

Johanna Borenius

SÄHKÖSAVUKKEIDEN KÄYTÖN VAIKUTUKSET PARODONTIUMIN
JA PERI-IMPLANTTIKUDOSTEN TERVEYTEEN SEKÄ HAMPAIDEN
REIKIINTYMISALTTIUTEEN

Johanna Borenius

SÄHKÖSAVUKKEIDEN KÄYTÖN VAIKUTUKSET PARODONTIUMIN
JA PERI-IMPLANTTIKUDOSTEN TERVEYTEEN SEKÄ HAMPAIDEN
REIKIINTYMISALTTIUTEEN

Turun yliopisto
Lääketieteellinen tiedekunta
Hammaslääketieteen laitos
Kariologia ja korjaava hammashoito

Ohjaaja: dos. Merja Laine
Vastuuhenkilö: prof. Arzu Tezvergil-Mutluay

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

TURUN YLIOPISTO
Lääketieteellinen tiedekunta
Hammaslääketieteen laitos

BORENIUS, JOHANNA: Sähkösavukkeiden käytön vaikutukset parodontiumin ja peri-implanttikudosten terveyteen sekä hampaiden reikiintymisalttiuteen

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 22 s., 7 liites.
Kariologia ja korjaava hammashoito
Huhtikuu 2022

Tämän syventävien opintojen kirjallisen työn aiheena on sähkösavukkeiden käytön vaikutukset suun terveyden näkökulmasta. Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on selvittää sähkösavukkeiden vaikutuksia hampaan kiinnityskudoksiin, peri-implanttikudoksiin ja hampaisiin.

Aineisto koostuu Pubmed- ja Embase-tietokantojen hakutuloksista haetuista artikkeleista. Viimeisin haku on suoritettu joulukuussa 2021. Kirjallisuuskatsaukseen hyväksytyt artikkelit käsittelevät sähkösavukkeita ja niiden vaikutuksia parodontiumin ja peri-implanttikudosten terveyteen sekä hampaan reikiintymisalttiuteen. Syventävien opintojen työssä on lisäksi hyödynnetty suoritettujen haun ulkopuolisia kotimaisia ja kansainvälisiä artikkeleita, kuten Käypä hoito -suosituksia.

Tupakoinnilla tiedetään olevan merkittäviä suun terveydelle haitallisia vaikutuksia. On viitteitä siitä, että sähkösavukkeiden käyttö heikentää parodontiumin ja peri-implanttikudosten terveyttä. Sähkösavukkeiden aerosoli ja tietyt makuaineet lisäävät mutans streptokokkien kiinnittymistä, kiilteen demineralisaatiota ja biofilmin muodostusta hammaspinnoilla in vitro -olosuhteissa. Sähkösavukkeitakaan ei voida pitää suun terveydelle vaarattomana, vaikka ne sisältävätkin haitallisia aineita vähemmissä määrin kuin tupakka. Suun terveydenhuollon ammattilaisten olisi tärkeää olla tietoisia sähkösavukkeiden mahdollisista haitallisista vaikutuksista. Tieto sähkösavukkeiden suun terveysvaikutuksista on kuitenkin vielä vähäistä, ja tämänhetkiset tutkimustulokset ovat osittain ristiriitaisia. Aiheesta tarvitaan laadukkaampia tutkimuksia ja pitkäaikaisia seurantatutkimuksia sähkösavukkeiden pitkäaikaiskäyttäjillä.

Asiasanat: sähkösavuke, parodontium, peri-implanttikudos, karies

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
1.1 Yleistä tietoa sähkösavukkeista	1
1.1.1 Sähkösavukkeiden sisältämät aineet	2
1.1.2 Sähkösavukkeiden myynti ja käyttö	4
1.1.3 Sähkösavukkeiden käytön yleisyys	4
1.2 Sähkösavukkeiden käytön vaikutuksia suun terveyteen	5
2 TUTKIMUKSEN TAVOITE	5
3 MATERIAALIT JA MENETELMÄT	6
4 TULOKSET	7
4.1 Sähkösavukkeet ja parodontalisairaudet	7
4.1.1 Patogeenien esiintyminen biofilmissä	8
4.1.2 Ientaskunesteen määrä sekä tulehdusvälittäjäaineiden esiintyminen ientaskunesteessä ja syljessä	8
4.1.3 Vaikutusmekanismit parodontiumin terveyteen	10
4.1.4 Vaikutukset parodontologiseen statukseen	11
4.2 Sähkösavukkeet ja peri-implanttisairaudet	12
4.2.1 Peri-implanttialueen ientaskunesteen määrä ja tulehdusvälittäjäaineiden esiintyminen	12
4.2.2 Vaikutukset osteoblastien toimintaan	13
4.2.3 Vaikutukset peri-implanttialueen statukseen	13
4.3 Sähkösavukkeet ja karies	14
5 POHDINTA	16
LÄHTEET	18
LIITTEET	23

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä tietoa sähkösavukkeista

Sähkösavukkeet (ts. sähkötupakka, e-savuke) ovat sähköisiä nikotiiniannostelijoita, jotka koostuvat yleisimmin akusta, nestesäiliöstä ja lämmityselementistä. Laite lämmittää sähkösavukenesteen lämmityselementin kautta hengitettäväksi aerosoliksi, joka kulkeutuu keuhkoihin ja ulos hengitettäessä myös ympäröivään ilmaan. Tupakoinnissa tapahtuvaa palamisreaktiota ei siis tapahdu, mutta nesteen lämmityksestä muodostuva höyry muistuttaa ulkoisesti tupakansavua. Sähkösavukkeita on nykyään myynnissä useita erilaisia malleja (kuva 1), jotka voivat olla joko kertakäyttöisiä tai ladattavia. Nykyään sähkösavukkeet saattavat muistuttaa ulkonäöltään USB-muistitikkuja. Sähkösavukkeen käytön kestoa voi säädellä laitteen mallista ja nestemäärästä riippuen. (1, 2). Lisäksi käyttäjä voi halutessaan valita itse sähkösavukkeen osat ja muokata laitteen käyttötehoa.

Sähkösavukkeet kehitettiin Kiinassa vuonna 2003 ja Eurooppaan ne tulivat markkinoille vuonna 2006. Sähkösavukkeita myytiin aluksi tupakoinnin lopettamistarkoitukseen. (3, 4). Nykyään sähkösavukkeita käytetään myös kokeilumielessä ja tupakoinnin rinnalla. Sähkösavukkeiden suosio on kasvanut etenkin nuorten keskuudessa, mutta tieto sähkösavukkeiden terveysvaikutuksista on kuitenkin vielä suhteellisen vähäistä. Sähkösavukkeiden käyttö saattaa heikentää keuhkojen toimintaa ja aiheuttaa verenkierto- ja hengityselinten sairauksia. Käyttäjien raportoimia haittavaikutuksia ovat olleet mm. pää- ja kurkkukipu, nielun ja suun alueen ärsytys ja kuivuus sekä rintakipu, huimaus, nopeutunut syke ja matala verenpaine. Sähkösavukkeen käyttöä ei voida suositella tupakoimisen tueksi tutkimusnäytön riittämättömyyden vuoksi. (1, 2).



Kuva 1: Suosituimpia sähkösavukemalleja sähkösavukekaupassa Turussa.
Kuva: Johanna Borenius



Kuva 2: Juul-sähkösavuke.
Kuva:
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electronic-Cigarettes-E-Cigs-E-Cigarettes-Juul-Vape-Pod.jpg>

1.1.1 Sähkösavukkeiden sisältämät aineet

Sähkösavukeneste eli e-neste sisältää yleisimmin propyleeniglykolia (E1520), kasviglyserolia (E422), nikotiinia ja makuaineita. E-nesteen koostumuksen ja sen sisältämien aineiden pitoisuuksien on havaittu vaihtelevan jopa saman valmistajan tuotteissa. E-nesteestä syntyvän aerosolin on todettu sisältävän terveydelle haitallisia aineita, kuten aldehydejä ja nitrosamiineja, mutta vähemmissä määrin kuin tupakassa. Aerosolin sisältämät pienhiukkaset päätyvät keuhkoihin ja ympäröivään hengitysilmaan. Passiivinen altistuminen sähkösavukkeen höyrylle on mahdollista samalla tavalla kuin tupakan savullekin. Sähkösavukkeet eivät sisällä tupakkaa, mutta niiden käyttö voi aiheuttaa voimakkaan nikotiiniriippuvuuden. (1, 2).

Nikotiini on pahanmakuinen ja myrkyllinen keskushermostoa kiihdyttävä aine, joka uutetaan tupakkakasvista. Nikotiini mm. supistaa verisuonia, tihentää sydämen sykettä ja aiheuttaa riippuvuutta. E-neste voi puolestaan olla nikotiinipitoista tai täysin nikotiinitonta. Nesteiden nikotiinipitoisuus ilmoitetaan tavallisesti mg/ml-yksikössä: matala nesteen nikotiinipitoisuus on alle 10 mg/ml, keskivahva 10–15 mg/ml, vahva 16–20 mg/ml ja hyvin vahva yli 20 mg/ml. Sähkösavukkeiden käyttäjillä on todettu yhtä vahvaa nikotiiniriippuvaisuutta kuin tupakoivillakin henkilöillä. Saatavaan nikotiiniannokseen vaikuttavat sähkösavukkeen käyttötapa ja -aika e-nesteen nikotiinipitoisuuden lisäksi. (1).

Nestemuotoiset propyleeniglykoli ja kasviglyseroli ovat turvallisiksi todettuja aineita elintarviketeollisuudessa ja hygieniatuotteissa. Propyleeniglykolia on esim. joissain suuvesissä. Kuumentuessa ne muodostavat kuitenkin terveydelle haitallisia sivutuotteita. Propyleeniglykoli hajoaa kuumentuessaan propyleenioksidiksi, joka on luokiteltu syöpävaaralliseksi aineeksi. Glyserolin hajoamisesta syntyvän sivutuotteen akroleiinin on taas todettu aiheuttavan hengitysteiden ärtymistä. Propyleeniglykolia ja glyserolia käytetään e-nesteissä tupakansavua muistuttuvan höyryn muodostumiseksi. (1, 2, 5).

Sähkösavukkeissa käytettävät makuaineet voidaan luokitella kemiallisten ominaisuuksien perusteella sakkariideihin, estereihin, happoihin ja aldehydeihin. Luokittelu voidaan tehdä myös vaihtoehtoisesti maun mukaan. Sähkösavukeneesteeseen saadaan makeutta lisäämällä sakkaroosia tai sukraloosia (E955). Arominvahventeena käytetään mm. etyylimaltolia hyvän tuoksun aikaansaamiseksi sähkösavuketta käytettäessä. (6). Suosittuja sähkösavukkeen makuja ovat mm. tupakka, mentoli, kahvi, hedelmä ja karamelli. Makuaineiden käytön suosio on suurta etenkin nuorilla, sillä sähkösavukkeen nikotiinineste on itsessään pahanmakuista. Makuaineiden haitallisuus riippuu mm. makuaineen määrästä ja koostumuksesta. Keuhkoille mahdollisesti haitallisia makeutusaineita ovat esimerkiksi diasetyyli, asetyylipropionyyli ja asetoini. (1, 2).

Sähkösavukkeiden höyryyn saattaa muodostua haitallisia aldehydejä (asetaldehydi, krotonaldehydi, formaldehydi) ja nitrosamiineja, joita myös tupakka sisältää (1, 2). Aldehydeillä on haitallisia vaikutuksia solujen toimintaan. Niiden on havaittu aiheuttavan mm. oksidatiivista stressiä ja DNA-vaurioita. (7). Sähkösavukkeiden aerosoleista on myös havaittu haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ja polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä (2). Lisäksi sähkösavukkeiden aerosoleissa saattaa olla terveydelle haitallisia pienhiukkasia (mm. alumiinia, kuparia, lyijyä, mangaania, kadmiumia ja nikkeliä), jotka voivat kertyä keuhkorakkuloihin (1, 2). Eräissä in vitro -tutkimuksissa sähkösavukkeiden aerosoleissa on havaittu kalsiumia, kuparia, rautaa, magnesiumia ja piitä. Sähkösavukkeiden aerosolien pienhiukkasten määrään saattavat vaikuttaa sähkösavukelaitemalli, e-nesteet ja niiden makuaineet, lämmityselementin vastus, sähköteho ja laitteen käyttötapa. (6).

1.1.2 Sähkösavukkeiden myynti ja käyttö

Suomen tupakkalaki (8) rinnastaa kaikki nikotiininesteet tupakkatuotteisiin, joten sähkösavukkeisiin pätevät samat määräykset kuin tupakkaan. Sähkösavukkeiden ja e-nesteiden myynti tai välittäminen ei ole sallittua alle 18-vuotiaille. Tunnusomaisten eli muun kuin tupakan makuisten ja tuoksuisten (esim. mentoli tai karamelli) e-nesteiden myynti on Suomessa kiellettyä, joten vain tupakanmakuiset tai makuaineettomat e-nesteet ovat sallittuja. Makutiivisteitäkään ei saisi myydä sähkösavukkeiden käyttöön, mutta tätä on kierretty myymällä makutiivisteitä elinkeinotarvikkeina. Suomessa on kielletty yli 20 mg/ml nikotiinia sisältävien sähkösavukeneesteiden myynti. Sähkösavukkeiden käyttö on kielletty sellaisissa tiloissa, joissa tupakankin polttaminen on kielletty. (8, 9).

Sähkösavukkeen käyttötapa eroaa perinteisen tupakan polttamisesta. Sähkösavukkeen kostea höyry ei ole savun tapaan kuivaa, jolloin sähkösavukkeen höyryä pystytään imemään ja pitämään keuhkoissa selvästi pidempään. Usein myös sähkösavukkeen käyttöaika on tupakointia pidempi, mihin vaikuttaa mm. e-nesteen määrä. (1). Sähkösavukkeen käyttötapa ja laitteen lämmitysteho voivat osaltaan vaikuttaa aerosolin haitallisten aineiden määrään (2).

1.1.3 Sähkösavukkeiden käytön yleisyys

Sähkösavukkeiden käyttö on yleisintä nuorilla ja entisillä tupakoitsijoilla (10). Yhdysvalloissa sähkösavukkeet ovat nousseet suosituimmiksi nikotiinituotteiksi yläaste- ja lukioikäisillä nuorilla (6). Etenkin malliltaan ohut ja runsaasti nikotiinia sisältävä Juul-sähkösavuke (kuva 2) on yhdysvaltalaisen nuorten keskuudessa suuressa suosiossa (11). Suomessakin sähkösavukkeiden käyttö ja käytön kokeilu on yleisintä nuorilla ja nuorilla aikuisilla (15–34-vuotiaat). Tupakan ja nuuskan käyttö tai käyttöhistoria lisäävät sähkösavukkeiden käytön aloittamisen todennäköisyyttä. (12). Vuoden 2021 THL:n kouluterveyskyselyn (13) mukaan päivittäin sähkösavuketta käyttävät yläkouluissa 2,3 %, lukiossa 0,5 % ja ammatillisissa oppilaitoksista 3,3 % pojista ja tytöistä. Pojat käyttävät sähkösavuketta yleisimmin kuin tytöt. Suurin osa päivittäisistä ja satunnaisista sähkösavukkeiden käyttäjistä käyttävät nikotiinia sisältävää e-nestettä (10, 12).

Nuoret saavat yleisimmin sähkösavukkeita kavereiden kautta tai suoraan kaupasta. Tavallisimpia käyttösyitä ovat mm. tupakoinnin lopettaminen, sähkösavukkeen helpompi saatavuus verrattuna tupakkaan, hyvä maku ja uteliaisuus. Sähkösavukkeita ajatellaan myös

vähemmän terveydelle haitallisiksi verrattuna tupakointiin. (10). Javedin ym. (14) kyselytutkimuksessa kaikki sähkösavukekäyttäjät raportoivat käyttävänsä makeutusainetta sisältävää sähkösavuketta nauttiakseen tupakoimisesta vaarantamatta terveyttään.

1.2 Sähkösavukkeiden käytön vaikutuksia suun terveyteen

Sähkösavukkeiden aerosolin tai nesteen on havaittu aiheuttavan osalle käyttäjistä haitallisia vaikutuksia suun alueella, kuten suun kuivuutta, poltetta, ärtymistä, kipua, pahaa makua ja halitoosia. Lisäksi sähkösavukkeiden käyttäjillä on havaittu limakalvomuutoksia, kandidiaasia, kielen tummumista, palovammoja ja nikotiinistomatiittia eli suulaen limakalvon sarveistumista. Oireita voi ilmetä myös nielussa (mm. kuivuus, ärtymys, arkuus, käheys ja yskä). Sähkösavukkeiden käyttäjillä voi esiintyä hampaiden karioitumista, lohkeamista, vihlontaa ja särkyä. Sähkösavukkeiden käyttö saattaa mahdollisesti lisätä myös syöpäriskiä. Sähkösavukkeiden käytön aiheuttamat suun alueen erilaiset oireet ovat kuitenkin lievempiä verrattuna tupakoinnin aiheuttamiin oireisiin. (15). Sähkösavukelaitteen käyttöön voi liittyä myös ongelmia. Laite voi räjähtää käytön aikana toimintahäiriön takia, mikä saattaa aiheuttaa suun, leukojen ja kasvojen alueen traumoja. Räjähdyksestä voi seurata eriasteisia palovammoja tai haavaumia mm. huuliin, kieleen, kovaan/pehmeään suulakeen ja nenään. Lisäksi joidenkin räjähdystapausten yhteydessä on raportoitu kasvojen alueen murtumia ja hampaiden avulsoitumista. (16).

2 TUTKIMUKSEN TAVOITE

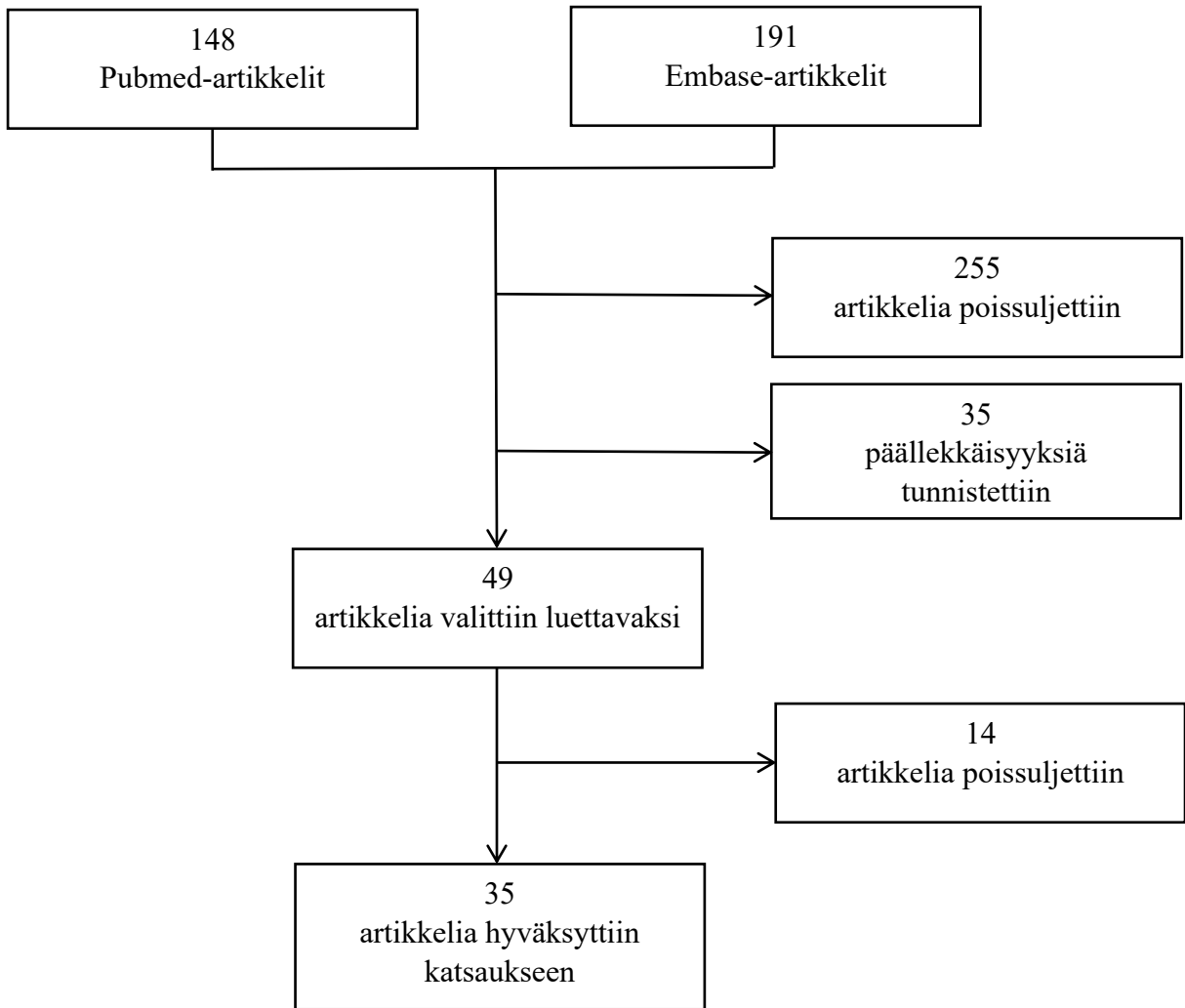
Tupakoinnin tiedetään olevan merkittävä terveydellinen haitta. Suun terveyden näkökulmasta tupakointi lisää etenkin parodontiitin ja suusyövän riskiä. Sähkösavukkeiden käyttöön liittyvät haitalliset terveysvaikutukset ovat kuitenkin vielä suurimmaksi osaksi selvittämättä ja niukasti ihmisten tiedossa. Tämän katsauksen tavoitteena on selvittää tämänhetkisen kirjallisuuden ja tutkimusten pohjalta sähkösavukkeiden käytön vaikutuksia parodontiumin ja periimplanttikudosten terveyteen sekä hampaiden reikiintymisalttiuteen. Katsauksessa ei käsitellä sähkösavukkeiden vaikutusta suun limakalvoihin eikä hampaiden eroosioriskiin. Tavoitteena on lisätä suunhoidon ammattilaisten tietämystä sähkösavukkeista sekä niiden käytöstä ja yleistymisestä etenkin nuorten keskuudessa.

3 MATERIAALIT JA MENETELMÄT

Kirjallisuuskatsaukseen haettiin artikkeleita englannin ja suomen kielen rajauksella kahdesta kansainvälisestä tietokannasta, Pubmed ja Embase. Artikkeleiden julkaisuvuodelle ei asetettu rajoituksia. Viimeisin haku suoritettiin joulukuussa 2021 Pubmedissa ja Embasessa toisiaan vastaavilla hakulausekkeilla, mutta kullekin tietokannalle sopivilla asiasanoilla. Käytetty lauseke Pubmediin oli ("electronic nicotine delivery system*" OR E-cig* OR "electronic cigarette*" OR vaping* OR vape* OR "Electronic Nicotine Delivery Systems"[Mesh]) AND (periodontium* OR periodontal* OR periodontitis* OR gingivitis* OR gingival* OR "probing depth*" OR "clinical attachment loss*" OR "marginal bone loss*" OR "bleeding on probing*" OR "peri-implant*" OR "dental implant*" OR "oral health*" OR caries* OR "streptococcus mutans*" OR cariogenic* OR "Periodontal Attachment Loss"[Mesh] OR "Periodontal Diseases"[Mesh] OR "Gingivitis"[Mesh] OR "Periodontium"[Mesh] OR "Dental Implants"[Mesh] OR "Dental Caries"[Mesh] OR "Streptococcus mutans"[Mesh]).

Hakulausekkeilla saatiin Pubmedista ja Embasesta yhteensä 339 tulosta, joista valittiin otsikon ja abstraktin perusteella 84 artikkelia tarkempaa lukemista varten. Artikkeleita poissuljettiin, jos ne eivät käsitelleet abstraktin perusteella sähkösavukkeita eivätkä liittyneet tarpeeksi kirjallisuuskatsauksen aiheeseen. Sähkösavukkeen käytön vaikutuksia limakalvomuutoksiin ei katsauksessa käsitellä, joten tähän aiheeseen liittyvät artikkelit poissuljettiin. Kommentit, pääkirjoitukset, kirjeet, eläinkokeet, katsaukset ja meta-analyysit poissuljettiin. Kahta artikkelia ei ollut saatavilla, minkä takia nekin poissuljettiin. Tämän jälkeen valittujen artikkeleiden joukosta poistettiin päällekkäiset artikkelit, minkä jälkeen jäi 49 artikkelia luettavaksi. Näistä hyväksyttiin katsaukseen lopulta 35 artikkelia. Hyväksytyt artikkelit käsitelivät riittävässä määrin sähkösavukkeita ja niiden käytön vaikutuksia parodontiumiin, peri-implanttikudoksiin tai hampaiden reikiintymiseen.

Kuva 3: Vuokaavio kirjallisuuskatsauksen Pubmedin ja Embasen hakutuloksista.



4 TULOKSET

Kts. liite 1: Taulukko kirjallisuuskatsaukseen hyväksytyistä artikkeleista.

4.1 Sähkösavukkeet ja parodontalisairaudet

Gingiviitti eli ientulehdus on elimistön puolustusreaktio bakteerien aiheuttamaa ärsytystä vastaan. Se diagnosoidaan ientaskumittauksen yhteydessä lisääntyneen ienverenvuodon (BOP eli bleeding on probing) perusteella. Hoitamaton gingiviitti voi johtaa parodontiittiin. Parodontiitilla eli hampaan kiinnityskudossairaudella tarkoitetaan hammasta ympäröivää alveoliluuta tuhoavia tulehdussairauksia. Parodontiittipatogeenien (*A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *T. denticola*, *T. forsythia* ja *P. intermedia*) rikastuminen subgingivaalisessa

plakissa aiheuttaa tulehdusreaktion, mikä johtaa syventyneisiin ientaskuihin, hampaiden kiinnityskatoon ja alveoliluukatoon. Tupakointi ja diabetes vaikuttavat merkittävästi parodontiittiriskiä ja hoidon ennusteeseen. (17).

4.1.1 Patogeenien esiintyminen biofilmissä

Sähkösavukkeiden aerosoli voi muuttaa parodontaalisesti terveen subgingivaalisen mikrobiston koostumusta ja toimintaa sekä biofilmin rakennetta. Mikrobistossa tapahtuviin muutoksiin vaikuttaa huomattavasti sähkösavukkeen käyttöajan pituus. Sähkösavukkeiden aerosoli häiritsee subgingivaalista tasapainotilaa lisäämällä stressireaktiota ja tulehdusta. Fakultatiivisten gram-negatiivisten bakteerien määrät lisääntyvät sähkösavukkeiden käyttäjien subgingivaalisessa mikrobistossa enemmän verrattuna tupakoitsijoihin ja tupakoimattomiin henkilöihin. Tupakoitsijoilla taas havaitaan kohonnut määrä anaerobisia gram-negatiivisia bakteereja, joita ovat monet parodontiittipatogeenit. (3).

Aldakheel ym. (18) tutkimuksessa parodontopatogeenien määrät subgingivaalisessa biofilmissä ovat vastaavat keskivaikeaa parodontiittia sairastavilla tupakoitsijoilla ja sähkösavukkeiden käyttäjillä, joilla on tupakointitausta. *A. actinomycetemcomitansin*, *T. forsythian* ja *P. gingivaliksen* esiintyvyydet ovat merkitsevästi suuremmat sähkösavukkeiden käyttäjillä ja tupakoitsijoilla verrattuna parodontiittia sairastaviin tupakoimattomiin henkilöihin. Sähkösavukkeiden käyttäjillä ja tupakoitsijoilla tavataan myös enemmän *P. gingivalista* ja *T. denticolaa* kuin parodontaalisesti terveillä tupakoimattomilla henkilöillä. *P. intermedian* ja *T. denticolan* pitoisuuksissa ei ole merkitsevää eroa parodontiittia sairastavien henkilöiden välillä riippumatta tupakan tai sähkösavukkeiden käytöstä. *P. intermediaa* ja *A. actinomycetemcomitansia* ei havaita ollenkaan parodontaalisesti terveiden tupakoimattomien henkilöiden subgingivaalisesta biofilmistä.

4.1.2 Ientaskunesteen määrä sekä tulehdusvälittäjäaineiden esiintyminen ientaskunesteessä ja syljessä

Ientaskunestettä (GCF = gingival cervical fluid) kulkee verisuonista liitosepiteelin läpi iensulkukseen eli hampaan ja vapaan ikenen väliseen luonnolliseen tilaan. GCF huuhtelee iensulkusta, ehkäisee ulkopuolisten aineiden tunkeutumista epiteeliin ja tuo mukanaan monia tärkeitä puolustustekijöitä, kuten sytokiineja ja vasta-aineita. GCF:n virtauksen määrä on pieni terveessä parodontiumissa. Plakkiärsytys aiheuttaa lisääntyntä tulehdusvastetta, mikä taas

aiheuttaa paikallisesti ikenissä GCF:n virtauksen ja tulehdusvälittäjäaineiden lisääntymisen. (19). Ikenien tulehdusreaktion edetessä voi kehittyä parodontiitti, jolloin tietyt alveoliluuta tuhoavat tulehdusvälittäjäaineet yleistyvät. Tupakoinnin on havaittu olevan yhteydessä GCF:n tulehdusvälittäjäaineiden määrän lisääntymiseen. (20).

Sähkösavukkeiden käyttäjien GCF:n määrästä on vaihtelevia tutkimustuloksia. Tupakoinnilla on tulehdusvastetta heikentävä vaikutus, minkä takia GCF:n virtaus voi myös olla vähentynyt. Parodontiittia sairastavien tupakoitsijoiden ja sähkösavukkeiden käyttäjien GCF:n määrä on vähäisempää verrattessa parodontiittia sairastaviin entisiin tupakoitsijoihin. Parodontiittia sairastavilla tupakoitsijoilla on merkitsevästi vähentynyt GCF:n määrä kuin sähkösavukkeiden käyttäjillä. (21). GCF:n määrä saattaa aluksi lisääntyä tupakoinnin lopettamisen jälkeen. Vastaavasti tupakoinnin vaihtaminen sähkösavukkeiden käyttöön lyhyeksi ajaksi (kaksi viikkoa) näyttäisi lisäävän GCF:n määrää. (19). Ibraheemin ym. (22) tutkimuksessa sähkösavukkeiden käyttäjillä ja tupakoitsijoilla GCF:n määrä on merkitsevästi lisääntynyt verrattuna tupakoimattomiin henkilöihin. BinShabaib ym. (20) havaitsivat sähkösavukkeiden käyttäjillä GCF:n määrän olevan vastaavanlainen tupakoimattomien henkilöiden kanssa, kun taas tupakoitsijoiden GCF:n määrä on merkitsevästi lisääntynyt.

Sähkösavukkeiden käytöllä on havaittu vaikutuksia tulehdusvälittäjäaineiden esiintymiseen suussa. Lisääntyneet GCF:n tulehdusvälittäjäainemäärät saattavat viitata paikallisesti ientulehdukseen tai parodontiittiin. Korkeat IL-1 β , TNF- α , MMP-8, RANKL ja PGE2 tulehdusvälittäjäainemäärät voivat aiheuttaa erilaisten mekanismien kautta alveoliluun tuhoa (20, 22, 23). Tupakoitsijoilla tulehdusvälittäjäaineiden (IL-1 β , IL-6, IFN- γ , TNF- α , MMP-8) pitoisuudet GCF:ssä ovat merkitsevästi korkeammat verrattuna sähkösavukkeiden käyttäjiin ja tupakoimattomiin henkilöihin (20). Toisaalta sähkösavukkeidenkin käyttäjillä GCF:n proinflammatoristen sytokiinien (IL-2, IL-6, TNF- α , INF- γ) määrä on havaittu olevan tupakoitsijoiden tapaan lisääntyntä ja anti-inflammatorisen IL-10 määrä vähentyntä (3). Sähkösavukkeiden käyttö aiheuttaa tupakoinnin tapaan myös merkitsevästi lisääntyntä alveoliluun hajoamista säätelevien RANKL:n ja OPG:n määrää GCF:ssä (22). Karaaslanin ym. (21) mukaan sähkösavukkeiden käyttäjillä on selvästi lisääntyneet TNF- α :n ja madaltuneet IL-8:n pitoisuudet ientaskunesteessä verrattuna entisiin tupakoitsijoihin, minkä takia tupakoinnin lopettamisella näyttäisi olevan positiivisempi vaikutus parodontaaliterveyteen kuin sähkösavukkeiden käytöllä.

Syljestä tulehdusvälittäjäaineiden tutkiminen on ei-invasiivista, minkä takia niitä voidaan helposti hyödyntää laajoissa tutkimuksissa. Syljen lisääntyneet tulehdusvälittäjäaineet voivat viitata tulehdukseen, joko systeemiseen tulehdukseen tai suun alueen paikalliseen tulehdukseen. (24). Sähkösavukkeiden käyttäjien syljen tulehdusvälittäjäainemäärät (PGE₂, IL-6 ja IL-1 β) eivät eroa tupakoimattomien henkilöiden kanssa, kun taas tupakoitsijoilla sytokiini määrät ovat korkeammat (25, 26). Toisaalta sähkösavukkeiden käyttäjillä on havaittu tupakoitsijoiden tapaan normaalia korkeampia TNF- α :n määriä syljessä. Plakkimäärä saattaa vaikuttaa syljen tulehdusvälittäjäainekoostumukseen. (24).

4.1.3 Vaikutusmekanismit parodontiumin terveyteen

Sähkösavukkeiden aerosolin ja makuaineiden vaikutuksesta ienepiteelisolujen puolustuskyky voi heikentyä, mikä voi altistaa parodontiitin syntymiselle (27, 7). Aerosoli vaikuttaa ienepiteelisoluihin haitallisesti edistämällä solujen apoptoosia ja aiheuttamalla morfologisia muutoksia, kuten solukoon kasvamista, solumuodon epämääräisyyttä, tumakoon kasvamista ja sytoplasman lisääntymistä. Kohonnut apoptoosiaktiivisuus liittyy mahdollisesti kaspasi-3:n, joka on solujen apoptoosia indusoiva proteaasi, lisääntyneeseen ilmentymiseen. (27). Etenkin nikotiinipitoiset e-nesteet ovat mahdollisesti solutoksisia ja lisäävät ienepiteelisolujen tulehdusvälittäjäaineiden (IL-6, IL-8, MMP-9) tuotantoa in vitro -olosuhteissa (5). Sähkösavukkeiden aerosolilla on kuitenkin vähemmän haitallisia vaikutuksia ienkudoksen fibroblasteihin verrattuna tupakansavuun (28, 29). Kaspasi-3:n aktivaatiota tai lisääntynyttä apoptoosia ei havaita ienkudoksen fibroblasteissa sähkösavukkeiden aerosolien vaikutuksesta. Sähkösavukkeiden aerosolit voivat kuitenkin mahdollisesti vaikuttaa fibroblastien metabolian aktiivisuuteen. (29).

Mentoli- ja tupakkamakeutettu aerosoli aiheuttaa lisääntynyttä tulehdusvastetta ja oksidatiivista stressiä ienepiteelisoluissa ja parodontaaliligamentin fibroblasteissa. Epiteelisolujen ja fibroblastien tulehdusvälittäjäaineiden (IL-8, PGE₂ ja COX-2) tuotanto on lisääntynyttä. Sähkösavukkeiden aerosolit ja makuaineet voivat mahdollisesti aiheuttaa parodontiitille tyypillistä alveoliluukatoa. (7). Parodontaaliligamentin fibroblastien proliferaatio ja migraatiokyky heikkenevät huomattavasti mentolimakeutetun e-nesteen vaikutuksesta. Hasselpähkinä- ja limemakuaineet eivät taas vaikuta aiheuttavan nestemuodossaan merkittäviä haittavaikutuksia soluissa. (4).

4.1.4 Vaikutukset parodontologiseen statukseen

Sähkösavukkeiden käyttäjillä on havaittu tupakoitsijoiden tapaan merkitsevästi vähentyntä ienverenvuotoa taskumittauksissa. Vähentynyt ienverenvuoto on todennäköisesti seurausta nikotiinin verisuonia supistavasta vaikutuksesta. (14, 20–22, 26). Toisaalta Vohran ym. (11) tutkimuksessa sähkösavukkeiden käyttäjien ja tupakoimattomien henkilöiden ienverenvuodoissa ei havaita merkitsevää eroa, vaikkakin itseraportoituna sähkösavukkeiden käyttäjillä ienverenvuoto vaikuttaisi olevan yleisempää. Tupakoinnin vaihtaminen sähkösavukkeiden käyttöön lisää mahdollisesti ienverenvuodon määrää lyhyellä aikavälillä (kaksi viikkoa) plakkimäärän pysyessä ennallaan. Tupakoinnin lopettamisen tiedetään jo itsessään usein johtavan ienverenvuodon lisääntymiseen, joten sähkösavukkeiden käytön vaikutusta ienverenvuodon määrän muutokseen on vaikea arvioida. (19). Tatullon ym. (30) tutkimuksessa tupakoimisen vaihtaminen sähkösavukkeiden käyttöön pidemmäksi ajaksi (neljä kuukautta) havaitaan vähentävän ienverenvuodon ja plakin esiintymistä hampaistossa.

Muutamassa muussakin tutkimuksessa sähkösavukkeiden käyttäjien kliinisesti mitattu plakki-indeksi on matalampi verrattuna tupakoitsijoihin (11, 14, 20). Toisaalta tupakoitsijoilla ja sähkösavukkeiden käyttäjillä on havaittu myös toisiaan vastaavia plakki-indeksejä (18, 21, 22). Sähkösavukkeiden käyttäjien ja tupakoimattomien henkilöiden plakki-indekseillä ei vaikuttaisi olevan merkitsevää eroa (11, 14, 20, 21). Joissain tutkimuksessa sähkösavukkeiden käyttäjillä on kuitenkin havaittu merkitsevästi lisääntyntä plakkimäärää verrattuna tupakoimattomiin henkilöihin (22, 26).

Ibraheemin ym. (22) tutkimuksessa sähkösavukkeiden käyttäjillä havaitaan merkitsevästi lisääntyneet ientaskusyvytydet sekä kiinnityskadon ja alveoliluukadon määrät. Parodontologiset löydökset ovat vastaanselkeitä tupakoitsijoiden kanssa. Riski parodontiitille on lisääntynyt sähkösavukkeiden käyttäjillä (31, 32). Marihuanan tai muiden huumeaineiden yhteiskäyttö sähkösavukkeiden kanssa voi lisätä riskiä entisestään (32). Parodontiittia sairastavien henkilöiden parodontologiset statukset vaikuttavat vastaavanlaisilta riippumatta tupakan tai sähkösavukkeiden käytöstä (18, 21).

Riski parodontaalisairauksien kehittymiseen vaikuttaa kuitenkin olevan pienempi sähkösavukkeiden käyttäjillä kuin tupakoitsijoilla (20, 25). Usean tutkimuksen mukaan sähkösavukkeiden käyttäjillä ei havaita merkitsevästi lisääntyntä ientaskusyvytyttä, kliinistä kiinnityskatoa eikä alveoliluukatoa (11, 14, 20, 26). Kuuden kuukauden seurannan aikana

tupakoitsijoiden parodontologinen status (ientaskusyvyys ja alveoliluukato) huononee enemmän kuin sähkösavukkeiden käyttäjillä (23). On kuitenkin viitteitä siitä, että sähkösavukkeiden pitkäaikainen käyttö johtaa huonompaan parodontaaliterveyteen (20, 25).

4.2 Sähkösavukkeet ja peri-implanttisairaudet

Peri-implanttikudoksilla tarkoitetaan hammasimplanttia kiinnittäviä kudoksia, joita ovat liitosepiteeli, implantin jatkeosa, implanttia ympäröivät sidekudossäikeet ja implanttifikstuuraan osseointegroitu alveoliluu. Peri-implanttikudoksien sairauksia ovat peri-implanttimukosiitti ja peri-implantiitti. Peri-implanttimukosiitti on bakteeriärsytyksen aiheuttama tulehdusreaktio implanttia ympäröivässä ikenessä. Peri-implantiitti on implanttia ympäröivää alveoliluuta tuhoava tulehdusreaktio. (17). Tupakoinnin tiedetään uhkaavan peri-implanttikudosten terveyttä, mutta sähkösavukkeetkin voivat olla riskitekijä peri-implanttisairauksille (33–38).

4.2.1 Peri-implanttialueen ientaskunesteen määrä ja tulehdusvälittäjäaineiden esiintyminen

Peri-implanttialueen ientaskunesteen määrä on lisääntynyt sähkösavukkeiden käyttäjillä verrattuna tupakoimattomiin henkilöihin (33–37). Sähkösavukkeiden käyttö nostaa proinflammatoristen sytokiinien (TNF- α , IL-6 ja IL-1 β) määriä peri-implanttialueen ientaskunesteessä (33, 35–37). Sähkösavukkeiden käyttö lisää myös matriksin metalloproteiinaasi-9:n (MMP-9) tuotantoa (35). Ientaskunesteen tulehdusvälittäjäaineiden, etenkin IL-6:n, määrät ovat tupakoitsijoilla korkeammat kuin sähkösavukkeiden käyttäjillä (37).

Kohonneet tulehdusvälittäjäaineiden määrät peri-implanttialueen ientaskunesteessä voivat johtaa lisääntyneeseen paikalliseen tulehdusvasteeseen. Lisääntyneillä TNF- α :n, IL-6:n, IL- β :n ja MMP-9:n määrillä on kudosis- ja alveoliluu tuhoa edistävä vaikutus. Ne vaikuttavat mm. osteoklastien lisääntyneeseen toimintaan ja lisäävät fibroblastien apoptoosia. (33, 35–37). Ientaskunesteen sytokiinien lisääntynyt määrä vaikuttaisi olevan nikotiinista johtuvaa (33). Tupakoitsijoiden ja sähkösavukkeiden käyttäjien kotiinitasoissa (nikotiinin aineenvaihduntatuote) ei ole merkitsevää eroa. Säännöllinen nikotiinituotteiden käyttö nostaa kotiinin tuotantoa peri-implanttialueen ientaskunesteessä. (34).

4.2.2 Vaikutukset osteoblastien toimintaan

Sähkösavukkeen aerosolin vaikutuksesta luukudoksen vuorovaikutus titaanisen hammasimplanttimateriaalin kanssa voi häiriintyä. Häiriintyminen johtuu osteoblastien kasvun ja kiinnittymisen merkitsevistä vähentymisestä implanttilevyllä. Kiinnittymisen heikentyminen on mahdollisesti seurausta adheesioproteiinin (F-aktiini) tuotannon vähentymisestä. Lisäksi sähkösavukkeen aerosoli lisää kaspasi-3-entsyymin aktiivisuutta, mikä voi johtaa lisääntyneeseen osteoblastien apoptoosiin. Nikotiinillinen aerosoli aiheuttaa enemmän häiriötä osteoblastien toiminnassa verrattuna nikotiinittomaan aerosoliin. Sähkösavukkeiden aerosolien vaikutukset ovat kuitenkin vähäisempiä tupakansavun vaikutuksiin verrattuna. (38).

Sähkösavukkeiden aerosolit voivat myös heikentää titaanisen implanttimateriaalin osseointegraatiota vaikuttamalla haitallisesti mesenkymaalisten kantasolujen osteoblastierikoistumiseen ja makrofagien aktivaatioon. Etenkin makeutetut ja nikotiinipitoiset aerosolit heikentävät mesenkymaalisten kantasolujen erikoistumista osteoblasteiksi. Sähkösavukkeiden aerosolit aiheuttavat titaanisella implanttipinnalla OPG:n määrän vähentymistä ja RANKL:n määrän lisääntymistä sekä makrofagien lisääntynyttä proinflammatoristen sytokiinien tuotantoa. Myös mesenkymaalisten kantasolujen proinflammatoristen sytokiinien tuotanto vaikuttaisi lisääntyvän ja anti-inflammatorisen sytokiinin (IL-10) tuotanto vähentyvän sähkösavukkeiden aerosolien vaikutuksesta, mikä saattaa myös vaikuttaa haitallisesti osseointegraatioon. (39).

4.2.3 Vaikutukset peri-implanttialueen statukseen

Kliinisesti mitattu ienverenvuoto implantin ympäriltä on merkitsevästi vähentynyttä sähkösavukkeiden käyttäjillä. Vähäisempi ienverenvuoto voi johtaa siihen, että mahdollinen peri-implanttisairaus pysyy piilossa. (33–37). Peri-implanttialueen plakki-indeksi, syventyneet ientaskut ja röntgenologinen alveoliluukato ovat sähkösavukkeiden käyttäjillä merkitsevästi lisääntyneet verrattuna tupakoimattomiin henkilöihin (34, 35, 37). Myös Sinhan ym. (33) ja Al-Aalinin ym. (34) tutkimusten mukaan sähkösavukkeiden käyttäjillä on merkitsevästi lisääntynyt peri-implanttialueen ientaskusyvyys ja alveoliluukato, mutta plakki-indeksi on kuitenkin vastaavanlainen tupakoimattomien henkilöiden kanssa. Kahdeksan vuotta implantin asettamisesta sähkösavukkeiden käyttäjillä ei havaita merkitseviä eroja tupakoimattomien henkilöiden kanssa kliinisessä tai radiologisessa peri-implanttistatuksessa (40).

Sähkösavukkeiden käytön haitalliset vaikutukset peri-implanttikudoksiin ovat vähäisempiä verrattuna tupakoinnin vaikutuksiin (33–38). Tupakoitsijoilla on merkitsevästi suuremmat ientaskusyvytydet ja luukadon määrä verrattuna sähkösavukkeiden käyttäjiin (35, 37). Toisaalta AlJasserin ym. (41) tutkimuksessa havaitaan, että sähkösavukkeiden käyttäjillä on vuoden seurannan jälkeen heikoin kliininen ja biologinen vaste peri-implantiitin hoidolle verrattuna tupakoimattomiin henkilöihin ja tupakoitsijoihin.

4.3 Sähkösavukkeet ja karies

Karies on mikrobivälitteinen sairaus, joka voi hoitamattomana johtaa hammasperäiseen infektiin. Kariuksen aiheuttamien kovakudosvaurioiden laajuuteen ja ilmaantumiseen vaikuttavat suun mikrobiston koostumus ja organisoituminen, ravinto, hampaan vastustuskyky, syljen ominaisuudet sekä hampaan pinnan biofilmin määrä. Biofilmi eli hammasplakki koostuu mikrobeista ja niiden aineenvaihduntatuotteista. Suun olosuhteet vaikuttavat biofilmin tasapainotilaan. Dysbioottinen biofilmi voi aiheuttaa kariesvaurioita, kun hampaan pinta demineralisoituu biofilmin tuottamien happojen vaikutuksesta. Kariesbakteerit, yleisimmin mutans streptokokit, muodostavat hampaille haitallisia happoja käymiskykyisistä hiilihydraateista. (42).

Sähkösavukkeiden käytöllä on mahdollisesti kariesriskiä lisäävä vaikutus (6, 43, 44). Makeutettujen e-nesteiden aerosolit voivat lisätä biofilmin muodostumista ja jopa nelinkertaistaa *S. mutans* -bakteerien kiinnittymistä kiilteeseen. Neljän makeutetun e-nesteen (sukraloosi, etyliburyraatti, glyseryyliasetatti ja heksyyliasetatti) aerosolit aiheuttavat merkitsevän lisääntymisen biofilmin muodostumisessa. Lisäksi edellä mainituista kolme jälkimmäistä esterimakeutusainetta lisäävät merkitsevästi kiilteen demineralisaatiota in vitro -olosuhteissa. Myös viskoosin e-nesteen aerosoli edesauttaa *S. mutans* -bakteereita kiinnittymään kiilteeseen, etenkin hampaan kuoppiin ja fissuuroihin. Erityisesti glyserolipohjaisilla e-nesteillä on korkeat viskositeettiominaisuudet. Bakteerien kiinnittyminen kiilteeseen lisääntyy merkitsevästi aerosolialtistuksen määrän kasvaessa. Toisaalta sähkösavukkeissa makeutusaineena käytetty sokerialkoholi (etyylimaltoli) taas vaikuttaisi vähentävän biofilmin muodostumista estämällä *S. mutans* -bakteerien kasvua ja kiinnittymistä kiilteeseen. (6).

Nikotiinipitoisen ja nikotiinittoman e-nesteen aerosolin on myös havaittu lisäävän *S. mutans* -bakteerien kasvua, adheesiota ja biofilmin muodostumista. Toistuva altistus vahvasti nikotiinipitoiselle e-nesteen aerosolille lisää *S. mutans* -bakteerien kasvua jopa yli 30 %:lla. Nikotiinipitoinen aerosoli lisää myös merkittävästi *S. mutans* -bakteerien virulenssigeenien tuotantoa. Nikotiinittoman e-nesteen aerosolin *S. mutans* -bakteerien kasvua lisäävä vaikutus voisi olla mahdollisesti seurausta makuaineista. (43). *S. mutans* -bakteerit tarvitsevat lisäksi tiettyjä metalli-ioneja, kuten kuparia ja rautaa, entsyymitoimintaansa. Sähkösavukkeiden aerosolissa on havaittu mm. kalsiumia, rautaa ja kuparia, jotka ovat kaikki osallisina biofilmin muodostumisessa sekä kiilteen re- ja demineralisaatiossa. Ihmisen elimistö tarvitsee metalli-ioneja moniin biologisiin prosesseihin, mutta suurissa määrin metallit voivat olla toksisia elimistölle ja bakteereille. (6).

Suun kommensaaliset bakteerit elävät isäntänsä kanssa symbioottisessa suhteessa ja rajoittavat patogeenisten bakteerien esiintymistä. Kommensaaliset bakteerit eivät ole isännälle haitallisia. Tupakansavu vaikuttaa negatiivisesti suun mikrobitasapainoon ja -koostumukseen rajoittamalla kommensaalisten bakteerien (mm. *S. mitis*, *S. oralis* ja *S. gordonii*) kasvua sekä lisäämällä patogeenisten bakteerien (esim. *S. mutans*) biofilminmuodostusta. Toisin kuin tupakansavulla, makuaineettomalla e-nesteellä tai aerosoleilla ei ole merkittävää vaikutusta edellä mainittujen kolmen kommensaalisen suun streptokokkilajin kasvuun in vitro -olosuhteissa. (45). Toisaalta sähkösavukkeiden aerosolien vaikutuksesta useiden bakteerien (esim. *S. mitis* ja *S. oralis*), hapentuotto kuitenkin lisääntyy. Glyserolilla ja propyleeniglykolilla on mahdollisesti yhteys subgingivaalisen mikrobiston koostumuksen muutoksiin, sillä ne saattavat toimia ravinnonlähteenä suun bakteereille. (3).

Sähkösavukkeiden käyttäjillä on havaittu hoitamattoman kariksen lisääntyneitä esiintymistä. Sähkösavukkeiden ja tupakan yhteiskäyttö on myös kariesriskiä lisäävä tekijä. (44). Puolen vuoden seurannassa sähkösavukkeiden käyttäjillä ei kuitenkaan havaita heikentyneitä DMFT-indeksiä (decayed, missing, filled, tooth) verrattuna tupakoitsijoihin tai tupakoimattomiin henkilöihin. Sähkösavukkeiden käyttäjien DMFT-indeksin mediaani kuitenkin kasvaa merkittävästi kuuden kuukauden seurannan aikana. (46). Makuaineettoman sähkösavukkeen käyttö saattaa aiheuttaa vähemmän kariesriskiä kuin tupakan polttaminen (45).

5 POHDINTA

Sähkösavukkeiden nesteet ja aerosolit sisältävät vähemmän haitallisia aineita kuin tupakka, minkä takia sähkösavukkeiden käytön ajatellaan olevan turvallisempaa terveydelle. Vaikka tupakointi onkin suun terveydelle haitallisempaa, ei sähkösavukkeiden käyttöä voida pitää vaarattomana. Sähkösavukkeiden käyttöön onkin tärkeää suhtautua varauksella, sillä useissa tutkimuksissa sähkösavukkeiden e-nesteillä tai aerosoleilla havaitaan olevan haitallisia vaikutuksia tai viitteitä haitallisuudesta parodontiumin peri-implanttikudosten terveyden sekä mahdollisen kariogeenisyyden kannalta.

Sähkösavukkeiden nesteiden ja aerosolien on todettu aiheuttavan haitallisia muutoksia ienepiteelisolujen ja -fibroblastien sekä parodontaaliligamentin fibroblastien toimintaan in vitro -olosuhteissa. On viitteitä, että sähkösavukkeiden käyttö heikentää parodontiumin terveyttä, ja usean tutkimuksen mukaan peri-implanttistatus on heikentynyt sähkösavukkeiden käyttäjillä. Sähkösavukkeiden käyttäjien vähentynyt ienverenvuoto voi peittää mahdollista ientulehdusta, parodontiittia tai peri-implanttisairauksia alleen, jolloin sairauksien diagnostiikka ja hoito viivästyvät. Sähkösavukkeiden säännöllinen käyttö voi siis lisätä riskiä parodontiitille ja peri-implantiitille. On hyvä kuitenkin huomioida, että sähkösavukkeiden käyttäjien peri-implanttikudokset voivat pysyä terveenä ja hammasimplantti toimivana, mikäli omahoito on hyvällä tasolla ja kontrollikäynnit ovat säännöllisiä (40). Sähkösavukkeiden mahdollinen kariogeeninen vaikutus on tärkeä huomioida lisääntyneen parodontiitti- ja peri-implanttiriskin lisäksi. Joidenkin in vitro -tutkimusten mukaan sähkösavukkeiden aerosoli ja tietyt makuaineet lisäävät *S. mutans* -bakteerin kiinnittymistä ja biofilmin muodostumista hampaiden pintaan. Etenkin hyvin viskoosinen e-neste vaikuttaa edesauttavan *S. mutans* -bakteerin kiinnittymistä hampaan fissuuroihin ja kuoppiin. Biofilmin lisääntynyt muodostuminen ja *S. mutans* -bakteerien aiheuttama hampaan kovakudosten demineralisaatio voivat lisätä kariesriskiä. Lisäksi sähkösavukkeiden makuaineelliset e-nesteet saattavat lisätä hampaiden eroosioriskiä alhaisen pH:n (alle 5,5) vuoksi. Makuaineiden pH-arvot ovat kuitenkin vaihtelevia, eikä sähkösavukkeiden käyttäjä voi päätellä pelkästään valitun maun perusteella e-nesteen happamuutta. (47).

Sähkösavukkeiden vaikutuksia hampaisiin ja sen tukikudoksiin sekä peri-implanttikudoksiin on kuitenkin tutkittu tähän mennessä vielä vähän. Suuri osa kirjallisuuskatsaukseen liittyvistä tutkimuksista ovat poikkileikkaus- tai in vitro -tutkimuksia. Tutkimuksissa säännöllisesti sähkösavuketta käyttävillä henkilöillä on useimmiten monen vuoden tupakointitausta, mikä voi

vääristää sähkösavukkeiden suun terveydellisten haittojen tulkitsemista. On myös tärkeää huomioida, että kaikissa tutkimuksissa sähkösavukkeiden käyttöaika on ollut suhteellisen lyhyt ja osallistajat ovat olleet melko nuoria. Näyttö sähkösavukkeiden vaikutuksista pitkäaikaisessa käytössä on vielä puutteellista. Pidempiaikaisella sähkösavukkeiden käytöllä saattaisi syntyä suurempi alttius eri suusairauksille. On tarvetta tutkimuksille, joissa sähkösavukkeiden vaikutuksia suun terveyteen tutkitaan pitkäaikaisilla (esim. yli 10 vuoden käyttöaika) sähkösavukkeiden käyttäjillä, joilla ei ole edeltävää tupakointitaustaa.

Tupakointi on usean tutkimuksen mukaan suun terveydelle selvästi haitallisempaa kuin sähkösavukkeiden käyttö. Sähkösavukkeiden käyttöä ei voida kuitenkaan riittämättömän tutkimusnäytön perusteella suositella tupakoinnin lopettamisen tueksi. Mikäli tupakointi onnistutaan lopettamaan sähkösavukkeiden avulla, olisi tärkeää seuraavaksi pyrkiä lopettamaan sähkösavukkeidenkin käyttö. Vaikka sähkösavukkeet eivät sisällä yhtä paljon haitallisia aineita kuin tupakka, sisältävät sähkösavukkeet useimmiten kuitenkin nikotiinia. Tällöin nikotiinipitoisiin sähkösavukkeisiin vaihtamalla pääsee tupakasta eroon, mutta nikotiiniriippuvuus säilyy kuitenkin ennallaan. Sähkösavukkeiden e-nesteissä ja aerosoleissa on myös havaittu syöpävaarallisia aineita, kuten aldehydejä, ja terveydelle haitallisia metallihiukkasia. E-nesteisiin lisättävillä makuaineilla, etenkin mentoli-makuaineella, voi myös olla terveydelle haitallisia vaikutuksia.

Suun terveydenhuollon ammattilaisten olisi tärkeää olla tietoisia sähkösavukkeiden mahdollisista haitallisista vaikutuksista suun terveyteen. Valistus tupakkatuotteiden vaaroista aloitetaan Suomessa 5. luokkalaisista lähtien. Nykyään tupakkatuotteiden valistukseen olisi hyvä lisätä sähkösavukkeet, sillä sähkösavukkeiden hyvä maku ja tuoksu houkuttelevat etenkin nuoria kokeilemaan niiden käyttöä. Myös hammastarkastuksen yhteydessä kannattaisi nykyään kysyä tupakoinnin ja nuuskaamisen lisäksi sähkösavukkeiden mahdollisesta käytöstä. Suun terveydenhuollon ammattilaisten olisi osattava informoida potilasta sähkösavukkeidenkin mahdollisista haittavaikutuksista ja nikotiiniriippuvuudesta, sillä monet pitävät sähkösavukkeiden käyttöä terveydelle vaarattomana. Potilaiden sähkösavukkeiden käyttöä (nikotiinipitoisuus, käyttöaika, käyttömäärä) on hyvä selvittää samaan tapaan kuin tupakkainterventiossakin, vaikka mitään varsinaista interventiokyselyä sähkösavukkeiden käyttäjille ei ole ainakaan vielä tietävästi kehitetty. Potilaan lopettamishalua voidaan tiedustella ja lopettamisyritystä tukea viiden A:n mallin mukaisesti myös sähkösavukkeidenkin kohdalla.

LÄHTEET

1. Patja K. Sähköiset nikotiiniannostelijat (ns. sähkösavukkeet, ”sähkötupakka”). Lääkärikirja Duodecim 2021. Kustannus Oy Duodecim. Haettu: 16.8.2021. Saatavilla internetissä: <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk01164>
2. Ruokolainen O, Ollila H, Sandström P, Heloma A. Sähkösavukkeiden terveyteen liittyvät vaikutukset ja teho tupakoinnin lopettamisessa. Tutkimuksesta tiiviisti 19/2015. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos.
3. Ganesan SM, Dabdoub SM, Nagaraja HN, Scott ML, Pamulapati S, Berman ML. ym. Adverse effects of electronic cigarettes on the disease-naive oral microbiome. *Sci Adv.* 2020;6(22):eaaz0108.
4. Willershausen I, Wolf T, Weyer V, Sader R, Ghanaati S, Willershausen B. Influence of E-smoking liquids on human periodontal ligament fibroblasts. *Head Face Med.* 2014;10(1):39.
5. Beklen A, Uckan D. Electronic cigarette liquid substances propylene glycol and vegetable glycerin induce an inflammatory response in gingival epithelial cells. *Hum Exp Toxicol.* 2021;40(1):25–34.
6. Kim SA, Smith S, Beauchamp C, Song Y, Chiang M, Giuseppetti A. ym. Cariogenic potential of sweet flavors in electronic-cigarette liquids. *PLoS One.* 2018;13(9):e0203717.
7. Sundar IK, Javed F, Romanos GE, Rahman I. E-cigarettes and flavorings induce inflammatory and pro-senescence responses in oral epithelial cells and periodontal fibroblasts. *Oncotarget.* 2016;7(47):77196–77204.
8. Suomen tupakka laki 2016/549. Annettu Helsingissä 29.6.2016. Haettu: 16.08.2021. Saatavilla internetissä: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20160549>
9. Tupakka: Usein kysytyt kysymykset. Helsinki: Valvira. Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto. Haettu: 16.08.2021. Saatavilla internetissä: valvira.fi/tupakka/usein-kysytyt-kysymykset
10. Cho JH. The association between electronic-cigarette use and self-reported oral symptoms including cracked or broken teeth and tongue and/or inside-cheek pain among adolescents: A cross-sectional study. *PLoS One.* 2017;12(7):e0180506.
11. Vohra F, Bukhari IA, Sheikh SA, Albaijan R, Naseem M. Comparison of self-rated oral symptoms and periodontal status among cigarette smokers and individuals using electronic nicotine delivery systems. *J Am Coll Heal.* 2020;68(7):788-793.
12. Ruokolainen O, Ollila H, Karjalainen K. Determinants of electronic cigarette use among

- Finnish adults: Results from a population-based survey. *Nordisk Alkohol Nark.* 2017;34(6):471–480.
13. Kouluterveyskysely 2019 ja 2021. Terveystien ja hyvinvoinnin laitos. Haettu: 17.08.2022. Saatavilla internetissä:
https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/ktk/ktk1/summary_perustulokset2?alue_0=600836&mittarit_0=200537&mittarit_1=199990&mittarit_2=199596&vuosi_0=v2019&kouluaste_0=161293#
 14. Javed F, Abduljabbar T, Vohra F, Malmstrom H, Rahman I, Romanos GE. Comparison of Periodontal Parameters and Self-Perceived Oral Symptoms Among Cigarette Smokers, Individuals Vaping Electronic Cigarettes, and Never-Smokers. *J Periodontol.* 2017;88(10):1059–1065.
 15. Yang I, Sandeep S, Rodriguez J. The oral health impact of electronic cigarette use: a systematic review. *Crit Rev Toxicol.* 2020;50(2):97–127.
 16. Dekhou A, Oskan N, Partiali B, Johnson J, Chung MT, Folbe A. E-Cigarette Burns and Explosions: What are the Patterns of Oromaxillofacial Injury? *J Oral Maxillofac Surg.* 2021;79(8):1723–1730.
 17. Parodontiitti. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2019. Saatavilla internetissä: www.kaypahoito.fi
 18. Aldakheel FM, Alduraywish SA, Jhugroo P, Jhugroo C, Divakar DD. Quantification of pathogenic bacteria in the subgingival oral biofilm samples collected from cigarette-smokers, individuals using electronic nicotine delivery systems and non-smokers with and without periodontitis. *Arch Oral Biol.* 2020;117:104793.
 19. Wadia R, Booth V, Yap HF, Moyes DL. A pilot study of the gingival response when smokers switch from smoking to vaping. *Br Dent J.* 2016;221(11):722–726.
 20. BinShabaib M, ALHarthi SS, Akram Z, Khan J, Rahman I, Romanos GE. ym. Clinical periodontal status and gingival crevicular fluid cytokine profile among cigarette-smokers, electronic-cigarette users and never-smokers. *Arch Oral Biol.* 2019;102:212–217.
 21. Karaaslan F, Dikilitaş A, Yiğit U. The effects of vaping electronic cigarettes on periodontitis. *Aust Dent J.* 2020;65(2):143–149.
 22. Ibraheem WI, Fageeh HI, Preethanath RS, Alzahrani FA, Al-Zawawi AS, Divakar DD. ym. Comparison of RANKL and osteoprotegerin levels in the gingival crevicular fluid of young cigarette- and waterpipe-smokers and individuals using electronic nicotine delivery systems. *Arch Oral Biol.* 2020;115:104714.

23. Akram Z, Aati S, Alrahlah A, Vohra F, Fawzy A. Longitudinal evaluation of clinical, spectral and tissue degradation biomarkers in progression of periodontitis among cigarette and electronic cigarette smokers. *J Dent.* 2021;109:103678.
24. Verma A, Anand K, Bhargava M, Kolluri A, Kumar M, Palve D. Comparative evaluation of salivary biomarker levels in e-Cigarette smokers and conventional smokers. *J Pharm Bioallied Sci.* 2021;13(6):1642–1645.
25. Ye D, Gajendra S, Lawyer G, Jadeja N, Pishey D, Pathagunti S. ym. Inflammatory biomarkers and growth factors in saliva and gingival crevicular fluid of e-cigarette users, cigarette smokers, and dual smokers: A pilot study. *J Periodontol.* 2020; 91(10):1274–1283.
26. Mokeem SA, Alasqah MN, Michelogiannakis D, Al-Kheraif AA, Romanos GE, Javed F. Clinical and radiographic periodontal status and whole salivary cotinine, IL-1 β and IL-6 levels in cigarette- and waterpipe-smokers and E-cig users. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2018;61:38–43.
27. Rouabhia M, Park HJ, Semlali A, Zakrzewski A, Chmielewski W, Chakir J. E-Cigarette Vapor Induces an Apoptotic Response in Human Gingival Epithelial Cells Through the Caspase-3 Pathway. *J Cell Physiol.* 2017;232(6):1539–1547.
28. El-Mouelhy ATM, Nasry SA, Abou El-Dahab O, Sabry D, Fawzy El-Sayed K. In vitro evaluation of the effect of the electronic cigarette aerosol, Cannabis smoke, and conventional cigarette smoke on the properties of gingival fibroblasts/gingival mesenchymal stem cells. *J Periodontal Res.* 2021;57(1):104–114.
29. Vermehren MF, Wiesmann N, Deschner J, Brieger J, Al-Nawas B, Kämmerer PW. Comparative analysis of the impact of e-cigarette vapor and cigarette smoke on human gingival fibroblasts. *Toxicol In Vitro.* 2020;69:105005.
30. Tatullo M, Gentile S, Paduano F, Santacroce L, Marrelli M. Crosstalk between oral and general health status in e-smokers. *Medicine (Baltimore).* 2016 Dec;95(49):e5589.
31. Jeong W, Choi DW, Kim YK, Lee HJ, Lee SA, Park EC. ym. Associations of electronic and conventional cigarette use with periodontal disease in South Korean adults. *J Periodontol.* 2020;91(1):55–64.
32. Atuegwu NC, Perez MF, Oncken C, Thacker S, Mead EL, Mortensen EM. Association between regular electronic nicotine product use and self-reported periodontal disease status: Population assessment of tobacco and health survey. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(7):1263.
33. Sinha D, Vishal, Kumar A, Khan M, Kumari R, Kesari M. Evaluation of tumor necrosis factor-alpha (TNF- α) and interleukin (IL)-1 β levels among subjects vaping e-cigarettes

- and nonsmokers. *J Fam Med Prim Care*. 2020;9(2):1072–1075.
34. Alqahtani F, Alqahtani M, Albaqawi AH, Al-Kheraif AA, Javed F. Comparison of cotinine levels in the peri-implant sulcular fluid among cigarette and waterpipe smokers, electronic-cigarette users, and nonsmokers. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2019;21(4):702–707.
35. ArRejaie AS, Al-Aali KA, Alrabiah M, Vohra F, Mokeem SA, Basunbul G. ym. Proinflammatory cytokine levels and peri-implant parameters among cigarette smokers, individuals vaping electronic cigarettes, and non-smokers. *J Periodontol*. 2019;90(4):367–374.
36. Al-Aali KA, Alrabiah M, ArRejaie AS, Abduljabbar T, Vohra F, Akram Z. Peri-implant parameters, tumor necrosis factor-alpha, and interleukin-1 beta levels in vaping individuals. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2018;20(3):410–415.
37. AlQahtani MA, Alayad AS, Alshihri A, Correa FOB, Akram Z. Clinical peri-implant parameters and inflammatory cytokine profile among smokers of cigarette, e-cigarette, and waterpipe. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2018;20(6):1016–1021.
38. Rouabhia M, Alanazi H, Park HJ, Gonçalves RB. Cigarette smoke and e-cigarette vapor dysregulate osteoblast interaction with titanium dental implant surface. *J Oral Implantol*. 2019;45(1):2–11.
39. Abaricia JO, Whitehead AJ, Kandalam S, Shah AH, Hotchkiss KM, Morandini L. ym. E-cigarette Aerosol Mixtures Inhibit Biomaterial-Induced Osseointegrative Cell Phenotypes. *Materialia (Oxf)*. 2021;20:101241.
40. Alazmi SO, Almutairi FJ, Alresheedi BA. Comparison of Peri-Implant Clinicoradiographic Parameters among Non-Smokers and Individuals Using Electronic Nicotine Delivery Systems at 8 Years of Follow-up. *Oral Health Prev Dent*. 2021;19(1):511–516.
41. AlJasser R, Zahid M, AlSarhan M, AlOtaibi D, AlOraini S. The effect of conventional versus electronic cigarette use on treatment outcomes of peri-implant disease. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):480.
42. Karies (hallinta). Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2020. Saatavilla internetissä: www.kaypahoito.fi
43. Rouabhia M, Semlali A. Electronic cigarette vapor increases *Streptococcus mutans* growth, adhesion, biofilm formation, and expression of the biofilm-associated genes. *Oral Dis*. 2021;27(3):639–647.
44. Vemulapalli A, Mandapati SR, Kotha A, Aryal S. Association between vaping and

- untreated caries: A cross-sectional study of National Health and Nutrition Examination Survey 2017-2018 data. *J Am Dent Assoc.* 2021;152(9):720–729.
45. Nelson JM, Cuadra GA, Palazzolo DL. A comparison of flavorless electronic cigarette-generated aerosol and conventional cigarette smoke on the planktonic growth of common oral commensal streptococci. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(24):5004.
46. Ghazali AF, Faisal Ismail A, Daud A. Caries Experience among Cigarette and E-Cigarette Users: A 6-Month Prospective Study. *J. Pharm. Sci. Res.* 2019;11(7):2566–2569
47. Fairchild R ja Setarehnejad A. Erosive potential of commonly available vapes. *Br Dent J.* 2021;231(8):487–491.

LIIKTEET

Liite 1: Taulukko kirjallisuuskatsaukseen hyväksytyistä artikkeleista.

Kirjoittajat, Julkaisuvuosi Tutkimustyyppi	Tutkimuksen nimi	Tutkimusaihe	Tutkimuksen johtopäätökset
Abaricia, ym., 2021 In vitro -tutkimus	E-cigarette aerosol mixtures inhibit biomaterial-induced osseointegrative cell phenotypes	Sähkösavukkeiden aerosolien vaikutus makrofagien aktivaatioon ja mesenkymaalisten kantasolujen osteoblastigeneesiin titaanisilla implanttipinnoilla.	Sähkösavukkeiden aerosolit aktivoivat makrofageja ja heikentävät mesenkymaalisten kantasolujen osteoblastigeneesiä titaanisilla implanttipinnoilla.
Akram, ym., 2021 Pitkittäistutkimus	Longitudinal evaluation of clinical, spectral and tissue degradation biomarkers in progression of periodontitis among cigarette and electronic cigarette smokers	Sähkösavukkeiden käyttäjien ja tupakoitsijoiden parodontologinen status sekä ientaskunesteen MMP-8:n ja tyypin I kollageenin C-telopeptidin (CTX) määrät.	Tupakoitsijoiden parodontologinen status huononee 6 kk seurannan aikana enemmän kuin sähkösavukkeiden käyttäjillä. Tupakointi, MMP-8 ja CTX ovat alveoliluukatoa ennustavia tekijöitä tupakoitsijoilla ja sähkösavukkeiden käyttäjillä.
Al-Aali, ym., 2018 Poikkileikkaustutkimus (pilottitutkimus)	Peri-implant parameters, tumor necrosis factor-alpha, and interleukin-1 beta levels in vaping individuals	Sähkösavukkeiden käyttäjien ja tupakoimattomien henkilöiden kliiniset ja radiologiset peri-implanttialueen parametrit sekä ientaskunesteen TNF- α - ja IL-1 β -pitoisuudet.	Sähkösavukkeiden käyttö voi johtaa heikentyneeseen peri-implanttialueen terveystilaan. Sähkösavukkeiden käyttäjillä saattaa olla suurentunut riski peri-implanttisairauksien syntymiseen.

Alazmi, ym., 2021 Poikkileikkaustutkimus	Comparison of peri-Implant clinicoradiographic parameters among non-smokers and individuals using electronic nicotine delivery systems at 8 years of follow-up	Sähkösavukkeiden käyttäjien ja tupakoimattomien henkilöiden peri-implanttikudosten kliiniset ja radiologiset parametrit 8 vuoden jälkeen implanttien asettamisesta.	Sähkösavukkeiden käyttäjien hammasimplantit voivat pysyä toiminnallisesti stabiileina ja peri-implanttikudokset terveenä kahdeksan vuoden kuluttua implantin asettamisesta, mikäli omahoito on hyvällä tasolla.
Aldakheel, ym., 2020 Poikkileikkaustutkimus	Quantification of pathogenic bacteria in the subgingival oral biofilm samples collected from cigarette-smokers, individuals using electronic nicotine delivery systems and non-smokers with and without periodontitis	Parodontiittia sairastavien tupakoitsijoiden ja sähkösavukkeiden käyttäjien subgingivaalisen biofilmin patogeenisten bakteerien esiintyvyys verrattuna parodontaalisesti terveisiin ja parodontiittia sairastaviin tupakoimattomiin henkilöihin.	Sähkösavukkeiden käyttäjien subgingivaalisen biofilmin parodontiittipatogeenien määrä on vastaavanlainen tupakoitsijoiden kanssa.
AlJasser, ym., 2021 Tapaus- verrokkitutkimus	The effect of conventional versus electronic cigarette use on treatment outcomes of peri-implant disease	Sähkösavukkeiden käyttäjien, tupakoitsijoiden ja tupakoimattomien henkilöiden kliininen peri-implanttistatus ja sylkimuutokset peri-implantiitin kirurgisen hoidon jälkeen.	Sähkösavukkeiden käyttö on peri-implantiitin riskitekijä. Sähkösavukkeiden käyttäjillä kliininen ja biologinen vaste peri-implantiittihoidolle on pidemmällä aikavälillä heikoin.
Alqahtani, ym., 2019 Poikkileikkaustutkimus	Comparison of cotinine levels in the peri-implant sulcular fluid among cigarette and waterpipe smokers, electronic-cigarette users, and nonsmokers	Hammasimplantin ientaskunesteen kotiniinitasot ja kliiniset peri-implanttiparametrit tupakoitsijoilla, vesipiipun polttajilla, sähkösavukkeiden käyttäjillä ja tupakoimattomilla henkilöillä.	Säännöllinen nikotiinituotteiden käyttö nostaa kotiniinin tuotantoa peri-implanttialueen ientaskunesteessä. Nikotiinituotteiden käyttäjillä on heikentynyt peri-implanttialueen terveys.

AlQahtani, ym., 2018 Poikkileikkaustutkimus	Clinical peri-implant parameters and inflammatory cytokine profile among smokers of cigarette, e-cigarette, and waterpipe	Kliiniset ja röntgenologiset peri-implanttialueen parametrit sekä proinflammatoristen sytokiinien esiintyminen peri-implanttialueen ientaskunesteessä sähkösavukkeiden käyttäjillä, vesipiipun polttajilla, tupakoitsijoilla ja tupakoimattomilla henkilöillä.	Tupakointi voi heikentää peri-implanttialueen terveyttä. Vesipiipun polttamisella on tupakointia vastaavia vaikutuksia peri-implanttialueeseen. Sähkösavukkeiden käyttö saattaa lisätä peri-implanttisairauksien riskiä.
ArRejaie, ym., 2019 Poikkileikkaustutkimus (pilottitutkimus)	Proinflammatory cytokine levels and peri-implant parameters among cigarette smokers, individuals vaping electronic cigarettes, and non-smokers	Sähkösavukkeiden käyttäjien, tupakoitsijoiden ja tupakoimattomien henkilöiden kliiniset ja röntgenologiset peri-implanttiparametrit sekä tulehdusvälittäjäaineiden (MMP-9 ja IL-1 β) määrät ientaskunesteessä.	Tupakoitsijoiden tapaan myös sähkösavukkeiden käyttäjillä voi olla lisääntynyt riski peri-implanttisairauksien syntymiseen.
Atuegwu, ym., 2019 Kohorttitutkimus, kyselytutkimus	Association between regular electronic nicotine product use and self-reported periodontal disease status: Population assessment of tobacco and health survey	Sähkösavukkeiden käytön ja parodontiitin yhteys.	Pitkäaikainen ja säännöllinen sähkösavukkeiden käyttö lisää riskiä sairastua parodontiittiin.
Beklen ja Uckan, 2021 In vitro -tutkimus	Electronic cigarette liquid substances propylene glycol and vegetable glycerin induce an inflammatory response in gingival epithelial cells	Makuaineettomien sähkösavukkeenesteiden sisältämien propyleeniglykolin ja glyserolin vaikutukset ienepiteelisoluihin.	Propyleeniglykoli ja glyseroli ovat nestemuodossaan mahdollisesti solutoksisia ja lisäävät ienepiteelisolujen tulehdusvälittäjäaineiden tuotantoa.
BinShabaib, ym., 2019 Poikkileikkaustutkimus	Clinical periodontal status and gingival crevicular fluid cytokine profile among cigarette-smokers, electronic-cigarette users and never-smokers	Kliiniset parodontaalistatukset ja ientaskunesteen sytokiini koostumus tupakoitsijoilla, sähkösavukkeiden käyttäjillä ja tupakoimattomilla henkilöillä.	Tupakoitsijoilla on heikompi parodontaaliterveys ja korkeammat ientaskunesteen proinflammatoristen sytokiinien pitoisuudet verrattuna sähkösavukkeiden käyttäjiin ja tupakoimattomiin henkilöihin.

El-Mouelhy, ym., 2021 In vitro -tutkimus	In vitro evaluation of the effect of the electronic cigarette aerosol, cannabis smoke, and conventional cigarette smoke on the properties of gingival fibroblasts/gingival mesenchymal stem cells	Sähkösavukkeiden aerosolin, kannabiksen ja tupakansavun vaikutukset ikenien fibroblasteihin ja mesenkyymaalisiin soluihin.	Kannabis ja tupakansavu lisäävät fibroblastien ja mesenkyymaalisten solujen DNA-vaurioita ja toimintahäiriöitä. Sähkösavukkeiden aerosolilla ei ole yhtä haitallisia vaikutuksia.
Ganesan, ym., 2020 Tapaus-verrokki tutkimus, in vitro -tutkimus	Adverse effects of electronic cigarettes on the disease-naive oral microbiome	Sähkösavukkeiden käytön vaikutukset subgingivaaliseen mikrobistoon.	Sähkösavukkeiden aerosoli voi muuttaa parodontaalisesti terveen suun subgingivaalisen mikrobiston koostumusta ja toimintaa sekä biofilmin rakennetta.
Ghazali, ym., 2019 Pitkittäistutkimus	Caries experience among cigarette and E-cigarette users: a 6-month prospective study	Sähkösavukkeiden käyttäjien, tupakoitsijoiden ja tupakoimattomien henkilöiden kariesstatukset (DMFT) kuuden kuukauden seurannassa.	Sähkösavukkeiden käyttö voi altistaa hampaiden karioitumiseen.
Ibraheem, ym., 2020 Tapaus-verrokki-tutkimus	Comparison of RANKL and osteoprotegerin levels in the gingival crevicular fluid of young cigarette- and waterpipe-smokers and individuals using electronic nicotine delivery systems	Sähkösavukkeiden käyttäjien, tupakoitsijoiden ja vesipiipun polttajien ientaskunesteiden RANKL:n ja osteoprotegeriinin (OPG) määrät.	Tupakoinnilla, vesipiipun polttamisella ja sähkösavukkeiden käytöllä on yhteys lisääntyneeseen RANKL:n ja OPG:n tuotantoon ientaskunesteessä.
Javed, ym., 2017 Poikkileikkaustutkimus (pilottitutkimus), kyselytutkimus	Comparison of periodontal parameters and self-perceived oral symptoms among cigarette smokers, individuals vaping electronic cigarettes, and never-smokers	Sähkösavukkeiden käyttäjien, tupakoitsijoiden ja ei koskaan tupakoineiden henkilöiden parodontologiset parametrit ja itseraportoidut suuoireet.	Tupakoitsijoilla on heikompi parodontaaliterveys ja enemmän itseraportoituja suuoireita verrattuna sähkösavukkeiden käyttäjiin ja tupakoimattomiin henkilöihin.

Jeong, ym., 2020 Poikkileikkaustutkimus, kyselytutkimus	Associations of electronic and conventional cigarette use with periodontal disease in South Korean adults	Tupakoinnin ja sähkösavukkeiden käytön yhteys parodontiittiin Etelä-Korealaisilla aikuisilla.	Sähkösavukkeiden käyttö ja tupakointi ovat kumpikin yhteydessä lisääntyneeseen parodontiitin esiintyvyyteen.
Karaaslan, ym., 2020 Poikkileikkaustutkimus	The effects of vaping electronic cigarettes on periodontitis	Parodontiittipotilaiden sähkösavukkeiden käytön, tupakoinnin ja tupakoinnin lopettamisen vaikutukset oksidatiiviseen stressiin, sytokiinitasoihin ja kliiniseen parodontologiseen statukseen.	Sähkösavukkeiden käyttö ja tupakointi lisäävät oksidatiivista stressiä. Niillä on myös haitallinen vaikutus proinflammatoristen sytokiinien ilmentymiseen parodontiittia sairastavilla henkilöillä.
Kim, ym., 2018 In vitro -tutkimus	Cariogenic potential of sweet flavors in electronic-cigarette liquids	Sähkösavukkeiden makeutettujen aerosolien kariogeeniset vaikutukset.	Sähkösavukkeenesteiden viskositeetti ja jotkut makunesteiden kemikaalit saattavat lisätä hampaiden karioitumisen riskiä.
Mokeem, ym., 2018 Poikkileikkaustutkimus	Clinical and radiographic periodontal status and whole salivary cotinine, IL-1 β and IL-6 levels in cigarette- and waterpipe-smokers and E-cig users	Tupakoitsijoiden, vesipiipun polttajien, sähkösavukkeiden käyttäjien ja tupakoimattomien henkilöiden kliiniset ja radiologiset parodontaalistatukset. Lisäksi syljen kotiini-, IL-1 β - ja IL-6- määrät.	Kotiniiniarvot ovat korkeammat tupakoitsijoilla, vesipiipun polttajilla ja sähkösavukkeiden käyttäjillä verrattuna tupakoimattomiin henkilöihin. Tupakoitsijoiden ja vesipiipun polttajien parodontaalistatukset ovat huonommat verrattuna sähkösavukkeiden käyttäjiin ja tupakoimattomiin henkilöihin.
Nelson, ym., 2019 In vitro -tutkimus	A comparison of flavorless electronic cigarette-generated aerosol and conventional cigarette smoke on the planktonic growth of common oral commensal streptococci	Makuaineettoman sähkösavukkeiden aerosolin ja tupakan savun vaikutukset suun kommensaalisten streptokokkien kasvuun.	Tupakan savu on haitallisempaa kommensaalisten streptokokkien kasvulle ja biofilmin muodostukselle verrattuna mauttomaan e-aerosoleihin tai e-nesteeseen.
Rouabhia, ym., 2017 In vitro -tutkimus	E-cigarette vapor induces an apoptotic response in human gingival epithelial cells through the caspase-3 pathway	Sähkösavukkeiden aerosolin vaikutus ienepiteelisolujen adheesioon, morfologiaan, apoptoosiin/nekroosiin ja kaspasi-3:n ilmentymiseen.	Sähkösavukkeiden aerosoli voi olla haitallista ienepiteelisoluille aiheuttamalla hallitsematonta solutoimintaa.

Rouabhia, ym., 2019 In vitro -tutkimus	Cigarette smoke and e-cigarette vapor dysregulate osteoblast interaction with titanium dental implant surface	Sähkösavukkeiden aerosolien mahdolliset haitalliset vaikutukset osteoblastien vuorovaikutukseen titaanisen hammasimplanttimateriaalin kanssa.	Sähkösavukkeet saattavat aiheuttaa hammasimplanttihoidon epäonnistumisia tai komplikaatioita. Sähkösavukkeiden aerosolit voivat häiritä luukudoksen ja implanttimateriaalin välisestä vuorovaikutusta.
Rouabhia ja Semlali, 2021 In vitro -tutkimus	Electronic cigarette vapor increases Streptococcus mutans growth, adhesion, biofilm formation, and expression of the biofilm-associated genes	Sähkösavukkeiden vaikutukset Streptococcus mutansin kasvuun, biofilmin muodostukseen ja virulenssiin.	Sähkösavukkeet edistävät Streptococcus mutansin kasvua ja virulenssigeenien tuotantoa sekä biofilmin muodostusta ja kiinnittymistä hammaspinnalle.
Sinha, ym., 2020 Poikkileikkaustutkimus	Evaluation of tumor necrosis factor-alpha (TNF- α) and interleukin (IL)-1 β levels among subjects vaping e-cigarettes and nonsmokers	Sähkösavukkeiden käyttäjien ja tupakoimattomien henkilöiden peri-implanttialueen kliiniset, röntgenologiset ja immunologiset parametrit (TNF- α ja IL-1 β).	Sähkösavukkeiden käyttäjillä on lisääntynyt määrä paikallisen tulehduksen aiheuttamaa kudostuhoa peri-implanttialueella. Sähkösavukkeiden käyttö on mahdollisesti haitallista peri-implanttialueen terveydelle.
Sundar, ym., 2016 In vitro -tutkimus	E-cigarettes and flavorings induce inflammatory and pro-senescence responses in oral epithelial cells and periodontal fibroblasts	Makeutettujen sähkösavukkeiden aerosolien vaikutus ienepiteelisolujen ja parodontaaliligamentin fibroblastien tulehdustekijöihin ja solutoimintaan.	Makeutetut sähkösavukkeiden aerosolit aiheuttavat lisääntyntä oksidatiivista stressiä ja tulehdusvastetta ienepiteelisoluissa ja parodontaaliligamenttien fibroblasteissa.
Tatullo, ym., 2016 Pitkittäistutkimus (pilottitutkimus)	Crosstalk between oral and general health status in e-smokers	Sähkösavukkeiden käyttöön vaihtaneiden tupakoitsijoiden suu- ja yleisterveydelliset vaikutukset.	Parodontaaliterveys paranee, kun tupakan vaihtaa sähkösavukkeeseen.
Vemulapalli, ym., 2021 Poikkileikkaustutkimus, kyselytutkimus	Association between vaping and untreated caries: A cross-sectional study of National Health and Nutrition Examination Survey 2017-2018 data	Sähkösavukkeiden käytön ja hoitamattoman kariksen esiintymisen yhteys.	Sähkösavukkeiden käyttäjillä esiintyy enemmän hoitamattomaa kariesta.

Verma, ym., 2021 Poikkileikkaustutkimus	Comparative evaluation of salivary biomarker levels in e-Cigarette smokers and conventional smokers	Sähkösavukkeiden käyttäjien, tupakoitsijoiden ja tupakoimattomien henkilöiden pro- ja anti-inflammatoristen sytokiinien määrät stimuloitussa syljessä.	Sähkösavukkeiden käyttö lisää proinflammatoristen sytokiinien määriä syljessä.
Vermehren, ym., 2020 In vitro -tutkimus	Comparative analysis of the impact of e-cigarette vapor and cigarette smoke on human gingival fibroblasts	Sähkösavukkeiden aerosolin ja tupakansavun vaikutukset ienkudoksen fibroblastien metaboliaan ja toimintaan.	Sähkösavukkeiden aerosolilla on vähemmän haitallisia vaikutuksia ienkudoksen fibroblastien metaboliaan ja toimintaan verrattuna tupakansavuun.
Vohra, ym., 2020 Poikkileikkaustutkimus, kyselytutkimus	Comparison of self-rated oral symptoms and periodontal status among cigarette smokers and individuals using electronic nicotine delivery systems	Tupakoitsijoiden ja sähkösavukkeen käyttäjien kliiniset ja röntgenologiset parodontologiset statukset sekä itseraportoidut suun oireet.	Itseraportoitu hammas- ja ienkipu on yleisempää tupakoitsijoilla kuin sähkösavukkeen käyttäjillä ja tupakoimattomilla henkilöillä. Tupakoitsijoilla on korkeampi plakki-indeksi ja lisääntynyt ientaskusyvyys verrattuna sähkösavukkeen käyttäjiin.
Wadia, ym., 2016 Pitkittäistutkimus (pilottitutkimus)	A pilot study of the gingival response when smokers switch from smoking to vaping	Terveysvaikutukset ienkudokseen, kun vakiintuneet tupakoitsijat siirtyvät sähkösavukkeiden käyttöön kahden viikon ajaksi.	Ientulehdus lisääntyi kahden viikon tupakoinnin lopettamisen ja sähkösavukkeiden käytön aloittamisen jälkeen.
Willershausen, ym., 2014 In vitro -tutkimus	Influence of E-smoking liquids on human periodontal ligament fibroblasts	Erilaisten sähkösavukkeenesteiden vaikutus parodontaaliligamentin fibroblastien proliferaatioon ja elinkykyisyyteen.	Sähkösavukkeenesteiden mentoli-makuaineilla on haitallisia vaikutuksia parodontaaliligamenttien fibroblasteihin.
Ye, ym., 2020 Poikkileikkaustutkimus (pilottitutkimus)	Inflammatory biomarkers and growth factors in saliva and gingival crevicular fluid of e-cigarette users, cigarette smokers, and dual smokers: A pilot study	Syljen ja ientaskunesteen biomarkkereiden erot sähkösavukkeen käyttäjien, tupakoitsijoiden, dual-polttajien ja tupakoimattomien henkilöiden välillä.	Tulokset viittaavat siihen, että pitkäaikainen sähkösavukkeiden käyttö saattaa olla yhteydessä suusairauden kehittymiseen. Riski sairauksien kehittymiseen on kuitenkin pienempi kuin tupakoitsijoilla.