

”Ei savua ilman riskejä”

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus kirurgisesta savusta, sen haitoista ja ennaltaehkäisystä leikkaussalissa

Tea Tallgren

Opinnäytetyö
Tammikuu 2019
Hoitotyön koulutusohjelma
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala
Sairaanhoitaja

| | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Tekijä(t) Tallgren, Tea | Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK | Päivämäärä tammikuu 2019 |
| | Sivumäärä 30 | Julkaisun kieli Suomi |
| | | Verkojulkaisulupa myönnetty: x |
| Työn nimi "Ei savua ilman riskejä" Kuvaileva kirjallisuuskatsaus kirurgisesta savusta, sen haitoista ja ennaltaehkäisystä leikkaussalissa | | |
| Tutkinto-ohjelma Hoitotyön koulutusohjelma | | |
| Työn ohjaaja(t) Grommi Salla, Perttunen Jaana | | |
| Toimeksiantaja(t) | | |
| Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön aiheena oli kirurginen savu, sen haitat ja ennaltaehkäisy leikkaussaleissa. Työn tarkoituksena oli kuvailla kirjallisuuskatsauksella mistä kirurginen savu koostuu, sen haittoja sekä kuinka niitä voidaan ennaltaehkäistä leikkaussalissa. Tavoitteena oli tuoda enemmän tietoisuutta kirurgisesta savusta hoitotyön opiskelijoille ja ammattihenkilöille sekä aiheesta kiinnostuneille. Kirurgisen savun haitat on tärkeää tunnistaa siitä aiheutuvien terveyshaittojen vuoksi, jotta siltä osattaisiin oikeaoppisesti suojautua.</p> <p>Opinnäytetyön toteutus tapahtui kuvailevan kirjallisuuskatsauksen toimintaperiaatteita noudattaen. Aihe rakentui tutkimuskysymysten määrittelemisestä, aineiston keruusta, aineiston valinnasta ja analysoinnista sekä tulosten raportoinnista. Aineistoon on käytetty viittä alkuperäistutkimusta ja muita kirjallisuuslähteitä aiheeseen liittyen.</p> <p>Oppinäytetyön tuloksista käy ilmi, että kirurginen savu muodostuu erilaisia sähköenergiä laitteita käytettäessä kudosten leikkaamiseen ja verisuonien polttamiseen. Kirurginen savu koostuu useista eri kemiallisista ja biologisista yhdisteistä. Se on tutkimustulosten mukaan haitallista terveydelle. Sen on raportoitu aiheuttavan akuutteina oireina silmä, nenä ja kurkun ärsytystä, hengitysteiden infektioita, allergiaa ja päänsärkyä. Pitkäaikaiset vaikutukset ovat epäselviä, mutta kirurgisen savun uskotaan aiheuttavan suurentunutta riskiä keuhkosyöpään ja kuolemiin. Kirurgisen savun haittoja voidaan ehkäistä riittävällä ilmanvaih-dolla, kohdistettuja savunpoistojärjestelmillä ja henkilökohtaisilla hengityssuojaimilla, mitkä sisältävät ilmansuodattimen.</p> <p>Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää perioperatiivisen hoitotyön opiskelijoille ja sen alan ammattiryhmille, jotka työskentelevät leikkaussaliolosuhteissa.</p> | | |
| Avainsanat (asiasanat) Kirurginen savu, diatermia, työterveyshaitta, | | |
| Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet) | | |

| | | |
|--|--|---|
| Author(s) Tallgren, Tea | Type of publication Bachelor's thesis | Date January 2019 Language of publication: Finnish |
| | Number of pages 30 | Permission for web publication: x |
| Title of publication "No smoke without risk" A descriptive literature review of surgical smoke, its disadvantages and prevention | | |
| Degree programme Degree Program in Nursing | | |
| Supervisor(s) Grommi Salla, Perttunen Jaana | | |
| Assigned by | | |
| Abstract <p>The topic of the thesis was surgical smoke and its disadvantages and prevention in operating theaters. The purpose of the thesis was to describe with a literature review what surgical smoke is composed of, what its disadvantages are and how they can be prevented in the operating room. The aim was to raise awareness of surgical smoker among nursing students and professionals and those interested in the topic. It is important to recognize the disadvantages of surgical smoke because of the health hazards that it brings, so that those involved can be properly protected.</p> <p>The thesis was carried out in accordance with the principles of a descriptive literature review. The review included defining the research questions, collecting data, selecting and analyzing the data and reporting the results. The data included five research articles and other literary sources related to the topic.</p> <p>According to the results, surgical smoke is formed when using a variety of electrical energy devices for cutting tissues and burning blood vessels. Surgical smoke consists of different chemical and biological compounds. According to research, it is harmful to health. It has been reported to cause acute eye symptoms, nose and throat irritation, respiratory tract infections, allergy and headaches. The long-term effects are unclear, but surgical smoke is believed to cause high risk of lung cancer and death. Disadvantages of surgical smoke can be prevented by using adequate air conditioning, targeted smoke extraction systems and personal respirator masks that contain an air filter.</p> <p>The thesis can be used by perioperative nursing students and professional groups who work in operating room conditions.</p> | | |
| Keywords/tags (subjects) Surgical smoke, diathermy, occupational health disadvantage, | | |
| Miscellaneous (Confidential information) | | |

Sisältö

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Johdanto | 3 |
| 2 | Opinnäytetyön tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymykset | 5 |
| 3 | Keskeiset käsitteet..... | 5 |
| | 3.1 Henkilökunta leikkaussalissa | 5 |
| | 3.2 Diatermialaite | 5 |
| | 3.3 Kirurginen savu koostuu | 7 |
| | 3.4 Kirurgisen savun haitat | 8 |
| | 3.4.1 Kirurgisen savun sisältämät ainesosat ja niiden aiheuttamat oireet | 9 |
| | 3.5 Ehkäisymenetelmät | 10 |
| | 3.6 Työturvallisuus | 11 |
| 4 | Opinnäytetyön toteuttaminen | 12 |
| | 4.1 Kirjallisuuskatsaus tutkimusmenetelmänä | 12 |
| | 4.2 Sisäänotto ja poissulkukriteerit | 13 |
| | 4.3 Aineiston analysointi | 13 |
| 5 | Tulokset | 14 |
| | 5.1 Terveysriskitekijät..... | 14 |
| | 5.1.1 Kirurgisen savun hiukkasien määrä ja massa | 14 |
| | 5.1.2 Kirurgisen savun jakautuminen leikkaussalissa..... | 16 |
| | 5.1.3 Kirurgisen savun koostumus..... | 17 |
| | 5.2 Ehkäisy | 18 |
| | 5.2.1 Ilmanvaihtojärjestelmät | 18 |
| | 5.2.2 Paikalliset savunpoistojärjestelmät | 19 |
| | 5.2.3 Henkilökohtaiset suojaimet | 19 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 6 | Pohdinta..... | 20 |
| 6.1 | Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus | 20 |
| 6.2 | Tulosten tarkastelu..... | 21 |
| 6.2.1 | Riskeistä | 21 |
| 6.2.2 | Ehkäisymenetelmistä..... | 21 |
| 6.3 | Johtopäätökset ja kehittämissuhteet..... | 22 |
| | Lähteet | 24 |
| | Liitteet..... | 25 |
| | Liite 1. Tutkimuslähteiden taulukointi | 25 |

1 Johdanto

Noin 500 000 terveydenhuollon työntekijää altistetaan vuosittain vaaralliselle kirurgiselle savulle. Valitettavasti monet hoitohenkilökunnasta eivät tiedä kirurgisen savun hengittämisen aiheuttamia haittoja terveydelleen. Päivä leikkaussalissa altistaa samalle määrälle savua kuin askillinen savukkeita. (Sadler 2017)

Erilaiset sähköenergiaa käyttävät laitteet kuten laserit, sähkö- ja ultraäänilaitteet sekä moottoriset instrumentit kuten luusahat ja porat tuottavat sivutuotteenaan kirurgista savua. Sivutuote syntyy, kun solun sisäinen lämpötila nousee 100 asteeseen tai korkeammalle. Tällöin kudokset höyrystyvät ja tuottavat savua. Kirurginen savu sisältää myrkyllisiä kaasuja ja biologisia tuotteita kudoksen tuhoutuessa. Kaikki leikkaussalissa työskentelevät sekä potilaat ovat alttiita tälle haitalliselle savulle leikkauksen aikana. Kaliforniassa tehdyn arvion mukaan Yhdysvalloissa suoritettujen 24 miljoonan leikkauksen aikana 85 prosentissa leikkauksista käytetään kirurgista sähkölaitetta. (Sadler 2017)

Perioperatiivisella henkilökunnalla on kaksinkertainen esiintyvyys monissa hengityselinongelmissa ja epäilyt ovat juuri pitkäaikaisen kirurgisen savun altistumisella. (Sadler 2017) Pienet partikkelit ovat erityisen vaarallisia päästessään hengityksen kautta elimistöön keuhkorakkuloiden kautta verenkiertoon. Toistuva altistuminen partikkeleille altistaa hengitystiesairauksille, syöville ja verisuonisairauksille. (Koskinen 2018) Kirurginen savu on enimmäkseen vesihöyryä ja sisältää yli 150 kemikaalia. Kun kudosta höyrystetään, välittyy siinä viruksia ja tauteja kuten syöpää. Tapauksia on raportoitu, missä henkilökunta ovat saaneet potilaiden virukset leikkauksien aikana. Kirurginen savu aiheuttaa biologisten vaarojen lisäksi myös kemiallista vaaraa mikä aiheuttaa henkilökunnalle yskää ja pahoinvointia. (Sadler 2017)

Tällä hetkellä standardeja kirurgisen savun poistamiselle ei ole olemassa. Terveydenhuollon organisaatioilla on kuitenkin velvollisuus edistää turvallista ja terveellistä työpaikkaa. (Sadler 2017) Käytössä olevat menetelmät eivät riitä suojaamaan henkilökuntaa riittävästi tutkijoiden mukaan. Tavallinen kirurgin maski ei suojaa hiukkasten vaikutuksilta. Hiukkasilta voi suojautua hengityssuodattimien tai savunpoistoimurien avulla. Savuimurieta käytetään laajasti mutta edelleen sitä ei Suomessa useimmissa toimenpiteissä ole asianmukaisesti käytössä. (Koskinen 2018)

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvailla kirjallisuuskatsauksella kirurgisen savun koostumusta ja sen haittoja sekä kuinka niitä voidaan ennaltaehkäistä leikkaussalissa. Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda enemmän tietoisuutta kirurgisesta savusta hoitotyön opiskelijoille ja ammattihenkilöille sekä asiasta kiinnostuneille. Kirurgisen savun haitat on tärkeää tunnistaa siitä aiheutuvien terveyshaittojen vuoksi, jotta siltä osattaisiin oikeaoppisesti suojautua.

2 Opinnäytetyön tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvailla kirjallisuuskatsauksella kirurgisen savun koostumusta ja sen haittoja sekä kuinka niitä voidaan ennaltaehkäistä leikkaussalissa. Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda enemmän tietoisuutta kirurgisesta savusta hoitotyön opiskelijoille ja ammattihenkilöille sekä asiasta kiinnostuneille. Kirurgisen savun haitat on tärkeää tunnistaa siitä aiheutuvien terveyshaittojen vuoksi, jotta siltä osattaisiin oikeaoppisesti suojautua.

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiä ovat:

1. Mistä kirurginen savu koostuu?
2. Mitä haittavaikutuksia kirurgisella savulla on?
3. Miten kirurgisen savun haittoja voidaan ennaltaehkäistä?

3 Keskeiset käsitteet

3.1 Henkilökunta leikkaussalissa

Leikkaussalissa toiminta on moniammatillista tiimityötä. Henkilöstö koostuu useista eri ammattiryhmistä anestesia- ja leikkauspuolelta. Leikkaukseen osallistuvat anestesialääkäri ja anestesiahoitaja, leikkaava lääkäri eli kirurgi, joita voi olla useampia eri erikoisaloilta, sekä instrumentoiva sairaanhoitaja ja valvova sairaanhoitaja. Lisäksi leikkauksessa voi olla mukana myös lääkintävahtimestari, joka avustaa salin valmisteluissa, leikkausasetojen valmistelussa, kuvantamisessa ja potilaan siirroissa. Erityistilanteissa leikkauksessa saattaa olla mukana myös erialojen tuotespecialisteja ja laiteasiantuntijoita. Tiimiin mukaan kuuluvat myös sairaalahuoltajat ja välinehuoltajat, jotka vastaavat siisteydestä ja välineiden toimintakunnosta leikkauksen jälkeen. (Karma, Kinnunen, Palovaara & Perttunen 2016, 19)

3.2 Diatermialaite

Yksi leikkaushoidon keskeisistä välineistä on kirurginen diatermialaite. Diatermialaitetta käytetään kudosten leikkaamiseen ja verisuonten koaguloimiseen eli polttamiseen. Diatermialaitetta siis käytetään verisuonten sulkemiseen leikkauksen aikana hydyttämällä verisuonten päät. Syötetty teho aiheuttaa kudosten lämpenemisen ja

sitä kautta kudosten palamisen. Laite koostuu suurtaajuisesta ja suurjännitteisestä sähkögeneraattorista, jonka antama sähköteho syötetään eri keinoin potilaaseen. (Karma ym. 2016, 139-144)

Laitteesta tuleva sähkö voidaan syöttää kahdella tapaa: monopolaarisesti ja bipolaarisesti. Monopolaarisessa sähköteho syötetään potilaaseen pienipinta-alaisen aktiivielektrodin ja se palautetaan laiteeseen suurpinta-alaisen neutraalielektrodin kautta. Neutraalielektrodin tehtävänä on suunnata sähkövirta pois potilaasta takaisin laitteeseen. Bipolaarinen sähköteho taas syötetään kahden lähekkäin olevan pienipinta-alaisen aktiivielektrodin kautta esimerkiksi pinsetti. Kun aktiivielektrodin käyttökytkintä painetaan, muodostaa diatermialaite potilaan kautta kulkevan virtapiirin. (Karma ym. 2016, 139-144)

Virran tehoa ja haluttua kudosaikutusta voidaan säätää diatermialaitteesta. Kudosaikutuksia on kolmenlaisia: leikkaava, polttava ja näiden sekoitus. Leikkaavassa toiminnossa antojännite pysyy vakiona koko ajan. Tällöin kudokseen saadaan pienelle alueelle mahdollisimman suuri teho. Leikkaavassa toiminnossa kärki ei koske suoraa kudosta vaan virta siirtyy siitä valokaaren tavoin kohteeseen, jolloin solujen nesteet kiehuvat räjähdysmäisesti ja kudosa leikkautuu auki. Lämpö poistuu pääasiallisesti höyryn kautta eikä ympäröivä kudosa ehdi lämmitä merkittävästi. Polttavassa toiminnassa antojännitteen suuruus vaihtelee ja se syötetään lyhyinä sykäyksinä, jolloin se yksittäisessä sykäyksessä saavuttaa huippunsa ja muuten pysyy huomattavasti pienempänä. (Karma ym. 2016, 139-144)

Sairaanhoitajan tehtävänä on asettaa neutraalielektrodi eli maadoituslevy kiinni potilaaseen ennen leikkausalueen desinfiointia. Neutraalielektrodin paikka tulisi olla mahdollisimman lähellä leikkausaluetta lihaksikkaassa alueessa eikä se saa olla lähellä potilaan metallisia implantteja tai sydämentahdistinta. (Karma ym. 2016, 139-144)

Diatermialaitteen käytön yhteydessä muodostuu kirurgista savua, minkä vaikutuksesta leikkaussalin ilman hiukkaspitoisuus kasvaa. (Karma ym. 2016, 139-144)

3.3 Kirurginen savu koostuu

Kirurginen savu koostuu 95% vedestä sekä höyrystä ja 5% hiukkasmaisesta materiaalista. Hiukkaset koostuvat kemikaaleista, veri- ja kudoshiukkasista, viruksista ja bakteereista. Kirurginen savu sisältää erikokoisia hiukkasia riippuen sen tuotannon tyypistä. Sähköenergisen laitteen kuten diatermian on tutkittu aiheuttavan 0.07mikrometrisiä hiukkasia, laseria käytettäessä hiukkasten koko on 0.31 mikrometriä ja ultraäänilaitteista tulevien hiukkasten koot vaihtelevat 0.35 ja 6.5mikrometrin välillä. Mitä pienempi hiukkaskoko on sitä kauemmas se voi liikkua. Tämän vuoksi kirurginen savu voi vaikuttaa kaikkiin leikkaussalissa työskenteleviin henkilöihin riippumatta olinpaikasta. Hiukkaskokojen määrittäminen on tärkeää. Ilmassa olevat hiukkaset ovat pienempiä kuin 100mikrometriä halkaisijaltaan. Hiukkaset mitkä ovat 5 mikrometriä tai isompia voivat kulkeutua nenään, nieluun, henkitorveen ja keuhkoputkiin kertyen sinne aiheuttaen paikallisia oireita. Hiukkaset mitkä ovat pienempiä kuin 2 mikrometriä kulkeutuvat taas alveoleihin saakka ja sitä kautta kaasujenvaihdon yhteydessä verenkiertoon. Virukset ovat kooltaan pieniä vaihdellen 0,01-0,3 mikrometriä. (Ulmer 2008)

Kirurgisen savun epämiellyttävä haju voi levitä koko leikkaussaliosastolle. Yleisessä uskossa on, että vain lähempänä olevan henkilökunnan altistuminen on vaarallista. Tutkimuksien mukaan hiukkaset nousivat yli 60 000 hiukkasta kuutiometriä kohden viidessä minuutissa ja pysyivät kohonneina koko sähköenergisenlaitteen käytön ajan. Myös hiukkasten on todettu leviävän koko leikkaussaliin, jolloin kaikki leikkaussalissa työskentelevät ovat alttiita kirurgisen savun haitoille. Tutkimuksissa on myös dokumentoitu, että kestää noin 20 minuutin ajan leikkaussalin ilmanvaihdolla palauttaa ilmanhiukkaspitoisuus normaaliseksi. (Ulmer 2008)

Kirurgisen savun kemiallinen koostumus on hyvin tutkittu. Kaksi eniten huolta aiheuttavaa kemikaalia ovat akryylinitriili ja vetysyanidi. Akryylinitriili on haihtuva, väritön kemikaali mikä voi imeytyä ihon ja keuhkojen läpi ja se vapauttaa syanidivetyä. Vety-syanidi on myrkyllinen ja väritön ja se voi myös imeytyä ihon, keuhkojen ja ruoansulatuskanavan kautta verenkiertoon. Bentseeni on toinen tunnistetuista kemikaaleista kirurgisessa savussa ja sen on dokumentoitu aiheuttavan leukemiaa. Muita huolenaiheita kirurgisessa savussa aiheuttavat veren hiukkaset, virukset ja bakteerit. (Ulmer 2008)

Kirurgisessa savussa on myös havaittu ehjiä eläviä soluja kuten viruksia. *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* ja *Mycobacterium tuberculosis* bakteereja on pystytty myös eristämään kirurgisesta savusta. Tarttuvat virukset kuten HIV, hepatiitti ja papillooma virus on havaittu kirurgisesta savusta. Kurkunpäässä oleva papillomavirus tunnustettiin jopa sairaanhoitajien ammattitaudiksi niille, jotka avustivat papilloma-toosin hoidossa. (Eickmann, Falcy, Fokuhl & Rüegger 2011, 6-14)

Kirurgisessa savussa on havaittu lukuisia pyrolyysituotteita. Ei kattava luettelo sisältää aromaattiset hiilivedyt (bentseeni, tolueni, etyylibentseeni ja ksyleenit), syaanivety (HCN), formaldehydin ja tietenkin polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä. Savun koostumus vaihtelee interventiotyypistä ja käytetystä materiaalista. Kuitenkin hiilivedyt, nitriitit, rasvahapot ja fenolit ovat aina läsnä. Kuten mikä tahansa palaminen myös sähkökirurgiset toimenpiteet tuottavat hiilen oksideja (CO ja CO₂), rikkiä ja typpeä sekä ammoniakkia. Nämä aineet ovat hengityselinten ärsyttäjiä ja voivat aiheuttaa siihen liittyviä vaikutuksia kuten kudoksen hapenpuutetta. (Eickmann ym. 2011, 6-14)

Kirurgisen savun vaaroja on määritelty monen vuoden ajan. Vaikka on olemassa runsaasti tietoa mistä kirurginen savu koostuu ja mitä terveyshaittoja sen oletetaan noiden tietojen perusteella aiheuttavan, ei ole vielä aiheesta kunnollisia tutkimuksia tehty. Pakollisia savunpoistomääräyksiä ei ole vielä käytössä, mutta vapaaehtoiset standardit osoittavat selvästi, että mahdollinen vaara on olemassa, jos leikkaus henkilökunta hengittää jatkuvasti kirurgisessa savussa ilmeneviä ainesosia. (Ulmer 2008)

3.4 Kirurgisen savun haitat

Kirurgisen savun potentiaaliset riskit ovat akuutti ja krooninen tulehdussairaus (emfyseema, astma, krooninen keuhkoputkentulehdus), anemia, levottomuus, karsinoma, kardiovaskulaarinen toimintahäiriö, koliikki, ihotulehdus, silmien ärsytys, päänsärky, maksatulehdus, HIV, hypoksia, huimaus, kyynelvuoto, leukemia, nenänielutulehdukset, pahoinvointi, oksentelu, aivastelu, kurkunärsytys ja heikkous. (Ulmer 2008)

Kirurgisen savun on jo pitkään ajateltu olevan potentiaalinen riski myös potilaalle laparoskooppisen kirurgian aikana. Tutkimusten mukaan hiilimonoksidipitoisuudet vatsaontelon sisällä ovat keskimääri 345 ppm. Koska savu tuotetaan vatsan sisällä, se

imeytyy vatsakalvon lävitse. Siitä se kulkeutuu verenkiertoon lisäten metemoglobiinia ja karboksyhemoglobiinipitoisuutta, mikä taas vähentää punasolujen happikantokykyä. Mahdollinen vaara potilaalle on väärin kohonneet pulssioksimetri lukemat, mitkä voivat johtaa tunnistamattomaan potilaan hypoksiaan. (Ulmer 2008)

Kirurginen savu saattaa olla vastuussa akuutin myrkytyksen oireista kuten päänsärky, väsymys, pahoinvointi, lihasten heikkous sekä silmien ja hengityselimien ärsytys. Lisäksi savu saattaa haitata kirurgin näkyvyyttä leikkausalueella ja kirurgisen savun haju on epämiellyttävää. Hiukkasten vaikutus elimistöön riippuu niiden koosta ja kemiallisesta yhdisteestä. Hiukkaset, jotka ovat 3mikrometriä voivat tunkeutua keuhkoputkiin, missä ne voivat aiheuttaa soluvauriota. Vaikutukset ovat muuttuvia ja vaihtelevat paikallisesta ärsytyksestä (nuha, keuhkoputkentulehdus) jopa syöpään. Jotkut hiukkaista voivat jopa kulkeutua verenkiertojärjestelmään ja aiheuttaa yleistä myrkytystä. Nanohiukkasten myrkyllisyys ihmisille on vielä huonosti tunnettu. On kuitenkin osoitettu, että erittäin hienot hiukkaset ilmakehässä ovat ominaisuudeltaan myrkyllisiä. Nämä ominaisuudet voivat olla haitallisia ihmisen terveydelle. (Eickmann ym. 2011, 6-14)

3.4.1 Kirurgisen savun sisältämät ainesosat ja niiden aiheuttamat oireet

Bentseeni on ihmisille lueteltu karsinogeeni, joka voi aiheuttaa mm. leukemiaa. Akuutti altistuminen aiheuttaa merkkejä keskushermostossa kuten huimaus, pahoinvointi ja päänsärky. Toluteenilla ja ksyleenillä on samanlainen vaikutus keskushermostoon. Lisäksi ne aiheuttavat ihon ja limakalvojen ärsytystä sekä silmissä että hengitysteissä. (Eickmann ym. 2011)

Aldehydit ovat hengityselimiä ärsyttäviä aineita. Ne toimivat alhaisilla pitoisuuksilla ja voivat aiheuttaa vakavia keuhkoputkien vaurioita. (Eickmann ym. 2011)

PAH (polysykliset aromaattiset hiilivedyt) vaikutusten joukossa mainitaan silmä, nenä, kurkku, iho ja hengitysteiden ärsytystä, väsymystä, päänsärkyä, pahoinvointia ja unihäiriöitä. Joissakin raporteissa mainitaan ei pahanlaatuisia vaikutuksia keuhkoihin kuten keuhkoputkentulehdus ja astma. (Eickmann ym. 2011)

Kresolien vaikutuksia on havaittu hermostossa, ruoansulatuskanavissa ja iholla. Maksan, munaisten ja keuhkojen vaurioita on myös havaittu enemmän tai vähemmän. Al-

tistuminen korkeille pitoisuuksille aiheuttaa nopeasti silmien ärsytystä sidekalvo tu-
lehduksilla, päänsärkyä, huimausta, näkö ja äänihäiriöitä sekä takykardiaa ja hen-
genahdistusta. Toistuva altistuminen sen sijaan aiheuttaa oksentelua, ruokahalun
menetystä, neurologisia häiriöitä, päänsärkyä, huimausta ja iho-oireita. (Eickmann
ym. 2011)

Fenoli ärsyttää silmiä ja hengitysteiden limakalvoja. Krooninen altistuminen johtaa
muun muassa nielemisvaikeuksiin, ripuliin, oksenteluun, ruokahaluttomuuteen,
päänsärkyyn ja huimaukseen sekä iho-oireisiin. (Eickmann ym. 2011)

Kirurgisessa savussa läsnä olevien syaanivetyjen määrät eivät voi aiheuttaa akuutteja
vaikutuksia. Krooninen myrkytys paljastuu pääasiassa päänsärkynä, väsymyksenä,
huimauksena, sydämentykyttelynä, pahoinvointina sekä vatsakivuilla. Mahdollisuus
on myös kilpirauhasongelmille. (Eickmann ym. 2011)

CO:n varhaisen akuutin myrkytyksen merkit ovat päänsärky, huimaus, väsymys ja joi-
tain ruoansulatusongelmia. Vaikeammat muodot voivat johtaa koomaan ja kuole-
maan; merkittävät (neurologiset) seuraukset ovat mahdollisia. (Eickmann ym. 2011)

3.5 Ehkäisymenetelmät

Leikkaussalit ovat määräyksien mukaan yleensä varustettu mekaanisella tuuletuk-
sella. Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän on vähennettävä ilmassa olevien baktee-
rien ja hiukkasten määrää, sekä samalla myös hävittää syntyvää lämpöä ja vaarallisia
aineita. Tämä saavutetaan erilaisilla ilmanvaihtoilla ja ilmalla, esimerkiksi tuomalla
uusi ilma ylhäältä. Tämän tyyppinen järjestelmä vaatii suuria ilmamääriä raitista il-
maa. Riittävällä nopeudella oleva ilmavirta poistaa nopeasti pieniä määriä savua
työskentelytiloissa, eikä niihin silloin kerääny savua. Poistettua ilmaa kuitenkin
yleensä kierrätetään viereisiin käytäviin ja tiloihin, minkä seurauksena savu voi levitä
myös näille alueille. Se onkin syy sille, miksi kirurgisen savun aiheuttamia hajuhaittoja
ilmenee myös leikkaussalin ulkopuolella. (Eickmann ym. 2011, 34)

Tehokkain ehkäisevä toimenpide kirurgiselle savulle on kerätä se lähteeltään pois. Jos
tuotetaan vain pieni määrä savua, on mahdollista käyttää mukautettua imusuoda-
tinta, missä kertakäyttöinen suodatin on sovitettu poistamaan savu leikkauspi-
teestä. On olemassa savunpoistoon käytettäviä laitteita, jotka ovat integroituja itse
laitteen käsikappaleeseen kuten veitseen tai ne ovat erillisiä imulaitteistoja. Laitteisto

yleensä koostuu itse savunpoistolaitteesta, suodatinjärjestelmästä, letkustosta, joka on kiinnitetty käsikappaleeseen tai imukanavaan sekä käsikappaleesta tai imuputkesta. Laitteen on tarjottava riittävä imuteho, kun sitä käytetään. Imuteho syntyy pyörivällä turbiinilla ja riippuu ilmasta sekä imukanavan että suodatusjärjestelmän virtausvastuksesta. Letkut- ja imusuuttimet sekä käsikappale lisäävät vastusta ja vähentävät näin imuntehoa. Siksi niiden pituus ja muoto tulee mukauttaa käyttötarkoitukseen. Savun kaappaustehokkuus on suurempi, kun suutin on kohdistettuna lähelle savun tuotannon kohtaa (alle 5cm). Siksi suositellaankin käsikappaletta, jossa on jo integroitu savunpoistojärjestelmä. (Eickmann ym. 2011, 2-34)

Kun ilmanvaihto ja savunpoistojärjestelmät ovat käytössä, ei ole välttämättä tarpeen käyttää erityisiä henkilösuojaimia. Yleiset hygieniavaatimukset kirurgisten toimenpiteiden aikana määrittävät henkilökohtaisten suojaimien tarpeen. Hygieniaan käytettävät naamiot eivät tarjoa riittävää suojaa kaasuja ja höyryjä vastaan. Ne eivät myöskään suodata biologisia aineita kuten viruksia ja soluja tai hienompia partikkeleja, mitkä muodostuvat leikkauksien aikana. Kaasut ja höyryt voidaan suodattaa vain sopivalla aktiivihilisuodattimella. (Eickmann ym. 2011, 35-36)

3.6 Työturvallisuus

Suomessa on olemassa työturvallisuuslaki, minkä tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi. Lain tarkoitus on myös ennaltaehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja sekä muita työstä ja sen ympäristöstä johtuvia haittoja. (Työturvallisuuslaki, 23.8.2002/738, 1§) Laki velvoittaa työnantajaa huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Työnantajien tulisi siis estää, poistaa tai korvata vaara- ja haittatekijöiden syntyminen. (Työturvallisuuslaki, 23.8.2002/738, 8§) Työnantajilla on myös velvollisuus hankkia ja antaa työntekijöiden käyttöön tarkoituksen mukaiset henkilösuojaimet ja muut apuvälineet, joita työ vaatii. (Työturvallisuuslaki, 23.8.2002/738, 15§) Työntekijällä itsellään on velvollisuus noudattaa työnantajan antamia määräyksiä ja ohjeita, sekä oman osaamisensa nojalla huolehdittava omasta ja muiden työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä. (Työturvallisuuslaki,

23.8.2002/738, 18§) Työntekijällä on myös oikeus pidättäytyä työn tekemisestä, mikäli se aiheuttaa vakavaa vaaraa omalle tai muiden hengelle tai terveydelle. (Työturvallisuuslaki, 23.8.2002/738, 23§)

Työturvallisuuslaissa määritellään myös erikseen tarkemmin työtä ja työolosuhteita koskevat säännökset, joihin kuuluu myös ilman puhtaus, biologiset sekä kemialliset tekijät, mitä myös kirurginen savu aiheuttaa. (Työturvallisuuslaki, 23.8.2002/738, luku 5) Ilman epäpuhtaudet kuten pöly, savu, kaasu ja höyry on mahdollisuuksien mukaan estettävä ja poistettava mikäli se vahingoittaa tai häiritsee työntekijää. (Työturvallisuuslaki, 23.8.2002/738, 37§) Työntekijän altistuminen haittaa tai vaaraa aiheuttavalle kemiallisille ja biologisille tekijöille on rajoitettava, ettei näistä aiheudu haittaa tai vaaraa työntekijän turvallisuudelle, terveydelle tai lisääntymisterveydelle. On huolehdittava myös tarpeellisista suojelutoimenpiteistä, joita vakava kemiallinen vaara voi aiheuttaa. (Työturvallisuuslaki, 23.8.2002/738, 38§, 40§) Laki määrää myös pidettävän rekisteriä niistä, jotka ovat altistuneet biologisille tekijöille. (Työturvallisuuslaki, 23.8.2002/738, 40 a §)

4 Opinnäytetyön toteuttaminen

4.1 Kirjallisuuskatsaus tutkimusmenetelmänä

Muodostettaessa kokonaiskuvaa tietystä aihealueesta tai menetelmästä, kirjallisuuskatsaus on keskeinen menetelmä. Kirjallisuuskatsausta käytetään hoitotieteessä hahmottamaan jonkin aihealueen tai ilmiön tutkimustarvetta tai se voi olla myös itse menetelmä, jonka avulla aikaisemmista tutkimustiedoista laaditaan uusi katsaus. (Stolt, Axelin & Suhonen 2016, 4)

Tämä opinnäytetyö on toteutettu kuvailevan kirjallisuuskatsauksen piirteitä noudattaen. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on yksi kirjallisuuskatsauksen muoto, mitä käytetään runsaasti. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus perustuu tutkimuskysymykseen ja tuottaa valitun aineiston perusteella kuvailevan vastauksen. Opinnäytetyön vaiheita ovat tutkimuskysymyksen muodostaminen, aineiston valitseminen, kuvailun rakentaminen ja tuotetun tuloksen tarkasteleminen. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on luonteeltaan aineistolähtöistä sekä ymmärtämiseen tähtäävää aiheen kuvausta. (Kangasniemi ym. 2013, 291-301)

4.2 Sisäänotto ja poissulkukriteerit

Tietoa haettiin pääsääntöisesti sähköisistä tietokannoista. Koulun kautta käytettiin Janet-tietokantaa, Pub-Mediä ja Cinahlia. Myös Googlesta ja Google Scholarista haettiin tietoa. Hakusanoina tiedonhaussa käytettiin ”kirurginen savu” eli englanniksi ”surgical smoke”. Suomalaista kirjallisuutta ei aiheesta juurikaan löytynyt kokeiluhauissa, mutta englanniksi tietoa oli kattavasti. Hakua vaikeutti se, ettei kirurgiselle savulle ole kunnollista synonyymiä ja se helposti sekoittuu myös aiheisiin, jotka käsittelevät tupakansavua. Liian suppea haku taas aiheuttaa sen, ettei aiheesta löydy kirjallisuutta juuri lainkaan. Hakua yritettiin myös kiertää ja hakea laitteiden nimillä aiheeseen liittyvää tekstiä. Haku ei kuitenkaan tuottanut toivottua tulosta, joten päädyttiin yksinkertaiseen alkuperäiseen vaihtoehtoon. Laajasta hausta valikoituvat ne, missä otsikossa tai tiivistelmässä kerrotaan kirurgisesta savusta. Lopulliset työhön valikoituneet tutkimukset käsittelevät kirurgista savua ja sen haittoja, olivat 2000-luvulla julkaistuja sekä saatavilla internetissä vapaasti tai Jyväskylän ammattikorkeakoulun käyttöoikeuksilla suomeksi tai englanniksi kirjoitettuna. Opinnäyteyössä käytetyt tutkimukset ovat taulukoituna liitteessä.

4.3 Aineiston analysointi

Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa aineiston valinta ja analyysi ovat aineistolähtöistä ja ne tapahtuvat osittain samanaikaisesti. (Kangasniemi ym. 2013, 291-301) Opinnäytetyön aineiston valintaa ohjasi tutkimuskysymys ja tarkoituksena oli löytää mahdollisimman relevantti aineisto siihen vastaamiseksi. Opinnäytetyön aineiston riittävyden määräsi tutkimuskysymyksen laajuus. Aineisto muodostui aiemmin julkaistuista ja tutkimusaiheen kannalta merkityksellisistä tiedoista. Aineisto haettiin sähköisistä relevanteista tieteellisistä tietokannoista. Opinnäytetyön aineiston merkittävin kriteeri on, että sen avulla asiaa voidaan tarkastella ilmiölähtöisesti ja tarkoituksenmukaisesti suhteessa tutkimuskysymykseen. Opinnäytetyön aineisto ei siis perustu ainoastaan rajattuihin hakusanoihin ja aika- ja kielirajauksiin. Opinnäytetyön mukaan otetun aineiston keskeisin peruste on sen sisältö ja suhde muihin valittuihin tutkimuksiin. Aineiston tukena on käytetty tutkimusten taulukointia, mikä on liitteenä tässä opinnäytetyössä. (Kangasniemi ym. 2013, 291-301)

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus sisältää erilaisia elementtejä laadullisen aineiston analyysimenetelmistä. Tärkein tekijä kuitenkin on synteessin luominen. Valitusta aineistosta haetaan merkityksellisiä seikkoja, jotka ryhmitellään sisällöllisiksi kokonaisuuksiksi. (Kangasniemi ym. 2013, 296-297)

Oppinäytetyön aineisto on valikoitunut ja analysoitu sen sisällön mukaisesti. Aineistojen sisältö on systemaattisesti purettu ja jaettu teemoittain samanlaisiin osiin. Aineisto on myös taulukoitu helpottamaan teemoittelua. Aineistoon valikoitui tarkoituksella ne tutkimukset, joissa sisältö oli samankaltaista ja tulokset yhteneviä.

5 Tulokset

5.1 Terveysriskitekijät

5.1.1 Kirurgisen savun hiukkasien määrä ja massa

Sislerin, Shafferin, Soon, LeBoufin, Harperin, Qianin ja Leen (2018) tutkimuksessa kirurginen savu koottiin reaaliaikaisesti rintakudosta leikattaessa ja poltettaessa sähköenergisellä kirurgisella laitteella. Kirurgisesta savusta määriteltiin hiukkasten pitoisuuksien määrät ja jakaantuminen. Hiukkaset altistettiin myös ihmisen pienille hengitysteiden epiteelisoluille sekä hiiren makrofageille, jonka jälkeen niistä määriteltiin solujen elinkelpoisuus, LHD entsyymi ja superoksidin tuotanto. Tulosten mukaan ihmisen rintakudosta leikattaessa siitä muodostuva kirurginen savu oli sytotoksista ja LHD entsyymit kasvoivat. Erittäin hienojen hiukkasten on aikaisemmin osoitettu nostavan laktaattidehydrogenaasin (LHD) tuotantoa, mikä mittaa solukalvojen vaurioita. Tutkimuksessa kirurginen savu aiheutti noin 25% solukuolemaa ihmisen pienille hengitysteiden epiteelisoluille ja 40% hiirien makrofageille. Molemmat muutoksista olivat tilastollisesti merkittäviä. Tässä tutkimuksessa syntynyt savun taso on todennäköisesti pahin mahdollinen altistuminen leikkauksen aikana, mikä on todennäköistä vain lyhyen aikaa työpäivän aikana. Hiukkaspitoisuudet tässä tutkimuksessa olivat vertailukelpoisia aikaisempiin tutkimuksiin. Tulokset siis osoittivat kirurgisen savun olevan myrkyllistä. Nämä tiedot ovat yhdenmukaisia aikaisemmin julkaistujen tietojen kanssa. (Sisler, Shaffer, Soo, LeBouf, Harper, Qian & Lee 2018)

Karjalaisen, Kotusen, Saaren, Rönkön, Lekkalan, Roinen ja Oksalan (2018) tutkimuksessa tutkittiin hiukkasten ominaisuuksia kirurgisessa savussa, mistä analysoitiin henkilökunnan työterveyteen kohdistuvat vaikutukset. Tutkimuksessa käytettiin kliinisesti merkittäviä kudoksia suomalaisen sian kudoksista mukaan lukein luurankolihakset, maksa, ihonalainen rasva, munaiset, keuhkot, aivot ja iho. Savuhiukkaset analysoitiin sähköisellä matalapaineiskulaitteella, joka mittaa hiukkasten pitoisuuden ja aerodynaamisen kokojakauman. Kirurgisen savun massakonsentraatiossa ja kokojakaumassa oli merkittäviä eroja riippuen käytetystä kudoksesta. Tutkimuksen mukaan hiukkaset voidaan jakaa kolmeen ryhmään niiden hiukkastuotannon mukaan. Testatuista kudoksista maksa tuotti suurimman osan hiukkasista. Munaiset ja luustolihas tuottivat hiukkasia keskimääräisen massan verran, kun taas ihonalaisrasva, keuhkot, aivot ja iho muodostivat merkittävästi vähemmän hiukkasmassaa. Joillakin testatuilla kudoksilla on suuri vaihtelu hiukkasten määrän tuottamisessa. Nämä voidaan selittää kudoksen histologisten rakenteiden, kuten sidekudoksen, verisuonten ja hematoomien avulla, jotka voivat aiheuttaa merkittäviä eroja savun koostumuksessa samasta näytteestä. Aikaisemmat tutkimukset tukevat tämän tutkimuksen tuloksia. Ilman erillistä savun poisto järjestelmää hiukkaspitoisuudet olivat suuria yli 150 mikrogrammaa kuutiometrissä. Euroopan unionin ilmanlaatu indeksien mukaan tämä on epäterveellistä. Vaikka sähkökirurgiaa käytetään vain murto-osa koko kirurgisen toimenpiteen aikana, jotkut leikkaussalin henkilökunnasta erityisesti plastiikan, urologian ja yleiskirurgian ammattilaiset ovat usein alttiina kirurgiselle savulle. Ilman riittävää suojaantumista tämä väestö voi olla vaarassa pitkäaikaisille terveysongelmille.

(Karjalainen, Kotunen, Saari, Rönkkö, Lekkala, Roine & Oksala 2018, 1-13)

Brüske-Hohlfeldin, Preisslerin, Jauchin, Pitzin, Nowakin, Petersin ja Wichmannin (2008) tutkimuksessa mitattiin kirurgisen savun hiukkasia eri kirurgisten toimenpiteiden aikana. Tutkimus osoitti erittäin suurta altistumista erittäin pienille hiukkasille kirurgeilla ja avustavalla henkilökunnalla, myös pitempää mutta matalampaa altistumista hiukkasille leikkausten aikana havaittiin. Erittäin hienojakoisia hiukkasia esiintyy suurimassa osassa tapauksista vain lyhyen aikaa, mutta ne kertyvät ammattilaisilla elämän aikana. Ei ole vielä tiedossa yhteyttä tällaisten erittäin korkeiden ja erittäin lyhyiden altistumisesta erittäin pienille hiukkasille terveysvaikutuksiin, mutta todennäköisesti ilman riittävää tuuletusta sähkökirurgisella laitteella tuotetut hiukkaset

eivät häviä nopeasti. (Brüske-Hohlfeld, Preissler, Jauch, Pitz, Nowak, Peters & Wichmann 2008)

5.1.2 Kirurgisen savun jakautuminen leikkaussalissa

Romanon, Gustén, De Antonelliin ja Joppolon (2017) tutkimus perustuu lukuisiin tarkkailukampanjoihin hiukkasten pitoisuuksista leikkaussalissa, joissa on ylöspäin suuntautuva tuuletus tai alaspäin suuntautuva ilmanvirtausjärjestelmä. Kymmenen todellisen leikkauksen aikana tehdyt mittaukset korostavat, että sähköelektronisen laitteen käyttö tuottaa hiukkasten pitoisuuden kasvua kirurgisella alueella kuten myös kokonaisuutenaan leikkaussalissa. Mitattu kontaminaatio taso leikkaussalissa liittyy kirurgiseen toimintaan, ilmanvaihtoon ja sähkökirurgistenlaitteiden käyttöön. Tässä tutkimuksessa korostettiin, kuinka erilaiset lääketieteelliset toimet voidaan suorittaa eri tavalla leikkaussaliympäristössä, missä henkilöstön määrä ja kokoonpano muuttuu jatkuvasti. Heidän asemansa leikkaussalissa riippuu kirurgian tyypistä ja tapauksista, esimerkiksi kirurgit ovat lähellä leikkausaluetta ja anestesia- ja sairaanhoitajat ovat pöydän päädystä. Lisäksi laitteet voidaan sijoittaa leikkauksen mukaan eri paikkoihin. (Romano, Gustén, De Antonellis & Joppolo 2017)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kerätä ja analysoida tietoa kirurgisen savun saastuttamisesta varsinaisten leikkauksien yhteydessä, mitkä ovat varustettu kahdella erilaisella ilmanvaihtojärjestelmällä ottaen huomioon olosuhteet ja parametrit, mitkä saattavat vaikuttaa epäpuhtauksien syntymiseen ja poistamiseen sekä henkilöstön altistumiseen. Henkilöstön suurin läsnäolo käynnissä olevien toimintojen aikana saavutettiin maksan resektiossa 14 henkilön ollessa läsnä leikkaussalissa samanaikaisesti. Suurempi alue ja suuremman ilmansyötön määrä sekä lyhyempi toipumisaika, sallivat suuremman henkilökunnan määrän leikkausten aikana. (Romano ym. 2017)

Kymmenessä valvotussa kirurgisessa toiminnassa oli käytössä vähintään kolme sähköistä instrumenttia (monopolaarinen, bipolaarinen ja argonidiatritia), joita käytettiin vähintään kerran 1 minuutin ajan enintään 15 minuuttia, keskiarvolta 4 minuuttia. Sähkökirurgisia laitteita käytettiin keskimäärin 30% koko operaatiosta kaikkien leikkauksien aikana. Suurinta kontaminaatio tasoa ilmeni kirurgisen pöydän ympärillä, missä on myös korkein määrä henkilökuntaa. Mittauksen analyysit osoittivat, että

sähkökirurgisilla instrumenteilla on voimakas vaikutus ilman kontaminaatioon. Kirurgisen savun hiukkasten altistumiseen vaikuttaa leikkaussalin tuuletusperiaatteiden tyyppi, kirurginen toiminta, henkilöstön määrä ja muut esteet. Kokeellisten mittausten perusteella maksan resektiokirurgiassa altistuminen kirurgiselle savulle on 13 kertaa korkeammalla kuin muissa leikkauksissa. (Romano ym. 2017)

Sähkökirurgisten laitteiden käyttö vaikuttaa voimakkaasti ilmassa tapahtuvaan saastumiseen leikkaussalissa. Tulokset osoittavat suuria vaihteluita ilmassa olevien epäpuhtauksien määrässä leikkaussalissa kirurgisen toiminnan aikana. Kirurgisen savun korkea taso on havaittu kirurgisella alueella eli leikkauspöydän lähellä sekä leikkaussalin eri paikoissa. Lisäksi leikkaussalien kaksi tuuletusjärjestelmää johtavat erilaisiin kontaminaatio tasoihin. Kuitenkin kaikissa mittauksissa korostuu kirurgiselle savulle altistuminen molemmissa tuuletusjärjestelmä ja leikkaus tyypeissä. Tässä tutkimuksessa kirurginen alue ja anestesia kohta on valittu kriittisiksi paikoiksi altistumiselle. Koetulokset ovat vahvistaneet hiukkastenpitoisuudet ja siten myös henkilöstön altistumisen, mitkä riippuvat ehdottomasti sähkökirurgisten laitteiden käytöstä ja kirurgian tyypistä. (Romano ym. 2017)

5.1.3 Kirurgisen savun koostumus

Hillin, O'Neillin, Powellin ja Oliverin (2012) tutkimuksessa tutkittiin kuutta ihmisen ja 78 sian kudosta monopolaarisen diatermian käytön aikana. Vapaa-ehtoinen plastiikkakirurgia leikkaussali osallistui tutkimukseen 44 työpäivän ajaksi. Tutkimuksessa kerättiin tietoa diatermialaitteen käytöstä ja käyttöajan kestosta. Keskimääräinen diatermian käyttöaika päivässä oli melkein 13 minuuttia. Päivittäin tuotettu savu vastasi siis 27-30 tupakkaa päivässä. Tupakansavun altistumisen tiedetään aiheuttavan sydän- ja verisuonitauteja sekä hengityselisairauksia ja pahanlaatuisia sairauksia kuten keuhkojen, suuontelon, kurkunpään, ruokatorven, haiman ja rakon syöpää. Kirurgisen savun osoitettiin olevan yhtä mutageenistä kuin savukkeiden savu. Laboratoriossa jyrksijöille kokeilussa tutkimuksessa kirurginen savu aiheutti tulehduksellista keuhkosairautta, keuhkokuumetta, bronkioliittiä ja kroonisia obstruktiivisia muutoksia. Vaikka syöpää aiheuttavat mutageeniset vaikutukset ovat olleet tiedossa jo pitemmän aikaa, ei ole tietoa kirurgisen savun vaaroista pitkällä aikavälillä ihmisillä. (Hill, O'Neill, Powell & Oliver 2012)

Kirurgisen savun erittäin hienoja hiukkasia on tarkasteltava varovasti sillä ne voivat sisältää myös elinkykyisen solumateriaalin. Esimerkiksi ihmisen papilloomaviruksen ehjät jakeet on eristetty kirurgisesta savusta gynekologisissa leikkauksissa. Tästä on tehty tutkimus vuonna 1991. Kirurgi oli käyttänyt sähkökirurgista laitetta kondylooma sairastavan potilaan hoidossa, havainto vahvasti viittasi siihen, että viruspartikkelit olivat siirtyneet myös hengitettävään ilmaan. Tarttuvat virukset osana kirurgista savua aiheuttavat dokumentoitua vaaraa henkilökunnalle, mikä on otettava vakavasti. (Brüske-Hohlfeld ym. 2008)

5.2 Ehkäisy

5.2.1 Ilmanvaihtojärjestelmät

Tärkein turvallisuustoimenpide leikkaussaleissa kirurgiselle savulle on luotettava ilmastointijärjestelmä, joka suodattaa tehokkaasti kaasut ja tuoreet hiukkaset.

(Brüske-Hohlfeld ym. 2008)

Romanon ja muiden (2017) tutkimustulokset korostavat, että alaspäin suuntautuva ilmanvaihto leikkaussalissa parantaa olosuhteita verrattuna sellaisiin ilmanvaihtojärjestelmiin missä on ylöspäin suunnatut tuuletinjärjestelmät. Leikkaussalissa alaspäin suunnattu ilmanvaihtojärjestelmä pyyhkäisee pois kriittiseltä alueelta kirurgisen savun. Lisäksi ilmanvirtauksen korkea ilmannoisuus kattosuodattimen äärialueilla ja uuttorenkaiden sijainti estävät kirurgisen savun leviämistä leikkaussalissa. Tämä yhdistetty ilmanvaihtojärjestelmä mahdollistaa nopean ilman puhdistuksen kriittisellä alueella ja sen ulkopuolella, mikä myös vahvistetaan aikaisemmissa tutkimuksissa. Matala ilman nopeus ja pienentynyt ilmavirta on vähemmän tehokas ilmanvaihtojärjestelmä suojaamaan ihmisiä, jotka ovat kriittisimmällä alueella eli kirurgisen pöydän ympärillä erityisesti sähköinstrumentteja käytettäessä. Kirurgiselle savulle altistuminen on liitetty haitallisiin akuutteihin terveysvaikutuksiin terveydenhuollossa. Asiaa koskevia standardeja ja täsmällisiä ohjeita ei ole. Käytössä olevan tuuletusjärjestelmän toimiminen on tärkeää. Jotta kirurginen henkilökunta saisi riittävää ilmanvaihtoa kirurgisen savun poistamiseksi ja, jotta altistuminen olisi vähäisempää, leikkaussalissa tulisi olla suuri ilmanmäärän tilavuus kohtuullisella ilmannoisuudella ja hyvin

määritetyillä ilmanvirtauksilla molemmissa sisään- ja poistuloaukoissa. Lisäksi ilmanvaihdon suunnittelussa tulisi harkita tarkkaan käytännön olosuhteet. Henkilöstön tulisi myös olla tietoisempi siitä, miten heidän käyttäytymisensä voi vaikuttaa savun leviämiseen ja hallintaan leikkaussalissa. (Romano ym. 2017)

5.2.2 Paikalliset savunpoistojärjestelmät

Paikalliset savunpoistojärjestelmät ovat lisäksi osoittautuneet erittäin tehokkaiksi poistamaan kirurgista savua ja sen aiheuttamaa hajua. Tyypillisesti nämä koostuvat HEPA-suodattimista (High Efficiency Particulate Arrest). Tämäntyyppisellä ilman suodattimella voidaan poistaa vähintään 99,97% ilmassa olevista hiukkasista, joiden läpimitta on 0,3mikrom. Halkaisijaltaan suuremmat ja pienemmät partikkelit säilyvät tehokkaammin ilmassa. (Brüske-Hohlfeld ym. 2008)

Seinään asennetulla savunpoistoyksiköllä pitoisuutta voidaan vähentää puoleen. Lisäksi hiukkasmassa vähenee 88% kun imulaite on integroituna kirurgiseen terään. Tutkimuksen tulosten mukaan savun poisto järjestelmää tulisi käyttää suurissa hiukkaspitoisuuksissa ja seinäimu on riittävä vain pienille hiukkasmäärille. (Karjalainen ym. 2018, 9-13)

5.2.3 Henkilökohtaiset suojaimet

Tavalliset kirurgiset naamarit eivät tarjoa riittävää suojaa. Jos on odotettavissa pitkiä leikkauksia, joissa käytetään sähköenergiä laitteita, jotka muodostavat kirurgista savua tai on mahdollisuus tarttuville taudeille, silloin tulisi HEPA suodatteisia kirurgisia maskeja käyttää. (Brüske-Hohlfeld ym. 2008)

Kirurgisella naamarilla voidaan pienentää hengitettävien hiukkasten pitoisuutta. Tal-laisten maskien soudatus tehokkuuksissa on kuitenkin suuria eroja, jotka voivat vaihdella 13%sta 99%iin. Vain N95-suojaa pidetään tehokkaana suojaamaan altistumista hiukkasille. (Karjalainen ym. 2018, 9-13) Karjalaisen ja muiden (2018) tutkimus suosit-taa yhdistämään maskeja ja savun poisto laitteita korkeissa hiukkaspitoisuuksissa.

6 Pohdinta

6.1 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Eettiset kysymykset opinnäytetyössä liittyvät tutkimuskysymyksen muotoiluun sekä tutkimusetiikan noudattamiseen kaikissa opinnäytetyön vaiheissa. Luotettavuuskysymykset taas liittyvät tutkimuskysymyksen ja valitun kirjallisuuden perusteluun, kuvailun argumentoinnin vakavuuteen ja prosessin johdonmukaisuuteen. Menetelmän väljyyden vuoksi aineiston valintojen ja raportoinnin eettisyys korostuu sen kaikissa vaiheissa. Tutkimuskysymyksiä muotoillessa eettisyys tulee esille valitun näkökulman huolellisessa taustatyössä. Aineiston valinnassa korostuu tutkimusetiikan noudattaminen. Eettisyys ja luotettavuus ovat siis tiiviisti sidoksissa toisiinsa ja niitä parannetaan koko prosessin johdonmukaisella etenemisellä tutkimuskysymyksistä johtopäätöksiin. Luotettavuuden kannalta keskeistä on, että tutkimuskysymys on esitetty selkeästi ja sen teoreettinen osuus on eritelty. Luotettavuuden arvioinnin keskeinen osuus on aineiston perusteellinen kuvaus. Opinnäytetyön vaiheiden ja erityispiirteiden täsmentäminen ovat keskeinen väline työn luotettavuuden ja eettisyyden arvioinnissa. Aineiston kokoamisessa keskeinen painoarvo on aikaisemman tutkimuksen sisällöllisellä valinnalla, ei niinkään asetettujen ehtojen mukaisella hakemisella, jolloin sekä tutkimuskysymys ja siihen vastaamaan valittu aineisto tarkentuvat koko ajan. Aineiston taulukoimisen tavoitteena on jäsentää valittu aineisto, arvioida sen luotettavuutta ja tunnistaa valittujen lähteiden sisältö suhteessa tutkimuskysymyksiin ja muihin valittuihin tutkimuksiin. (Kangasniemi ym. 2013, 291-301)

Tutkimuskysymykset olivat kattavia ja johdonmukaisia sekä tutkimusetikkaa noudatettiin koko prosessin ajan. Opinnäytetyön tutkimuskysymykset olivat selkeitä ja niihin liittyvä teoreettinen osuus on eritelty, mikä lisää opinnäytetyön luotettavuutta. Tutkimuskysymykset avattiin käsitteillä ja niihin löydettiin aineiston perusteella vastaukset. Tutkimuskysymyksiä valintaan vaikutti aikaisempi tieto kirurgisen savun haitoista ja se, kuinka tätä tietoa tarvitaan enemmän. Kirjallisuus ja tutkimukset valikoituivat sen mukaan, miten niitä oli internetissä ilmaiseksi saatavilla ja että ne olivat luotettavista lähteistä. Tutkimuksia olisi varmasti ollut enemmän, mutta osa niistä oli

maksullisia eikä siksi voitu tässä opinnäytetyössä hyödyntää. Luotettavuutta lisää aineiston perusteellinen kuvaus. Aineisto on valittu vastaamaan tutkimuskysymyksiin ja taulukoitu sen luotettavuuden ja tunnistettavuuden vuoksi. Suoraa vastausta tutkimuskysymyksiin ei tutkimuksista löytynyt, mutta tutkimuksien sisältö vahvistaa aikaisempia löydöksiä ja aineistoja. Painoarvo oli enemmän käytetyn aineiston sisällöllä, ei niinkään asetettujen ehtojen hakemisella. Opinnäytetyön prosessi oli johdonmukainen ja noudatti kuvailevan kirjallisuuskatsauksen kaavaa.

6.2 Tulosten tarkastelu

6.2.1 Riskeistä

Tutkimusten perusteella altistuminen hiukkasille vaihtelee kirurgian tyypistä ja leikatavasta kudoksesta. Hiukkastyyppejä voi olla myös isompia ja pienempiä, joista pienemmät hiukkaset voivat teorian mukaan läpäistä keuhkojen alveolit ja kulkeutua sitä kautta verenkiertoon. (Brüske-Hohlfeld ym. 2008, Ulmer 2008) Suurimman hiukkasmassan tuotti tutkimuksen mukaan maksa ja ilman erillistä savunpoistojärjestelmää hiukkaspitoisuudet olivat niin korkeita, että jopa Euroopan unionin mukaan se on epäterveellistä. (Karjalainen ym. 2018) Hiukkasten todettiin myös tutkimuksien mukaan olevan toksista ja aiheuttavan solukuolemia. (Sisler ym. 2018) Suurin altistuminen hiukkasille tapahtuu leikkauspöydän ympärillä, mutta kirurginen savu leviää myös muualle leikkaussalissa. (Romano ym. 2017) On myös todettu, että kirurginen savu on yhtä mutageenistä kuin tupakan savu ja päivittäinen diatermian käyttö aika vastaa noin 30 savuketta päivässä. (Hill ym. 2012) Myöskin kirurgisen savun uskotaan levittävän viruksia ja bakteereja kuten papilloomavirusta. Vähän on tutkimuksia siitä millaisia oireita kirurginen savu aiheuttaa varsinkin pidemmällä aikavälillä. (Eickmann ym. 2011) Kuitenkin uskotaan olevan kohonnut riski keuhkosyövälle ja kuolemille. (Karjalainen ym. 2018)

6.2.2 Ehkäisymenetelmistä

Tutkimukset korostavat ilmanvaihtojärjestelmän toimivuutta leikkaussalissa minkä myös kirjallisuus vahvistaa. (Romano ym. 2017, Eickmann ym. 2011) Tutkimuksien mukaan HEPA suodatteiset savunpoistojärjestelmät ja hengityssuojaimet suodattavat

yli 99% hiukkasista. Tällaisia suodattimia tulisi tutkimuksien ja kirjallisuuden mukaan käyttää suurissa hiukkaspitoisuuksissa savunpoistojärjestelmien yhteydessä. (Karjalainen ym. 2018, Eickmann ym. 2011) Kirjallisuuden mukaan kuitenkin hengityssuojaimia ei tarvittaisi, kun ilmanvaihto ja savunpoistojärjestelmät ovat oikein käytettyjä. Viruksia vastaan kirjallisuus kuitenkin suosittaa käyttämään aktiivihiiisuodatteisia maskeja. (Eickmann ym. 2011) Tutkimus suosittaa myös N95 hengityssuojainta käytettäväksi sekä viruksia että suuria hiukkaspitoisuuksia vastaan. (Karjalainen ym. 2018)

6.3 Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset

Opinnäyteyössä käytettyjen tutkimuksien perusteella kirurgisesta savusta muodostuvat hiukkaset ovat kooltaan, pitoisuuksiltaan ja sisällöltään toksisia. Tätä päätelmää tukevat aiheesta tehdyt tutkimukset ja kirjallisuus. Hiukkamäärät riippuvat kirurgisesta toimenpiteestä, sähkökirurgisten laitteiden käytöstä ja ilmastointijärjestelmistä. Suurimman riskin aiheuttaa maksaa käsittelevät leikkaukset. Hiukkasten sisältämät ainesosat ovat myrkyllisiä ihmiselle ja ne saattavat sisältää myös elinkykyisiä viruksia ja bakteereja, mitkä voivat hengityksen kautta tarttua hoitohenkilökuntaan. Hoitohenkilökunnan altistuessa kirurgiselle savulle akuutteja oireita voivat olla päänsärky, väsymys, hengitysteiden ja silmien ärsytys, allergia ja hengitysteiden tulehdukset. Tutkimuksista oireita ei käy ilmi ja voidaan vain kirurgisen savun pitoisuuksien ja koostumuksen perusteella päätellä sen aiheuttavan oireita. Pitkäaikaisen altistumisen riskejä hoitohenkilökunnalla ei juuri tunneta. Tutkimuksissakin mainitaan aiheesta olevan vain vähän tietoa. Voidaan vain olettaa tutkimusten perusteella kirurgisesta savusta aiheutuvan samanlaista haittaa hoitohenkilökunnalle kuin tupakansavusta. Tällöin riskit sairastua keuhkosityöpään ja kuolemiin ovat olemassa hoitohenkilökunnalla. Tulevaisuudessa kirurgisen savun pitkäaikaisia vaikutuksia hoitohenkilökunnalla tulisi tutkia lisää. Voidaan siis näiden tutkimustulosten perusteella sanoa, että kirurgiselta savulta tulee hoitohenkilökunnan suojaitua ja sille altistumista tulisi ennaltaehkäistä. Ehkäisymenetelminä ilmastointi- ja savunpoistojärjestelmät ovat hyviä keinoja kirurgisen savun poistamiseen leikkauksissa. Leikkaussaleissa siis tulisi olla riittävät ilmastointijärjestelmät ja hoitohenkilökunnan tulisi käyttää erillisiä savun-

poistojärjestelmiä leikkausten aikana. Kuitenkin suurissa hiukkaspitoisuuksissa ja vi-
rustartuntaepäilyissä myös henkilökohtaisia hengityssuojaimia tulisi hoitohenkilökun-
nan käyttää. Hoitohenkilökuntaa tulisi jatkossa enemmän informoida kirurgisen sa-
vun haitoista ja vaaroista, jotta ehkäisymenetelmiä käytettäisiin oikeaoppisesti. Ope-
tuksessa tulisi kirurginen savu ottaa huomioon perioperatiiviseen hoitotyöhön suun-
tauduttaessa. Myös työnantajien tulisi ottaa kirurginen savu vakavasti työntekijöiden
työterveyden vuoksi. Näin ollen työnantajien tulisi mahdollistaa ehkäisymenetelmien
saatavilla olo ja työntekijöiden kouluttaminen kirurgisen savun työterveyshaitoista.

Lähteet

Brüske-Hohlfeld, I., Preissler, G., Jauch, K., Pitz, M., Nowak, D., Peters, A. ja Wichmann, H-E., 2008, Surgical smoke and ultrafine particles, Journal of Occupational Medicine and Toxicology, Viitattu 7.12.2018
<https://occup-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/1745-6673-3-31>

Eickmann, U., Falcy, M., Fokuhl, I. ja Rügger, M., 2011, Surgical smoke: Risks and preventive measures, International Section of the ISSA on prevention of occupational risks in health services, Viitattu 7.12.2018
http://prevencion.umh.es/files/2012/04/2-surgical_smoke.pdf

Hill, D.S., O'Neill, J.K., Powell, R.J., ja Oliver, D.W., 2012, Surgical smoke e A health hazard in the operating theatre: A study to quantify exposure and a survey of the use of smoke extractor systems in UK plastic surgery units, Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery

Kangasniemi, M., Utriainen, K., Ahonen, S., Pietilä, A., Jääskeläinen, P., ja Liikanen, E., 2013, Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsenettyyn tietoon, Hoitotiede

Karjalainen, M., Kotunen, A., Saari, S., Rönkkö, T., Leikkala, J., Roine, A. ja Oksala, N., 2018, The characterization of surgical smoke from various tissues and its implications for occupational safety, Viitattu 11.12.2018
<http://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC5896939&blobtype=pdf>

Karma, A., Kinnunen, T., Palovaara, M. ja Perttunen, J., 2016, Perioperatiivinen hoitotyö, Helsinki, Sanoma Pro

Koskinen, A. L., 2018, Leikkaussalissa piilee yllättävä riski: "Yhdessä leikkauksessa tulee helposti yli tupakka-askillista vastaava passiivinen altistus", Yle uutiset, Viitattu 27.12.2018

<https://yle.fi/uutiset/3-10164942>

Romano, F., Gustén, J., De Antonellis, S. ja Joppolo, C., 2017, Electrosurgical Smoke: Ultrafine Particle Measurements and Work Environment Quality in Different Operating Theatres, International Journal of Environmental Research and Public Health, Viitattu 12.12.2018

http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/248026/local_248026.pdf

Sadler, D., 2017, The real risks: surgical smoke, Or Today, Viitattu 27.12.2018

<http://ortoday.com/the-real-risks-surgical-smoke/>

Sisler, J., Shaffer, J., Soo, J., LeBouf, R., Harper, M., Qian, Y. ja Lee, T., 2018, In vitro toxicological evaluation of surgical smoke from human tissue, Journal of Occupational Medicine and Toxicology, Viitattu 8.12.2018

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1186%2Fs12995-018-0193-x.pdf>

Stolt, M., Axelin A. ja Suhonen, R., 2016, Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä, 2. korjattu painos, Turku, Juvenes Print

Työturvallisuuslaki, 23.8.2002/738, Finlex, Viitattu 12.11.2018

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L2P8>

Ulmer, 2008, The Hazards of Surgical Smoke, Aorn Journal, Viitattu 28.12.2018

<https://www.op-produkte.de/smoke.pdf>

Liitteet

Liite 1. Tutkimuslähteiden taulukointi

| Tekijät, vuosi, maa | Tutkimus | Aineisto, menetelmät | Tulokset |
|---|--|--|---|
| Brüske-Hohlfeld, I., Preissler, G., Jauch, K., Pitz, M., Nowak, D., Peters, A. ja Wichmann, H-E., 2008, USA | Surgical smoke and ultrafine particles | Tutkimuksessa kerättiin tietoa kirurgisen savun pitoisuuksista ja hiukkasista kahdeksassa erilaisessa kirurgisessa toimenpiteessä. | Tutkimus osoitti erittäin suurta altistumista erittäin pienille hiukkasille hoitohenkilökunnalla, myös pitempää altistumista matalimmilla hiukkaspäästöillä havaittiin. |
| Hill, D.S., O'Neill, J.K., Powell, R.J., ja Oliver, D.W., 2012, UK | Surgical smoke A health hazard in the operating theatre: A study to quantify exposure and a survey of the use of smoke extractor systems in UK plastic surgery units | Tutkimuksessa kerättiin tietoa diatermialaitteen käytöstä ja käyttöajan kestosta. Tutkimuksessa ollut leikkaussali oli käytössä 44 päivän ajan. Tutkimuksessa tutkittiin kuutta ihmisen ja 78 sian kudosta monopolaarisen diatermiakäytön aikana 25 wattilla viiden minuutin ajan. | Tutkimus osoitti keskimääräiseksi diatermian käyttöajaksi päivässä n. 13 minuuttia ja sen katsottiin vastaavan 27-30 tupakkaa päivässä. |
| Karjalainen, M., Kotunen, A., Saari, S., Rönkkö, T., Lekkala, J., Roine, A. ja Oksala, N., 2018, Finland | The characterization of surgical smoke from various tissues and its implications for occupational safety | Tutkimuksessa tutkittiin hiukkasen ominaisuuksia kirurgisessa savussa mistä analysoitiin henkilökunnan työterveyteen kohdistuvat vaikutukset. Tutkimuksessa käytettiin suomalaisen sian kudosta ja jokaisesta kudostyypistä otettiin kymmenen erinäytettä. Kaikki kudokset olivat samasta siasta peräisin. Tutkimuksessa käytettiin diatermialaitetta 40 wattilla. | Tutkimuksen mukaan hiukkaset voidaan jakaa kolmeen ryhmään niiden hiukkastuotannon mukaan. Suurin altistuminen hiukkasille tapahtuu maksaan liittyvissä leikkauksissa. |
| Romano, F., Gustén, J., De Antonellis, S. ja Joppolo, C., 2017, Switzerland | Electrosurgical Smoke: Ultrafine Particle Measurements and Work Environment Quality in Different Operating Theatres | Tutkimuksessa mitattiin hiukkas-pitoisuuksia leikkauksissa eri ilmastointijärjestelmillä. Tutkimuksessa käytettiin viittä erilaista leikkaussalia normaalien kirurgisten toimenpiteiden aikana. Jokaisessa salissa oli kaksi erillistä mittausta. Tutkimuksessa korostettiin kirurgisen savun altistumisissa erialueilla leikkaussalissa. | Tutkimus osoitti hiukkas-pitoisuuksien kasvua kriittisillä alueilla kuten myös kokonaisuudessaan leikkaussalissa. Tutkimustulosten mukaan ylhäältä tuleva ja alhaalta poistuva ilmanvaihtojärjestelmä on toimivin ratkaisu. |
| Sisler, J., Shaffer, J., Soo, J., LeBouf, R., Harper, M., Qian, Y. ja Lee, T., 2018, USA | In vitro toxicological evaluation of surgical smoke from human tissue | Tutkimuksessa kirurgisen savun määrä ja hiukkaspitoisuudet määriteltiin rintakudosta leikattaessa 15 minuutin ajan 35 wattilla. Kirurgista savua tuotettiin yhteensä 24 kertaa kuudessa eri näytteenotossa. Yhteensä 39 | Tutkimus osoitti kirurgisen savun olevan toksista ja aiheuttavan solukuolemia ihmisen hengitysteiden soluille ja hiiren makrofaageille. |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | näytettä kerättiin. Hiukkaset altistettiin ihmisen hengitysteiden epiteelisoluille hiirien makrofageille 24 tunnin ajan. | |
|--|--|--|--|