

SÄHKÖTUPAKAN VAIKUTUKSET SUUN TERVEYTEEN

Suokko, Suvi
Syventävien opintojen tutkielma
Hammaslääketieteen tutkinto-ohjelma
Lääketieteellinen tiedekunta
Oulun yliopisto
Toukokuu 2022
DOSENTTI Tarja Tanner

TIIVISTELMÄ

Suokko Suvi: Sähkötupakan vaikutukset suun terveyteen
Syventävien opintojen tutkielma: 22 sivua

Sähkötupakka kehitettiin 2000-luvun alussa Kiinassa, ja tämän jälkeen se on saavuttanut suosiota erityisesti nuorten keskuudessa. Sähkötupakkaa on perinteisesti mainostettu halvempaan ja terveellisempään vaihtoehtona tupakoinnille, ja tämä osaltaan selittääkin sen laajaa käyttäjäkuntaa esimerkiksi Yhdysvalloissa. Sähkötupakka muistuttaa sekä ulkonäöltään että käyttötavaltaan normaalia tupakkaa. Erona normaaliin tupakkaan on kuitenkin se, että sähkötupakka pitää sisällään sähkötupakkanesteen, joka muuttuu helpommin hengitettävään muotoon, aerosoliksi, käytön yhteydessä. Sähkötupakkaneste sisältää useita terveydelle haitallisia aineita, kuten nikotiinia ja höyrystettynä haitallista propyleeniglykolia ja glyserolia. Sähkötupakoinnin haitallisista vaikutuksista terveyteen on olemassa varsin vähän tutkimustietoa. Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kuitenkin selvittää nykyisen tutkimustiedon valossa, millaisia vaikutuksia sähkötupakoinnilla on suun terveyteen. Suun terveyttä on käsitelty tässä katsauksessa kolmena eri kokonaisuutena: parodontiitti, karies ja limakalvosairaudet. Tutkimuksista on esimerkiksi selvinnyt, että parodontiitille tyypillisten tulehduksellisten sytokiinien (kuten TNF- α ja IL-1 β) tasot ovat korkeampia sähkötupakoitsijoilla tupakoimattomiin verrattuna. Lisäksi in vitro kokeissa on havaittu, että sähkötupakoinnilla on useita negatiivisia vaikutuksia ikenen soluihin, esimerkiksi apoptoosin sekä oksidatiivisen stressin lisääntyminen. In vitro kokeissa on myös havaittu sähkötupakoinnin lisäävän kariogeenista riskiä lisäämällä esimerkiksi streptococcus mutansin kiinnittymistä sekä kasvua hampaan pinnoilla. Lisäksi tutkimuksista on esimerkiksi selvinnyt, että sähkötupakoitsijoilla tapahtuu suun ja ruokatorven syöpää aiheuttavan N'-nitrosonornikotiinin endogeenistä muodostumista. Yleistäen voidaan todeta, että sähkötupakoinnilla on hyvin samankaltaisia haitallisia vaikutuksia suun terveyteen kuin normaalilla tupakalla, joskin vaikutukset ovat vähäisempiä. Tulevaisuudessa tarvittaisiin erityisesti pitkäaikaistutkimuksia aiheesta, sillä niitä ei juurikaan ole.

Avainsanat: sähkötupakka, parodontiitti, karies, limakalvosairaudet

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	3
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	4
3 SÄHKÖTUPAKKA.....	5
3.1 Yleistä.....	5
3.2 Sähkötupakan käyttö ja yleisyys	6
3.3 Sähkötupakkaneste.....	7
3.4 Sähkötupakka tupakoinnin lopettamisen välineenä.....	8
4 PARODONTIITTI JA SÄHKÖTUPAKKA.....	10
4.1 Sähkötupakan ja parodontiitin yhteys tutkimuksissa.....	10
5 KARIES JA SÄHKÖTUPAKKA	13
5.1 Sähkötupakan ja kariksen yhteys tutkimuksissa.....	13
6 LIMAKALVOSAIRAUDET JA SÄHKÖTUPAKKA.....	15
6.1 Sähkötupakan ja limakalvosairauksien yhteys tutkimuksissa	15
7 POHDINTA.....	17
8 LÄHTEET	20

1 JOHDANTO

Sähkötupakka on varsin tuore keksintö verrattuna normaaliin tupakkaan. Näillä kahdella tupakkatuotteella on erona esimerkiksi se, että sähkötupakassa ei tapahdu normaalille tupakalle tyypillistä palamisreaktiota. Tällöin sähkötupakan käyttäjä ei altistu esimerkiksi tervalle ja häkälle, joiden tiedetään olevan erittäin karsinogeenisia yhdisteitä. Palamisreaktion sijaan sähkötupakassa tapahtuu nesteen höyrystymistä, jota sitten hengitetään. Tämä neste sisältää useita terveydelle haitallisia aineita (Isura ym. 2020).

Tupakan haitalliset vaikutukset suun terveyteen tunnetaan melko hyvin. Tupakointi esimerkiksi lisää riskiä parodontiitille moninkertaisesti, sillä se heikentää isännän luontaista immuunivastetta sekä muuttaa suun mikrobikoostumusta haitalliseksi. Tupakan tiedetään myös olevan suuri suusyövän riskitekijä sen sisältämien karsinogeenisten yhdisteiden vuoksi (Ford & Rich 2021). Sähkötupakoinnilla tiedetään olevan samankaltaisia vaikutuksia parodontiumiin kuin tupakalla, mutta vaikutukset ovat lievempiä (Isura ym. 2020). Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena onkin perehtyä tarkemmin, millaisia vaikutuksia sähkötupakalla on suun terveyteen niin parodontiitin, kariuksen kuin limakalvosairauksien osalta.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Kirjallisuuskatsauksen tekeminen on aloitettu kesällä 2021. Pääsääntöisinä hakukoneina artikkeleille toimivat Pubmed ja Scopus. Ensimmäisen haun tein kesällä 2021, ja sen jälkeen aina kirjoittaessa tiettyä aihealuetta. Kirjallisuuskatsaukseen valikoitui lopulta 12 artikkelia (poislukien artikkelit, joita käytetty sähkötupakkaosiossa). Kaikki mukaan otetut artikkelit on julkaistu 2010-luvun jälkeen, jotta tutkimustieto olisi mahdollisimman uutta. Lisäksi abstraktin perusteella karsin monta artikkelia, sillä moni haun tuottamista artikkeleista ei lopulta vastannut tutkimuskysymykseeni tai käsitellyt sähkötupakkaa yhtä lausetta enempää. Myös potilastapausartikkelit on jätetty pois lukuunottamatta yhtä artikkelia limakalvosairaudet osiossa. Taulukko 1 ja taulukko 2 esittelevät saatuja hakutuloksia.

Taulukko 1. Pubmed-tietokannan tuottamat hakutulokset.

Hakusana	Hakutulokset
e-cigarette periodontitis	n = 53
e-cigarette caries	n = 10
e-cigarette oral cancer	n = 53
e-cigarette oral mucosa	n = 21

Taulukko 2. Scopus-tietokannan tuottamat hakutulokset.

Hakusana	Hakutulokset
e-cigarette periodontitis	n = 11
e-cigarette caries	n = 15
e-cigarette oral cancer	n = 22
e-cigarette oral mucosa	n = 13

3 SÄHKÖTUPAKKA

3.1 Yleistä

Sähkötupakka kehitettiin Kiinassa vuonna 2003, ja Euroopan ja Amerikan markkinoille se tuli vuonna 2006 (Isura ym. 2020). Sähkötupakkaa markkinoitiin aluksi laajalti internetissä, missä se sai paljon huomiota nuorisolta. Sähkötupakkaa markkinoitiin halvempänä, terveellisempänä sekä turvallisempänä vaihtoehtona tavalliselle tupakalle. Lisäksi sitä markkinoitiin tupakoinnin lopettamisvälineenä. Nykyään sähkötupakointi onkin suosittua erityisesti nuorten keskuudessa, ja sen myynti on kasvanut vuosi vuodelta (Rom ym. 2014). Vuonna 2019 Yhdysvalloissa oli noin 5,3 miljoonaa yläaste- ja lukioikäistä sähkötupakan käyttäjää (Cullen ym. 2019).

Sähkötupakkalaite on yleensä valmistettu muovista tai metallista ja niitä on monenlaisia (Patja 2016). Osa näyttää aivan normaalilta tupakalta tai piipulta, osa taas on esimerkiksi kynän tai USB-tikun mallinen. Muodosta riippumatta kaikki sähkötupakkalaitteet koostuvat kolmesta pääosasta: patruuna, lämmitin sekä paristo tai akku. Patruunaosa pitää sisällään sähkötupakkanesteen, jonka lämmitin höyrystää hengitettävään muotoon. Pariston/ akun tehtävänä on mahdollistaa lämmittimen toiminta antamalla sille virtaa (Rom ym. 2014). Patruunaosan sisällä oleva sähkötupakkaneste koostuu tyypillisesti propyleeni-glykoli- tai glyserolimesteestä, johon on liuotettu nikotiinia, vettä ja makuaineita. Nesteistä on olemassa tuhansia eri makuja, esimerkiksi hedelmä, tupakka, kahvi ja mentol. Erityisesti nuoret kuluttajat suosivat makuaineita, sillä nikotiini on pahanmakuinen emäs (Patja 2016).

Koska sähkötupakkalaitteet valmistetaan suurimmaksi osin Kiinassa, on niiden tuotannon valvonta puutteellista. Tämän vuoksi ne sisältävät hyvin vaihtelevia määriä eri aineita, eikä aina ole edes tiedossa kuinka paljon ja mitä aineita ne sisältävät (Patja 2016). Sähkötupakkalaitteissa onkin havaittu useita turvallisuuspuutteita, esimerkiksi litiumakkujen kuumenemistä ja räjähtämistä. Yhdysvalloissa on raportoitu yli 2000 tällaista tapausta, joista käyttäjille on aiheutunut esimerkiksi eriasteisia palovammoja. Kaksi tapausta on johtanut jopa kuolemaan (Isura ym. 2020).

3.2 Sähkötupakan käyttö ja yleisyys

WHO:n mukaan sähkötupakan käyttäjiä oli maailmanlaajuisesti noin 41 miljoonaa vuonna 2018 (WHO 2020). Erityisesti nuorten keskuudessa sen käyttö on suosittua ja vuodesta 2014 lähtien sähkötupakka onkin ollut nuorison käytetyin tupakkatuote (Walley ym. 2019). Varsinkin Yhdysvalloissa sähkötupakan käyttö on kasvanut räjähdysmäisesti: arviolta 4,1 miljoonaa lukioikäistä ja 1,2 miljoonaa yläasteikäistä käytti sähkötupakkaa vuonna 2019 (Cullen ym. 2019).

Sähkötupakan saavuttama suuri suosio nuorison keskuudessa selittyy osin sen aggressiivisella markkinoinnilla. Iskulauseet kuten "Halvempi ja turvallisempi vaihtoehto normaalille tupakalle" sai monen nuoren kokeilemaan sähkötupakkaa (Isura ym. 2020). Useista tutkimuksista onkin selvinnyt, että markkinointi ja mainonta lisäävät nuorten sähkötupakan käyttöä. Osa nuorista ei myöskään tiedä, että sähkötupakka sisältää nikotiinia ja voi täten aiheuttaa riippuvuutta. Myös sähkötupakan helppo saatavuus on ollut oma tekijänsä: sitä saa esimerkiksi elintarvikekaupoista, huoltoasemilta sekä netistä (Walley ym. 2019). Suurin piikki sähkötupakan käytössä tapahtui vuosina 2017-2018. Tällöin sähkötupakan käyttö kasvoi lukioikäisillä 78% ja yläasteikäisillä 48% (Isura ym. 2020). Tästä seurasi, että Yhdysvaltojen korkein terveysturvallinen julisti sähkötupakan epidemiaksi vuonna 2018. Tätä seurasi puolestaan FDA:n (Food and Drug Administration) julistus, joka sisälsi useita keinoja sähkötupakoinnin vähentämiseksi liittyen esimerkiksi niiden myyntiin kivijalkaliikkeissä ja netissä (Walley ym. 2019). Tästä eteenpäin täytyi esimerkiksi nettiosaston yhteydessä todistaa ikä (Cullen ym. 2019). Kaikkien näiden toimien jälkeen alkoivat monet osavaltiot rinnasta sähkötupakan muihin tupakkatuotteisiin. Nykyään moni osavaltio on ottanut käyttöön myös tupakka21 -hankkeen, joka ei salli tupakkatuotteiden myyntiä alle 21-vuotiaille (Walley ym. 2019).

Suomessa sähkötupakka ei ole saavuttanut samanlaista suosiota kuin Yhdysvalloissa. WHO:n mukaan Suomen väestöstä vain noin 1% käytti sähkötupakkaa vuonna 2018 (WHO 2020). Kouluterveyskyselyssä sähkötupakan käyttöä lasten ja nuorten keskuudessa on selvitetty vuodesta 2015 lähtien, ja vastausten perusteella käyttö on vähentynyt vuosi vuodelta. Esimerkiksi vuonna 2021 8. ja 9. luokkalaisista päivittäin sähkötupakoi 2,3% (vuonna 2015 4%), lukiolaisista 0,5% (vuonna 2015 1,3%) ja ammattikoulun opiskelijoista 3,3% (vuonna 2015 6,1%). 4. ja 5. luokkalaisista vain noin 0,7% käytti sähkötupakkaa vuonna 2021 (THL 2021). Vähäisestä käytöstä huolimatta Suomessakin on tehty toimia sähkötupakoinnin vähentämiseksi. Uuden tupakkalain tultua voimaan rinnastetaan nikotiininesteet tupakkatuotteisiin sekä Suomessa myytävistä nesteistä kielletään makuaineet. Lisäksi nesteiden nettimyyniä kielletään. Tämän valvominen on osin haastavaa, sillä käyttäjät sekoittavat itse nesteitä ja lisäävät makuaineita (Patja 2016).

3.3 Sähkötupakaneste

Sähkötupakan toimintamekanismiin kuuluu, että lämmitin muuttaa patruunaosan sisällä olevan sähkötupakanesteen helpommin hengitettävään muotoon, aerosoliksi. Aerosoli on vesihöyryn ja siinä leijuvien kiinteiden ja nestemäisten hiukkasten seos. Kun syntynyt aerosolia hengitetään sisään sähkötupakan käytön yhteydessä, kulkeutuu osa pienhiukkasista keuhkoihin osan jäädessä kiinni suuontelossa oleviin rakenteisiin (Isura ym. 2020). Keuhkoihin kulkeutuneet pienhiukkaset saavat aikaan useita eri haittavaikutuksia. Syntyviin haittavaikutuksiin vaikuttavat pienhiukkasten koko: mitä pienempi hiukkanen on, sitä syvemmälle keuhkoihin se pääsee ja sitä kautta se pystyy aiheuttamaan suurempaa tuhoa. Kun sähkötupakan käyttö on säännöllistä, pääsee pienhiukkasia kulkeutumaan keuhkoihin ja elimistöön päivittäin aiheuttaen tulehdustilan, joka lisää keuhko- ja verenkiertoelimistön sairauksia. Useista tutkimuksista on lisäksi selvinnyt, että nanopartikkelit sisältävät keuhkoille haitallisia aineita, kuten lyijyä, alumiinia, mangaania, kuparia ja nikkeliä (Patja 2016).

Sähkötupakanesteestä on eroteltavissa kolme eri pääkomponenttia: pohja-aine, nikotiini sekä makeutusaineet. Pohja-aine koostuu yleensä propyleeniglykoli- ja glyserolimesteestä, joka on sekoitettu veteen (Isura ym. 2020). Propyleeniglykolia ei suositella hengitettäväksi, ja kuumentuessaan aerosoliksi muodostaa se karsinogeenistä ainetta, propyleenioksidia (Patja 2016). Lisäksi reaktiossa syntyy hajoamistuotteina esimerkiksi laktaattihappoa, asetaattihappoa sekä propionaldehydiä, joista kaikkien on havaittu olevan haitallista kiilteelle (Isura ym. 2020). Toinen pohja-aineen pääkomponenteista, glyseroli, on itsessään myrkytön ja öljymäinen makean makuinen neste. Kuitenkin kuumentuessaan siitä muodostuu syövyttäviä höyryjä, jotka sisältävät akroleiinia. Akroleiinin on havaittu aiheuttavan esimerkiksi hengitysteiden ärsytystä (Patja 2016).

Nikotiini on pääasiallinen riippuvuutta aiheuttava yhdiste sähkötupakanessa. Kun nikotiinia hengitetään sisään, voi se absorboitua joko bukkaalisesti ylemmissä hengitysteissä tai vasta keuhkoissa. Kun nikotiini absorboituu keuhkoissa, pääsee se sieltä suoraan verenkiertoon ja sitä kautta aivoihin. Aivoissa nikotiini kiinnittyy spesifisiin nikotiiniasetyylikoliinireseptoreihin saaden aikaan ionikanavien avautumisen ja sitä kautta signaalinvälitysreitin aktivoitumisen. Tämä puolestaan aiheuttaa useiden välittäjäaineiden, esimerkiksi dopamiinin ja serotoniinin, vapautumisen keskushermostosta. Dopamiini ja serotoniini saavat aikaan hyvinolontunteen, ja lisäksi ne ovat elintärkeitä riippuvuuden syntymiselle ja vahvistumiselle (Voos ym. 2019). Uusimmissa tutkimuksissa on myös havaittu nikotiinin olevan yhteydessä syövän

syntyyn. Se saa aikaan esimerkiksi verisuonten uudismuodostusta syöpäkasvaimissa sekä edesauttaa syöpäsolujen liikkuvuutta ja paikallista leviämistä (Patja 2016).

Sähkösavukkeiden nikotiinipitoisuudet vaihtelevat suuresti, ja osa ei sisällä nikotiinia ollenkaan. Varsin tavallista on käyttää neljää eri luokkaa sähkötupakkanesteen nikotiinipitoisuuden luokittelussa: matala, keskivahva, vahva ja hyvin vahva. Matalassa luokassa nikotiinipitoisuus on alle 10 mg/ml, keskivahvassa 10-15 mg/ml, vahvassa 16-20 mg/ml ja hyvin vahvassa yli 20 mg/ml. Suurimmat tutkimuksissa havaitut nikotiinipitoisuudet sähkötupakoissa ovat olleet 35-40 mg/ml (Patja 2016). Osa sähkötupakkanesteistä sisältää nikotiinisuloa, jossa nikotiini on yhdistetty heikkoon pohja-aineeseen, kuten bentsohappoon. Tällöin suuremman nikotiinipitoisuuden hengittäminen on helpompaa, sillä nikotiinisulo ei ärsytä kurkkua yhtä paljon kuin perinteinen nikotiini (Voos ym. 2019). Normaaliin tupakkaan verrattuna noin viisi sähkötupakan imua tuottaa yhtä paljon nikotiinia kuin yksi tupakan imu (Patja 2016).

Useat sähkötupakkanesteet sisältävät makeutusaineita, sillä nikotiini on pahanmakuinen emäs. Monista tutkimuksista on ilmennyt makeutusaineiden olevan haitallisia soluille, ja erityisesti diasetyylin, 2,3-pentadionin sekä asetoiinin on havaittu olevan erityisen vahingollisia (Patja 2016). Lisäksi makeutusaineet aiheuttavat esimerkiksi kiilteen demineralisaatiota, sillä ne sisältävät sakkaroosia, suklaaroosia ja etyyllistä maltoosia (Isura ym. 2020). Makuja sähkötupakkanesteelle on olemassa satoja erilaisia, esimerkiksi tupakka, minttu, kahvinmaku, hedelmänmaku ja suklaanmaku. Makunesteet ovat erityisen koukuttavia nuorille käyttäjille (Rom ym. 2014).

Kaiken kaikkiaan sähkötupakka sisältää samoja myrkyllisiä aineita kuin normaali tupakka, vaikkakin pienempiä määriä. Toisaalta sähkötupakassa ei ole tervaa, joka sisältää useita syöpää aiheuttavia ainesosia. Tämän vuoksi sähkötupakan syöpäriskiä pidetään alhaisempana kuin perinteisen poltettavan tupakan (Rom ym. 2014).

3.4 Sähkötupakka tupakoinnin lopettamisen välineenä

Sähkötupakan ilmestyessä 2000-luvun alussa markkinoitiin sitä tupakoinnin vähentämisen- sekä lopettamisvälineenä. Aiheesta on tehty useita tutkimuksia, ja niiden tulokset vaihtelevat laajasti. Muutamasta tutkimuksesta on havaittu, että sähkötupakan käytöllä olisi yhteys tupakoinnin vähentämiseen sekä lopettamiseen. Lisäksi havaittiin, että sähkötupakka vähentäisi vieroitusoireita sekä halua polttaa. Toisaalta saadut tulokset perustuivat lähinnä osallistujien vastaamaan kyselyyn ja esimerkiksi biokemiallisten markkereiden käyttö olisi lisännyt tutkimuksen luotettavuutta (Malas ym. 2016).

Tutkimusnäyttö siitä, että sähkö tupakka toimisi tupakoinnin vähentämis- sekä lopettamisvälineenä on puutteellista. Tehdyissä tutkimuksissa on liikaa variaatiota, jotta yhteys voitaisiin osoittaa. Tarvitaan lisää tutkimuksia, sekä niiden täytyy olla laajempia, jotta saatuja tuloksia voitaisiin pitää luotettavina (Malas ym. 2016). Tällä hetkellä tehokkain tapa vieroittaa tupakasta ja nikotiinista ovat lääkevalmisteet (Patja 2016).

4 PARODONTIITTI JA SÄHKÖTUPAKKA

4.1 Sähkötupakan ja parodontiitin yhteys tutkimuksissa

Karaaslan F. tutkimusryhmineen tutki sähkötupakan, normaalin tupakan ja tupakoinnin lopettamisen vaikutuksia oksidatiivisen stressin markkereihin, sytokiinitasoihin sekä kliinisiin parodontiumin parametreihin parodontiittipotilailla (Karaaslan ym. 2020). Tutkimuksen tuloksena saatiin, että ientaskunsteen tilavuudessa oli merkitsevää eroavaisuutta ryhmien välillä. Tilavuus oli suurin tupakoinnin lopettaneilla, kun taas pienin tupakoijilla. Sähkötupakoijilla tilavuus oli suurempi kuin tupakoijilla mutta pienempi kuin tupakoinnin lopettaneilla. Kliinisissä parametreissa puolestaan ainoa merkitsevä ero oli ienindeksissä ryhmien välillä. Ienindeksissä arvioitiin esimerkiksi ienten punaisuus, verenvuoto ja turvotus. Ienindeksi oli korkein ryhmässä, johon kuului tupakoinnin lopettaneet henkilöt, kun taas matalin se oli ryhmässä, joka koostui tupakoijista. Sen sijaan sekä sytokiinitasoissa että oksidatiivisen stressin markkereissa havaittiin merkitsevää eroa ryhmien välillä. IL-8 tasot olivat korkeimmat tupakoinnin lopettaneilla, kun taas matalimmat tupakoijilla (Karaaslan ym. 2020). IL-8 on sytokiini, joka muun muassa houkuttelee neutrofiilejä tulehduspaikalle, ja sen pitoisuuden on havaittu olevan yhteydessä tulehduksen tasoon (Giannopoulou ym. 2003). Jo aiemmista tutkimuksista on selvinnyt, että tupakointi vähentää perifeeristen neutrofiilien kykyä tuottaa IL-8 (Fredriksson ym. 2002). Sähkötupakoijilla IL-8 taso oli korkeampi kuin tupakoijilla mutta matalampi kuin tupakoinnin lopettaneilla. Toinen sytokiini, jonka pitoisuutta eri ryhmien välillä tutkittiin, oli TNF- α . TNF- α :n pitoisuus oli puolestaan suurin tupakoitsijoilla ja toiseksi suurin sähkötupakoitsijoilla (Karaaslan ym. 2020). TNF- α :lla on merkittävä rooli parodontiitin tulehdusprosessissa, ja sen suurempi pitoisuus tupakoijilla verrattuna sähkötupakoijiin voisi selittyä sillä, että tupakan polttajilla sairausprosessi on aktiivisempaa ja tuhoisampaa (Boström ym. 1999).

Oksidatiivisen stressin markkereista tutkittiin 8-OHdG ja GSH-px ilmenemistä ientaskunäytteissä. Sekä tupakoitsijoilla että sähkötupakoitsijoilla havaittiin alhaisemmat pitoisuudet antioksidanttina toimivassa GSH-px:ssä. 8-OHdG:ssä ei puolestaan havaittu ryhmien välillä eroa, joka selittyy osin sillä, että meneillään oleva parodontiitti peittää alleen tupakoinnin aiheuttamat muutokset. Tutkimuksen tuloksista voidaan siis päätellä, että tupakalla ja sähkötupakalla on hyvin samankaltaisia vaikutuksia parodontiumiin, tulehduksellisiin sytokiineihin että oksidatiivisen stressin markkereihin, tosin sähkötupakalla nämä ovat lievempiä (Karaaslan ym. 2020).

Al-Aali ym. tutkivat kliinisiä ja radiologisia peri-implanttisia parametrejä sekä tulehduksellisten sytokiinien, TNF- α :n ja IL1- β , pitoisuuksia sähkötupakoitsijoilla ja tupakoimattomilla (Al-Aali ym. 2018). Tutkimuksen tuloksena saatiin, että sähkötupakoitsijoilla taskusyvytykset olivat suurempia, kun taas BOP

oli suurempi tupakoimattomilla. Plakki-indeksissä ei havaittu merkitsevää eroa ryhmien välillä. Röntgenkuvia arvioitaessa puolestaan havaittiin, että peri-implantaarinen luukato oli korkeampaa sähkötupakoitsijoilla verrattuna tupakoimattomiin. Myös TNF- α sekä IL1- β -tasot olivat korkeampi sähkötupakoitsijoilla (Al-Aali ym. 2018). IL1- β on sytokiini, joka liittyy lisääntyneeseen alveolaarisen luukadon määrään (Graves ym. 2003). Tutkimuksen tulokset tukivat hypoteesia, jonka mukaan sähkötupakka pahentaa sekä kliinisiä että radiologisia peri-implantaarisia parametrejä ja että sähkötupakan käyttäjillä tulehdusta edistävien sytokiinien tasot ovat korkeampia (Al-Aali ym. 2018).

Isaac K. Sundar (2016) tutkimusryhmineen selvitti, miten sähkötupakka vaikuttavat suun epiteelisolujen kantasoluihin ja periodontaaliligamentin fibroblasteihin. Tutkimuksessa käytettiin kahta eri makuista sähkötupakkanestettä, Classic Tobacco ja Menthol, ja samalla myös vertailtiin näiden aiheuttamia eroja. Tutkimuksen johtopäätöksenä oli, että sähkötupakan höyryt indusoivat oksidatiivista- ja karbonylistressiä, proteiinkarbonylaatiota sekä tulehduksellisten sytokiinien tuotantoa ja vapautumista epiteelisoluissa, parodontaaliligamentin fibroblasteissa sekä 3D-mallissa ihmisen epigingivaalisesta kudoksesta. Esimerkiksi proteiinien karbonylaatio johtaa vasta-aineiden tuotantoon, joka voi johtaa matriksin tuhoutumiseen sekä luukatoon (Pradeep ym 2013). Vaikka tutkimuksessa tutkittiin kahta eri makuista höyryä, Classic Tobacco ja menthol, ei niiden välillä havaittu juurikaan eroavaisuuksia, vaan molemmat lisäsivät merkitsevästi yllä mainittuja prosesseja soluissa (Sundar ym. 2016).

Sancilio S. ym. (2015) tutki sähkötupakkanesteiden vaikutuksia ikenen fibroblasteihin ja samalla vertaili nikotiinipitoista ja nikotiinitonta nestettä keskenään. Tutkimuksessa havaittiin, että fibroblastien metabolinen aktiivisuus väheni ajasta ja annoksesta riippuvaisella tavalla. Tutkimuksen tulokset viittaavatkin siihen, että yli 1mg/ml vahvuiset sähkötupakkanesteet ovat äärimmäisen myrkyllisiä soluille 24 tunnin käsittelyn jälkeen. Myös MTT-tulokset indikoivat korkeaan myrkyllisyyteen 72 tuntia altistuksen jälkeen. Sekä nikotiinipitoiset että nikotiinittomat nesteet indusoivat lisääntyntä ROS (reaktiivinen happiradikaali)-tuotantoa 24 tunnin kuluttua yhdessä bax-proteiinin lisääntymisen kanssa, mistä seurasi lopulta apoptoosi 48 tunnin kuluttua. Bax-proteiini tunnetaan solujen tuottamana pre-apoptoottisena proteiinina (Kang ym. 2011). Tutkimuksen tuloksista voidaankin siis päätellä, että sähkötupakkanesteet aiheuttavat oksidatiivista stressiä, joka johtaa lisääntyneeseen bax-proteiinin ilmentymiseen ja varhaiseen apoptoosin (Sancilio ym. 2015).

Willerhausen I. ym. tutkivat erilaisten sähkötupakkanesteiden vaikutuksia parodontaaliligamentin fibroblastien toimintakykyyn ja jakautumiseen in vitro kokeissa (2014). Komponentteja, joita tutkittiin,

olivat eri makunesteet (hasselpähkinä, menthol ja lime), nikotiini sekä propyleeniglykoli. Nesteet sisälsivät nikotiinia 20-22 mg/ml. Tutkimuksen lopputuloksena saatiin, että nikotiinissa ja makunesteissä inkuboitujen solujen proliferaatioasteet olivat pienentyneet 96 tunnin aikana verrattuna kontrolliin. Kuitenkin vain mentholin makuisella proliferaation vähentyminen oli tilastollisesti merkitsevää ($p < 0,001$). Sen sijaan ATP:n ilmentymisen vähentymistä fibroblasteissa saivat aikaan kaikki eri makunesteet. Tutkimuksen tuloksista voidaankin siis päätellä, että erityisesti mentholin makuisella sähkö tupakkanesteellä on useita negatiivisia vaikutuksia parodontaaliligamentin fibroblasteihin (Willerhausen ym. 2014).

5 KARIES JA SÄHKÖTUPAKKA

5.1 Sähkötupakan ja karioksen yhteys tutkimuksissa

Shin Ae Kim ym.(2018) tutki kariogeenisia muutoksia, kun poistettujen hampaiden pinnat altistettiin sähkötupakan aerosoleille sähkötupakkatestauslaitteen (UECTM) avulla. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin erilaisten makunesteiden (etyylibutyraatti (ananas), etyylimaltoli (hattara), heksyyliasettaatti (omena), triasetiini (savun maku) ja sukraloosi (sokerin korvike)) vaikutusta *Streptococcus mutansin* kykyyn muodostaa biofilmiä. Tutkimuksessa havaittiin, että sähkötupakan aerosolit voivat muuttaa *Streptococcus mutansin* ja kiilteen pinnan vuorovaikutusta, ja näin lisätä kariogeenistä riskiä. Aerosolit esimerkiksi lisäsivät *Streptococcus mutansin* kiinnittymistä kiilteeseen, ja makunestealtistuksen jälkeen biofilmin muodostuminen lisääntyi. Erityisesti heksyyliasettaatti, etyylibutyraatti ja triasettaatti ja niiden sivutuotteet lisäsivät kariogeenista potentiaalia lisäämällä demineralisaatiota. Tutkimuksessa arvioitiin järjestelmällisesti sähkötupakan aerosoleja ja todettiin, että niillä on samankaltaisia fysikaaliskemiallisia ominaisuuksia kuin happamilla juomilla ja runsaalla sakkaroosilla (Kim ym. 2018).

Rouabhia Mahmoud (2020) tutkimusryhmineen toteutti tutkimuksen, jonka tarkoituksena oli saada selville, millaisia vaikutuksia sähkötupakalla on *Streptococcus mutansin* kasvuun, biofilmin muodostumiseen sekä erilaisten virulenssitekijöiden (gtfB, gtfC), glucan binding proteiinien (gbpB, gbpC) ja kompetenssiproteiinien (comC, comE, comD) ilmentymiseen. GtfB ja gtfC -virulenssitekijät ovat välttämättömiä *Streptococcus mutans* -solujen sakkaroosista riippuvaiselle kiinnittymiselle ja ekstrasellulaarisen polysakkaridimatriksin esiintymiselle (Aoki ym. 1986). Glucan binding proteiineja s. mutans puolestaan tarvitsee sekä kiinnittymiseen että biofilmin muodostumiseen (Duque ym. 2011). Kompetenssiproteiinit ovat puolestaan yhteydessä s. mutansin kykyyn tuottaa bakteriosiineja (Huang ym. 2016), joiden avulla s. mutans estää kommensaalibakteerien kasvua (Ploeg, 2005). Mahmoudin ym (2020) tutkimuksen tuloksena saatiin, että sähkötupakan aerosolit tehostavat *Streptococcus mutansin* kasvua, biofilmin kehittymistä sekä *Streptococcus mutansin* biofilmiin assosioituvien geenien ekspressiota. Huomattavaa oli, että nikotiinia sisältävällä sähkötupakalla muutokset olivat lähes samat kuin normaalilla tupakalla. Nikotiini siis saattaa olla sähkötupakassa se ainesosa, joka edistää *Streptococcus mutansin* kasvua. Toisaalta kuitenkin myös nikotiinin sähkötupakka lisäsi biofilmin kasvua, ja tämä saattaa johtua sähkötupakan sisältämistä makeutusaineista. Sähkötupakka lisäsi myös merkittävästi erilaisten virulenssigeenien ekspressiota, ja esimerkiksi comCDE-signalointijärjestelmällä on keskeinen rooli *Streptococcus mutansin* elinkelpoisuuden ja biofilmin muodostumisen säätelyssä. Voidaankin siis olettaa, että

Streptococcus mutans aistii sähkö tupakan aerosolit stressaavana tilana, jolloin se lisää kyseisten geenien ekspressiota säilyttääkseen elinkelpoisuutensa (Mahmoud ym. 2020).

Vemulapalli A. tutkimusryhmineen tutkivat sähkö tupakan ja kariksen yhteyttä käyttämällä datana Kansallista terveystutkimusta (National Health and Nutrition Examination Survey; NHANES) vuosilta 2017-2018.

Tuloksena havaittiin, että niillä, jotka käyttivät säännöllisesti sähkö tupakkaa, oli tupakoimattomia suurempi riski saada hoitamaton kariesvaurio (OR 1,69), mutta tupakan ja sähkö tupakan yhteiskäyttäjillä riski oli vielä suurempi (OR 2,43). Tutkimuksen tulokset siis tukevat hypoteesia, että ihmisillä, jotka käyttävät sähkö tupakkaa, on todennäköisemmin hoitamaton kariesvaurio tupakoimattomiin verrattuna (Vemulapalli A. ym 2021).

6 LIMAKALVOSAIRAUKSET JA SÄHKÖTUPAKKA

6.1 Sähkötupakan ja limakalvosairauksien yhteys tutkimuksissa

Schwarzmeier L. (2021) tutkimusryhmineen toteuttivat tutkimuksen, jonka tarkoituksena oli selvittää sytogeneettisiä ja sytologisia vaurioita suun limakalvon soluissa sähkötupakan käyttäjillä arvioimalla solujen mikrotumia (MN) sekä metanukleaarisia poikkeavuuksia (kuten karyoreksis, karyolyysi, kaksitumaisuus, 'rikkoutunut tumaydin' (broken egg) ja tumasilmut). Edellä mainittuja pidetään sekä sytotoksisuuden että genotoksisuuden indikaattoreina (Bolognesi ym. 2013). Solunäytteitä kerättiin sekä kielestä että suunpohjan sivureunasta.

Tutkimuksen tuloksena saatiin, että sähkötupakoitsijoiden näytteissä todettiin sekä sytotoksisia että genotoksisia vaurioita. Esimerkiksi tupakoitsijoihin verrattuna sähkötupakoitsijoilla esiintyi huomattavasti enemmän rikkoituneita tumaytimiä, karyolyysia, kaksitumaisuutta sekä tumasilmuja. Eri-tyisesti kielestä kerätyissä näytteissä havaittiin korkea tumasilmujen pitoisuus sähkötupakoitsijoilla. Merkittävä löydös oli se, että kontrolliryhmään ja entisiin tupakoitsijoihin verrattuna sähkötupakoitsijoilla havaittiin korkeammat pitoisuudet jokaisessa edellä mainitussa, tutkitussa osa-alueessa. Kuitenkaan esimerkiksi mikrotumien esiintyvyydessä ei havaittu merkittävää eroa ryhmien välillä (Schwarzmeier ym. 2021).

Nguyen Hoangin ym. (2017) artikkelissa esitellään kaksi potilastapausta, joissa molemmat potilaat ovat muuten perusterveitä, mutta heillä molemmilla on suusyöpä. Kummallakaan potilaista ei ollut esiintynyt suvussa suusyöpää, eikä heillä ollut mitään tunnetuista suusyövän riskitekijöistä (esimerkiksi voimakas alkoholin käyttö, tupakan poltto tai herpesvirus). Kummallakaan ei myöskään ollut diagnosoitu mitään akuutteja tai kroonisia suun alueen bakteerien, virusten tai sienten aiheuttamina infektioita. Ainoa silmiin pistävä tieto potilaiden terveystiedoissa oli se, että molemmat olivat käyttäneet sähkötupakkaa yli 10 vuotta. Lopulta molempien potilaiden diagnoosiksi tuli basaloidei levyepiteelikarsinooma. Näissä potilastapauksissa ei siis löydetty mitään muuta selittävää syytä suusyövän kehittymiselle, kuin krooninen, pitkäaikainen sähkötupakan käyttö (Nguyen ym. 2017).

Bustamante G (2018) tutkimusryhmineen tutkivat tupakkaspesifisen suun ja ruokatorven syöpää aiheuttavan N'-nitrosornikotiinin (NNN) endogeenistä muodostumista sähkötupakan käyttäjillä. NNN on karsinogeeninen yhdiste, jota muodostuu nikotiinin ja nornikotiinin nitrotisoitumisen kautta (Hecht ym. 1978). Tutkimuksessa osallistujien sylki- ja virtsanäytteistä analysoitiin kokonais-NNN-, nornikotiini-

sekä nikotiinipitoisuudet. Sähkötupakoitsijoiden syljestä löydettiin niin N’nitroso-nornikotiinia, nornikotiinia kuin nikotiiniakin, tosin pitoisuudet olivat huomattavasti alhaisemmat kuin tupakoitsijoilla. Myös sähkötupakoitsijoiden virtsanäytteissä havaittiin kyseisiä yhdisteitä. Vaikka pitoisuudet olivat alhaisempia tupakoitsijoiden näytteisiin verrattuna, on NNN huomattavan karsinogeeninen yhdiste (Hecht, ym.1978), joten myös sähkötupakoitsijoiden NNN-tasoon on kiinnitettävä huomiota (Bustamante ym. 2018).

Bardellinin E. ym. (2017) toteuttivat tutkimuksen, jossa seurattiin kahden vuoden ajan suun limakalvovaurioiden esiintyvyyttä ja ominaisuuksia sähkötupakoitsijoilla ja entisillä tupakoitsijoilla. Lopputulema oli se, että limakalvovauriotapauksista reilu kolmasosa (n=19) esiintyi entisillä tupakoitsijoilla ja kaksi kolmasosaa sähkötupakoitsijoilla (n=36). Yhdeksää erilaista limakalvovauriota esiintyi, mutta merkitsevät löydökset ryhmien välillä olivat nikotiinistomatiitissa, , karvakielessä sekä hyperplastisessa kandiidoosissa. Huomattava tulos oli myös se, että melanoosia esiintyi molemmissa ryhmissä lähes yhtä paljon. Tutkimuksen tuloksena siis saatiin, että tiettyjen limakalvovaurioiden esiintyminen oli yleisempää sähkötupakoitsijoiden ryhmässä, mutta ero kahden ryhmän välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Bardellini ym. 2017).

7 POHDINTA

Edellä kuvattujen tutkimusten perusteella voidaan siis todeta, että sähkö tupakoinnin aiheuttamat negatiiviset vaikutukset suun terveyteen ovat todellisia. Haitallisia vaikutuksia aiheutuu niin parodontologian, kariologian kuin limakalvosairauksienkin näkökulmasta. Esimerkiksi parodontiitille tyypillisten tulehduksellisten sytokiinien määrän on havaittu olevan korkeampi sähkö tupakoitsijoilla verrattuna tupakoimattomiin (Karaslaan ym. 2020, Al-Aali ym. 2018 & Sundar ym. 2016). Sähkö tupakan on myös havaittu lisäävän muita parodontiitille tyypillisiä tulehduksellisia prosesseja, kuten oksidatiivista stressiä (Karaslaan ym. 2020, Sancilio ym. 2016 & Sundar ym. 2016) sekä karbonyylstressiä (Sundar ym. 2016). Sähkö tupakkanesteen on myös havaittu vaikuttavan negatiivisesti ikenen fibroblastien toimintakykyyn (Sancilio ym. 2016, Sundar ym. 2016 & Willerhausen ym. 2014). Myös kliinisissä parodontium parametreissä, kuten luukadon määrässä ja ientaskujen syvyydessä, on sähkö tupakoitsijoilla havaittu korkeammat arvot verrattuna tupakoimattomiin (Al-Aali ym. 2018). Sen sijaan yleisimmässä tulehdusta kuvaavassa parametrissa, ienverenvuodossa (BOP), havaittiin pienemmät arvot sähkö tupakoitsijoilla tupakoimattomiin verrattuna (Al-Aali ym. 2018 & Karaslaan ym. 2020). Myös ientaskunesteen tilavuudessa sekä ienten turvotuksen ja punaisuuden havainnoinnissa sähkö tupakoitsijoilla arvot olivat pienempiä tupakoimattomiin verrattuna (Karaslaan ym. 2020). Pienemmät arvot kyseisissä parametreissä tupakoimattomiin verrattuna selittynee sillä, että tupakointi tukahduttaa normaalia tulehdusvastetta sekä ienten verenkiertoa, jonka seurauksena ientaskunesteen sekä verenvuodon määrät vähenevät (Bergström ym. 1986). Karaslaanin ym. tutkimustuloksista voitaisiin päätellä, että sähkö tupakointi on turvallisempi vaihtoehto tupakointiin verrattuna, mutta senkin aiheuttamat haitat parodontiumiin ovat todellisia. Puolestaan erilaisia makunesteitä vertailtaessa Willerhausen ym. tutkimuksessa saatiin selville, että mentholin makuisella nesteellä on enemmän negatiivisia vaikutuksia ikenen fibroblasteihin muihin tutkimuksessa käytettyihin makunesteisiin verrattuna. Tämän vuoksi erityisesti mentholin makuista sähkö tupakkanestettä olisi syytä välttää (Willerhausen ym. 2014).

Kariologian näkökulmasta sähkö tupakoinnin on havaittu lisäävän *Streptococcus mutansin* kykyä muodostaa biofilmiä (Kim ym. 2018 & Mahmoud ym. 2020). Myös kyseisen bakteerin kiinnittyminen hampaiden pintaan lisääntyi (Kim ym. 2018 & Mahmoud ym. 2020) sekä virulenssigeenien erityis kasvo (Mahmoud ym. 2020) sähkö tupakka-altistuksen jälkeen. Voidaankin siis olettaa, että *Streptococcus mutans* aistii sähkö tupakan aerosolit stressaavana tilana, jolloin se lisää kyseisten geenien ekspressiota säilyttääkseen elinkelpoisuutensa. Huomattavaa oli myös, että nikotiinipitoinen sähkö tupakka sai aikaan

lähes samat muutokset kuin normaali tupakka (Mahmoud ym. 2020). Vaikka näissä kahdessa tutkimuksessa saatiinkin todistettua sähkö tupakoinnin aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia *Streptococcus mutansin* toimintaan, täytyy tuloksia tarkastellessa ottaa huomioon, että kariksen taustalla on monimuotoinen biofilmi (Kim ym. 2018). Tarvittaisiin siis tutkimustietoa, jossa olisi laajemmin tarkasteltu kariksen taustalla olevia bakteereja sen sijaan, että keskityttäisiin vain *Streptococcus mutansin*. Kariksen kliinisestä ilmenemisestä sähkö tupakoitsijoilla saatiin puolestaan tietoa Vemulapallin ym. tutkimuksesta, jossa datana käytettiin Kansallista terveys- ja ravitsemustutkimusta vuosilta 2018-2019. Datan perusteella sähkö tupakoitsijoilla oli useammin kariesta tupakoimattomiin verrattuna, ja tämän takia hammaslääkäreiden tulisikin selvittää, käyttääkö potilas sähkö tupakkaa ja valistaa sen kariogeenisistä vaikutuksista.

Limakalvosairauksien näkökulmasta puolestaan sähkö tupakoinnin on havaittu aiheuttavan useita sytotoksia muutoksia suun limakalvon soluissa, kuten rikkoutuneita tumaytimiä, karyolyysiä sekä tumasilmuja (Schwarzmeier ym. 2021). On kuitenkin huomattava, että kyseisessä tutkimuksessa suurin osa sähkö tupakoitsijoista oli entisiä tupakan polttajia, joten tämä saattaa vääristää tuloksia. Myös osa sähkö tupakoitsijoista käytti alkoholia, jolla tiedetään olevan karsinogeenisiä vaikutuksia suun limakalvon soluihin (Oliveira ym. 2012). Myös suun ja ruokatorven syöpää aiheuttavan N'nitrosonornikotiinin (NNN) endogeenistä muodostumista on havaittu sähkö tupakoitsijoilla, tosin vähemmän tupakoitsijoihin verrattuna (Bustamante ym. 2018). NNN on kuitenkin huomattavan karsinogeeninen yhdiste (Hecht, ym. 1978), joten myös sähkö tupakoitsijoiden NNN-tasoon on kiinnitettävä huomiota. Kaksi potilastapausta käsittäneessä Nguyenin (2017) artikkelissa kahden miehen levyepiteelikarsinooman syyksi epäiltiin sähkö tupakointia. Kuitenkin otoskoon ollessa näin pieni, yleistyksiä asian suhteen ei voida tehdä. Bardellini ym. tutkimuksessa puolestaan selvitettiin erilaisten limakalvosairauksien esiintyvyyttä sähkö tupakoitsijoilla ja tuloksena saatiinkin, että nikotiinistomatiittia, karvakieltä ja hyperplastista kandidaasia esiintyi sähkö tupakoitsijoilla enemmän entisiin tupakoitsijoihin verrattuna. Nikotiinistomatiitin esiintyvyyttä selittänee sähkö tupakan sisältämä nikotiini, kun taas karvakielen ja hyperplastisen kandidaasin voidaan olettaa johtuvan sähkö tupakan sisältämien aineiden aiheuttamasta pH-muutoksesta, joka edistää sekä karvakielen että hyperplastisen kandidaasin ilmenemistä (Regezi ym. 2016, Sitheequé ym. 2003). Kyseisen tutkimuksen otoskoko oli kuitenkin melko pieni, joka täytyy ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa.

Sähkö tupakka on varsin uusi keksintö, ja tämän vuoksi varsinkin epidemiologista tutkimustietoa on saatavilla suhteellisen vähän verrattuna normaaliin tupakkaan. Eniten tutkimustietoa löytyi sähkö tupakoinnin ja parodontitiitin yhteydestä, kun taas kariekseen liittyen tutkimustietoa oli melko niukasti saatavilla.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa käytetyistä artikkeleista myös suurin osa oli in vitro -menetelmällä toteutettuja. Tällöin saadut tutkimustulokset eivät siis välttämättä kerro koko totuutta tai tutkimustulokset saattavat poiketa siitä, mitä kliininen kuva oikeasti on. Yleinen johtopäätös on kuitenkin se, että sähkötupakoinnilla on varsin samankaltaisia vaikutuksia suun terveyteen kuin perinteisellä poltettavalla tupakoinnilla, mutta vaikutukset voivat olla lievempiä. Tutkimustuloksia arvioitaessa on kuitenkin huomioitava se, että nykyinen sähkötupakoitsija voi olla entinen tupakoitsija. Myös useat sähkötupakoitsijat käyttävät lisäksi normaalia tupakkaa. Tällöin havaitut muutokset esimerkiksi parodontiumissa tai suun limakalvon soluissa ei ole yksinomaan sähkötupakoinnin aiheuttamaa. Myös käyttötottumukset vaihtelevat laajasti verrattuna normaaliin tupakkaan, jossa päivittäinen käyttö voidaan laskea poltetuissa savukkeissa, kun taas sähkötupakoinnissa henkäyksiä voidaan ottaa useita päivässä. Myös nesteiden laaja valikoima, erilainen koostumus ja niiden sekoittaminen vaikeuttavat tutkimustulosten tulkintaa ja luotettavuutta. Perinteisessä tupakassa koostumus on merkistä ja mallista riippumatta lähes sama, kun taas sähkötupakassa koostumus vaihtelee huomattavasti käytetystä nesteestä riippuen. Esimerkiksi kaikissa sähkötupakkanesteissä ei ole nikotiinia, jolla on useita haitallisia vaikutuksia terveyteen. Toisaalta on huomioitava, että jo pelkkä sähkötupakan liuotinaine on höyrystettynä haitallista.

Sähkötupakoinnin ollessa etenkin Yhdysvalloissa erityisen suosittua, ei se Suomessa ole saavuttanut samanlaista käyttäjäkuntaa. Käyttäjien määrä on kuitenkin jatkuvasti lisääntymään päin verrattuna normaaliin tupakkaan, jonka käyttö on vähentynyt vuosi vuodelta. Erityisen suosittua sähkötupakointi on nuorten keskuudessa, ja tämän vuoksi laajempi valistus esimerkiksi kouluissa sähkötupakoinnin terveysvaikutuksista olisi tarpeen. Tulevaisuus näyttääkin, miten suureksi ilmiöksi sähkötupakointi lopulta kasvaa. Kun tietoisuus sähkötupakoinnin haitoista lisääntyy, varmasti käyttäjienkin määrä alkaa vähentymään aivan kuten normaalinkin tupakoinnin kohdalla on käynyt.

Sähkötupakkaa on alusta alkaen markkinoitu turvallisempaan vaihtoehtona tupakoinnille. Vaikka haittavaikutukset näyttäisivätkin olevan lievempiä, ovat ne silti todellisia, eikä niitä pidä sivuuttaa. Tarve kontrolloiduille, erityisesti pitkäaikaisvaikutuksia selvittäville tutkimuksille on suuri, sillä niitä ei tällä hetkellä juurikaan ole.

8 LÄHTEET

- Al-Aali, K. A., Alrabiah, M., ArRejaie, A. S. Ym. (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.
- Aoki, H., Shiroza, T., Hayakawa, M., Sato, S., & Kuramitsu, H. K. (1986). Cloning of a *Streptococcus mutans* glucosyltransferase gene coding for insoluble glucan synthesis. *Infection and Immunity*, 53(3), 587-594.
- Bardellini, E., Amadori, F., Conti, G., & Majorana, A. (2017). Oral mucosal lesions in electronic cigarettes consumers versus former smokers. *Acta Odontologica Scandinavica*, 76(3), 226-228.
- Bergström, J., & Preber, H. (1986). The influence of cigarette smoking on the development of experimental gingivitis. *Journal of periodontal research*, 21(6), 668-676.
- Bolognesi, C., Knasmueller, S., Nersesyan, A., Thomas, P., & Fenech, M. (2013). The HUMNxl scoring criteria for different cell types and nuclear anomalies in the buccal micronucleus cytome assay—an update and expanded photogallery. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 753(2), 100-113.
- Boström, L., Linder, L. E., & Bergström, J. (1999). Smoking and crevicular fluid levels of IL-6 and TNF- α in periodontal disease. *Journal of Clinical Periodontology*, 26(6), 352-357.
- Bustamante, G., Ma, B., Yakovlev, G., Yershova, K., Le, C., Jensen, J. Ym. (2018). Presence of the Carcinogen N'-Nitrosornicotine in Saliva of E-cigarette Users. *Chemical research in toxicology*, 31(8), 731-738.
- Cullen, K. A., Gentzke, A. S., Sawdey, M. D. Ym. (2019). E-cigarette use among youth in the United States, 2019. *Jama*, 322(21), 2095-2103.
- Duque, C., Stipp, R. N., Wang, B., Smith, D. J., Höfling, J. F., Kuramitsu, H. K., ... & Mattos-Graner, R. O. (2011). Downregulation of GbpB, a component of the VicRK regulon, affects biofilm formation and cell surface characteristics of *Streptococcus mutans*. *Infection and immunity*, 79(2), 786-796.
- Fredriksson, M., Bergström, K., & Åsman, B. (2002). IL-8 and TNF- α from peripheral neutrophils and acute-phase proteins in periodontitis: Effect of cigarette smoking: a pilot study. *Journal of clinical periodontology*, 29(2), 123-128.
- Ford, P. J., & Rich, A. M. (2021). Tobacco use and oral health. *Addiction*, 116(12), 3531-3540.
- Giannopoulou, C., Kamma, J. J., & Mombelli, A. (2003). Effect of inflammation, smoking and stress on gingival crevicular fluid cytokine level. *Journal of clinical periodontology*, 30(2), 145-153.

- Graves, D. T., & Cochran, D. (2003). The contribution of interleukin-1 and tumor necrosis factor to periodontal tissue destruction. *Journal of periodontology*, 74(3), 391-401.
- Hecht, S. S., Chen, C. H. B., Hirota, N., Ornaf, R. M., Tso, T. C., & Hoffmann, D. (1978). Tobacco-specific nitrosamines: formation from nicotine in vitro and during tobacco curing and carcinogenicity in strain A mice. *Journal of the National Cancer Institute*, 60(4), 819-824.
- Huang, X., Palmer, S. R., Ahn, S. J., Richards, V. P., Williams, M. L., Nascimento, M. M., & Burne, R. A. (2016). A highly arginolytic *Streptococcus* species that potently antagonizes *Streptococcus mutans*. *Applied and environmental microbiology*, 82(7), 2187-2201.
- Isura K. F, Vence B & Donovan T. Potential oral health effects of e-cigarettes and vaping: A review and case reports. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2020; 32(3): 260-264.
- Kang, S. W., Park, H. J., Ban, J. Y., Chung, J. H., Chun, G. S., & Cho, J. O. (2011). Effects of nicotine on apoptosis in human gingival fibroblasts. *Archives of oral biology*, 56(10), 1091-1097.
- Karaaslan, F., Dikilitaş, A., & Yiğit, U. (2020). The effects of vaping electronic cigarettes on periodontitis. *Australian dental journal*, 65(2), 143-149.
- Kim, S. A., Smith, S., Beauchamp, C., Ym. (2018). Cariogenic potential of sweet flavors in electronic-cigarette liquids. *PLoS One*, 13(9), e0203717.
- Malas M., Tempel J., Schwartz R. ym. Electronic cigarettes for smoking cessation: a systematic review. *Nicotine and Tobacco Research* 18.10 (2016): 1926-1936.
- Nguyen, H., Kitzmiller, J. P., Nguyen, K. T., Nguyen, C., & Bui, T. (2017). Oral carcinoma associated with chronic use of electronic cigarettes. *Otolaryngol (Sunnyvale)*, 7(304), 2.
- Oliveira, L. U., Lima, C. F., Salgado, M. A., Balducci, I., & Almeida, J. D. (2012). Comparative study of oral mucosa micronuclei in smokers and alcoholic smokers. *Analytical and Quantitative Cytology and Histology*, 34(1), 9-14.
- Patja, K. (2016). Sähköiset nikotiiniannostelijat (ns. sähkösavukkeet, ”sähkötupakka”). *Lääkärikirja Duodecim*. <https://www.terveyskirjasto.fi> Luettu 12.7.2021.
- Pradeep, A. R., Ramchandraprasad, M. V., Bajaj, P., Rao, N. S., & Agarwal, E. (2013). Protein carbonyl: An oxidative stress marker in gingival crevicular fluid in healthy, gingivitis, and chronic periodontitis subjects. *Contemporary clinical dentistry*, 4(1), 27.
- Ploeg, J. R. (2005). Regulation of bacteriocin production in *Streptococcus mutans* by the quorum-sensing system required for development of genetic competence. *Journal of bacteriology*, 187(12), 3980-3989.
- Regezi, J. A., Sciubba, J. J., & Jordan, R. C. (2016). *Oral pathology: clinical pathologic correlations*. Elsevier Health Sciences.

- Rom, O., Pecorelli, A., Valacchi, G., & Reznick, A. Z. (2015). Are E-cigarettes a safe and good alternative to cigarette smoking?. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1340(1), 65-74.
- Rouabhia M. & Semlali A. (2021). Electronic cigarette vapor increases *Streptococcus mutans* growth, adhesion, biofilm formation, and expression of the biofilm-associated genes. *Oral Diseases*, 27(3): 639-647.
- Sancilio, S., Gallorini, M., Cataldi, A. Ym. (2016). Cytotoxicity and apoptosis induction by e-cigarette fluids in human gingival fibroblasts. *Clinical oral investigations*, 20(3), 477-483.
- Schwarzmeier, L. Â. T., da Cruz, B. S., Ferreira, C. C. P., do Carmo Carvalho, B. F. Ym (2021). E-cig might cause cell damage of oral mucosa. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 131(4), 435-443.
- Sitheeque, M. A. M., & Samaranayake, L. P. (2003). Chronic hyperplastic candidosis/candidiasis (candidal leukoplakia). *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14(4), 253-267.
- Sundar, I. K., Javed, F., Romanos, G. E. Ym. (2016). E-cigarettes and flavorings induce inflammatory and pro-senescence responses in oral epithelial cells and periodontal fibroblasts. *Oncotarget*, 7(47), 77196.
- Vemulapalli A., Mandapati S. R., Kotha A. Ym. (2021). Association between vaping and untreated caries: A cross-sectional study of National Health and Nutrition Examination Survey 2017-2018 data. *Journal of the American Dental Association*. 152(9): 720-729.
- Voos, N., Goniewicz, M. L., & Eissenberg, T. (2019). What is the nicotine delivery profile of electronic cigarettes? *Expert opinion on drug delivery*, 16(11), 1193-1203.
- Walley, S. C., Wilson, K. M., Winickoff, J. P., & Groner, J. (2019). A public health crisis: electronic cigarettes, vape, and JUUL. *Pediatrics*, 143(6).
- WHO (2020). Strong legislation helps defeat e-cigarettes in Finland. <https://www.euro.who.int/en/countries/finland/news/news/2020/5/strong-legislation-helps-defeat-e-cigarettes-in-finland> Luettu 15.7.2021.
- Willershausen, I., Wolf, T., Weyer, V. Ym. (2014). Influence of E-smoking liquids on human periodontal ligament fibroblasts. *Head & face medicine*, 10(1), 1-7.