

Puhdas ilma leikkausosastoilla – tilojen hiukkaspitoisuudet, puhtausluokat ja painesuhteet

High-Tech sairaala – korkean hygienian hallinta sairaaloissa

Päätösseminaari 21.3.2012

Seppo Enbom ja Kimmo Heinonen, VTT

Sisältö

- Taustaa
- Tavoitearvoja
 - Hiukkaspitoisuudet (puhtausluokat)
 - Mikrobipitoisuudet
 - Painesuhteet
- Leikkaussalien ilmanjakoperiaatteet
- Mittausmenetelmät ja -tuloksia
 - Lepotilanne
 - Työtilanne
- Leikkaustoiminnan päästöjen hallinnasta
- Yhteenveto

Eräitä sairaalatiilojen ilmastoinnin ohjearvoja (Ryynänen 2007 http://www.ssty.fi/sivut/sairaala_lvi.pdf)

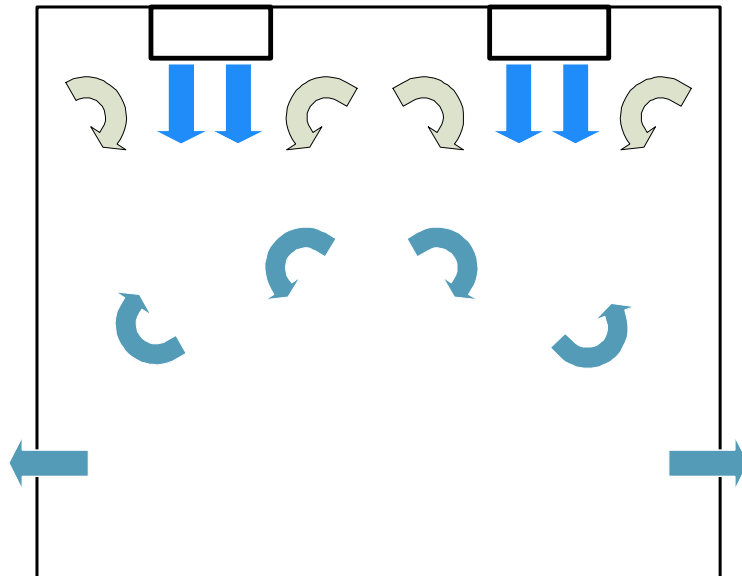
Tila	Ulkoilmavirta, dm ³ /s/m ²	Ilmanvaihto- kerroin, 1/h	Suodatus- luokka, F/H	Puhtaus- luokka	Painesuhde
Leikkaussali (korkea hygienia)	14 – 22	> 17	5 + 8 + 12	ISO 5	ylip. 15 Pa
Yleisleikkaussali	14 – 22	> 17	5 + 8 + 10	ISO 7	ylip. 10 – 15 Pa
Polikliiniset leikkaukset	14 - 22	> 17	5 + 8 + 10	ISO 7	ylip.
Infektioleikkauk- set	14 - 22	> 17	5 + 8 + 10	ISO 7	alip. 0 – 10 Pa
Välinehuolto, pesu	8	10 - 15	5 + 8		ylip.
Välinehuolto, sterilointi ja steriili varasto	8	10 - 15	5 + 8 + 10		ylip.
Tartuntaeristys	4	3 - 10	5 + 8	ISO 7	alip. 12 Pa
Suojaeristys	4		5 + 8 + 10	ISO 7	ylip 15 Pa

Leikkaussalien hiukkaspitoisuuteen vaikuttavia ohjearvoja

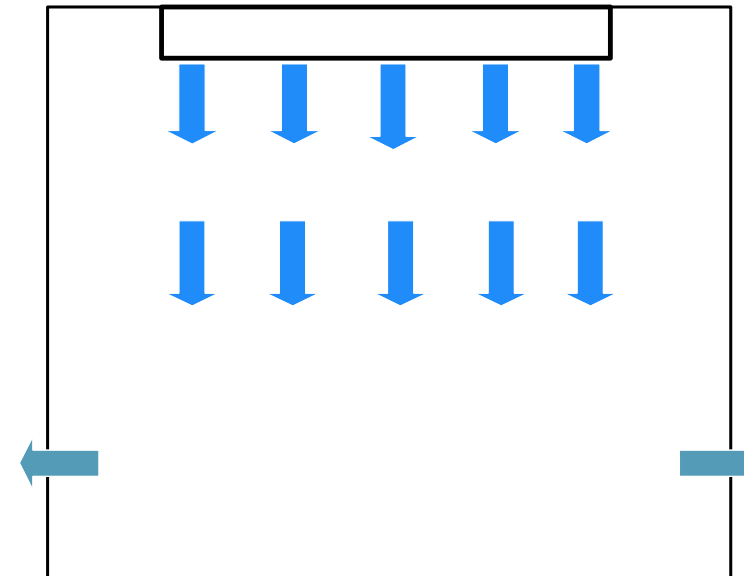
(Department of Health 2007 http://www.productclean.com/downloads/HTM_0301_Ventilation.pdf)

Tila	Ilmanvaihtokerroin, 1/h	Suodatusluokka, G/F/H	Painesuhde	Mikrobipitoisuus, cfu/m ³
Leikkaussali, korkea hygienia	25	G3 + H10	ylip. 25 Pa	Leikkausalueella leikkauksen aikana ≤ 10 cfu/m ³
Yleisleikkaussali	25	F7	ylip. 25 Pa	Salin keskellä, lepotilassa ≤ 10 cfu/m ³ ja toiminnan aikana ≤ 180 cfu/m ³

Erilaisia leikkaussalin tuloilman jakotapoja



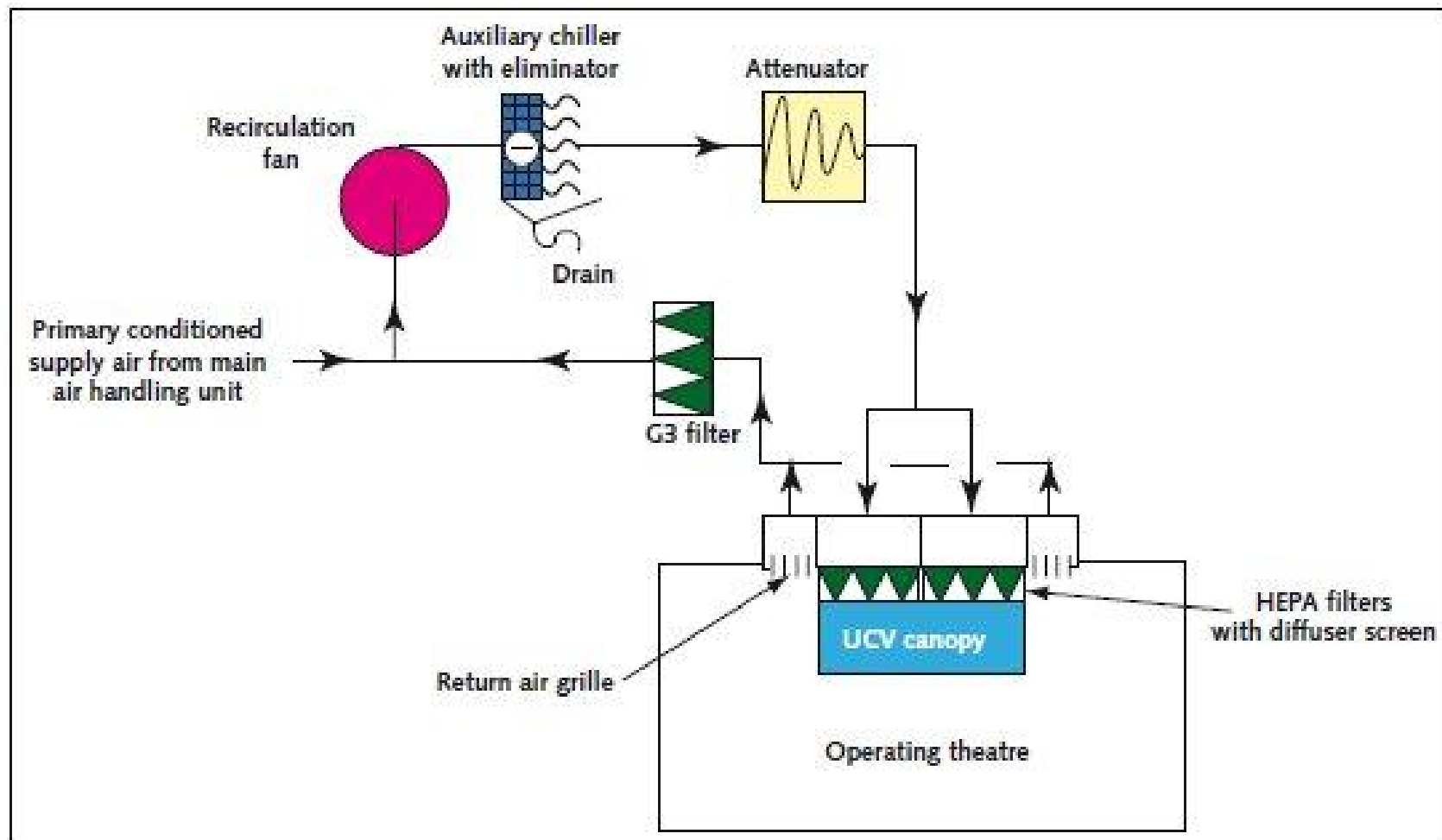
Sekoittava ilmanjako



Laminaarinen ilmanjako

Erittäin puhtaan leikkaussalin ilmastointiperiaate

(Department of Health 2007 http://www.productclean.com/downloads/HTM_0301_Ventilation.pdf)



Mittausmenetelmät

- Hiukkaspitoisuudet hiukkaslaskurilla
 - leikkaussaleissa lepotilassa standardin SFS EN ISO 14644-1 mukaan. Muissa toiminnan aikana.
 - leikkaussaleissa toiminnan aikana yksipistemittauksena (poisto, leikkausalue)
 - toiminnan ja pitoisuuden vaihtelu videomittausjärjestelmällä
- Mikrobit
 - näytteen keräys (Klotz FH 5 ja MAS-100 -keräimet)
 - näytteiden kasvatus ja kasvavien pesäkkeiden laskenta
- Paine-erot
 - mikromanometri

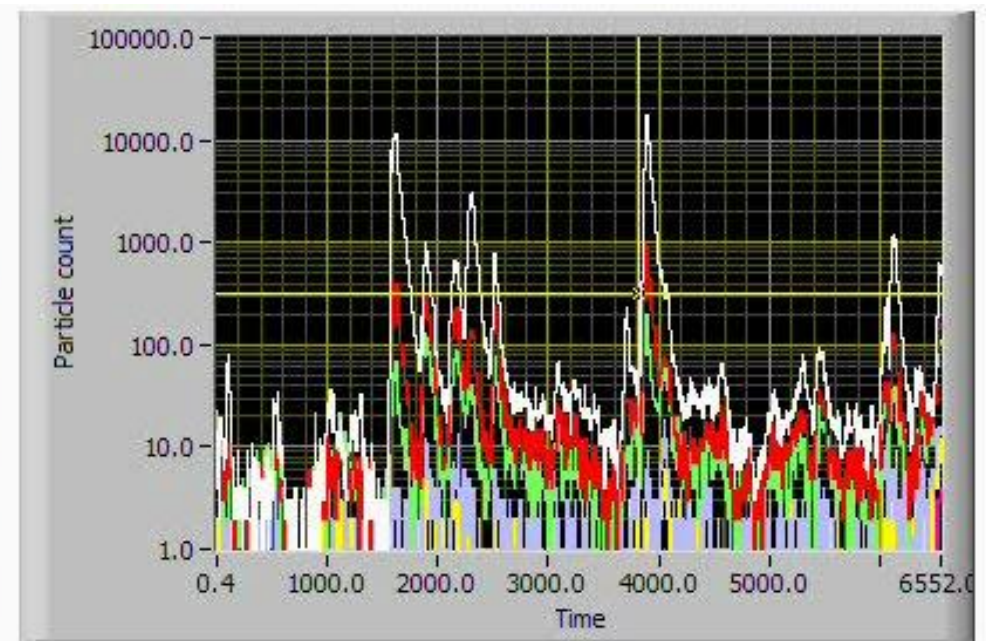
Leikkaussalien mittaustuloksia

Kohde/tilanne	ISO - luokka	Paine-ero salikäytävä, Pa	Huom!	Mikrobipitoisuus, cfu/m ³
Laminaarialue, lepo	5 - 6	-11 ... + 43	Painesäätö-ongelmia	
Lamiaarialueen ulkopuoli, lepo	5 - 6	-11 ... + 43	Painesäätö-ongelmia	
Sekoittava ilmanjako, lepo	6	0 ... + 5		
Leikkaustilanne, laminaarialueen ulkopuoli	7 - 8	+3 ... + 43	Henkilöiden ja leikkauksen hiukkaspäästöt	1.7 – 8.6 Lintukorpi ym. 2011
Leikkaustilanne, leikkausalue (laminaarinen ilmanjako)	> 9	+ 3 ... + 43	Henkilöiden ja leikkauksen hiukkaspäästöt	
Leikkaustilanne, sekoittava ilmanjako	7	+ 3	Pienimuotoinen leikkaus- - vähäiset päästöt	
Leikkauspöydän teko	7 - 8	0 ... + 43	Ovia auki	
Siivoustilanne	6 - 7	+ 3 ... +43		

Muiden tilojen mittaustuloksia

Kohde/tilanne	ISO - luokka	Paine-ero käytävällä, Pa	Huom!
Leikaussalikäytävä, työtilanne	7 - 8		
Tarvikevarastot, lepotilanne	7 - 8	0	Ovia auki
Steriilit varastot, lepotilanne	8	0	Ovia auki
Välinehuolto, työtilanne	7	- 0.7	
Eristyshuone, työtilanne	8	-0.7	
Eristyshuone, lepotilanne	7	0	
Eristyshuoneen sulku, työtilanne	8	0	

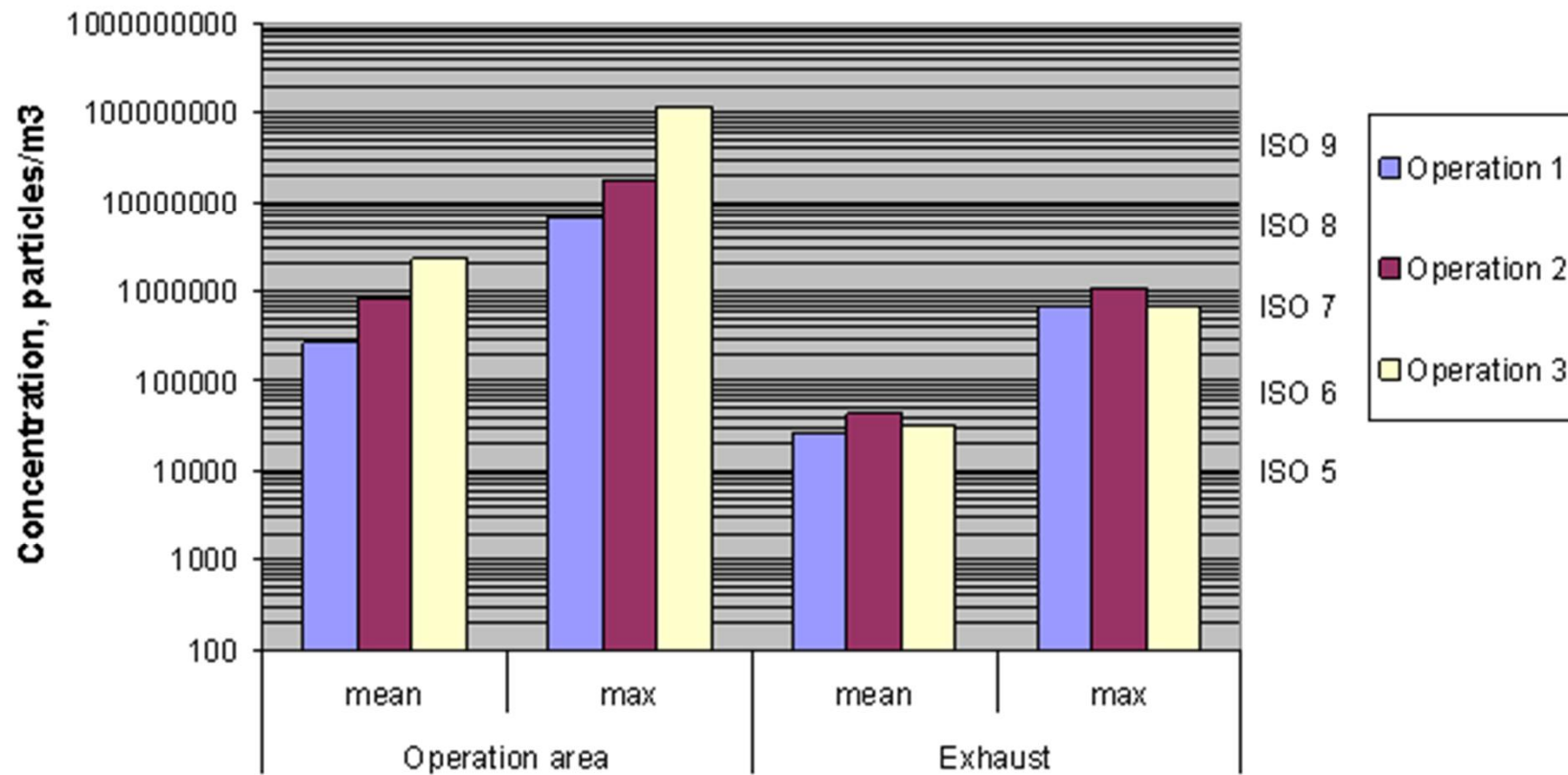
Hiukkaspitoisuuden vaihtelu leikkaussalin poistokohdassa



Hiukkaspitoisuus leikkauksen aikana (laminaarinen ilmanjako)

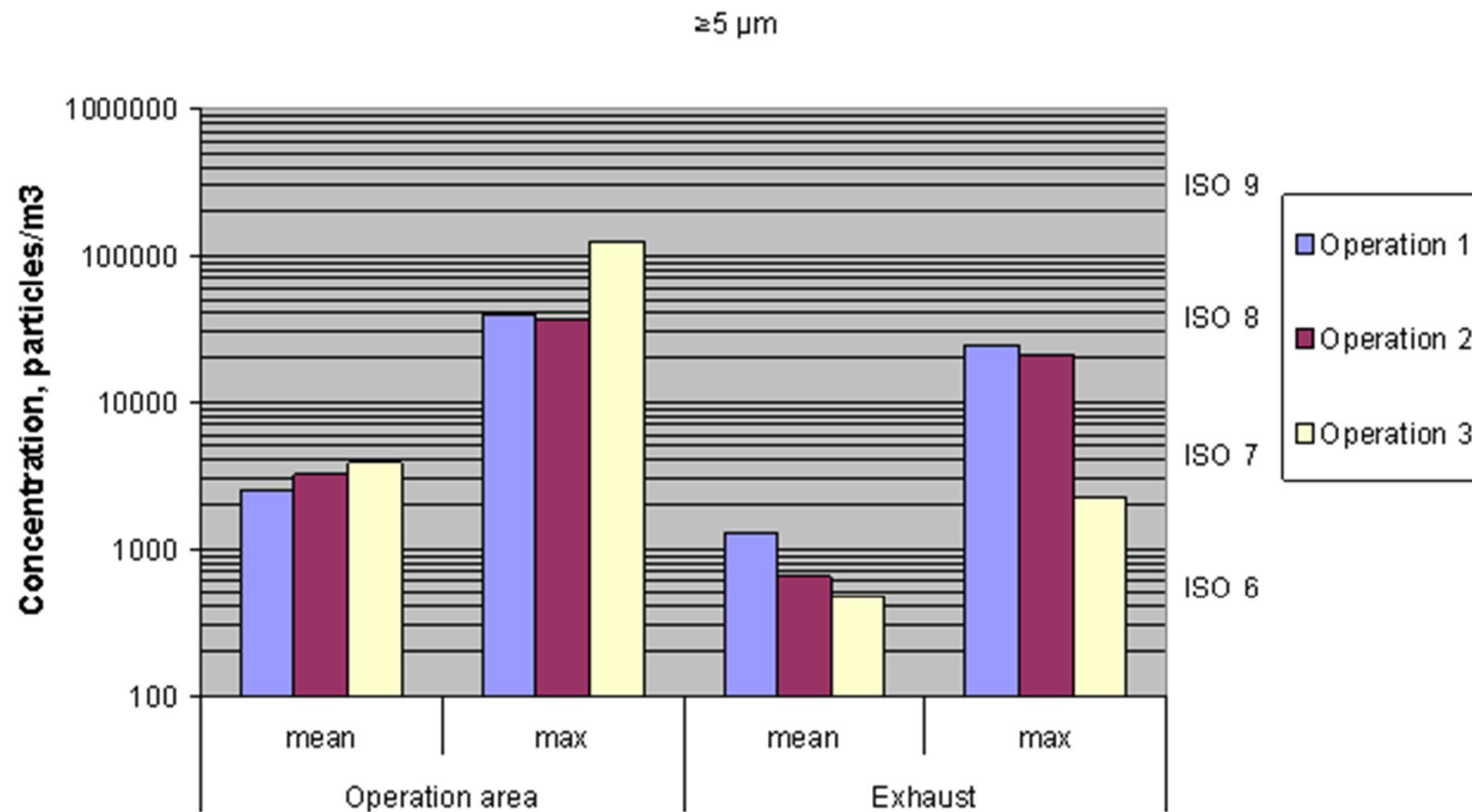
Hiukkaskoko $\geq 0.5 \mu\text{m}$

$\geq 0.5 \mu\text{m}$



Hiukkaspitoisuus leikkauksen aikana (laminaarinen ilmanjako)

Hiukkaskoko $\geq 5 \mu\text{m}$



Leikkauspäästöjen vähentäminen

- Diatermia- ja laserleikkauksissa pääsee ilmaan epäpuhtauksia (pienhiukkaset, kaasut)
- Leikkauksen pienhiukkaspäästöt nostavat leikkausalueen, leikkaussalin ja viereisten tilojen hiukkaspitoisuuksia
- Leikkauspäästöt aiheuttavat myös henkilökunnan altistumista



Diatermia-laitteeseen liitetty kohdepoisto

(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3180328/pdf/rcse9205-441b.pdf>)

Leikkausalueen hiukkaspitoisuuden alentaminen

- Laminaari-ilmanjaosta huolimatta leikkausalueelle kulkeutuu huomattavasti hiukkasia leikkausprosessista ja henkilöistä
- Leikkausalueen hiukkaspitoisuutta voidaan alentaa mm. leikkaukseen kohdepoistoin sekä leikkausalueelle suunnatulla puhtaalla ilman kohdepuhalluksella



Leikkausalueelle suunnattu puhtaalla ilman kohdepuhallus (Stocks, G., ym. 2011)

Tulosten tarkastelu

- Leikkaussalien painesuhteet eivät olleet riittävästi hallinnassa. Puutteita mm. paine-eromittareiden kunnossa. Myös ilmastoinnin säätö osateholle toiminnan päätyttyä aiheutti alipainetilanteita. Ei ole tarkoituksenmukaista päästää leikkaussaleja alipaineisiksi loppusiivouksen jälkeen.
- Kun painesuhteet olivat hallinnassa, puhtausluokat ISO 5 ja ISO 7 toteutuivat lepotilanteissa leikkausaleissa ja eristys huoneissa.
- Leikkaussalien hiukkaspitoisuudet toiminnan aikana olivat korkeita, ylittäen ajoittain leikkaussalikäytävän hiukkaspitoisuuden. Korkeat hiukkaspitoisuudet johtuivat leikkausprosessin päästöistä (pienet hiukkaset) ja henkilökunnan/asujen päästöistä (suuret hiukkaset).
- Mikrobipitoisuudet olivat alhaiset.
- Leikkaussalien työtapoja, kohdeilmanvaihtoa ja henkilökunnan asuja kehittämällä voidaan mahdollisesti vaikuttaa enemmän leikkaussalien hiukkaspitoisuuteen, kuin esim. koko salin ilmanvaihtoa lisäämällä.



**Thank you for your
attention!**