

SÄHKÖTUPAKKA JA PARODONTIITTI

Salonen, Emil

Syventävien opintojen tutkielma

Hammaslääketieteen tutkinto-ohjelma

Lääketieteellinen tiedekunta

Oulun yliopisto

Elokuu 2020

HLT Antti Tiisanoja

OULUN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta

Lääketieteen / Hammaslääketieteen tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Salonen, Eemil: Sähkötupakka ja parodontiitti

Syventävien opintojen tutkielma: 32 sivua

Sähkötupakka on varsin uusi tekninen laite, joka on kehitetty Kiinassa 2000-luvun puolessa välissä. Sähkösavuke imitoi perinteistä tupakkaa käyttötavaltaan ja ulkonäöltään. Sähkötupakan käyttö Suomessa on toistaiseksi ollut suhteellisen vähäistä, mutta maailmalla, etenkin Yhdysvalloissa sähkötupakka on saavuttanut suuren suosion varsinkin nuorison keskuudessa. Suosion syitä ovat esimerkiksi sähkötupakan laajat makuvaihtoehdot, ja sähkötupakoinnin ympärille kehittynyt internetilmiö. Yhtenä syynä voidaan pitää myös sitä, että sähkötupakkaa on markkinoitu vähemmän epäterveellisenä tupakkatuotteena verrattuna perinteiseen tupakkaan. Sähkötupakkaa käytettäessä ei tapahdu perinteiselle tupakalle ominaista palamisreaktiota, jolloin käyttäjä ei altistu perinteisen tupakoinnin tavoin savulle, tervalle, häkälle tai muille palamisessa muodostuville yhdisteille. Sähkösavukkeesta on toistaiseksi hyvin rajallisesti tutkimustietoa, koska se on varsin tuore keksintö. Tässä kirjallisuuskatsauksessa on tutustuttu tällä hetkellä saatavissa olevaan tutkimustietoon sähkötupakan vaikutuksista parodontiittiin, eli hampaiden kiinnityskudosten sairauteen. Sähkötupakan nikotiini supistaa ikenen verisuonia ja siten peittää parodontiitin oireita, kuten ienverenvuotoa. Tutkimusten mukaan sähkötupakoijilla on tupakoimattomiin verrattuna enemmän ja syvempiä ientaskuja, sekä enemmän luukatoa. Lisäksi proinflammatoristen sytokiiniin (IL-1 β , IL-6, TNF- α) pitoisuudet ovat suurempia sähkötupakoijilla verrattuna tupakoimattomiin. Sähkötupakointi lisää solujen apoptoosia ja oksidatiivista stressiä. In-vitro tutkimuksissa on ilmennyt, että sähkötupakalla on vakaviakin karsinogeenisiä, sytotoksisia ja genotoksisia vaikutuksia. Tutkimusten mukaa näyttäisi kuitenkin siltä, että sähkötupakoinnin vaikutukset parodontiittiin ovat vähäisemmät kuin perinteisen tupakan. Tulevaisuudessa tarvitaan lisää tutkimustietoa, sillä pitkäaikaistutkimuksia aiheesta ei juurikaan ole.

Avainsanat: Parodontiitti, Gingiviitti, E-tupakka, Sähkötupakka

SISÄLLYSLUETTELO

SISÄLLYSLUETTELO	3
1. JOHDANTO.....	4
2. PARODONTIITTI	5
2.1. Terve parodontium.....	5
2.2. Yleistä	5
2.3. Prevalenssi	6
2.4. Etiologia.....	7
2.5. Patogeneesi	8
2.6. Hoito ja ennuste	9
3. SÄHKÖTUPAKKA	11
3.1. Yleistä	11
3.2. Laitteet ja maut	12
3.3. Yleisyys	15
3.4. Sähkötupakka tupakoinnin lopettamisessa	15
4. SÄHKÖTUPAKKA JA PARODONTIITTI.....	17
4.1. Sähkötupakan vaikutukset parodontiumin soluihin.....	17
4.2. Sähkötupakoinnin vaikutus periodontaalisiin parametreihin ja proinflammatorisiin sytokiineihin.....	21
4.3. Sähkötupakoinnin vaikutus parodontiumin paranemiseen	24
4.4. Systemaattiset katsaukset sähkötupakan vaikutuksista parodontiumin terveyteen	25
5. POHDINTA	29
6. LÄHDELUETTELO	31

1. JOHDANTO

Sähkötupakka, tai viralliselta nimeltään sähkösavuke on tekninen laite, joka sähköä avulla höyrystää nikotiinipitoisen nesteen, jota sitten hengitetään. Sähkötupakka mielletään perinteistä tupakkaa haitattommaksi, sillä sähkötupakassa ei tapahdu palamisreaktiota. Sähkötupakan käyttäjä ei siis altistu savulle, tervalle, häkälle tai muille palamisessa muodostuville yhdisteille. Suurin osa perinteisen tupakan käyttäjistä on siirtynyt sähkötupakkaan tupakoinnin lopettamisen apukeinona, mutta tutkimukset osoittavat, että sähkötupakka on vieroituskeinona perinteisiä vieroitustuotteita huonompi. Vaikka sähkötupakointi onkin suhteellisen uusi ilmiö, se on silti kasvattanut suosiota etenkin nuorison keskuudessa. Suurin osa sähkötupakoitsijoista on aiemmin polttanut perinteistä tupakkaa, minkä vuoksi sähkötupakan terveysvaikutusten tutkiminen on haastavaa. (Duodecim 2016)

Sähkötupakoinnilla, kuten tupakoinnillakin, on vaikutusta parodontiumiin, eli hampaiden kiinnityskudokseen. Molemmissa tupakkatuotteissa oleva nikotiini supistaa verisuonia ja siten peittää parodontiitin ja sitä edeltävän gingiviitin eli ientulehduksen tuntomerkkejä, joita ovat ienverenvuoto, punoitus ja turvotus. Sähkötupakan savukenesteessä on myös monia makeuttavia kemiallisia aineita, joilla voi olla toksisia vaikutuksia parodontiumin kudoksiin, kuten parodontaaliligamenttiin. Etenkin kudosten parantumisessa on havaittu ongelmia sähkötupakan käyttäjillä. Sähkötupakan suoranaista vaikutuksista parodontiittiin on toistaiseksi tutkittu vähän, johtuen esimerkiksi siitä, että sähkötupakka on tuotteena suhteellisen uusi. (Javed ym. 2017)

2. PARODONTIITTI

2.1. Terve parodontium

Parodontium koostuu alveoliluusta, parodontaaliligamentista, juurisementistä ja ikenestä. Näiden komponenttien tehtävänä on stabiloida hammaskaarta ja tukea hampaita. Normaalitylanteessa alveoliluuta ja hampaiden juuria peittää kiille-sementtirajalle asti ien, joka jaetaan marginaaliseen ikeneen, kiinnittyneeseen ikeneen ja interdentaaliseen ikeneen. Marginaalisen ikenen ja hampaan väliin muodostuu ientasku, joka on normaalisti 2–3 millimetriä syvä. Ientä verhoaa kauttaaltaan epiteelikerros, jossa on kolmea rakenteeltaan ja toiminnaltaan poikkeavaa epiteelityyppiä: oraaliepiteeliä, sulkulaarista epiteeliä ja junktionaalista epiteeliä. Oraaliepiteeli verhoaa ikenen oraalisia osia, sulkulaarista ientä on ientaskun sisäpinnalla ja junktionaalinen epiteeli kiinnittää marginaalisen ikenen hampaan kiilteeseen, sekä muodostaa ientaskun pohjan. Junktionaalisella epiteelillä on parodontiumin kanalta suuri puolustuksellinen rooli, sillä se läpäisee ientaskunestettä ja immuunivasteen komponentteja marginaaliseen ikeneen. Lisäksi junktionaalinen epiteeli sisältä itsessään paljon valkosoluja. Junktionaalisen epiteelin yksi tärkeistä puolustukseen liittyvistä ominaisuuksista on myös sen nopea uusiutuminen, mikä on omiaan estämään bakteerien kolonisaatiota ja ientaskun syventymistä. (Newman ym. 2018)

2.2. Yleistä

Parodontiitti kehittyy gingiviitistä, mutta eroaa siitä siten, että siihen liittyy hampaiden kiinnityskatoa. Parodontiitti voidaan diagnosoida, kun vähintään yhdessä kohtaa hampaistoa voidaan todeta vähintään neljä millimetriä syvä ientasku. Diagnostiikka on mahdollista myös silloin, kun voidaan todeta sekä kiinnityskatoa, että verenvuotoa taskumittauksen yhteydessä ja radiologisesti voidaan nähdä luukatoa. (Parodontiitti: Käypä hoito- suositus 2019)

Parodontiitin tunnusmerkkejä ovat plakin ja hammaskiven kertyminen. Jo taudin alkuvaiheessa näkyviä oireita ovat ikenen turvotus, punoitus, sekä arkuus ja verenvuoto etenkin hampaiden harjauksen yhteydessä. Mitä pidemmälle tauti etenee, sitä syvemmiä ientaskut muuttuvat. Lisäksi pitkälle edenneessä parodontiitissa ilmenee alveoliluon

menetystä ja siten hampaiden liikkuvuutta. Parodontiittin oireita voivat olla myös pahanhajuinen hengitys ja paha maku suussa.

Parodontiitin vaikeusastetta voidaan arvioida esimerkiksi kiinnityskadon, sekä taskujen syvyyden ja määrän mukaan. Käypä hoito -suosituksen määritelmän mukaan parodontiittia pidetään yleistyneenä, kun syventyneitä taskuja on yli 30 %:ssa hampaiden pinnoista. Parodontiitti diagnosoidaan lieväksi, kun taskut ovat 4 mm syviä ja kiinnityskato on 1–2 mm. Keskivaikeassa parodontiitissa taskut ovat 5–6 mm syviä ja kiinnityskato 3–4 mm. Vaikeassa parodontiitissa taskusyvyys on yli 7 mm ja kiinnityskato on vähintään 5 mm (Parodontiitti: Käypä hoito- suositus 2019)

Parodontiitista on olemassa erilaisia tautiluokkia, joista krooninen parodontiitti on yleisin. Sille tyypillistä on taudin hidaskäynnäminen ja se ilmeneekin usein vasta aikuisiässä. Taudin eteneminen voi olla tasaisen jatkuvaa, tai kausittaista. Kroonisen parodontiitin etenemisnopeutta lisäävät kuitenkin yleissairaudet, kuten diabetes ja huonot elintavat, joihin sisältyvät esimerkiksi tupakanpolto ja stressi. (Newman ym. 2018)

2.3. Prevalenssi

Parodontiitti on Suomessa merkittävä hammashoidollinen kansanterveysongelma etenkin 30 vuotta täyttäneillä. Terveystieteiden tutkimuslaitoksen toteuttaman Terveystieteiden tutkimuksen mukaan ientulehdusta esiintyy 74 %:lla (miehet 77 %, naiset 70 %). Tutkimuksessa parodontiitti katsottiin olevan niillä hampaallisilla, joilla oli syventyneitä, eli yli 4 mm ientaskuja. Näitä esiintyi 64 %:lla yli 30 vuotiaista. Miehillä tämä luku oli 72 % ja naisilla 57 %. Parodontiitin yleisyys kasvaa iän myötä. Alle 45-vuotiailla parodontiitti oli suhteellisesti hieman harvinaisempia, kun taas yli 75-vuotiailla parodontiitti oli yleisempi kuin 45–75-vuotiailla. Keskimäärin syventyneitä ientaskuja löydettiin noin neljästä hampaasta. Naisilla syventyneitä taskuja oli vähemmän kuin miehillä (3,4 vs. 5,4) (Koskinen Seppo, Lundqvist Annamari, Ristiluoma Noora (toim.) 2012)

Parodontiitti ei ole rasite kansanterveydelle ainoastaan Suomessa, vaan se on maailmanlaajuinen ongelma. Vuonna 2010 vaikea krooninen parodontiitti oli kuudenneksi yleisin sairaus, joka koski maailmanlaajuisesti jopa noin 11 prosenttia, eli jopa 743

miljoonaa ihmistä. (Kassebaum ym. 2014) Vuosina 2009–2012 Yhdysvalloissa kerättiin aineisto, jonka avulla tutkittiin parodontiittia yli 30-vuotiailta hampaallisilta yhdysvaltalaisilta. Parodontologinen tutkimus tehtiin 7066 henkilölle, jotka oli kerätty siten, että ne edustivat painotetusti yli 30-vuotiasta väestöä. Tuloksesta huomattiin, että parodontiittia oli 46 %:lla aikuisista ja 8.9 %:lla tauti oli vakava. Tutkimuksessa todettiin myös, että parodontiittiin sairastuneiden määrä lisääntyy iän myötä ja että parodontiitti on miehillä yleisempi. (Eke ym. 2015)

2.4. Etiologia

Parodontiittia pidetään kompleksisena infektiona ja se perustuu nykyisen teorian mukaan dysbioottisen bakteeriplakin, sekä avainpatogeenien synergiseen toimintaan. Parodontiittiin ei voida nimetä yhtä tiettyä etiologista patogeenia, mutta on kuitenkin osoitettu, että tietyt patogeenit, eli niin sanotut avainlajit, voidaan usein löytää parodontiittin yhteydessä. Näihin avainlajeihin kuuluvat niin sanotut punaisen kompleksin bakteerit (*porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*) sekä *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*.

Parodontiitin riskitekijöitä ovat perinnölliset tekijä ja systeemiset tekijät, kuten yleissairaudet. Huonossa hoitotasapainossa oleva diabetes vaikuttaa negatiivisesti tulehdusvasteeseen. Diabeetikoilla parodontiittia esiintyy enemmän ja vaikeampana, verrattuna ei diabeetikoihin. Myös muut immuunipuutosta aiheuttavat systeemissairaudet lisäävät parodontiitin riskiä.

Paikallisia riskitekijöitä ovat plakkirententiivisyys, hammaskivi ja punaisen kompleksin bakteerit. Plakkia retentoivia tekijöitä ovat esimerkiksi paikkaylimäärät, rosoiset paikan reunat, sekä kiinteä ja irrotettavat protetiikka. Retentioiville alueille plakkia kerääntyy enemmän ja sen poistaminen on haastavampaa, etenkin jos retentioalue sijaitsee subgingivaalisesti Hammaskivi on mineralisoitunutta bakteeriplakkia, joka muodostaa kiinnittymisalustan plakille ja voi muodostaa alueita, joista plakin poistaminen on haastavaa, etenkin subgingivaaliselle alueelle. Tupakointi on tärkein yksittäinen riskitekijä etenkin krooniseen parodontiittiin. Tupakointi heikentää ikenen verenkiertoa, sekä tulehdusvastetta ja siten edesauttaa bakteerien patogeneesiä ja kolonisaatiota. Tupakoinnista johtuva

verenkierron heikkeneminen peittää parodontiitin ulkoisia tunnusmerkkejä, kuten verenvuotoa taskumittauksen yhteydessä. Tästä syystä tupakoijalla parodontiitti diagnosoidaan usein myöhäisemmässä vaiheessa. Sähkötupakalla on hyvin samankaltaiset vaikutukset parodontiumiin, varsinkin jos savukeneste sisältää nikotiinia. Myös miessukupuolen on todettu olevan riskitekijä. (Newman ym. 2018)

2.5. Patogeneesi

Parodontiitin patogeneesi on monimutkainen ja se perustuu isännän immuunivasteen ja subgingivaalisen biofilmin väliseen vuorovaikutukseen. Parodontiittia edeltää aina gingiviitti, mutta gingiviitti ei aina johda parodontiittiin. Biofilmi eli plakki syntyy alun perin suun mikrobiomin ja syljen komponenttien muodostaman pellikkelin kiinnittyessä hampaan pinnoille. Mikäli plakkaa ei mekaanisesti poisteta sen määrä kasvaa ja ajan myötä sen mikrobilajikoostumus muuttuu. Kun plakin terveyteen assosioituvien mikrobilajien määrä vähenee ja sairauteen assosioituvien lajien määrä kasvaa, muuttuu plakki dysbioottiseksi, eli epäjärjestäytyneeksi. Tulehduksen myötä tapahtuva pH:n lasku, ientaskunesteen erityös, verenvuoto ja alueen lämpötilan nousu vaikuttaa positiivisesti patogeenien kykyyn tuottaa virulenssitekijöitä.

Parodontiittia edeltävässä gingiviitissä plakkiärsytys aikaansaa makrofagiin, plasmasolujen, neutrofiilien ja lymfosyyttien virtauksen ikenen sidekudokseen. Immuunijärjestelmän aktivoituminen johtaa ikenen verisuonien laajentumisen ja niiden permeabiliteetin kasvun, mistä seuraa ikenien turvotus ja punoitus. Gingiviitti paranee usein itsestään hyvällä suuhygienialla, ja sen aiheuttamat kudostuokset ovat reversiibeileitä. Mikäli hyvää suuhygieniaa ei kuitenkaan noudateta, ientaskut syvenevät kudoshajoamisen myötä ja kroonistunut gingiviitti voi muuttua parodontiitiksi. Mikrobit aiheuttavat kudostuhoa parodontiumissa kahdella tavalla. Mikrobit joko tuottavat itse kudosta vahingoittavia aineita, tai ne toiminnallaan aktivoivat ja ylläpitävät inflammatorista vastetta, joka johtaa kudostuhoon. Suurin osa kudostuhosta aiheutuu kuitenkin elimistön omasta inflammatorisesta vasteesta, jolloin mikrobien tuottamien haitallisten aineiden osuus kudostuhosta on pienempi. Näitä bakteereista peräisin olevia kudokselle haitallisia aineita ovat esimerkiksi ammoniakki ja vetysulfidi, sekä lyhytketjuiset karboksyylihapot, joita ovat esimerkiksi butyyri- ja propionihappo.

Ientaskun syveneminen ja tulehdustila vaikuttavat taskussa vallitsevaan elinympäristöön siten, että se muuttuu anaerobisille parodontaalipatogeeneille suotuisammaksi. Nämä patogeenit tunkeutuvat ikenen sidekudokseen aiheuttaen siellä suoraa kudostuhoa, jonka lisäksi ne aktivoivat immuunijärjestelmää. Immunivasteen solut tunnistavat Toll-like reseptoreillaan Gram negatiivisten parodontiittipatogeenien solukalvon ulkopinnalla olevat lipopolysakkaridit, fimbriat ja muut bakteerien pinnan rakenteet. Tunnistaminen johtaa immuunisolujen aktivoitumiseen, erilaistumiseen, sekä erilaisten sytokiinien, kuten IL-1, IL-6 ja TNF α , ilmenemiseen. Sytokiinit säätelevät immuunijärjestelmää ja kudostuhoa edistämällä erilaisten tulehdusten välittäjäaineiden tuotantoa. Näistä välittäjäaineista kudostuhoa aiheuttavat etenkin prostaglandiinit, sekä proteolyttiset entsyymit. Makrofagien ja fibroblastien tuottamat prostaglandiinit indusoivat MMP: n eli matriksimetalloproteinaasin tuotantoa. MMP: t ovat proteolyttisiä entsyymejä, jotka hajottavat ikenen sidekudoksen kollageenia, elastiinia ja gelatiinia. Mikäli kudostuho etenee luuhun asti, indusoivat sytokiinit myös osteoklastien toimintaa, mikä aiheuttaa alveoliluun irreversiibelin resorption ja siten sytokiinit pyrkivät estämään tulehduksen siirtymistä alveoliluuhun. Ikenen sidekudoksen, parodontaaliligamentin ja alveoliluun resorptiot aiheuttavat hampaan kiinnityskatoa, jolloin parodontiitin tuntomerkit tulevat esiin. (Newman ym. 2018)

2.6. Hoito ja ennuste

Parodontiitin hoidon ensisijainen tavoite on pysäyttää kudostuhon eteneminen ja saavuttaa tulehdukseton tila. Parodontiitin aiheuttamat kudostuho-irreversiibeilit, joten mitä aiemmin taudin kulkuun puututaan, sitä parempi on hoidon tulos ja ennuste. Hoito perustuu siihen, että hampaiden pinnoilta, etenkin subgingivaaliselta alueelta, poistetaan plakkia ja hammaskiveä, jolloin infektion aiheuttaja poistuu ja tulehdustila alkaa paranemaan. Hammaskiven poistoon liittyvät hoitotoimenpiteet tekee suun terveyden ammattilainen, hammaslääkäri tai suuhygienisti, tähän tarkoitukseen tehdyillä hammaskivi-instrumenteilla. Lisäksi potilaan itse toteuttama säännöllinen plakin poisto on erittäin tärkeä osa hoitoa. Mekaanisen biofilmin ja plakkia retentoivien tekijöiden poiston, esimerkiksi paikkaylimäärien hionnan lisäksi voidaan käyttää mikrobilääkkeitä, mikäli se todetaan aiheelliseksi. Parodontologinen hoito ajoitetaan ensisijaisesti ennen muita hampaistoon

kohdistuvia korjaustoimenpiteitä. Oleellista hoidon onnistumisen kannalta on se, että suuhun luodaan hyvät olosuhteet hampaiden omatoimista puhdistamista varten ja, että potilas saadaan sitoutettua säännölliseen ja laadukkaaseen omahoitoon. Joissain tapauksissa potilaan hammaskiven muodostus on niin voimakasta, että laadukkaasta omahoidosta huolimatta sitä joudutaan poistamaan säännöllisesti. Omahoidon tukena voidaan käyttää määräaikaisesti (suositus 1–4 viikkoa) klooriheksidiiniä sisältävää suuvettä.

Parodontiitin hoidon ennuste vaihtelee laajasti riippuen parodontiitin vaikeusasteesta ja levinneisyydestä, sekä potilaan altistavista tekijöistä. Tupakoivien potilaiden hoitovaste on heikompi verrattuna tupakoimattomiin. Myös huonossa hoitotasapainossa oleva diabetes altistaa parodontiitille ja huonontaa ennustetta. Parantamalla potilaan omahoidon tasoa voidaan parantaa selvästi parodontiitin ennustetta. (Parodontiitti: Käypä hoito- suositus 2019)

3. SÄHKÖTUPAKKA

3.1. Yleistä

Sähkötupakka on yleensä metallista tai muovista valmistettu elektroninen laite, jonka paristosta tai akusta saatavalla sähköllä höyrystetään glyseroli- tai propyleeniglykolimestettä, johon on liuotettu kemiallisia makeutusaineita ja nikotiinia. Nykyinen sähkötupakka kehitettiin vuonna 2004 Kiinassa, jossa suurin osa laitteista valmistetaan edelleenkin. Moni tupakoija siirtyy sähkötupakkaan perustellen sitä sillä, että sähkötupakointia pidetään vähemmän haitallisena tupakkaan verrattuna, jonka lisäksi sen ajatellaan olevan hyvä apukeino tupakoinnin vähentämisessä ja lopettamisessa. (Yamin ym. 2010) Lisäksi syynä on sen helppokäyttöisyys, sillä se ei häiritse niin paljon ympärillä olevia ihmisiä ja sen käyttö ei ole niin rajoitettua julkisilla paikoilla. Osan henkilöistä on aloittanut sähkötupakan käyttöön sen eksoottiset makuvaihtoehtojen takia. Sähkösavuketta käytetään hengittämällä kuumennetusta savukenesteestä muodostunutta höyryä keuhkoihin, joissa sen kemikaalit, kuten nikotiini imeytyvät verenkiertoon. Sähkötupakointi on siis hyvin samankaltaista kuin perinteinen tupakointi. Sähkösavukkeita on useita eri näköisiä ja muotoisia, mutta ne koostuvat lähes aina pääosin kolmesta osasta: akusta, lämmityselementistä ja savukenestettä sisältävästä patruunasta. Sähkösavukkeet voivat olla kertakäyttöisiä, tai uudelleen käytettäviä. Suomessa sähkötupakkatuotteita saa myydä, mutta niiden markkinointi on kiellettyä. (Duodecim 2016)

Ajoittain sähkösavuketta on markkinoitu aggressiivisesti tupakkaan turvallisempaan vaihtoehtona, mitä on perusteltu sillä, että sähkötupakassa ei tapahdu palamisreaktiota, eikä käyttäjä näin altistu perinteisen tupakoinnin tavoin savulle, tervalle, häkälle, tai muille palamisessa muodostuville yhdisteille. Lisäksi sähkötupakkaa on markkinoitu tupakoinnin lopettamiseen sopivana apuvälineenä. (Palazzolo 2013) Sähkötupakkaa on toistaiseksi tutkittu vielä vähän, mutta tutkimukset kyseenalaistavat markkinoijien väitteet turvallisuudesta. Etenkin savukenesteiden kemiallisten aineiden epäillään olevan luultua vaarallisempia, sillä aerosoleja tutkittaessa on niissä havaittu olevan keuhkosoluille myrkyllisiä aineita, kuten kuparia, lyijyä, nikkeliä, mangaania ja alumiinia. (Gaur & Agnihotri 2019) Savukenesteissä on useita makuvaihtoehtoja, minkä takia eri makuiset nesteet ovat kemialliselta koostumukseltaan hieman erilaisia. Koska suurin osa sähkösavukkeista valmistetaan Kiinassa, jossa teollisuuden säätely ja valvonta on heikkoa,

herää väistämättä epäily sähkösavukkeiden todellisesta turvallisuudesta. Savukenestepatruunoiden koostumuksen on huomattu vaihtelevan saman tuotteen eri kappaleiden välillä, eikä patruunoissa useimmiten ole kattavia pakkausselosteita. (Orr 2014) Lisäksi itse laitteet ovat räjähtäessään aiheuttaneet käyttäjille vammoja. (Yang ym. 2020)

3.2. Laitteet ja maut

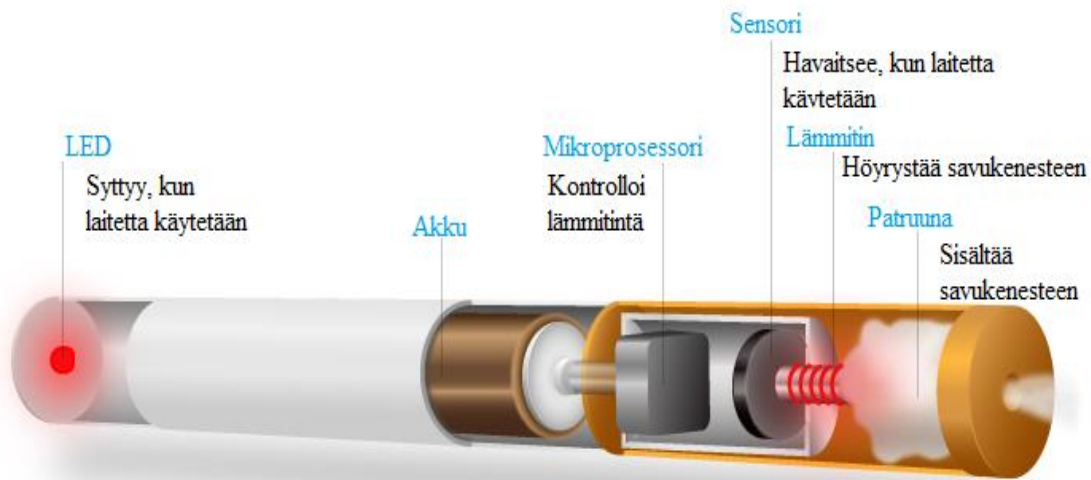
Sähkötupakkalaitteista on olemassa monenlaisia eri malleja, joilla on kuitenkin suurin piirtein sama toimintaperiaate. Käyttötavaltaan on olemassa niin kertakäyttöisiä, kuin monikäyttöisiäkin malleja. Laitteiston materiaaleina voidaan käyttää eri aineita muoveista metalleihin, sekä kuiduista erilaisiin keraamisiin materiaaleihin. Jotkin laitteiden materiaalit saattavat irrota hengitettävän aerosolin mukaan ja siten mahdollisesti aiheuttaa terveysriskin. Usein sähkösavukkeet muistuttavat ulkonäöltään tavallista savuketta, sikaria tai piippua.



Kuva 1. Erilaisia sähkösavukelaitteita. muokattu. (lähde: <https://drugfree.org/drug/e-cigarettes-vaping/>)

Sähkösavukkeiden ominaisuuksissa kuten energianlähteissä, ladattavuuksissa ja tehokkuuksissa on myös eroja. Laitteiden energianlähteenä voidaan käyttää usb- kaapelilla

ladattavaa akkua tai vaihdettavia paristoja. Akkujen materiaalit vaihtelevat nikkeli-kadmiumista litium-ioni akkuihin, mutta myös muita materiaaleja on käytössä. Usein laitteissa on myös led lamppu, joka syttyy, kun laitetta käytetään ja siten imitoi savuketta, jonka tulipää hehkuu savuketta poltettaessa. Kehittyneimmissä laitteissa on myös säätömahdollisuuksia, jolloin käyttäjä voi valita esimerkiksi lämmityselementin lämpötilan, ilmavirran suuruuden ja monia muita ominaisuuksia.



Kuva 2 Sähkösavukkeen osat ja niiden toiminta. Muokattu (lähde: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:E-cig-schematic.png>)

Aerosolin tuotto voidaan yleisesti jakaa kolmeen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa savukeneste siirtyy höyrystimeen useita eri mekanismeja hyödyntäen. Yleisimpänä mekanismina on kapillaari-ilmiöön perustuva siirtyminen. Uudemmissa laitteistoissa siirtyminen tapahtuu mekaanisilla, tai sähköisesti toimivilla pienillä pumpuilla. Joissain laitteissa käyttäjä voi itse tiputtaa savukenestettä suoraan lämmityselementtiin ennen laitteen käyttämistä. Toisessa vaiheessa tapahtuu savukenestehöyrystyminen. Yleisimmin tämä tapahtuu siten, että savukeneste on nopeasti kosketuksissa sähköisten vastusten avulla kuumentuvan lämmityselementin kanssa. Vaihtoehtoisesti höyrystyminen voi tapahtua mekaanisen käsittelyn seurauksena, esimerkiksi ultraäänivärähtelijän avulla tai muunlaisessa mekaanisen laitteen. Kolmannessa vaiheessa aerosoli kulkeutuu käyttäjälle ilmanakanavan kautta. Ilmanakanavaan kondensoituvat vesipisarot voidaan poistaa tai joissain laitteissa käsitellä uudelleen aerosoliksi. (Brown & Cheng 2014)

Sähkötupakan suuri suosio johtuu etenkin nuorison keskuudessa savukenesteen houkuttelevista makuvaihtoehtoista, joita on arvion mukaan jopa yli seitsemän tuhatta.

Savukenesteen maustaminen on tarpeen, sillä nikotiini itsessään on emäksistä ja pahan makuista. Makuaineita ovat esimerkiksi erilaisten hedelmien maut, alkoholijuomien maut, suklaa, tupakka, kahvi, jäätelö, hunaja, etikka ja ranch-kastike. (Allen ym. 2016) Savukenesteiden koostumus vaihtelee eri valmistajien välillä, mutta usein myös saman tuotteen koostumuksessa voi olla vaihteluita. Jotkin makuaineiden kemialliset yhdisteet ovat arvion mukaan terveydelle haitallisiksi. Esimerkkejä haitallisista aineista ovat diasetyyli, asetoiini ja 2,3-pentadioli, joista vähintään yhtä näyttää olevan suurimmassa osassa makunesteitä. Näistä ainakin diasetyylillä tiedetään olevan yhteys moniin keuhkosairauksiin. Lisäksi on saatu viitteitä savukenesteen aldehydien haitallisuudesta, mutta niitä on toistaiseksi tutkittu vähän etenkin sähkötupakan yhteydessä. (Duodecim 2016)

Suurimmassa osassa savukenesteistä on nikotiinia, mutta markkinoilta löytyy myös nikotiinittomia vaihtoehtoja. Nikotiinipitoisuudet vaihtelevat eri tuotteiden välillä ja nesteet onkin usein luokiteltu monen valmistajan taholta nikotiinipitoisuuden mukaan. Enimmillään nikotiinipitoisuus voi olla jopa 35–40 mg/ml ja pienimmillään alle 10 mg/ml. Kuitenkaan savukenesteessä oleva nikotiinipitoisuus ei aina vastaa imetyssä aerosolissa olevan nikotiinin määrää, sillä nikotiinista höyrystyy arviolta 10–81 %. Näin ollen kolmestasadasta imaisuta saatu nikotiiniannos vaihtelee kahden ja viidentoista milligramman välillä. (Goniewicz ym. 2014) Saadun nikotiiniannoksen määrään voi vaikuttaa myös sähkösavukkeessa käytetty jännite. Kun jännitettä nostetaan 3.6 voltista 5.2 volttiin, saatu nikotiiniannos nelinkertaistuu. (Ramôa ym. 2017)

Nikotiinin siirtyminen elimistöön riippuu kolmesta tekijästä: nikotiinin pitoisuudesta savukenesteessä, höyrystymisen tehokkuudesta ja nikotiinin kemiallisesta muodosta aerosolissa. Arvion mukaan sähkötupakan käyttäjä saa saman annoksen nikotiinia viidellä imaisulla, kuin saisi yhdellä imaisulla tavallista savuketta. Silti sähkötupakan käyttäjillä on havaittu samansuuruisia nikotiinipitoisuuksia, johtuen käyttötapojen erilaisuudesta. Arvion mukaan sähkötupakkaa imetään kaksi kertaa pidempään ja aerosolia pidetään keuhkoissa

pidempään. Tästä syystä sähkötupakoitsijoiden nikotiiniriippuvuuskin on usein yhtä voimakas kuin tavallisen tupakan polttajilla. (Goniewicz ym. 2013)

3.3. Yleisyys

Sähkötupakka on suhteellisen uusi laite ja sen käyttäjiä on tupakoijiin nähden vielä vähän, mutta vuosittain käyttäjien määrä kasvaa kaikissa ikäryhmissä, etenkin nykyisten tupakoitsijoiden ja nuorten aikuisten keskuudessa. (Gravely ym. 2014) Globaalisti sähkötupakan käyttäjien määrä on kasvanut nopeasti, seitsemästä miljoonasta lähes 35 miljoonaan vuosina 2011–2016, mikä on nähtävillä World Health Organization: in viimeisimmistä tilastoista. Luvun arvellaan kasvavan jopa 55 miljoonaan vuoteen 2021 mennessä. (WHO 2018) Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa sähkötupakka oli yläasteikäisten joukossa yleisin tupakkatuote, jota oli käytetty viimeisen 30 päivän aikana. Uudemmassa tutkimuksessa sähkötupakka oli Yhdysvalloissa yleisin tupakkatuote lukiolaisten (16 %) ja yläaste ikäisten joukossa (5,3 %). (Singh ym. 2016) Myös Suomessa käyttäjien määrä on kasvussa varsinkin aiemmin tupakoineiden keskuudessa. Vuonna 2012 sähkötupakkaa käytti kuusi prosenttia päivittäin tupakovista aikuisista, mutta 2014 luku oli kasvanut jo kolmeentoista prosenttiin. Muulla väestöllä käyttö on Suomessa marginaalista, noin kolme prosenttia suomalaisista 15–65-vuotiaiden ikäryhmästä, minkä lisäksi käyttö on useimmiten vain satunnaista. Yleisintä käyttö on nuorilla miehillä, jotka lisäksi polttavat tupakkaa ja nuuskaavat. Sähkötupakan yleisyyden voidaan ennustaa kasvavan entisestään, sillä sähkösavuketta on kokeillut jopa 14 % tupakoimattomista nuorista. Uusien lakimuutosten myötä sähkösavukkeiden saatavuus voi mahdollisesti jopa helpottua, mikä osaltaan voi lisätä sähkötupakan yleisyyttä. (Ruokolainen ym. 2016)

3.4. Sähkötupakka tupakoinnin lopettamisessa

Sähkötupakan tehoa tupakoinnin lopettamisessa tutkivien tutkimusten tulokset vaihtelevat laajasti ja yleisen käsityksen mukaan sähkötupakkaa ei ole tieteellisesti todettu tehokkaaksi apuvälineeksi tupakoinnin lopettamisessa, vaikka moni lopettanut onkin kokenut saaneensa apua siitä. Sähkösavukkeiden potentiaalia tupakoinnin lopettamisessa pidetään mahdollisena, mutta toistaiseksi todisteita siitä on liian vähän. Varsinkin nikotiinipitoisten

sähkösavukkeiden on nähty helpottavan tupakoinnin lopettamista, mutta samalla se on kuitenkin ylläpitänyt nikotiiniriippuvuutta ja monissa tapauksissa tupakoinnin lopettanut henkilö kuitenkin on jatkanut sähkötupakan käyttöä, jolloin haitallisesta tavasta ei olla päästy eroon. (Farsalinos & Polosa 2014) Nikotiinivieroituksessa sähkötupakan teho on todettu heikommaksi kuin perinteisten nikotiinikorvaushoito tuotteiden, sillä nikotiinin säännöstely on sähkötupakan vaikeampaa. Nikotiinittomistakin savukenesteistä on löydetty pieniä määriä nikotiinia, kun taas joissain nikotiinipitoisina myytävissä nesteissä sitä ei ole löydetty lainkaan. (Ghosh & Drummond 2017) Toistaiseksi THL suosittelee perinteisten vieroitustuotteiden, kuten nikotiinilaastareiden ja purukumien käyttöä. (Duodecim 2016) Tupakoinnista sähkötupakkaan siirtymiseen on huomattu aiheuttavan parodontiitin tulehduksellisten tunnusmerkkien lisääntymistä. Jo kahden viikon jälkeen on huomattu esimerkiksi ikenen verenkierrossa kohentumista kasvaneen BOP:n (Bleeding on probing) muodossa.

(Vora & Chaffee 2019)

4. SÄHKÖTUPAKKA JA PARODONTIITTI

Sähkötupakan biologisista vaikutuksista parodontiittiin on saatavilla hieman tutkimustietoa, mutta pitkäaikaistutkimuksia ei aiheesta vielä ole, johtuen esimerkiksi siitä, että sähkötupakka on niin uusi keksintö. Sähkötupakan biologisten vaikutusten tiedetään vaihtelevan jo sähkösavukenesteen makuvaihtoehtojen välillä, sillä erilaisten makunesteiden kemiallinen koostumus vaihtelee. (Willershausen ym. 2014). Sähkösavukkeiden terveysvaikutusten tutkimuksen haasteena voidaan pitää sitä, että sekä laitteissa, että laitteiden käyttötavoissa on paljon eroavaisuuksia. Lisäksi suurin osa sähkösavukkeen käyttäjistä on entisiä tai nykyisiä tupakoijia, mikä saattaa aiheuttaa erilaisia ongelmia tutkimuksissa.

Nikotiini on tupakkakasvista saatava alkaloidi, joka on yleisesti käytetty päihde. Nikotiini aiheuttaa käyttäjässä mielihyvän tunnetta lisäävää vaikutusta vapauttamalla aivoissa dopamiinia. Nikotiini aiheuttaa myös voimakasta riippuvuutta, johon liittyy vieroitusoireita, esimerkiksi hermostuneisuutta, keskittymisvaikeuksia, pahoinvointia, masentuneisuutta ja kipuherkkyyttä. Nikotiinilla on vasokonstriktiota aiheuttava vaikutus mikä näkyy suussa limakalvojen kalpeutena. Nikotiinin käyttö näkyy siis parodontiumin alueella verenkierron heikkenemisenä, mikä on todettavissa ientaskumittauksen yhteydessä saadun ienverenvuodosta kertovan BOP:n (bleeding on probing) eroavaisuudessa sähkötupakoivien ja savuttomien henkilöiden välillä. BOP on merkittävä parodontiitin ja gingiviitin diagnostinen tuntomerkki. Merkittävän ienverenvuodon puuttuessa parodontiitin diagnosointi tapahtuu sähkötupakoivilla myöhemmin, jolloin parodontiitti on edennyt pidemmälle. (Javed ym. 2017)

4.1. Sähkötupakan vaikutukset parodontiumin soluihin

Ines Willershausen tutkimusryhmineen tutki in vitro kokeissa erilaisten sähkösavukenesteiden vaikutuksia parodontaaliligamentin fibroblastien jakautumiseen ja toimintakykyyn. Tutkimuksessa vertailtiin erilaisten sähkösavukekomponenttien, kuten makunesteiden (lime, hasselpähkinän ja menthol), nikotiinin ja propyleeniglykolin aiheuttamia vaikutuksia, kun parodontaaliligamentin fibroblasteja inkuboitiin 96 tuntia tutkittavia komponentteja sisältäneissä nesteissä. Kontrolliryhmänä käytettiin PBS:tä

(Phosphate buffered saline). Lopulta testattujen fibroblastien toimintakykyä mitattiin PrestoBlue® indikaattorilla, ATP havainnoinnilla ja migraation määrittämisellä. Lopputuloksena oli, että sekä nikotiinissa että savukenesteissä inkuboitujen fibroblastien proliferaatioasteet olivat pienentyneet verrattuna kontrolliryhmään. Suurin ja ainoa tilastollisesti merkittävä ($p < 0,001$) vähentyminen nähtiin mentholin makuisessa savukenesteessä. Myös ATP mittauksessa tilastollisesti merkittävää aktiivisuuden vähentymistä ($p < 0,001$) löytyi mentholin makuisessa nesteessä. Nämä löydökset voitiin varmistaa vielä fluoresenssiin perustuvalla solun visualisointikokeella, jossa tarkkailtiin kahdella eri substraatilla kyllästettyjä soluja mikroskoopilla. Reagoidessaan solujen kanssa nämä substraatit fluoresoivat, joko vihreää tai punaista väriä. Vihreä väri kertoi solun olevan viitattu ja punainen taas kertoi solun vahingoittuneista membraaneista. Visualisointikokeessa huomattiin propyleeniglykolilla käsitellyissä soluissa lähes normaalia proliferaatiota verrattuna verrokkiryhmään, mutta hasselpähkinän makuisella, nikotiinillisella ja limen makuisella nesteellä käsitellyissä soluissa näkyi pientä proliferaatioasteen vähentymistä. Ainoa tilastollisesti merkittävä vähennys ($P < 0,001$) näkyi kuitenkin vain mentholilla käsitellyissä soluissa. Tutkimuksen johtopäätös onkin, että mentholin makuisella savukenesteellä on negatiivinen vaikutus periodontaaliligamentin fibroblasteihin ja siksi mentholin makuista nestettä kannattaisi sähkösavukkeissa välttää. (Willershausen ym. 2014). In vitro tutkimuksessa on todettu mentholin lisäävät myös suun limakalvojen läpäisevyyttä nikotiinille ja muille sähkösavukkeiden haitallisille aineille. Tämän ominaisuus voi olla osatekijä siihen, että menthol on makuaineena muita haitallisempi parodontiumille. (Squier ym. 2010)

Silvia Sancilio tutkimusryhmineen tutki sähkö tupakkanesteiden vaikutusta ihmisen ikenen fibroblasteihin sekä vertaili nikotiinillisen ja nikotiinittoman nesteen vaikutuksia niihin. Tutkimuksessa fibroblasteja käsiteltiin eri vahvuisilla (konsentraatio 0–5 mg/mL) sähkösavukenesteillä eri pituisia aikoja (0–72 h). Nesteiden toksisuutta analysoitiin erilaisilla mittauksilla.

MTT mittauksella tutkittiin solujen aineenvaihdunnan vilkkautta ottamalla siinä normaalisti kellertävää suolaa (MTT eli tetrasodiumbromidi) soluun sisään, jolloin solu värjäytyy aktiivisen metabolian vaikutuksesta violetiksi. Solut, jotka eivät ole aktiivisia jäävät kellertäviksi. Solujen värjäytyvyyttä tutkitaan kokeessa spektrofotometrillä. MTT-mittauksen tuloksena saatiin, että fibroblastien metabolinen aktiivisuus oli vähentynyt 20 % soluissa, joita oli altistettu sekä nikotiinillisille, että nikotiinittomille 5 mg/mL ja 2 mg/mL

vahvuisille savukenesteille. Jopa 0,5 mg/mL vahvuisella nesteellä oli merkittävä alentava vaikutus solujen metaboliaan 48h ja 72h altistuksen jälkeen verrattuna käsittelemättömään kontrollinäytteeseen. Nikotiinillisen ja nikotiinittoman nesteen vaikutukset solujen metaboliiseen aktiivisuuteen voimistuvat vielä, kun savukenestettä käsiteltiin imitoiden sähkösavukkeen toimintaa, jolloin savukeneste höyrystyy. Tutkimuksessa höyrystetty 1mg/ml pitoinen neste vähensi solujen metabolistaa aktiivisuutta jopa alle 50 prosenttiin 72 tunnin altistuksessa. 24 tunnin altistuksessa eroavaisuutta ei ollut verrattuna kontrolliryhmään.

Solujen apoptoosin esiintymistä ja Bax- proteiinin ekspressiota soluissa arvioitiin virtaussytometrialla. Bax-proteiini tunnetaan solun tuottamana pre-apoptoottisena proteiinina. 24 ja 48 tunnin 1 mg/mL vahvuisen savukenestekäsittelyn jälkeen Bax-proteiinin määrä soluissa oli suurempi kuin kontrolliryhmässä. 24 ja 48 tunnin kohdalla nikotiinillisessä nesteessä määrä oli 1,485 ja 1,735 kertainen verrattuna verokkiryhmään, höyrystetyssä nikotiinillisessä nesteessä 1,605 ja 1,695 kertaisia ja nikotiinittomassa nesteessä 1,490 ja 1.386 kertaisia.

Tutkimuksessa mitattiin myös solujen ROS (reaktiivisten happilajikkeiden) tuotantoa, joita ilmenee soluissa oksidatiivisessa stressissä. Mittauspisteet olivat 6, 24 ja 48 tunnin kohdalla. 24 tunnin kohdalla reaktiivisten happilajikkeiden määrässä tapahtui selvä muutos. Kontrolliryhmässä fluoresenssimittauksen intensiteetti oli 200, nikotiinillisella savukenesteellä käsitellyissä soluissa 771.6, höyrystetyllä nikotiinillisellä nesteellä käsitellyissä 798.1 ja 458 nikotiinittomassa nesteessä. Lopuissa mittauksissa arvot pysyivät suhteellisen samoina.

Tutkimuksen johtopäätöksenä voidaan todeta, että sähkösavukenesteet indusoivat oksidatiivista stressiä, joka johtaa Bax- proteiinin ekspressioon ja siten solujen aikaiseen ja myöhempäänkin apoptoosiin. Vaikutus on suurempi nikotiinipitoisella nesteellä käsitellyissä soluissa, mutta samat vaikutukset näkyvät myös nikotiinittomalla nesteellä käsitellyissä soluissa, vaikkakin miedompina, esimerkiksi ROS- mittauksessa. Sähkösavukenesteiden sytotoksisuus ikenen fibroblasteissa ei siis ole täysin nikotiinin syytä, vaikka nikotiini voimistaa sytotoksisia vaikutuksia. Tutkimuksessa nikotiinittoman nesteen aiheuttama ROS tuotanto osoittaa, että savukeneste itsessään on omiaan aiheuttamaan oksidatiivista stressiä. Tämä osoittaa sen, että jatkotutkimuksia tarvitaan, jotta voidaan selvittää savukenesteen sytotoksisuuden mekanismi. Tutkimustulos aiheuttaa huolta, koska sähkösavuketta markkinoidaan turvallisempaan vaihtoehtona tavalliselle savukkeelle juuri sen perusteella, että siinä voidaan käyttää nikotiinittomia savukenesteitä. Kliinisestä

näkökulmasta voidaan todeta, että tutkimustulokset viittaavat siihen, että sähkö tupakoinnilla on osuus erilaisten suusairauksien patogeenisissä, kuten parodontiitissa. (Sancilio ym. 2016)

Isaac K.Sundar ryhmineen tutkivat in vitro-menetelmällä erilaisten sähkösavukkeiden vaikutuksia suun epiteelisolujen kantasoluihin ja parodontaaliligamentin fibroblasteihin, sekä määrittivät näillä mekanismin, jolla makunesteellisen sähkö tupakan aerosoli aiheuttaa inflammaatiota ja solujen vanhenemista. Tutkimuksessa käsiteltiin soluja ilmalla (kontrolli), sekä BLU® sähkö tupakan höyryllä, jossa käytettiin makunesteenä BLU® Classic tobacco, jossa oli 16 mg nikotiinia, sekä Magnificent mentholia, jossa ei ollut nikotiinia. Tutkimuksessa vertailtiin siis myös nikotiinillisen ja nikotiinittoman savukenesteen soluvaikutuksia. Tutkimuksessa käytettiin lisäksi ihmisen epigingivaalisen kudoksen 3D mallinnusta, jota myös altistettiin sähkö tupakan höyrylle.

Tutkimus osoitti, että käytettyjen savukenesteiden höyryt indusoivat proteiinien karbonylaatiota ja lisäävät inflammaatiota aiheuttavien sytokiinien, kuten IL-8 ja PGE2 vapautumista. Proteiinien karbonylaatio johtaa autovasta-aineiden tuotantoon, joka saattaa johtaa matriksin tuhoutumiseen ja luukatoon parodontiitissa. Inflammaatiota aiheuttavien sytokiinien IL-8 ja PGE2 vapautuminen kertoo sähkösavukehöyryn aiheuttavan oksidatiivista stressiä, sekä inflammaatiovasteen aktivoitumisesta parodontaaliligamentin fibroblasteissa, suun epiteelisolujen kantasoluissa ja 3D mallinnuksessa. Lisäksi kyseisillä soluilla huomattiin muutoksia DNA:n vaurio markkereissa, kuten γ H2A.X. ja tulehdusmarkkereissa, kuten COX-2, S100A8 ja RAGE. Nämä markerit mitattiin Western blotting menetelmällä.

Epiteelin kantasolussa ja fibroblasteissa COX-2 määrä oli kontrolliin verrattuna mentholin makuisella nesteellä merkittävästi kasvanut ($P < 0,01$). Lisäksi RAGE ja γ H2A.X olivat merkittävästi kasvaneet kyseisissä soluissa mentholin makuisen nestehöyryn käsittelyn jälkeen. RAGE ($p < 0,001$) ja γ H2A.X ($p < 0,05$) olivat merkittävästi kasvaneet epiteelin kantasolussa myös Classic Tobacco höyryllä käsiteltynä. 3D- mallissa huomattiin molempien savukemakujen aiheuttaneen merkittävän nousun PGE2 määrissä ($P < 0,001$). Tutkimusdata osoittaa siis, että sähkö tupakan aerosoli, etenkin maustetuissa savukenesteissä, aiheuttaa kasvanutta oksidatiivista ja karbonyylistä stressiä ja inflammatiovastetta, sekä solujen vanhenemista, joka johtuu DNA-vaurioista. Tutkimuksen tulokset viittaavat myös siihen, että sähkö tupakka vaikuttaisi solujen uusiutumispotentiaaliin aiemmin mainittujen muutosten takia. (Sundar ym. 2016)

4.2. Sähkötupakoinnin vaikutus periodontaalisiin parametreihin ja proinflammatorisiin sytokiineihin

Al-Aali tutkimusryhmineen suoritti pilottitutkimuksen, jonka tavoitteena oli tutkia kliinisiä ja radiologisia peri-implantaarisia parametrejä, sekä TNF α ja IL-1 β tasoja sähkösavukkeen käyttäjillä. Tutkimus toteutettiin luomalla kaksi testiryhmää, joista toinen koostui sähkösavukkeen käyttäjistä (n=47) ja toinen henkilöistä, jotka eivät olleet koskaan polttaneet tupakkaa missään muodossa (n=45). Kaikilla tutkimukseen osallistuneilla oli vähintään yksi implanttihakas. Ryhmiltä mitattiin Peri-implantaarinen plakki indeksi (PI), BOP (Bleeding on probing), sekä taskusyvyys. Lisäksi arvioitiin entsyymaattisesti peri-implantaarista luukatoa radiologisesti ja määritettiin TNF α ja IL-1 β tasot peri-implantaarisesta sulkusnesteestä.

Tutkimuksen tuloksena saatiin, että taskusyvytydet olivat sähkösavukoijien ryhmässä tupakoimattomiin verrattuna suurempia kliinisesti (p<0,05) ja radiologisesti (p<0,05), vaikka BOP oli tupakoimattomien ryhmässä suurempi (p<0,01). Sähkösavukkeen käyttö siis saattaa johtaa syvempiin taskuihin, mutta nikotiinin vaikutuksesta parodontiitin tulehdukselliset oireet peittyvät verenkierron heikentyessä ikenen alueella. Lisäksi TNF α ja IL-1 β tasot olivat tupakoijien ryhmässä korkeampia (p<0,018). Nämä proinflammatoriset sytokiinit ovat keskeisessä roolissa parodontiitin inflammatorisessa kudostuhoissa ja saattavat osaltaan selittää kliinisiä löydöksiä. (Al-Aali ym. 2018)

Lähestulkoon sama tutkimusryhmä teki myös toisen samankaltaisen tutkimuksen, jossa mitattiin ja vertailtiin perinteisen savukkeen, sekä sähkösavukan vaikutuksia peri-implantaarisen sulkusnesteeseen MMP-9 ja IL-1 β tasoihin. Tutkimuksen osallistujat jaettiin tupakointitottumusten mukaan kolmeen ryhmään: tupakoijat (n=32), sähkösavukoijat (n=31) ja tupakoimattomat (n=32). Kaikilla tutkimuksiin osallistuneilla oli vähintään yksi implanttihakas. Osallistuneille tehtiin kliininen tutkimus, jossa mitattiin esimerkiksi taskusyvytyksiä ja plakin määrää, minkä lisäksi potilaita kerättiin peri-implantaarista sulkusnestettä, josta tehtiin mittauksia.

Tutkimuksen mukaan tupakoijilla ja sähkösavukoijilla MMP-9 (p<0,001) ja IL-1 β (p<0,001) sytokiiniinien määrä peri-implantaarisessa sulkusnesteessä on suurempi verrattuna kolmannen ryhmän henkilöihin, jotka eivät olleet koskaan polttaneet. Myös sulkusnesteeseen määrä (p<0,01), plakki indeksi (p<0,01) ja taskusyvytydet (p<0,01) olivat

tupakoijilla ja sähkö tupakoijilla suurempia verrattuna tupakoimattomiin. Marginaalisen luun menetys oli suurempaa tupakoijien ryhmässä verrattuna sähkö tupakoijien ja tupakoimattomien ryhmään ($p < 0,01$). On siis oletettavaa, että perinteinen ja sähkö savuke vaikuttavat parodontiittiin samoilla mekanismeilla. Perinteisen tupakan vaikutukset tämän tutkimuksen mukaan olisivat kuitenkin voimakkaampia, sillä MMP-9 ($p < 0,01$), sekä IL-1 β ($p < 0,01$) arvot olivat suurempia verrattuna sähkö tupakoijiin. (ArRejaie ym. 2019)

Moikeem ym. tutkivat tupakoinnin, sähkö tupakoinnin ja vesipiipun polttamisen vaikutuksia parodontiumin statukseen, proinflammatorisiin sytokiineihin ja syljen kotiniini. Kotiniini on nikotiinin hajoamistuote, jota voidaan käyttää indikaattorina nikotiinille altistumiselle. Tutkimuksen tarkoituksena oli mitata ja vertailla sekä kliinisiä (plakki-indeksi, BOP, taskusyvyys, kliininen kiinnityskato), että radiologisia parametrejä (radiologinen luukato), syljen kotiniinitasoja, sekä IL-1 β ja IL-6 tasoja eri ryhmien välillä. Tutkimukseen osallistujista muodostettiin neljä ryhmää: Tupakoijat ($n=39$), sähkö tupakoijat ($n=37$) ja vesipiipun polttajat ($n=40$), sekä kontrolliryhmä ($n=38$), jonka jäsenet eivät olleet koskaan käyttäneet minkäänlaisia tupakkatuotteita. Kaikki tutkittavat olivat miehiä.

Tutkimus toteutettiin siten että tutkittavilta otettiin stimuloimattoman syljen näyte, samalla mitattiin syljeneritysnopeus. Syljestä mitattiin ELISA-menetelmällä kotiniini, IL-1 β ja IL-6 tasot. ELISA-menetelmä eli enzyme linked immunosorbent assay on entsyymivälitteinen biokemiallinen menetelmä, jonka avulla voidaan mitata erilaisten vasta-aineiden tai antigeenien määrä näytteessä. Kliiniset ja radiologiset parametrit mitattiin yhden hammaslääkärin toimesta.

Tutkimustuloksina selvisi, että ryhmien välillä ei ollut eroa syljeneritysnopeudessa, jonka lisäksi syljen kotiniinitasot olivat merkittävästi ($P < 0,001$) isommat tupakoijien, sähkö tupakoijien ja vesipiipun polttajien ryhmissä verrattuna tupakoimattomien ryhmään. Kuitenkaan erilaisten tupakkatuotteita käyttävien ryhmien välillä kotiniinitasoissa ei ollut merkittävää eroa, mikä selittynee sillä, että eri ryhmissä päivittäinen nikotiinille altistuminen on ollut suurin piirtein yhtä suurta. Parodontiittiin viittaavien proinflammatoristen sytokiinien IL-1 β ja IL-6 arvot olivat mittaustulosten mukaan merkittävästi suurempia ($p < 0,01$) tupakoijien ja vesipiipun polttajien ryhmissä verrattuna sähkö tupakoijien ja tupakoimattomien ryhmiin. Kliinisissä mittauksissa plakki-indeksi, kliininen kiinnityskato ja taskusyvyydet olivat merkittävästi ($p < 0,05$) suurempia tupakoijilla ja vesipiipun polttajilla verrattuna sähkö tupakoijien ja tupakoimattomien ryhmiin. BOP oli merkittävästi suurempi ($P < 0,05$) tupakoimattomilla verrattuna muihin ryhmiin.

Tutkimustulokset viittaavat siihen, että tupakoijilla ja vesipiipun polttajilla parodontiittiin liittyvät parametrit ovat korkeampia kuin sähkötupakoijilla ja siten sähkötupakointi ei olisi parodontiumin kannalta yhtä haitallinen, mutta lisää tutkimuksia tarvitaan. (Mokeem ym. 2018)

Wonjeong Jeong ryhmineen tutki sähkötupakoinnin ja perinteisen tupakoinnin yhteyttä parodontiittiin Etelä-Korealaisilla aikuisilla. Tutkimukseen osallistui yhteensä 13 551 henkilöä, jotka jaettiin neljään ryhmään; tupakoijiin (n=2320), sähkötupakoijiin (n=222), tupakoinnin lopettaneisiin (n=2667) ja tupakoimattomiin (n=8342). Potilaiden parodontaalinen statusta mitattiin WHO:n suosittelman CPI:n, eli Community Periodontal Indexin avulla. Lisäksi tutkimukseen osallistuneille tehtiin sosioekonominen, demografinen, yleisterveydellinen ja hampaistollinen kartoitus kyselylomakkeen avulla.

Tutkituista miehistä 38,6 prosentilla (n=2206) ja naisista 26,2 prosentilla (n=2064) diagnosoitiin parodontiitti. Tutkimus osoitti, että parodontiitti oli tupakoivilla ([OR]= 2.17 95%, CI 1.76-2.68), sekä sähkötupakoivilla ([OR]=2.34 95% CI 1.52-3.59) yleisempää verrattuna savuttomiin, erityisesti miehillä. Tutkimustulosten mukaan parodontiitti oli lisäksi yleisempää maaseudulla elävillä verrattuna kaupungissa asuvilla, jonka lisäksi todennäköisyys sairastua parodontiittiin kasvoi iän myötä. Myös potilaan itse ilmoittama huono suunterveys oli yhteydessä parodontiittiin. Tupakoinnilla, sekä sähkötupakoinnilla oli lisäksi yhteys kariekseen, hammaskipuun ja hammasvaurioihin.

Tutkimuksen heikkoutena oli se, että osallistujista vain 1,6 % (n=222) oli sähkötupakoitsijoita (187 miestä ja 35 naista). Sähkötupakoijien määrä oli siis kokonaispopulaation verrattuna merkittävän pieni. Tutkimus ei myöskään ottanut huomioon tutkittavien tupakointi- ja sähkötupakointitapoja. Tutkimus kuitenkin antaa kuvan siitä, ettei sähkötupakka välttämättä ole turvallinen vaihtoehto perinteiselle savukkeelle. Johtopäätöksenä voidaan pitää sitä, että tupakoinnin ja sähkötupakoinnin lopettaminen on hyvän suunterveyden ylläpitämiseksi välttämätöntä. (Jeong ym. 2020)

Marco Tatullo tutkimusryhmineen suoritti kliinisen seurantatutkimuksen, jossa mitattiin tupakasta sähkötupakkaan siirtyneiden hampaistollista ja yleisterveydellistä statusta ja sen muuttumista tupakasta sähkötupakkaan siirtymisen myötä. Erityishuomio tutkimuksessa oli gingivaalisessa statuksessa, jota mitattiin plakki-indeksillä ja verenvuotoindeksillä. Tutkimuksessa käytettiin apuna sekä kliinisiä suun tutkimuksia, että kyselylomaketta, jossa potilaat itse arvioivat terveydentilaansa. Kyselylomakkeessa kartoitettiin potilaiden yleistä

terveydentilaa, haju- ja makuaistia, hengitystiesairauksien yleisyyttä ja tupakanhimoa. Tutkimus toteutettiin tekemällä kolme mittausta; tutkimuksen alussa, 60 päivän kuluttua ja 120 päivän kuluttua. Tutkimukseen osallistui 350 tupakasta sähkötupakkaan siirtynyttä henkilöä, joista tutkimuksen lopussa oli mukana kuitenkin vain 110. Tutkimukseen osallistujat jaettiin kahteen ryhmään. yli- (n=50) ja alle 10 vuotta (n=60) polttaneisiin. Hengityksen CO- tasoja mittaamalla kontrolloitiin, ettei tutkittavat polttaneet tutkimuksen aikana tupakkaa.

Tutkimuksessa huomattiin molemmissa ryhmissä tutkimuksen aikana etenevää parodontaalisten indeksien paranemista. Alle 10 vuotta tupakoineiden ryhmässä sekä plakki-indeksi (0.9→0) että verenvuotoindeksi (0.4→0) pienenevät tutkimuksen aikana. Yli 10 vuotta polttaneiden ryhmässä plakki-indeksi pieneni 2.13 -> 0.25 ja verenvuotoindeksi 1.25-> 0. Kohennusta huomattiin myös potilaiden itseilmoittamissa yleisterveyttä koskevissa kysymyksissä. Jopa 71 % ilmoitti tuntevansa yleisterveytensä parantuneen. Mielenkiintoista tutkimuksessa oli se, että lopussa 96 mukana olleista tutkittavista henkilöistä ilmoitti vain vähäistä, tai olematonta tarvetta palata perinteisen tupakan polttoon. Tutkimuksen valossa voitaisiin siis todeta sähkötupakalla olevan potentiaalia tupakan vieroitushoidossa, mutta lisää tutkimuksia tarvitaan, sillä sähkötupakan haitallisuutta ei vielä täysin tunneta. Tutkimuksen heikkouksina voidaan pitää sen lyhytkestoisuutta, sekä lopullisen tutkimuspopulaation pienuutta. Lisäksi tutkimuksessa käytettiin nikotiinipitoista savukenestettä, jolla on haitallisia vaikutuksia parodontiumiin. (Tatullo ym. 2016)

4.3. Sähkötupakoinnin vaikutus parodontiumin paranemiseen

ALharthi ym tutkimusryhmineen halusi selvittää pehmytkudoksen vastetta ultraääni instrumenteilla tehdyn hygieniavaiheen hoitoon ja vertailla tuloksia tupakoijien (n=30), sähkötupakoijien (n=28) ja savuttomien (n=31) potilaiden välillä. Potilailta mitattiin plakki-indeksi, BOP, kliininen kiinnityskato ja taskusyvytydet. Potilaille, jotka olivat kaikki miehiä, tehtiin omahoidon ohjauksen lisäksi hygieniavaiheen hoito, jossa juurenpinnat puhdistettiin ja kuntoutettiin ultraääni ja käsi-instrumentein. Hygieniavaiheen hoidon suoritti hammaslääkäri, joka ei tiennyt mihin ryhmään potilaat kuuluivat. Potilaan parodontiumin tilannetta seurattiin kolmen ja kuuden kuukauden päästä.

Sähkötupakojien ryhmällä ja savuttomien ryhmällä ei ollut alkutilanteessa mitattavissa parametreissa tilastollisesti merkittäviä eroavaisuuksia, lukuun ottamatta BOP:ia, joka oli savuttomien ryhmässä korkeampi. 3kk ja 6kk seurantaetappien mittauksissa ei ollut sähkötupakojien ja savuttomien välillä tilastollisia eroavaisuuksia. Kummassakaan ryhmässä ei ollut syventyneitä (≥ 4 mm) taskuja 3kk ja 6kk tarkistuksessa. Tupakojien ryhmässä syventyneitä taskuja oli 3kk mittauksessa $7.1 \pm 0,6$ pinnalla ja 6k mittauksessa $7,4 \pm 0,5$ pinnalla. Tupakojien ryhmän arvot verrattuna savuttomien, sekä sähkötupakojien arvoihin poikkesivat kuitenkin tilastollisesti myöhempien mittausten tuloksissa siten, että tupakojien plakki-indeksi ($p < 0,05$) ja taskusyvytydet ($p < 0,05$) olivat tilastollisesti merkittävästi suurempia. Tutkimus siis osoittaa sähkösavukkeiden käyttäjillä olevan savuttomiin verrattuna samankaltaiset kliiniset parametrit hygieniavaiheen hoidon jälkeen 3kk ja 6kk seurannalla. Perinteisen savukkeen käyttäjillä parodontiumin tila taas oli seurannassa verrattain huonompi kuin sähkötupakojilla. Tutkimuksen tekijöiden mukaan lisätutkimuksia kuitenkin tarvitaan, sillä tutkimustulokseen on saattanut vaikuttaa potilaiden ikä, sukupuoli ja tupakoinnin/sähkötupakoinnin kesto. (ALHarthi ym. 2019)

4.4. Systemaattiset katsaukset sähkötupakan vaikutuksista parodontiumin terveyteen

Sähkötupakan vaikutuksista suun terveyteen on tehty systemaattisia katsauksia, jotka käsittelevät parodontiumin terveyden lisäksi suun terveyttä yleisesti. Ana Ralho kumppaneineen suoritti systemaattisen kirjallisuuskatsauksen, johon otettiin mukaan artikkeleita eri tietokannoista aikaväliltä 1/2003–11/2018. Ryhmä käytti artikkeleiden läpikäymisessä Patient, Intervention, Comparison and Outcome (PICO) menetelmää ja tutkimusten laatua arvioitiin ROBINS-I (Risk Of Bias In Non-randomized Studies – of Interventions) työkalulla. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko sähkötupakan polttajilla suurempi alttius suun patologisille muutoksille verrattuna tupakoimattomiin, tupakoinnin lopettaneisiin, tupakoijiin tai muun tyyppisten tupakkatuotteiden käyttäjiin.

Alustavia artikkeleita löytyi hakusanoilla 432 kappaletta. Kun näistä artikkeleista poistettiin kaksinkertaiset artikkelit ja jäljelle jääneet artikkelit seulottiin abstraktin ja otsikon perusteella jäi jäljelle vain kymmenen tutkimusta. Jäljelle jääneistä kymmenestä artikkelista lopulliseen tarkasteluun kelpuutettiin vain kahdeksan. Kaikissa

tutkimuksissa analysoitiin tutkittavien sähkötupakan käyttötottumuksia. Tutkimusten tutkittavien keskimääräinen ikä vaihteli 29.3 vuodesta 47: ään. Kahdeksasta tutkimuksesta kuusi tutki parodontaalaisia parametrejä. Lopuista tutkimuksista yksi mittasi *Candida* lajien (*Candida albicans*, *Candida tropicalis* ja *Candida parapsilosis*) pitoisuutta syljessä ja toinen limakalvoleesioiden prevalenssia.

Kuudesta parodontaalaisia parametrejä käsitelleistä tutkimuksista ainoastaan yksi ei löytänyt tilastollisesti merkittävää yhteyttä sähkötupakoinnin ja suurentuneen plakki-indeksin välillä. Kuitenkin plakki-indeksi kertoo enemmän potilaan plakkikontrollista, jonka lisäksi suurentunut plakki-indeksi viittaa sähkötupakoijien alentuneeseen motivaatioon ylläpitää hyvää suuhygieniaa. Parodontiumin terveyttä selvittäneet tutkimukset tukivat hypoteesia, jonka mukaan parodontiumin kliiniset (taskusyvyudet, kiinnityskato), sekäradiologiset parametrit (radiologinen luukato) ovat huonommat ja proinflammatoristen sytokiinien (IL-1 β , IL-6, TNF- α) pitoisuudet ovat suurempia sähkötupakoijilla verrattuna tupakoimattomiin. Usein negatiiviset muutokset olivat kuitenkin sähkötupakoijilla pienempiä kuin tupakoijilla. Tutkimuksissa selvisi myös, että BOP oli tupakoijilla ja sähkötupakoijilla pienempi kuin tupakoimattomilla. Lisäksi sähkötupakoijilla huomattiin suurempi alttius muutoksille suun limakalvoilla verrattuna tupakoimattomiin. Katsauksessa tultiinkin johtopäätökseen, jonka mukaan näyttäisi siltä, että sähkötupakka olisi harmittomampi kuin perinteinen tupakka. Kuitenkaan pitkäaikaistutkimusten uupuessa ei näin voida varmasti sanoa.

Katsauksen kirjoittajat pohtivat myös tutkimusten mahdollisia heikkouksia. Neljässä mukaan otetussa tutkimuksessa ei otettu huomioon osallistujien aiempaa tupakointihistoriaa, minkä epäiltiin aiheuttavan jonkin asteista harhaa tutkimustuloksissa. Lisäksi kolmessa tutkimuksessa tehty radiologinen arviointi oli kalibroimatonta, mikä saattoi johtaa virheisiin. Lisäksi kahdessa mukaan otetussa tutkimuksessa oli samat kirjoittajat ja ilmeisesti myös lähes sama tutkimuspopulaatio, mikä saattaa aiheuttaa harhaa. (Ralho ym. 2019)

Irene Yang, Shelly Sandeep ja Jeannine Rodriguez tekivät myös systemaattisen katsausartikkelin sähkötupakan vaikutuksista suun terveyteen. Tuoreen katsauksen tarkoituksena oli kartoittaa joulukuussa 2019 saatavilla olevien sähkötupakan suunterveyttä käsittelevien tutkimusten tuloksia. Katsaus tehtiin noudattaen PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) ohjeistusta ja tutkimustulosten laadun arviointiin käytettiin Effective Public Health Practice Project Quality Assessment: työkalua.

Lopulta katsaukseen otettiin mukaan 99 artikkelia vuosilta 2010–2019. Näistä artikkeleista kahdeksan oli satunnaistettuja, kontrolloituja tutkimuksia, 46 korrelaatiotutkimuksia, 15 tapaustutkimuksia, 11 näennäistutkimuksia ja 19 in-vitro tutkimuksia. Artikkeleista saatujen tutkimustulosten mukaan sähkötupakan suunterveysvaikutuksia analysoitiin seitsemästä eri näkökulmasta: suuvaikutukset, hampaistovaikutukset, parodontaaliset vaikutukset, kurkkuun kohdistuvat vaikutukset, suun mikrobiomiin kohdistuvat vaikutukset, sytotoksiset (sekä onkologiset ja genotoksiset) vaikutukset ja räjähdysvammat.

Suuhun ja kurkkuun kohdistuvat vaikutukset olivat tutkimusten mukaan useimmiten vähäisiä, sekä tutkimustulosten näyttö heikohkoa (oireet usein potilaiden itse raportoimia ja epämääräisiä). Kuitenkin sähkötupakoinnilla, tai sähkötupakan nesteelle altistumisella on raportoitu olevan esimerkiksi suun kuivuutta, poltetta, ärsytystä, kipua/epämukavuutta, pahaa makua ja hajua aiheuttavia oireita. Kuudessa tutkimuksessa oireet olivat kuitenkin lievempiä sähkötupakoijilla verrattuna perinteisen tupakan polttajiin. Lisäksi tupakasta sähkötupakkaan siirtyneillä huomattiin vähemmän suun ärsytystä ja kohentumista makuaistimuksessa. Raportoituja kurkkuoireita olivat ärsytys, kipu ja yskä. Tutkimuksissa raportoitiin myös näiden oireiden olevan vähäisempiä sähkötupakoijilla verrattuna tupakoijiin.

Parodontiumiin kohdistuvia vaikutuksia käsiteltiin kahdessakymmenessä mukaan valitussa tutkimuksessa. Näiden tutkimusten välillä näyttöaste vaihteli heikosta kohtalaiseen. Monissa tutkimuksissa raportoitiin sähkötupakoijilla olevan tupakoimattomiin verrattuna enemmän plakkia, syvempiä taskuja, enemmän luukatoa, suurempia määriä tulehdusmarkkereita ja suurempi määrä sulkusnestettä. Parodontiittiin sairastumisen todennäköisyys arvioitiin suuremmaksi pidempään sähkötupakkaa polttaneilla ja jopa kaksi kertaa suuremmaksi sähkötupakoijilla verrattuna tupakoimattomiin. Kuitenkin monen tutkimuksen mukaan sähkötupakan parodontiumiin kohdistuvat vaikutukset ovat pienempiä verrattuna perinteiseen tupakkaan.

Sähkötupakan hampaistovaikutuksia käsiteltiin yhdeksässä tutkimuksessa. Raportoituja oireita olivat hampaiden lohkeamat, hammaskipu, karies, hampaiden yliherkkyys ja hampaiden poistot. Osittain hampaistovaikutukset olivat tutkimuksissa peräisin sähkötupakkalitteiden räjähdyksessä syntyneistä traumaista, mikä saattaa vääristää tutkimustuloksia. In-vitro tutkimuksissa kuitenkin huomattiin makeutetun sähkötupakan aerosolin aiheuttavan kiilteen heikentymistä. Kiilteen heikentyminen osaltaan taas altistaa potilaan kariesvaurioille, joka todettiin myös eräässä seurantatutkimuksessa. Osasyynä tälle on

myös se, että sähkö tupakoinnin nähtiin lisäävän myös kariesbakteerien määrää. Tutkimuksissa todettiin sähkö tupakoijilla myös hampaiden värjäytymistä.

In vitro tutkimuksissa on ilmennyt, että sähkö tupakalla on vakaviakin karsinogeenisiä, sytotoksisia ja genotoksisia vaikutuksia. Näitä vaikutuksia käsiteltiin katsauksessa 20 tutkimuksessa. Tutkimuksissa on raportoitu vähentyneitä solujen jakautumista, sekä muita solun toimintojen heikentymisiä. Lisäksi sähkö tupakkanesteelle, tai sen höyrylle altistetuissa soluissa tavattiin enemmän apoptoosia ja nekroosia. Taustamekanismin on tutkimuksissa arvioitu olevan esimerkiksi solujen kasvanut oksidatiivinen stressi ja kiihtynyt proteiinien karbonylaatio. Tutkimusten mukaan sähkö tupakointi vaikuttaa myös suun mikrobiomiin ja sähkö tupakoijilla onkin raportoitu olevan enemmän suun sieni-infektioita. Näiden tutkimusten näyttöaste on kuitenkin heikko.

Katsausartikkeli osoittaa siis, että nykyisen tutkimustiedon valossa sähkö tupakan suuvaikutukset ovat todellisia, mutta oireet ovat kuitenkin useimmiten pienempiä verrattuna perinteiseen tupakkaan. Kuitenkin on muistettava, että monella osaluueella sähkö tupakka aiheutti negatiivisia muutoksia verrattuna tupakoimattomiin. Lisäksi on hyvä tiedostaa sähkö tupakkalaitteiden räjähdysten aiheuttamat laajatkin traumat suun alueella. Tutkimustieto ja näytönaste on nykyisissä tutkimuksissa kuitenkin vain heikkoa tai kohtalaista, joten lisää ja parempia tutkimuksia tarvitaan tulevaisuudessa. Etenkin erilaisten makuaineiden vaikutukset suussa ja muualla elimistössä olisivat tutkijoiden mielestä erittäin tärkeä tutkimuskohde tulevaisuudessa. Tulevaisuudessa tutkimuksissa olisi hyvä ottaa paremmin huomioon myös erilaiset sekoittavat tekijät, jotka monissa katsauksen artikkeleissa oli jätetty huomiotta, seurauksenaan artikkeleiden luotettavuuden väheneminen. (Yang ym. 2020)

5. POHDINTA

Edellä kuvattujen tutkimusten ja tulosten perusteella voidaan todeta sähkötupakan vaikuttavan parodontiitin kehittymiseen indusoimalla inflammaatiota ja aiheuttamalla oksidatiivista stressiä sekä vaikuttamalla parodontiumin kudosten uusiutumiskykyyn. Usean tutkimuksen mukaan sähkötupakan vaikutukset erilaisiin parodontiittiin liittyviin parametreihin ovat kuitenkin pienempiä kuin perinteisen tupakan, jolloin voidaan olettaa, että sähkötupakka olisi parodontiumin kannalta turvallisempi vaihtoehto. Kuitenkaan minkään tutkimuksen perusteella tutkijat eivät ole tätä ajatusta vielä täysin vahvistaneet. Tähän asiaan vaikuttavat ne tosiasiat, että tutkimuksia on nykyisin vielä hyvin vähän ja etenkin pitkäaikaistutkimukset puuttuvat.

Sähkötupakoinnin ja sen vaikutusten tutkiminen on itsessään haastavaa monen sekoittavan tekijän takia. Sähkötupakoijista moni on entisiä tai nykyisiä tupakoijia, joten näissä tapauksissa sähkötupakan absoluuttista vaikutusta on vaikea arvioida. Lisäksi sähkötupakan käyttöä on vaikea kontrolloida tutkimuksissa, sillä laitteet ja laitteissa käytettävät nesteet vaihtelevat käyttäjien kesken. Myös käyttötottumukset vaihtelevat käyttäjien välillä, jolloin altistusta on vaikeampi mitata verrattuna perinteiseen savukkeeseen, jota voidaan helposti arvioida esimerkiksi savukkeiden määrällä päivässä. Sähkötupakan absoluuttista vaikutusta parodontiittiin on hankala tutkia myös siksi, että parodontiittiin vaikuttavat myös muut riskitekijät, kuten yleissairaudet, diabetes, paikalliset riskitekijät, ikä, sukupuoli ja perintötekijät. Edes jokseenkin vakioitujen ja samalla kattavien tutkimusryhmien järjestäminen on tästä syystä todella haastavaa varsinkin, jos otetaan huomioon se, kuinka pitkään henkilö on käyttänyt sähkösavuketta.

Sähkötupakan vaikutukset riippuvat paljolti käyttötottumuksista, laitteessa käytettävästä nesteestä ja laitteen säädöistä. Nikotiinin rooli parodontiitissa on ilmeinen, mutta myös nikotiinittomien savukenesteiden tiedetään aiheuttavan ainakin jonkinlaisia sytotoksisia vaikutuksia, joiden mekanismeja ei vielä tarkkaan tunneta. Erilaisten makunesteiden kudosvaikutuksilla on myös eroja. Sähkötupakan savukenesteiden ainesosien terveysvaikutukset ovat edelleen jokseenkin tuntemattomat, etenkin pitkällä aikavälillä. Tulevaisuudessa niistä saadaan varmasti lisää tutkimustietoa. Tästä syystä sähkötupakkaa ei ole virallisesti tunnustettu terveellisempänä vaihtoehtona tupakoinnille, eikä sitä myöskään pidetä hyvänä apukeinona tupakoinnin lopettamisessa. Mielenkiintoista on seurata, minkälaisia tutkimuksia aiheesta saadaan tulevaisuudessa ja miten lainsäädäntö

kehittyy. Aiemmin on jo viranomaisten toimesta yritetty rajoittaa makunesteiden myyntiä, mutta rajoitusten vaikutukset ovat jääneet heikoiksi. Lisäksi sähkösavuketuotteiden kehittymistä on tulevaisuudessa kiinnostavaa seurata. Nähtäväksi kuitenkin jää, kuinka pysyvää sähkö tupakan nykyinen suosio todella on.

6. LÄHDELUETTELO

- Al-Aali KA, Alrabiah M, ArRejaie AS, Abduljabbar T, Vohra F & Akram Z (2018). Peri-implant parameters, tumor necrosis factor-alpha, and interleukin-1 beta levels in vaping individuals. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 20(3): 410-415.
- AlHarthi SS, BinShabaib M, Akram Z, Rahman I, Romanos GE & Javed F (2019). Impact of cigarette smoking and vaping on the outcome of full-mouth ultrasonic scaling among patients with gingival inflammation: a prospective study. *Clinical Oral Investigations* 23(6): 2751-2758.
- Allen JG, Flanigan SS, LeBlanc M, Vallarino J, MacNaughton P, Stewart JH ym. (2016). Flavoring Chemicals in E-Cigarettes: Diacetyl, 2,3-Pentanedione, and Acetoin in a Sample of 51 Products, Including Fruit-, Candy-, and Cocktail-Flavored E-Cigarettes. *Environmental Health Perspectives* 124(6): 733-739.
- ArRejaie AS, Al-Aali KA, Alrabiah M, Vohra F, Mokeem SA, Basunbul G ym. (2019). Proinflammatory cytokine levels and peri-implant parameters among cigarette smokers, individuals vaping electronic cigarettes, and non-smokers. *Journal of Periodontology* 90(4): 367-374.
- Brown CJ & Cheng JM (2014). Electronic cigarettes: product characterisation and design considerations. *Tobacco Control* 23(suppl 2): ii4-ii10.
- Duodecim KO (2016). Sähköiset nikotiiniannostelijat (ns. sähkösavukkeet, "sähkötupakka"). http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01164. Luettu 13.5.2020.
- Eke PI, Dye BA, Wei L, Slade GD, Thornton-Evans GO, Borgnakke WS ym. (2015). Update on Prevalence of Periodontitis in Adults in the United States: NHANES 2009 to 2012. *Journal of Periodontology* 86(5): 611-622.
- Farsalinos KE & Polosa R (2014). Safety evaluation and risk assessment of electronic cigarettes as tobacco cigarette substitutes: a systematic review. *Therapeutic Advances in Drug Safety* 5(2): 67-86.
- Gaur S & Agnihotri R (2019). Health Effects of Trace Metals in Electronic Cigarette Aerosols-a Systematic Review. *Biological Trace Element Research* 188(2): 295-315.
- Ghosh S & Drummond MB (2017). Electronic cigarettes as smoking cessation tool: are we there? *Current Opinion in Pulmonary Medicine* 23(2): 111-116.
- Goniewicz ML, Hajek P & McRobbie H (2014). Nicotine content of electronic cigarettes, its release in vapour and its consistency across batches: regulatory implications. *Addiction* 109(3): 500-507.
- Goniewicz ML, Kuma T, Gawron M, Knysak J & Kosmider L (2013). Nicotine Levels in Electronic Cigarettes. *Nicotine & Tobacco Research* 15(1): 158-166.
- Gravelly S, Fong GT, Cummings KM, Yan M, Quah ACK, Borland R ym. (2014). Awareness, Trial, and Current Use of Electronic Cigarettes in 10 Countries: Findings from the ITC Project. *International Journal of environmental research and public health* 11(11): 11691-11704.
- Javed F, Kellesarian S, Sundar I, Romanos G & Rahman I (2017). Recent updates on electronic cigarette aerosol and inhaled nicotine effects on periodontal and pulmonary tissues. *Oral Diseases* 23(8): 1052-1057.

- Javed F, Abduljabbar T, Vohra F, Malmstrom H, Rahman I & Romanos GE (2017). Comparison of Periodontal Parameters and Self-Perceived Oral Symptoms Among Cigarette Smokers, Individuals Vaping Electronic Cigarettes, and Never-Smokers. *Journal of Periodontology* 88(10): 1059-1065.
- Jeong W, Choi D, Kim YK, Lee HJ, Lee SA, Park E ym. (2020). Associations of electronic and conventional cigarette use with periodontal disease in South Korean adults. *Journal of Periodontology* 91(1): 55-64.
- Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJL & Marcenes W (2014). Global burden of severe periodontitis in 1990-2010: a systematic review and meta-regression. *Journal of Dental Research* 93(11): 1045-1053.
- Käypä hoito- suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä (2019). Parodontiitti: Käypä hoito- suositus. <https://www.kaypahoito.fi/hoi50086#readmore>. Luettu 14.5.2020.
- Koskinen Seppo, Lundqvist Annamari, Ristiluoma Noora (toim.) (2012). Terveys, toimintakyky ja hyvinvointi Suomessa 2011. Terveysten ja hyvinvoinnin laitos (THL), Raportti 68/2012.
- Mokeem SA, Alasqah MN, Michelogiannakis D, Al-Kheraif AA, Romanos GE & Javed F (2018). 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. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 61: 38-43.
- Newman MG, Newman MG, Takei HH, Klokkevold PR & Carranza FA (2018). Newman and carranza's clinical periodontology. Elsevier, Philadelphia, Pa.
- Orr MS (2014). Electronic cigarettes in the USA: a summary of available toxicology data and suggestions for the future. *Tobacco Control* 23(suppl 2): ii18-ii22.
- Palazzolo DL (2013). Electronic Cigarettes and Vaping: A New Challenge in Clinical Medicine and Public Health. A Literature Review. *Frontiers in Public Health* 1.
- Ralho A, Coelho A, Ribeiro M, Paula A, Amaro I, Sousa J ym. (2019). Effects of Electronic Cigarettes on Oral Cavity: A Systematic Review. *Journal of Evidence Based Dental Practice* 19(4): 101318.
- Ramôa CP, Eissenberg T & Sahingur SE (2017). Increasing popularity of waterpipe tobacco smoking and electronic cigarette use: Implications for oral healthcare. *Journal of Periodontal Research* 52(5): 813-823.
- Ruokolainen Olli, Ollila Hanna, Sandström Patrick, Heloma Antero (2016). Kiistanalainen sähkösavuke – käytön yleisyys, muutokset ja taustatekijät. *Yhteiskuntapolitiikka* 81(1): 17-30.
- Sancilio S, Gallorini M, Cataldi A & Giacomo Vd (2016). Cytotoxicity and apoptosis induction by e-cigarette fluids in human gingival fibroblasts. *Clinical Oral Investigations* 20(3): 477-483.
- Singh T, Arrazola RA, Corey CG, Husten CG, Neff LJ, Homa DM ym. (2016). Tobacco Use Among Middle and High School Students--United States, 2011-2015. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report* 65(14): 361-367.
- Squier CA, Mantz MJ & Wertz PW (2010). Effect of menthol on the penetration of tobacco carcinogens and nicotine across porcine oral mucosa ex vivo. *Nicotine & Tobacco Research: Official Journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco* 12(7): 763-767.
- Sundar IK, Javed F, Romanos GE & Rahman I (2016). E-cigarettes and flavorings induce inflammatory and pro-senescence responses in oral epithelial cells and periodontal fibroblasts. *Oncotarget* 7(47): 77196-77204.

- Tatullo M, Gentile S, Paduano F, Santacroce L & Marrelli M (2016). Crosstalk between oral and general health status in e-smokers. *Medicine* 95(49): e5589.
- Vora MV & Chaffee BW (2019). Tobacco-use patterns and self-reported oral health outcomes: A cross-sectional assessment of the Population Assessment of Tobacco and Health study, 2013-2014. *Journal of the American Dental Association (1939)* 150(5): 332-344.e2.
- WHO (2018). WHO global report on trends in prevalence of tobacco smoking 2000-2025 - Second edition. <http://www.who.int/tobacco/publications/surveillance/trends-tobacco-smoking-second-edition/en/>. Luettu 13.5.2020.
- Willershausen I, Wolf T, Weyer V, Sader R, Ghanaati S & Willershausen B (2014). Influence of E-smoking liquids on human periodontal ligament fibroblasts. *Head & Face Medicine* 10: 39.
- Yamin CK, Bitton A & Bates DW (2010). E-cigarettes: a rapidly growing Internet phenomenon. *Annals of Internal Medicine* 153(9): 607-609.
- Yang I, Sandeep S & Rodriguez J (2020). The oral health impact of electronic cigarette use: a systematic review. *Critical Reviews in Toxicology* 50(2): 97-127.
- Kuva 3. <https://drugfree.org/drug/e-cigarettes-vaping/>
- Kuva 4. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:E-cig-schematic.png>