentein ja paikattiin kemiallisesti kovettuvalla lasi-ionomeerilla. Kontrolliryhmässä (n = 84) karioitunut kudos poistettiin tavanomaisesti poralla ja paikattiin valokovetteisella lasi-ionomeerilla. Jos suussa oli useammassa kuin yhdessä hampaassa juurikariesvaurio, satunnaistettiin hampaat koe- ja kontrolliryhmiin. Kliinisessä tutkimuksessa 12 kuukauden kuluttua arvioitiin korjaamisen tai uusimisen tarve yhden tutkijan suorittamana, jolla ei ollut osuutta hoitoon ja joka oli sokkoutettu käytetyn menetelmän ja materiaalin suhteen. Ensisijaisena tulosmuuttujana oli paikan selviytyminen, arviointikriteerinä sauman eheys ja enintään 0,5 mm rako täytteen saumassa. ART- (n=59) ja kontrolliryhmän (n = 63) onnistumisprosentit 12 kuukauden seurannan jälkeen olivat 86,4 (77,9-95,1) ja 92,1 (85,4-98,8) (p = 0,385). Täytteiden selviytymisasteet olivat molemmissa ryhmissä korkeat ja samantyyppiset, joskin tutkittavien hampaiden kato oli merkittävä ja seuranta-aika lyhyt. Tutkimuksessa satunnaistaminen koski sekä materiaalia että menetelmää (15).

## 5. Hopea-diamiinifluoridin ominaisuudet ja vaikutusmekanismi

Hopea-diamiinifluoridia (SDF, silver diamine fluoride) käytetään kariksen ehkäisy- ja pysäytys-hoidossa. Kirjallisuudessa käytettäviä muita englanninkielisiä termejä hopea-diamiinifluoridista ovat: diammine silver fluoride, silver diammine fluoride, diamine silver fluoride, silver fluoride tai silver ammonium fluoride. SDF hyväksyttiin ensimmäisenä Japanissa 1960-luvulla hammaslääkinnälliseen käyttöön. Se on ollut käytössä myös Argentiinassa, Australiassa, Brasiliassa ja Kiinassa useamman vuoden ajan kariksen hoidossa. Vuonna 2014 Yhdysvaltain elintarvike- ja lääkevirasto (FDA tai USFDA) myönsi käyttöluvan ensimmäiselle hopea-diamiinifluoridituotteelle Yhdysvalloissa. Vuodesta 1969 lähtien SDF on ollut käytössä mm. maitohammaskariksen pysäytys-hoidossa, puhkeavien poskihampaiden fissuurakariksen ehkäisyssä sekä juurikariksen hoidossa (16). SDF:a on käytetty myös hampaan hypersensitiiviyden hoitoon sekä infektoituneiden hampaiden juurikanavien sterilointiin (16).

SDF on väritön ja alkalinen liuos, joka muodostuu hopean ja fluorin muodostamasta kompleksista amiinin kanssa. Hopea-diamiini-ioni muodostuu kahdesta amiinimolekyylistä yhteen kytkettynä hopeaionin kanssa. SDF ei ole pelkästään yksinkertainen hopea-, fluori- ja amiini-ioneista muodostunut suola. Se on pikemminkin koordinoitu raskasmetallihalidikompleksi, (mixed heavy-metal halide coordination complex). Hopeayhdisteillä on pitkä historia antimikrobisena yhdisteenä niin yleislääketieteessä kuin hammaslääketieteessä (16).

SDF muodostaa suojaavan hopea-proteiini konjugaattikerroksen karioituneen hampaan pinnalle, joka suojaa happojen liuottavalta sekä entsyymien hajottavalta vaikutukselta (17). Paljastuneen orgaanisen soluväliaineen pinnalle muodostuu hydroksidi- ja fluoriapatiittia hopeakloridin ja hopean myötä (18). Karioituneen hammaskudoksen kovuus ja mineraalitiheys kasvavat sekä kariesleesion syvyys madaltuu (18). Erityisesti hopea-diamiinifluoridi estää proteaaseja, jotka hajottavat paljastuneen dentiinin orgaanista soluväliainetta: matriksin metalloproteinaaseja (MMP) (17), katepsiineja (19) ja bakteerien kollageenaaseja (18). Hopeaionit vaikuttavat suoraan bakteereihin hajottamalla niiden solukalvoa, denaturoimalla proteiineja ja estämällä DNA:n replikaatiota. Ioninen hopea tekee lähes jokaisen makromolekyylin toimintakyvyttömäksi. SDF:n on havaittu olevan tehokkain kariesbakteereja tappava aine dentiinikanavissa (20).



Hopeaioneiden antimikrobinen vaikutus mikro-organismeihin biofilmissä on heikompi kuin yksittäisiin bakteerisoluihin, sillä biofilmin soluväliaine toimii ehkä fyysisenä esteenä hopeaioneille (21). Tästä huolimatta on osoitettu 38 % hopea-diamiinifluoridiliuksella olevan suuri ehkäisevä vaikutus uuden biofilmin muodostumiselle.

Hopean antibakteerisen vaikutuksen lisäksi on mahdollista, että hopea pystyy sulautumaan hydroksiapatiitin kristarakenteeseen ja tuottamaan hopeaa sisältävää hydroksiapatiittia. Tämän hopeaa sisältävän hydroksiapatiitin on osoitettu vähentävän bakteerien tarttumista hampaan pinnalle sekä minimoivan kudostoksisuutta (21).

Hopea-diamiinifluoridilla on osoitettu olevan antimikrobiaalista tehoa hampaan dentiinin pinnalle muodostuneita kariogeenisiä *Streptococcus mutans* (22), *Lactobacillus rhamnosus* (23) ja *Actinomyces naeslundii* -biofilmejä vastaan samalla hidastaen dentiinin liukenemistä (24).

Hopea-diamiinifluoridia on saatavilla eri pitoisuuksina. Yleisimmät SDF:n pitoisuudet ovat 12 %, 30 % ja 38 %. Tutkimusten mukaan 12 % SDF ei ole yhtä tehokas kuin 38 %-liuos kariksen pysäyttämiseksi lapsilla (21).

*In vitro* -tutkimuksen mukaan 38 % SDF-liuos vähentäisi bakteerien tuottamien happojen aiheuttamaa hampaan mineraalien liukenemistä ja kollageenien paljastumista. Samassa tutkimuksessa 38 % SDF-liuos vähensi tehokkaammin dentiinin liukenemistä ja kollageenin hajoamista kuin 10 % natriumfluoridi- (NaF) ja 42 % hopeanitraattiyhdisteet, joilla on vastaavat fluori- ja hopeapitoisuudet (18). SDF:n on osoitettu myös hillitsevän monikirjoisen kariogeenisen biofilmin muodostumista uudelleen kariesvaurioiselle dentiinille (25).

## 6. Hopea-diamiinifluoridi

### 6.1 Hopea-diamiinifluoridi juurikarieksen ehkäisyssä

Katsausartikkelin mukaan SDF levitettyä ainoastaan hampaan kariesvaurioihin estää uusien kariesvaurioiden syntymistä (20).

Satunnaistetussa rinnakkaistutkimuksessa tutkittiin vanhusten uusien juurikariesleesioiden syntyä. Tutkimukseen osallistui alun perin 306 hoitolaitoksessa asuvaa vanhusta, joilla jokaisella oli vähintään 5 hampaassa juurenpinta paljastuneena ilman kariesta. Tutkittavilla ei ollut henkeäuhkaavia sairauksia, eivätkä he olleet heikkokuntoisia. He pystyivät itse suorittamaan suun omahoidon. Tutkittavat jaettiin neljään eri ryhmään satunnaisesti. Ensimmäinen ryhmä sai ainoastaan omahoidon ohjeistusta. Omahoidon ohjeistuksen lisäksi toisen ryhmän hampaisto käsiteltiin 1 % klooriheksidiinilakalla kolmen kuukauden välein. Kolmannelle ryhmälle tehtiin omahoidon ohjeistuksen lisäksi hampaistolle 5 % natriumfluoridilakkakäsittely kolmen kuukauden välein. Neljännelle ryhmälle tehtiin omahoidon ohjeistuksen lisäksi vuosittain hampaiston hopea-diamiinifluoridikäsittely. Lopulta kahta kolmasosaa tutkittavista (203/306) seurattiin kolmen vuoden ajan. Uusien juurikariesleesioiden esiintymisen keskiarvo ryhmittäin vastaavassa järjestyksessä oli 2.5, 1.1, 0.9 ja 0.7. Tutkimuksessa ei huomioitu sairauksien, lääkitysten tai kserostomian vaikutuksia tuloksiin, koska tutkittavat jaettiin satunnaisesti neljään eri ryhmään. Seurannan aikana eri hammaslääkäri suoritti tutkimukset ensin ja toinen hammaslääkäri suoritti hampaiden sivelemisen tutkimuksessa käytetyillä ainesosilla. Klooriheksidiini- ja fluorilakka sekä hopea-diamiinifluoridiliuos olivat tutkimuksen mukaan kaikki lähestulkoon yhtä tehokkaita estämään omahoidon ohjeistuksen rinnalla uusia juurikariesleesioita syntymästä. SDF:n etuna klooriheksidiiniin ja fluoriin verrattuna pidettiin sen harvempaa käsittelyn tarvetta (kerran vuodessa tässä tutkimuksessa) verrattuna klooriheksidiini- ja fluorilakkaan, jotka vaativat 3 kuukauden välein tehtävän käsittelyn (4). Tutkittavien seuranta-aika oli kolme vuotta, jota voidaan pitää jo hyvänä seuranta-aikana.

Yhdessä *In vitro*-tutkimuksessa vertailtiin natriumfluoridia (NaF), klooriheksidiinia (CHX) ja hopea-diamiinifluoridia (SDF) sisältävien lakkojen (V) ja huuhteiden (R) vaikutusta kariksen muodostumisen ehkäisyyn keinotekoisella kariksen biofilmimallilla. Tutkimuksessa käytettiin 140 nautaeläimen juuridenttiininäytettä. Näytteet jaettiin seitsemään eri tutkittavaan ryhmään (n = 20

per ryhmä), joista lakkoja (V) olivat: 38 % SDF (SDFV), 35 % CHX-lakka (CHXV), 22 600 ppm NaF-lakka (NaFR) ja plasebo-lakka (PV). Kahta eri suuvettä käytettiin: 500 ppm NaF-liuos (NaFR) ja 0,1 % klooriheksidiiniliuos (CHXR). Yksi ryhmistä toimi kontrollina. Näytteille levitettiin päivittäin *Lactobacillus rhamnosus* -bakteeria. Ravinnoksi biofilmille annettiin 2% sakkaroosiliuosta 8 kertaa vuorokaudessa, jonka jälkeen näytteiden pintaan applikoitiin 10 minuutin ajaksi keinotekoisia sylkeä. Tutkittavia aineita levitettiin näytteille kerran päivässä bakteerien lisäämisen yhteydessä. Mineraalikato mitattiin 12 vuorokauden kuluttua. Mikään muu aine ei merkittävästi estänyt mineraalikatoa kuin NaFR (26). Toisaalta, tässä tutkimuksessa käytettiin vain yhtä bakteerikantaa ja näytteinä toimivat naudan hampaat. Klooriheksidiinisuuvesien käytöstä ei kirjallisuuskatsauksen mukaan ole hyötyä juurikarieksen pysäytyshoidossa (27).

Saksassa tehdyssä simulointitutkimuksessa tutkittiin erään tilastointimallin mukaisesti juurikarieksen ehkäisevän hoidon menetelmien kustannustehokkuutta 10 vuoden ajalta. Neljää eri hoitomuotoa vertailtiin tehokkuuden sekä kustannusten osalta. Nämä neljä eri hoitomuotoa olivat; ei juurikarieksen ehkäisevää hoitoa, päivittäinen 225–800 ppm fluorisuuhteiden käyttö, klooriheksidiinilakkaus kahdesti vuodessa sekä hopea-diamiini-fluoridikäsittely kahdesti vuodessa ammattilaisen toimesta. Potilaskanta koottiin 65-74 ikäisten saksalaisvanhusten epidemiologisesta tutkimuksesta saadusta datasta (Fourth German Oral Health Study, DMS IV). Tuloksissa hopea-diamiini-fluoridi oli tehokkain menetelmä ja samalla kustannustehokkain juurikarieksen ehkäisyhoidossa suuren riskin potilailla (28).

## 6.2 Hopea-diamiini-fluoridi juurikarieksen pysäytyshoidossa

Ikääntyvillä ihmisillä on yhä enemmän omia hampaita ja täten enemmän hammastäytteitä suussaan. Paikkaushoito ei vähennä potilaan kariesriskiä tulevaisuudessa. Jatkuva paikkaushoito heikentää hammasta ja lisää hampaan halkeamisriskiä (29).

Monet katsaustyypiset artikkelit ovat todenneet hopea-diamiini-fluoridin olevan etenkin juurikarieksen pysäytyshoidossa varteenotettava vaihtoehto. Sen todetaan olevan helppokäyttöinen, halpa, turvallinen ja muihin karieksen pysäyttämiseen tarkoitettuihin aineisiin verrattuna vähemmän applikointikertoja vaativa aine (29, 30, 31, 32).

Hong Kongissa tehdyssä satunnaistetussa vertailututkimuksessa tutkittiin SDF:n ja suun terveysopetuksen vaikutusta juurikarieksen ehkäisyssä ja pysäyttämisessä omillaan asuvien vanhusten keskuudessa. Tutkittavat oli vähintään 60-vuotiaita ja heitä oli 266. Tutkittavat pystyivät suoriutumaan itsenäisesti päivittäisestä suun omahoidosta, heillä oli vähintään viidessä hampaassa paljastunut juurenpinta eikä heillä ollut henkeä uhkaavia sairauksia. Tutkittavat jaettiin kolmeen tutkimusryhmään. Tässä tutkimuksessa suun omahoidon ohjeistus käsitti oikeanlaisen hampaiden harjaustekniikan ohjeistuksen tavallisella hammasharjalla ja potilaita pyydettiin harjaamaan hampaansa fluorihammastahnaa käyttäen kahdesti vuorokaudessa ryhmästä riippumatta. Lisäksi suun omahoidon ohjeistus räätälöitiin yksilön tarpeiden mukaisesti. Tutkimuksessa yhdelle ryhmälle annettiin omahoidon ohjausta 6 kuukauden välein, jossa tavoitteena oli muun muassa puuttua yksilön naposteluun, hampaiden harjaustekniikkaan sekä muihin hampaan puhdistusvälineisiin tarkemmalla opastuksella.

Ensimmäisessä ryhmässä (kontrolliryhmä) tutkittavia oli 84 ja heille annettiin suun omahoidon ohjeistusta sekä SDF:n sijaan plasebona kariesvaurioihin vesikäsitteilyt. Toisessa ryhmässä tutkittavia oli 98 ja heille omahoidon ohjeistuksen lisäksi tehtiin hopea-diamiinifluoridikäsittelyt hampaisiin, joissa oli juurikariesvaurioita. Kolmannelle ryhmälle omahoidon ohjeistuksen ja SDF-käsittelyjen lisäksi annettiin omahoidon ohjausta ja heitä oli 84. Plasebo- ja SDF-käsittelyt tehtiin tutkimuksen alussa sekä seurantakäynneillä 12 kuukauden ja 24 kuukauden kuluttua (33).

Kahden vuoden seuranta-ajan jälkeen tutkimuksessa oli mukana 227 ikäihmistä. Kontrolliryhmällä oli yli kolmannes enemmän uusia juurikariesvaurioita kuin 38 % SDF-käsittelyn saaneilla ryhmillä (ryhmät 2 ja 3). Lisäksi kontrolliryhmäläisillä oli melkein kaksi kertaa enemmän uusia juurikarieslesioita kuin SDF:n ja omahoidon ohjeistusta saaneilla (33). Tämän sekä kahden muun vanhuksilla tehdyn laadukkaan kaksoissokkotutkimuksen keskeisimmät tiedot sekä tulokset taulukoissa 4.1 (s. 21) ja 4.2 (s. 22). Näiden tutkimusten (Tan ym. 2010, Zhang ym. 2013 ja Li ym. 2016) perusteella SDF on tehokas juurikariesvaurioiden pysäytyshoidossa (34) ja etenkin omahoidon ohjaukseen (33) yhdistettynä ja se on tehokas estämään uusien juurikariesvaurioiden syntymistä (4).

Hopea-diamiinifluoridin on todettu olevan edullisempi vaihtoehto karieksen pysäytyshoidossa kuin natriumfluoridilakat ja molempien olevan huomattavasti kustannustehokkaampia hoitokeinoja kuin tavanomainen korjaava kariologinen hoito (35).

TAULUKKO 4.1. Kolme eri kaksoissokkotutkimusta viimeisimmän kymmenen vuoden ajalta, joissa on tutkittu SDF:a juurikariesvaurioiden ehkäisy- ja pysäytys-hoidossa.

TUTKIMUS	SEURANTA-AIKA	TUTKITTAVIEN LUKUMÄÄRÄ ALUSSA JA TUTKIMUKSEN LOPUSSA	TUTKITTAVIEN KESKI-ikä (VAIHTELUVÄLI) JA KARIOITUNEIDEN TAI PAIKATTUJEN JUURENPINTOJEN LUKUMÄÄRÄ ALUSSA (DFRS)	TUTKITTAVAT RYHMÄT	VERROKKIRYHMÄ
<b>Tan ym. (2010)</b>	36 kk	n = 306 n <sub>lopussa</sub> = 203	78,8 v (6,2) DFRS = 2,1	OHI ja 38 % SDF applikointi 12 kk välein tai OHI ja CHX-lakkaus 3 kk välein tai OHI ja fluorilakkaus 3 kk välein kaikille paljastuneille juurenpinnoille	OHI ja vesi-plasebon applikointi kaikille paljastuneille juurenpinnoille 12 kk välein
<b>Zhang ym. (2013)</b>	24 kk	n = 266 n <sub>lopussa</sub> = 227	72,5 v (5,7) DFRS = 1,9	OHI ja 38 % SDF applikointi 12 kk välein tai OHI ja 38 % SDF applikointi 12 kk välein sekä OHE 6kk välein kaikille paljastuneille juurenpinnoille	OHI ja vesi-plasebon applikointi kaikille paljastuneille juurenpinnoille 12 kk välein
<b>Li ym. (2016)</b>	30 kk	n = 83 n <sub>lopussa</sub> = 67	72,1 v (6,3) DFRS = 1,1	OHI ja 38 % SDF applikointi tai OHI ja 38 % SDF applikointi ja KI applikointi 12 kk välein kaikille paljastuneille juurenpinnoille	OHI ja vesi-plasebon applikointi kaikille paljastuneille juurenpinnoille 12 kk välein

OHI = omahoidon ohjeistus, OHE = omahoidon ohjaus

TAULUKKO 4.2. Edellisessä taulukossa (Taulukko 4.1) esitettyjen tutkimusten tavoitteet sekä esitetyt tulokset

TUTKIMUS	TUTKIMUKSEN TAVOITE	TULOKSET
Tan ym. (2010)	Arvioida SDF:n ja kolmen muun aineen (klooriheksidiini, fluori, vesi) vuosittaisen applikoinnin tehokkuutta estää uusien juurikariesvaurioiden syntyä.	SDF oli tehokkain juurikarieksen ehkäisyhoidossa (71%). SDF:lla oli huomattavasti alhaisempi juurikariesvaurioiden esiintyvyys ( $p < 0.01$ ) kuin kontrolliryhmällä.
Zhang ym. (2013)	Tutkia SDF:n ja suun terveystottumusneuvonnan tehokkuutta juurikarieksen pysäytys- ja ehkäisyhoidossa.	Uusien juurikariesvaurioiden ja pysäytettyjen juurikariesvaurioiden keskiarvo ryhmittäin:  OHI + plasebo 1,33/0,04 OHI + SDF 1,00/0,28 OHI + SDF + OHE 0,70/0,33  OHI + SDF ryhmällä oli huomattavasti parempi teho juurikariesvaurioiden ehkäisyssä ( $p < 0.05$ ) ja pysäyttämisessä ( $p < 0.05$ ) kuin yksinään OHI:lla. Lisäksi OHE:n lisääminen tähän paransi pysäytys- ja estohoidon tehoa ( $p < 0.05$ ).
Li ym. (2016)	Tutkia SDF:n tehokkuutta juurikarieksen pysäytyshoidossa ja arvioida pysäytetyn juurikariesvaurion väriä.	Pysäytetyt juurikariesvauriot 12/24/30 kk jälkeen ryhmittäin:  OHI + plasebo 32,1 %/28,6 %/45 % OHI + SDF 61%/82,1 %/ 90% OHI + SDF + KI 75,9%/85,4%/92,5%  Pysäytyshoidon teho SDF ja SDF + KI ryhmillä oli tilastollisesti merkittävä ero plaseboryhmään ( $p < 0.001$ ) verrattuna.  Tilastollisesti merkitsevää eroa ei ollut kariesvaurion värjäytymisessä SDF ja SDF + KI ryhmien välillä ( $p > 0.05$ )

OHI = omahoidon ohjeistus, OHE = omahoidon ohjaus, KI = kaliumjodidi

### 6.3 Hopea-diamiinifluoridin käyttö vastaanotolla

Kliinisessä käytössä 38 % SDF-liuos on tehokkaampi kuin alemman pitoisuuden liuokset. Karioituneen kudoksen poistaminen ei ole tarpeellista ennen kariesleesion käsittelyä SDF:lla kariesprosessin pysäyttämisen saavuttamiseksi (36). Toisaalta kariesvaurion irtonaisimman karieskudoksen ekskavointi saattaa olla tarpeen SDF:n paremman läpäisevyyden takaamiseksi (6). Käsiteltävä alue eristetään esimerkiksi vanurullien tai syljenimulevyjen avulla, jotta minimoitaisiin SDF:n kontakti pehmytkudosten kanssa (6, 36). Huulille ja niiden ympärysiholle voidaan levittää vaseliinia estämään ihoa värjäytymästä (36). Käsiteltävä alue puhdistetaan plakista tai ruoan jäänteistä ja kuivataan ilmaa puustaamalla (6, 36). Yksi pisara ainetta annostellaan esimerkiksi kertakäyttökuppiin. Yhdellä pisaralla voi käsitellä keskimäärin viisi eri kariesvauriota (6, 36). Hopea-diamiinifluoridi levitetään kariesvaurioiselle hampaan pinnalle superlontikulla ja annetaan vaikuttaa vähintään 60 sekuntia (6). Tämän jälkeen ylimäärä poistetaan vanupallolla tai vanurullan avulla (6). Erään valmistajan (Advantage Arrest, Elevate Oral Care) SDF-valmisteiden käyttöohjeissa opastetaan lisäksi SDF:n ylimäärän poiston jälkeen antaa aineen vielä kuivua 60 sekunnin ajan. Alueen huuhtelu vedellä jälkikäteen ei ole välttämätöntä. SDF:n käyttöä tulee välttää hampaaseen, jossa on epäily pulpayhteydestä (36).

Eräessä tutkimuksessa tutkittiin SDF:n ja natriumfluoridilakan (NaF) yhteisvaikutusta demineralisoiduilla ihmisten molaareista tehdyillä dentiininäytteillä. Näytteet jaettiin SDF:lla ja NaF:lla käsiteltäviin (ryhmä 1), SDF:lla käsiteltäviin (ryhmä 2), NaF:lla käsiteltäviin (ryhmä 3) ja tislattulla vedellä käsiteltäviin (ryhmä 4) ja jokainen altistettiin *Streptococcus mutans* -biofilmille 7 vuorokauden ajan. Esivalmisteltujen näytteiden kariesleesioiden syvyys oli noin 80 µm ennen varsinaisen kokeen aloittamista ja ne desinfioidiin esivalmistelujen jälkeen. Ryhmien 1–4 leesioiden syvyydet olivat vastaavassa järjestyksessä  $170 \pm 28$  µm,  $160 \pm 32$  µm,  $353 \pm 38$  µm ja  $449 \pm 24$  µm 7 vuorokauden *S. mutans* altistuksen jälkeen. Tuloksissa todettiin, ettei NaF + SDF johtanut parempaan remineralisaatioon kuin SDF pelkästään ( $p = 0.491$ ). Lisäksi NaF vaikutti vähentävän SDF:n antibakteriaalista vaikutusta ( $p < 0.001$ ). Täten SDF-liuosta ja NaF-lakkaa ei suositella tämän tutkimuksen mukaan käytettäväksi yhdessä dentiinikariesvaurion pysäytyshoidossa (37).

KUVA 2. Hopea-diamiinifluoridin levitys hampaan juurikariesvaurion pinnalle.



Lähde: Judy Zack Bendit, Silver diamine fluoride: A dental hygienist's perspective on the latest protocol for high-risk patients, 15.8.2016, [www.dentistryiq.com/products/article/16352243/silver-diamine-fluoride-a-dental-hygienists-perspective-on-the-latest-protocol-for-highrisk-patients](http://www.dentistryiq.com/products/article/16352243/silver-diamine-fluoride-a-dental-hygienists-perspective-on-the-latest-protocol-for-highrisk-patients)

Potiaat, joilla on vaikea päästä suun terveydenhuollon vastaanotolle, voivat hyötyä SDF:n käytöstä dentiinikarieksen pysäyttämiseksi (36). Tällaisia potilaita ovat esimerkiksi laitoksessa tai hoivakodeissa asuvat monisairaant vanhuksat. Potilaita tulisi seurata pysäytushoidon aikana säännöllisesti riippuen riskitekijöistä. Ihanteelliseen seurantaan sisällytetään radiologinen tutkiminen ja karieksen hallintasuunnitelman tulisi sisältää plakkikontrollointi, ravintoneuvonta, muiden fluorivalmisteiden hyödyntäminen karieksen ehkäisyssä sekä lapsilla hampaiden pinnoittaminen. Jatkohoidoksi suuriin tai hankalasti puhdistettaviin kariesleesioihin voidaan tehdä joko lasi-ionomeeritäyte tai perinteinen korjaava kariologinen hoito (36).

## 6.5 Turvallisuus

### 6.5.1 Haittavaikutukset

Hopea-diamiinifluoridin suurimpana haittavaikutuksena voidaan pitää sen mustaksi värjäävää vaikutusta kariesvauriokohtaan. Tyypillisesti SDF värjää hampaan kariesvauriokohdan mustaksi. Tätä värjäävää vaikutusta havainnollistetaan kuvassa 3 (s. 27).

Hopea-diamiinifluoridin värjäävä vaikutus johtuu kariesvaurion pinnalle muodostuvasta hopeafosfaattikerroksesta (38). Lisäksi pinnalle voi muodostua hopeasulfidisaostumia, mikä edesauttaa värjäytymistä (39).



SDF:n värjäävää vaikutusta on tutkittu *in vitro* -tutkimuksessa, jossa käytettiin poistettuja maitohammasmolaareita. Maitohampaat jaettiin täsmääviin pareihin hampaan muodon, koon ja kariesvaurion sijainnin mukaan (n = 35). Hampaat puhdistettiin tislatusvedellä. Hampaat jaettiin tutkimuksessa neljään eri ryhmään. Ryhmän 1 hampaat käsiteltiin ainoastaan 38 % SDF-liuoksella (n = 10). Ryhmän 2 hampaat käsiteltiin 38 % SDF-liuoksen lisäksi kaliumjodidilla (n = 10). SDF- ja kaliumjodidiliuokset applikoitiin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Ryhmän 3 hampaat käsiteltiin joko 38 % (n = 5) tai 12 % (n = 5) vahvuisilla SDF-liuoksilla. Ryhmän 4 hampaat (n = 5) olivat intakteja oikomishoidon vuoksi poistettuja premolaarihampaita, jotka käsiteltiin kokonaisuudessaan 38 % SDF-liuoksella, aina purupinnalta bukkaalisesti juuren pintaa pitkin kohti juurenkärkeä. Hampaiden värjäntymistä seurattiin 7 vuorokauden ajan ja värjäntyminen arvioitiin aikajanamaisesti otetuista valokuvista kuvanmuokkausohjelman avulla vertailemalla harmaasävyjä (38).

Tutkimuksessa havaittiin värjäntymisen alkavan 2 minuutin jälkeen, olevan huomattavaa 5 minuutin jälkeen ja lisääntyvän aina 6 tuntiin asti hopea-diamiinifluoridiliuoksen asettamisen jälkeen. Huomattavaa värjäntymistä ei ollut havaittavissa kariesvaurioisessa dentiinissä tai ympäröivässä kiilteessä, kun välittömästi SDF:n applikoinnin jälkeen käytettiin kaliumjodidia. Tilastollisesti merkittävää eroa ei myöskään havaittu verratessa käsiteltyjä hampaita vielä käsittelemättömiin hampaisiin (ryhmä 2). Värjäntymisessä ei ollut huomattavaa eroa 38 % ja 12 % liuospitoisuuksien välillä (ryhmä 3). Juuren pinta ja sementti värjäytyivät tummemmiksi ja helpommin kuin kiille. Alun perin tutkimuksessa käytettiin myös hampaan pinnalla keinosylkeä, mutta keinosyljen natriumkloridin havaittiin muodostavan SDF:n kanssa hopeakloridisakkaa, joka peitti värjäntymän. Värjäntymisen oli kuitenkin tällöinkin selvästi havaittavissa (38). Värjäntymien seuranta suun ulkopuolisissa, *in vitro* olosuhteissa ja ilman sylkikontaktia todennäköisesti vaikuttavat SDF:n värjäntypotentiaaliin lisäävästi. Syljen läsnäolo suunsisäisessä ympäristössä voi mahdollisesti vähentää SDF:n kariesvauriota värjäävää vaikutusta.

Muita lieviä haittavaikutuksia ovat mahdolliset vaaleat ja hieman aristavat suun limakalvovauriot, ohimenevä metallinen tai karvas maku suussa. Pienikin määrä SDF:a aiheuttaa väliaikaisen ”tatuoinnin”, jos ainetta joutuu iholle. Vanhuksille, joilla on ohut ientyyppi, SDF voi aiheuttaa kemiallisen trauman ikenelle (40). Yhdeksässä eri satunnaistutkimuksessa raportoitiin useamman hampaan SDF:llä käsittelyn jälkeen kolmella tutkittavista 1 493:sta lapsesta tai aikuisesta esiintyneen vaalea ja hieman aristava limakalvomuutos, joka katosi 48 tunnin jälkeen ilman hoitoa (20).

Ehdottomana kontraindikaationa SDF:n käytölle on hopea-allergia. Suhteellisena kontraindikaationa pidetään merkittävää ientulehdusta tai mukosiittia, jotka häiritsevät kerrostuneen levyepiteelin muodostamaa suojaa ainetta kohtaan (20).

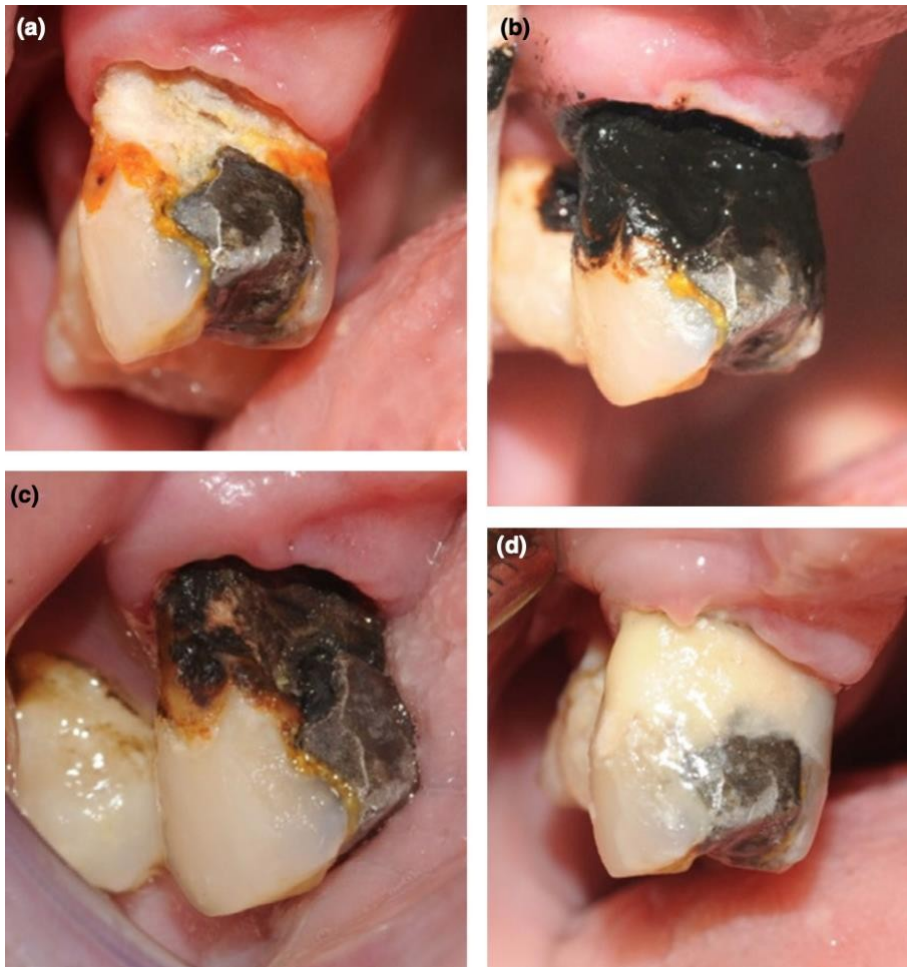
Eräissä tutkimuksissa nykyaikaisten muovipohjaisten täytteiden sidostusmenetelmien tehoon ei todettu SDF:lla olevan vaikutusta kariesvapaissa leesioissa käytettäessä joko itse-etsaavaa tai erillistä etsausta vaativaa sidosainetta (41), toisaalta tuoreemmassa tutkimuksessa havaittiin sidoslajuuden kasvavan itse-etsaavilla sekä etsattavilla sidosaineilla dentiniiniin, kun SDF huuhdeltiin minuutin jälkeen pois ennen sidostamista (42). Yhdessä tutkimuksessa huuhtelu vedellä SDF-käsittelyn jälkeen esti 50 % sidoslajuuden heikentymisen lasi-ionomeeritäytteessä (43). Toisessa tutkimuksessa on taas havaittu suurentunut dentiniinisidoslujuus lasi-ionomeeritäytteellä SDF:n levityksen jälkeen (44). SDF heikensi resiinipohjaisten kruunusementtien sidoslajuutta dentiniiniin noin kolmasosan yhdessä tutkimuksessa (45).

#### 6.5.2 Maksimiannos

Rotilla ja hiirillä tehdyissä eläinkokeissa on määritelty SDF:n letaali annos (LD50 = annos tappaa puolet koe-eläimistä) suun kautta sekä ihonalaisesti annosteltuna. Keskimääräinen SDF:n LD50 suun kautta annosteltuna oli 520 mg/kg ja ihonalaisesti annosteltuna 380 mg/kg. Ihonalainen annostelu huomioitiin pahimpana mahdollisena skenaariona. Yksi pisara SDF:a sisältää 9,5 mg hopea-diamiinifluoridia. Jos oletetaan pienimmän lapsen, jolla mahdollisesti olisi kariesta, painavan noin 10 kg, niin annos olisi tässä tapauksessa 0,95 mg/kg. 10 kg painavalla lapsella tämä tarkoittaisi yhden SDF-pisaran olevan 400-kertaa alle suhteellisen turvarajan: LD50 380 mg/kg jaettuna annoksella 0,95 mg/kg (20).

SDF:n farmakokinetiikkaa arvioivassa tutkimuksessa 6 aikuisella 4 tunnin tarkkailuajan aikana seerumin maksimipitoisuudet fluorille ja hopealle olivat 1,86  $\mu\text{mol/l}$  ja 206 nmol/l, kun keskimääräinen SDF-annos jokaisen tutkittavan 3 hampaalle oli 7,57 mg. Maksimiannokset saavutettiin fluorille 3 tunnin ja hopealle 2,5 tunnin jälkeen SDF:n levittämisestä (46).

KUVA 3. (a) Muistisairaalla vanhuksella iso ja avoin juurikariesvaurio ulottuen myös ikenen alle. (b) Kariesvaurio hopeafluoridin (AgF) ja tinafluoridin ( $\text{SnF}_2$ ) levittämisen jälkeen. (c) 5 viikon kuluttua AgF/ $\text{SnF}_2$  levittämisestä kova mattamaisen musta pinta on muodostunut kariesvaurion pinnalle sekä ympäröivä ien on tervehtynyt. (d) Kemialliskovetteinen lasi-ionomeeritäyte tehty ART-tekniikalla (40).



Kuva: Lewis ym. 2015. Improving the oral health of frail and functionally dependent elderly

Kuvassa 3 esitelty hopeafluoridin värjäävä vaikutus on samankaltainen hopea-diamiinifluoridin värjäävän vaikutuksen kanssa. Kuvia SDF:n värjäävästä vaikutuksesta löytyi lähinnä maitohampaistosta ja tässä työssä halusin havainnollistaa värjäävää vaikutusta nimenomaan pysyvien hampaiden juurikariesvaurion osalta. Samantapaista värjäymän peittämistä lasi-ionomeerilla voidaan soveltaa SDF:n kanssa (47).

## 7. Yhteenveto ja pohdinta

Hopea-diamiinifluoridi on turvallinen ja tutkimusten perusteella erityisen tehokas hoitokeino kariesvaurioiden pysäytysoidossa laajalla ikäskaalalla. SDF:n käytöstä voisivat hyötyä sellaiset potilaat, joilla on suurentunut kariesriski, vaikeus päästä suun terveydenhuollon vastaanotolle tai jos tavanomaiset hoitotoimenpiteet eivät jostain syystä onnistu, kuten esimerkiksi hoivakodeissa asuvilla muistisairailla vanhuksilla.

Hopea-diamiinifluoridin käyttö kahdesti vuodessa on tehokas keino ja ehkä jopa tehokkaampi keino kuin minimaalisesti invasiiviset hoitovaihtoehdot juurikariesvaurion pysäyttämiseksi, kuten ART-tekniikka. Hopea-diamiinifluoridikäsittely on myös huomattavasti halvempi hoitomuoto kuin tavanomainen korjaava kariologinen hoito. Kun SDF:a käytetään kariesvaurioiden pysäytyshoitoon applikoimalla sitä vauriokohtiin, sillä ehkäistään myös uusien kariesvaurioiden syntymistä. Hammastäytteet eivät estä uusien kariesvaurioiden syntymistä, vaan altistavat hampaan sekundaarikariekselle ja usein johtavat potilaan paikkauskierteeseen.

Kliininen tutkimustieto tukee SDF:n applikointia 1-2 kertaa vuodessa, kunnes hampaan kariesvaurio on pysähtynyt tai paikattu. Monissa tutkimuksissa seuranta-aika on vaihdellut 12 ja 36 kuukauden välillä. Vielä ei ole tutkimuksia, joissa olisi seurattu, mitä pysähtyneelle kariesvauriolle käy, kun hoito SDF:lla on loppunut ja pysäytysoidosta on kulunut useampi vuosi. Tältä osin lisää tutkimustietoa tarvitaan.

SDF:n haittavaikutukset ovat lähinnä esteettisiä sen kariesvaurion tummaksi värjäävän ominaisuuden myötä. Esteettistä haittaa voidaan maskeerata onnistuneen pysäytysoidon jälkeen esimerkiksi peittämällä värjäytynyt kariesvaurioinen hampaan kohta kemialliskovetteisella lasi-ionomeeritäytteellä. Muita lieviä haittavaikutuksia ovat muun muassa sen ikenelle aiheuttavat traumat, jotka paranevat itsestään ja sen tahriva vaikutus limakalvoille ja vaatteille. Kuitenkin huolellinen SDF:n levitys ja kariesvaurioisen hampaan ympäröivän pehmytkudoksen asianmukainen suojaaminen välttävät nämä seuraamukset. Haasteena SDF:n applikoinnin aikana voi olla potilaan ko-opperoinnin puute, etenkin muistisairailla vanhuksilla. SDF on kuitenkin turvallinen aine käyttää. Ainoa ehdoton kontraindikaatio sen käytölle on hopea-allergia tai mikäli potilas kieltäytyy SDF:n käytöstä.

Hopea-diamiinifluoridin käyttö kariksen ehkäisy- ja pysäytyshoidon keinona voisi mahdollisesti olla tehokasta erityisesti hoivakodeissa asuville vanhuksille tai muuten vaikeasti hoitoon pääseville Suomessa. Vanhusten määrä on koko ajan kasvava ja väkilukuennuste yli 65-vuotiaista vuonna 2030 on 1,5 miljoonaa (1 500 000). Tämän lisäksi vanhuksilla on enenevässä määrin omia hampaita suussa, jolloin hoidon tarve lisääntyy yhä entisestään. Tämä tulee tuottamaan tulevaisuudessa suun terveydenhuollolle haasteita. Hopea-diamiinifluoridia ei ole saatavilla Suomessa, vaikka se on ollut jo pitempään käytössä muun muassa Japanissa, Australiassa, Kiinassa, Brasiliassa ja Argentiinassa. Euroopan maista SDF on jo käytössä ainakin Saksassa. Lisäksi SDF on hyväksytty hammaslääkinnälliseen käyttöön Yhdysvalloissa vuonna 2014. Mahdollinen SDF:n saaminen Suomeen voisi olla hyödyllinen työkalu etenkin vanhusten juurikarieksen pysäytyshoitoon.

Aiemmin hoivakodeissa ei olla ehkä keskitytty tarpeeksi suun terveyteen, mutta nykyään asiaan kiinnitetään enemmän huomiota. Kuitenkin hoitajien resurssipula ja näin ollen työmäärän lisääntyminen sekä haasteellisesti hoidettavat potilaat hankaloittavat suuhygieniasta huolehtimista. Hopea-diamiinifluoridin käyttäminen on yksinkertaista ja sen käyttämistä lyhyellä koulutuksella voisi opettaa myös muille terveydenhuollon ammattilaisille kuin pelkästään suun terveydenhuollon ammattihenkilöstölle.

SDF:n käytöstä voisi olla myös hyötyä pelkopotilaiden kariesvaurioiden hoidossa. SDF:n käyttö ei vaadi puuduttamista eikä paikkaustoimenpiteessä käytettäviä pyöriviä instrumentteja, jotka ovat usein pelkopotilaille pelkoa eniten aiheuttavat toimenpiteet hammaslääkärin vastaanotolla. Samalla pelkopotilaan pelkoa hammaslääkärissä käyntiä kohtaan voitaisiin lieventää kivuttomilla, nopeilla ja yksinkertaisilla käynneillä.

Potilaat, joilla on paljon hoidontarvetta sekä monia aktiivisia kariesvaurioita, tarvitsevat usein monta hoitokäyntiä. Hoitokäyntien tarve voi erityisesti julkisen puolen suun terveydenhuollossa aiheuttaa ongelmia, sillä seuraavat vapaat hoitoajat voivat ulottua kuukausienkin päähän. SDF hyödyttäisi etenkin näitä potilaita, sillä aktiivisen kariesvaurion etenemisen pysäyttäminen voitaisiin aloittaa tehokkaasti jo ensikäynnin yhteydessä. Se voisi toimia myös motivoivana tekijänä parantamaan potilaan omahoitoa SDF:n värjäävän vaikutuksen myötä – kukapa nyt haluaisi mustaksi värjäytyneitä hampaita?

## 8. Lähteet

1. Karies (hallinta). Käypä hoito -suositus. Suomalaisen lääkäriseuran Suodecimin ja Suomen hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen lääkäriseura Duodecim, 2014. [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)
2. Gregory D, Hyde S. Root caries in older adults. *J Calif Dent Assoc.* 2015;43(8):439-445.
3. Hampaan paikkaushoito. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen lääkäriseura Duodecim, 2018. [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)
4. Tan HP, Lo EC, Dyson JE, Luo Y, Corbet EF. A randomized trial on root caries prevention in elders. *J Dent Res.* 2010;89(10):1086-1090.
5. Heasman PA, Ritchie M, Asuni A, Gavillet E, Simonsen JL, Nyvad B. Gingival recession and root caries in the ageing population: A critical evaluation of treatments. *Journal of Clinical Periodontology.* 2017;44(S18):S193.
6. Hu S, Meyer B, Duggal M. A silver renaissance in dentistry. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2018;19(4):221-227
7. Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, et al. Dental caries. *Nature reviews. Disease primers.* 2017;3:17030.
8. Takahashi N, Nyvad B. Ecological hypothesis of dentin and root caries. *Caries Research.* 2016;50(4):422-431.

9. Bignozzi I, Crea A, Capri D, Littarru C, Lajolo C, Tatakis DN. Root caries: A periodontal perspective. *Journal of Periodontal Research*. 2014;49(2):143-163.
10. Rodrigues JA, Lussi A, Seemann R, Neuhaus KW. Prevention of crown and root caries in adults. *Periodontology 2000*. 2011;55(1):231-249.
11. Hayes M, Burke F, Allen PF. Incidence, prevalence and global distribution of root caries. In: *Root caries: From prevalence to therapy*. Vol 26. Basel, Switzerland: S. Karger AG; 2017:1-8.
12. Siukosaari P, Nihtilä A. Oral health among the elderly. *Duodecim; laaketieteellinen aikakauskirja*. 2015;131(1):36.
13. Cai J, Palamara J, Manton D, Burrow M. Status and progress of treatment methods for root caries in the last decade: A literature review. *Australian Dental Journal*. 2018;63(1):34-54.
14. van Strijp G, van Loveren C. No removal and inactivation of carious tissue: Non-restorative cavity control. *Monogr Oral Sci*. 2018;27:124-136.
15. Lo ECM, Luo Y, Tan HP, Dyson JE, Corbet EF. ART and conventional root restorations in elders after 12 months. *Journal of Dental Research*. 2006;85(10):929-932.
16. Zhao IS, Gao SS, Hiraishi N, et al. Mechanisms of silver diamine fluoride on arresting caries: A literature review. *Int Dent J*. 2018;68(2):67-76.
17. Mei, May L. | Ito, L. | Cao, Y. | Li, Q.L. | Chu, C.H. | Lo, Edward C.M. The inhibitory effects of silver diamine fluorides on cysteine cathepsins. *Journal of Dentistry*. 2013;42(3):329-335.
18. Mei ML, Ito L, Cao Y, Li QL, Lo ECM, Chu CH. Inhibitory effect of silver diamine fluoride on dentine demineralisation and collagen degradation. *J Dent*. 2013;41(9):809-817.

19. Mei ML, Ito L, Cao Y, Li QL, Chu CH, Lo ECM. The inhibitory effects of silver diamine fluorides on cysteine cathepsins. *J Dent*. 2014;42(3):329-335.
20. Horst JA, Ellenikiotis H, Milgrom PL. UCSF protocol for caries arrest using silver diamine fluoride: Rationale, indications and consent. *Journal of the California Dental Association*. 2016;44(1):16.
21. Mei ML, Lo ECM, Chu CH. Arresting dentine caries with silver diamine fluoride: What's behind it? *J Dent Res*. 2018;97(7):751-758.
22. Ishiguro T, Mayanagi G, Azumi M, et al. Sodium fluoride and silver diamine fluoride-coated tooth surfaces inhibit bacterial acid production at the bacteria/tooth interface. *J Dent*. 2019. doi: S0300-5712(19)30006-5.
23. Gostemeyer G, Schulze F, Paris S, Schwendicke F. Arrest of root carious lesions via sodium fluoride, chlorhexidine and silver diamine fluoride in vitro. *Materials (Basel)*. 2017;11(1):10.3390/ma11010009.
24. Chu CH, Mei L, Seneviratne CJ, Lo ECM. Effects of silver diamine fluoride on dentine carious lesions induced by streptococcus mutans and actinomyces naeslundii biofilms. *International journal of paediatric dentistry*. 2012;22(1):2-10.
25. Mei ML, Li Q, Chu C, Lo E, Samaranayake LP. Antibacterial effects of silver diamine fluoride on multi-species cariogenic biofilm on caries. *Annals of clinical microbiology and antimicrobials*. 2013;12(1):4.
26. Gostemeyer G, Kohls A, Paris S, Schwendicke F. Root caries prevention via sodium fluoride, chlorhexidine and silver diamine fluoride in vitro. *Odontology*. 2018;106(3):274-281.



27. Walls A, Meurman JH. Approaches to caries prevention and therapy in the elderly. *Adv Dent Res.* 2012;24(2):36-40.
28. Schwendicke F, Gostemeyer G. Cost-effectiveness of root caries preventive treatments. *J Dent.* 2017;56:58-64.
29. McReynolds D, Duane B. Systematic review finds that silver diamine fluoride is effective for both root caries prevention and arrest in older adults. *Evid Based Dent.* 2018;19(2):46-47.
30. Subbiah GK, Gopinathan NM. Is silver diamine fluoride effective in preventing and arresting caries in elderly adults? A systematic review. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry.* 2018;8(3):191.
31. Hendre AD, Taylor GW, Chavez EM, Hyde S. A systematic review of silver diamine fluoride: Effectiveness and application in older adults. *Gerodontology.* 2017;34(4):411-419.
32. Oliveira BH, Cunha-Cruz J, Rajendra A, Niederman R. Controlling caries in exposed root surfaces with silver diamine fluoride: A systematic review with meta-analysis. *J Am Dent Assoc.* 2018;149(8):679.e1.
33. Zhang W, McGrath C, Lo EC, Li JY. Silver diamine fluoride and education to prevent and arrest root caries among community-dwelling elders. *Caries Res.* 2013;47(4):284-290.
34. Li, R. | Lo, E.C.M. | Liu, B.Y. | Wong, M.C.M. | Chu, C.H. Randomized clinical trial on arresting dental root caries through silver diammine fluoride applications in community-dwelling elders. *Journal of Dentistry.* 2016;51:15-20.

35. Sharma G, Puranik MP, K RS. Approaches to arresting dental caries: An update. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(5):11.
36. Crystal YO, Niederman R. Evidence-based dentistry update on silver diamine fluoride. *Dent Clin North Am.* 2019;63(1):45-68.
37. Yu OY, Zhao IS, Mei ML, Lo ECM, Chu CH. Caries-arresting effects of silver diamine fluoride and sodium fluoride on dentine caries lesions. *Journal of Dentistry.* 2018;78:65-71.
38. Patel J, Anthonappa RP, King NM. Evaluation of the staining potential of silver diamine fluoride: In vitro. *Int J Paediatr Dent.* 2018.
39. Duangthip D, Wong MCM, Chu CH, Lo ECM. Caries arrest by topical fluorides in preschool children: 30-month results. *Journal of Dentistry.* 2018;70:74-79.
40. Lewis A, Wallace J, Deutsch A, King P. Improving the oral health of frail and functionally dependent elderly. *Australian Dental Journal.* 2015;60(S1):95-105.
41. Quock RL, Barros JA, Yang SW, Patel SA. Effect of silver diamine fluoride on microtensile bond strength to dentin. *Operative dentistry.* 2012;37(6):610-616.
42. Lutgen P, Chan D, Sadr A. Effects of silver diammine fluoride on bond strength of adhesives to sound dentin. *Dental Materials Journal.* 2018;37(6):1003-1009.
43. Knight G, McIntyre J, Mulyani. The effect of silver fluoride and potassium iodide on the bond strength of auto cure glass ionomer cement to dentine. *Australian Dental Journal.* 2006;51(1):42

44. Yamaga M, Koide T, Hieda T. Adhesiveness of glass ionomer cement containing tannin-fluoride preparation (HY agent) to dentin--an evaluation of adding various ratios of HY agent and combination with application diammine silver fluoride. *Dental materials journal*. 1993;12(1):36.
45. Soeno K, Taira Y, Matsumura H, Atsuta M. Effect of desensitizers on bond strength of adhesive luting agents to dentin. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2001;28(12):1122-1128.
46. Elsa Vasquez, Graciela Zegarra, Edgar Chirinos, et al. Short term serum pharmacokinetics of diammine silver fluoride after oral application. *BMC oral health*. 2012;12(1):60.
47. Zhao IS, Mei ML, Burrow MF, Lo EC, Chu CH. Prevention of secondary caries using silver diamine fluoride treatment and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate modified glass-ionomer cement. *J Dent*. 2017;57:38-44.