

# ePOOKI

OULUN AMMATTIKORKEAKOULUN TUTKIMUS- JA KEHITYSTYÖN JULKAISUT ISSN 1798-2022

ePooki 46/2019

## Anestesia- ja savukaasujen hallinta leikkaussaleissa

Karjalainen Perttu, Holopainen Rauno

26.6.2019 ::

Kohdepoistojärjestelmät ovat yleisesti käytössä erilaisissa teollisuuden prosesseissa, joissa työntekijöitä on tarpeen suojella prosessissa syntyviltä ilman epäpuhtauksilta. Sairaaloiden leikkausoperaatioissa syntyvien epäpuhtauspäästöjen terveysvaikutuksia ja niiden poistamiseen käytettäviä kohdepoistojärjestelmiä on tutkittu vasta vähän. Vaikka leikkaussalin henkilökunta saattaa altistua työssään hetkellisesti suurillekin epäpuhtauspitoisuuksille, mikään viranomainen ei vielä varsinaisesti vaadi kohdepoistojen käyttöä leikkaussaleissa. Monikansallinen työryhmä CEN-TC156-WG18 valmistelee eurooppalaista CEN-standardia sairaalailmanvaihdoista, joka tulee määrittämään vähimmäisvaatimukset ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelulle, asennukselle, luokitusmittauksille, käytölle ja huollolle.

### Leikkaussalin sisäilman terveydelle haitalliset epäpuhtaudet

Leikkaussalin ilmaan vapautuu leikkausoperaation aikana erilaisia terveydelle haitallisia päästöjä, joille leikkaussalissa työskentelevät henkilöt altistuvat päivittäin. Näitä ovat potilaan nukutuksessa käytettävät anestesiakaasut ja sähkökirurgiassa syntyvä savu.

Nykyisin lähes jokaisessa leikkausoperaatiossa käytettävä diatermia on sähkökirurgian muoto, jossa kudoksia höyrystetään korkeataajuisella sähkövirralla (kuva 1). Diatermiassa syntyvä savu sisältää paljon terveydelle haitallisia kemikaaleja ja pienihiukkasia, jotka voivat kulkeutua hengityksen kautta verenkiertoon [\[1\]](#). Savun pitkäaikaisista haittavaikutuksista ei ole tietoa, mutta useissa tutkimuksissa savulle altistumista verrataan passiiviseen tupakointiin.



KUVA 1. Monopolaarisen diatermian käyttö (kuva: vzmaze/stock.adobe.com)

Nukutuksessa käytettävistä anestesiakaasuista typpioksiduulilla on tutkimuksissa todettu olevan haitallisia vaikutuksia lisääntymisterveyteen ja muilla yleisesti käytettävillä aineilla oletetaan olevan samankaltaisia vaikutuksia <sup>[2]</sup> <sup>[3]</sup>. Anestesiakaasuille altistuminen voi myös aiheuttaa välittömiä haittavaikutuksia, kuten päänsärkyä.

## Selvitys neljän sairaalan kohdepoistojärjestelmistä

Opinnäytetyönä tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin käytössä olevien järjestelmien käytettävyyttä ja tehokkuutta <sup>[4]</sup>. Tutkimuksessa haastateltiin neljän sairaanhoitopiirin LVI-asiantuntijoita ja leikkaussalien henkilökuntaa leikkausoperaatiossa syntyvän savun ja anestesiakaasujen poistojärjestelmistä ja niihin liittyvistä käytännöistä. Haastatteluissa ilmeni, että diatermian käytöstä syntyvän savun poistojärjestelmien käyttö on yleistynyt vasta viime vuosina. Savunpoistossa käytetään diatermiainstrumenttiin integroituja tai liitettäviä kohdepoistoja. Tällaisilla ratkaisuilla saadaan tehokkaasti vähennettyä savulle altistumista <sup>[5]</sup>. Savu on aiemmin aiheuttanut muun muassa päänsärkyä ja hengitysteiden ärsytystä, mutta savunpoiston yleistymisen myötä oireita ilmenee vain harvoin.

Anestesiakaasujen käyttö nukutuksessa on 2000-luvun aikana vähentynyt ja tekniikka on kehittynyt niin, että kaasuvuotoja syntyy aiempaa vähemmän. Anestesiakaasut poistetaan tavallisesti anestesiakoneelta keskusimujärjestelmän tai yleisilmanvaihdon kautta ulos. Nukutuksessa syntyvien kaasuvuotojen poistoon on käytössä kahdessa sairaalassa varrellisia huuvia (kuva 2) sellaisissa saleissa, joissa vuotoja syntyy operaation luonteen vuoksi enemmän. Nykyisin käytössä olevat huuvut ovat kuitenkin isoja ja ne on sijoitettu siten, että ne voidaan vain harvoin saada riittävän lähelle vuotopaikkaa. Joissakin sairaaloissa on käytössä reunavuodonpoistolla varustettuja anestesiamaškeja, mutta niiden käyttöä ei koeta mielekkääksi niiden raskaamman rakenteen vuoksi.



KUVA 2. Varrellinen huuva Helsingin lastensairaalan leikkaussalissa (kuva: Granlund Oy)

## Epäpuhtauspitoisuuden mallintaminen taseyhtälöillä

Osana tutkimusta leikkaussalin sisäilman epäpuhtauspitoisuuksia mallinnettiin yksinkertaisella pitoisuustaselaskennalla. Laskennassa tarkasteltiin kohdepoiston vaikutusta tarvittavaan ulkoilmavirtaan, jotta anestesiakaasupitoisuudet saadaan pysymään annettujen raja-arvojen sisällä. Savun vaikutusta leikkaussalin sisäilmaan tarkasteltiin savun hiukkaspäästöjen perusteella.

Anestesiakaasupitoisuuksia laskettaessa käytettiin vuotovirtana haastatteluista saatua arviota tyypillisestä anestesian ylläpidossa syntyvästä kaasuvuodosta. Laskelmien perusteella oikein sijoitetulla kohdepoistolla saadaan merkittävästi vähennettyä leikkaussaliin tarvittavaa ulkoilmavirtaa.

Laskelmien perusteella diatermian käytöstä syntyvät hiukkaspäästöt eivät ole kovin merkittäviä leikkaussalin sisäilman hiukkaspitoisuuden kannalta, koska leikkaussalissa työskentelevien henkilöiden aiheuttamat hiukkaspäästöt ovat niihin verrattuna moninkertaisia. Laskelmat rajoittuivat kuitenkin vain tietylle hiukkaskokoalueelle, ja aiempien tutkimusten mukaan diatermian käytöstä syntyvän savun hiukkasista vain noin 30 % on tarkastelulla hiukkaskokoalueella.

Pitoisuustaselaskennassa tarkastellaan tilannetta, jossa tarkasteltava epäpuhtaus on täysin sekoittunut huoneeseen ja pitoisuus on sama koko tilassa. Tässä tapauksessa tämä laskentamalli ei siis anna todellista kuvaa henkilökunnan altistumisesta, koska leikkaussalin epäpuhtauslähteet ovat pistemäisiä ja syntyvien epäpuhtauksien pitoisuudet niiden läheisyydessä huomattavasti korkeampia muuhun tilaan verrattuna. Epäpuhtauspitoisuuksia henkilökunnan hengitysvyöhykkeellä voitaisiin tarkastella tarkemmin esimerkiksi virtauslaskennalla.

## Leikkaussalin kohdepoistojärjestelmien kehittäminen

Tutkimuksen perusteella kohdepoistojärjestelmien toteutuksessa ja käytössä riittää kehitettävää. Vaikka altistumisen pitkäaikaisista terveysvaikutuksista ei ole näyttöä, voidaan kohdepoistojen käyttö perusteella huomattavalla työmuokavuuden parantamisella. Kohdepoistojärjestelmän suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon leikkaussalin käyttötarkoitus ja se minkälaisia operaatioita siellä suoritetaan. Leikkaussalissa

työskentelevä henkilökunta toivoo altistumista vähentäviä ratkaisuja ja parempia käytäntöjä sekä ohjausta laitteiden käyttöön.

## Lähteet

1. [Karjalainen, M., Kontunen, A., Saari, S. & Rönkkö, T. 2018. Characterization of Surgical Smoke from Various Tissues and its Implications for Occupational Safety. PLoS ONE 13 \(4\), e0195274. Hakupäivä 10.1.2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195274>](#)
2. [Guirguis, S. S., Pelmeur, P. L., Roy, M. L. & Wong, L. 1990. Health effects associated with exposure to anesthetic gases in Ontario hospital personnel. British journal of industrial medicine 47 \(7\), 490-497. Hakupäivä 10.5.2019. <http://dx.doi.org/10.1136/oem.47.7.490>](#)
3. [Työsuojeluhallinto. 2018. HTP-arvojen perustelumuiot. Hakupäivä 5.5.2019. <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/kemialliset-tekijat/raja-arvot...>](#)
4. [Karjalainen, P. 2019. Leikkaussalin kohdepoistojärjestelmät. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Talotekniikan koulutusohjelma.](#)
5. [Pillinger, S. H., Delbridge, L. & Lewis, D. R. 2003. Randomized clinical trial of suction versus standard clearance of the diathermy plume. British Journal of Surgery 90, 1068–1071. Hakupäivä 20.1.2019. <https://S.org/10.1002/bjs.4214>](#)

## Metatiedot

**Nimeke:** Anestesia- ja savukaasujen hallinta leikkaussaleissa

**Tekijä:** Karjalainen Perttu; Holopainen Rauno

**Aihe, asiasanat:** ilmanvaihto, kaasut, leikkaussalit, sairaalat, savukaasut

**Tiivistelmä:** Sairaaloiden leikkaussaleissa muodostuu kaasumaisia ja hiukkasmaisia epäpuhtauksia leikkaustoimenpiteiden aikana. Epäpuhtauksien poistamiseen on olemassa erilaisia kohdepoistojärjestelmiä.

Opinnäytetyönä tehdyn tutkimuksen tavoitteena oli selvittää leikkaussaleissa tyypillisesti käytössä olevat kohdepoistojärjestelmät, niiden tehokkuus ja käytettävyys. Tutkimus toteutettiin haastattelemalla leikkaussalien henkilökuntaa ja hakemalla viimeisimpiä tutkimustuloksia kirjallisuudesta. Lisäksi tehtiin epäpuhtauslaskelmia leikkaussalin anestesiakaasu- ja hiukkaspitoisuuksista. Haastatteluihin pyydettiin viiden sairaanhoitopiirin LVI-asiantuntijoita ja leikkaussalihenkilökuntaa.

Kirjallisuudessa esitettyjen tutkimustulosten perusteella käytössä olevilla kohdepoistoratkaisuilla saadaan tehokkaasti poistettua diatermian käytössä syntyvää savua ja operaatiossa syntyviä anestesiakaasuvuotoja. Taselaskelmien perusteella voidaan todeta, että anestesiakaasuvuotojen ensisijainen poistaminen kohdepoistoilla on tehokkaampaa kuin salin yleisilmanvaihtoa lisäämällä. Diatermian käytöstä syntyvät hiukkaspäästöt eivät ole leikkaussalin sisäilman laadun kannalta merkittäviä. Tästä huolimatta työntekijät saattavat työssään altistua hetkellisesti suurille hiukkaspitoisuuksille.

Diatermian käytöstä syntyvälle savulle altistumisen pitkäaikaisista vaikutuksista ei ole tällä hetkellä tutkimustuloksia. Kohdepoiston käyttöä savun poistamiseen voidaan perustella merkittävällä työolosuhteiden parantamisella. Kohdepoistojen käytöstä tulisi laatia parempia käytännön ohjeita leikkaussalin henkilökuntaa varten. Myös uudenlaisten kohdepoistojen kehittämiseksi nähtiin olevan tarvetta.

**Julkaisija:** Oulun ammattikorkeakoulu, Oamk

**Aikamääre:** Julkaistu 2019-06-26

**Pysyvä osoite:** <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2019052717152>

**Kieli:** suomi

**Suhde:** <http://urn.fi/URN:ISSN:1798-2022>, ePooki - Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut

**Oikeudet:** CC BY-NC-ND 4.0

### Näin viittaat tähän julkaisuun

Karjalainen, P. & Holopainen, R. 2019. Anestesia- ja savukaasujen hallinta leikkaussaleissa. ePooki. Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut 46. Hakupäivä xx.xx.xxxx. <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2019052717152>.