

Ilmavälitteisten infektioiden hallinta sairaaloiden eristystiloissa –eristystilojen suunnitteluun ja käyttöön liittyviä ohjeita

Enbom Seppo³, Heinonen Kimmo³, Holopainen Rauno², Hyttinen Marko¹, Kalliokoski Pentti¹, Kokkonen Anna¹, Kulmala Ilpo³, Kähkönen Erkki², Pasanen Pertti², Reijula Kari², Salmi Kari², Taipale Aimo³

¹Itä-Suomen yliopisto, Ympäristötieteen laitos, Kuopio

²Työterveyslaitos, Helsinki

³Teknologian tutkimuskeskus VTT, Tampere



ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO

Eristystilatutkimus 2009-2011: Ilmavälitteisten infektioiden hallinta sairaaloiden eristystiloissa

Tutkimuslaitokset:

Itä-Suomen yliopisto, Ympäristötieteen laitos

- Pentti Kalliokoski, Marko Hyttinen, Anna Kokkonen, Pertti Pasanen

Työterveyslaitos, Sisäilmateema

- Kari Reijula, Erkki Kähkönen, Rauno Holopainen, Kari Salmi

VTT

- Seppo Enbom, Aimo Taipale, Kimmo Heinonen, Kimmo Heinonen, Ilpo Kulmala, Eero Kokkonen

TEKES

Yritykset

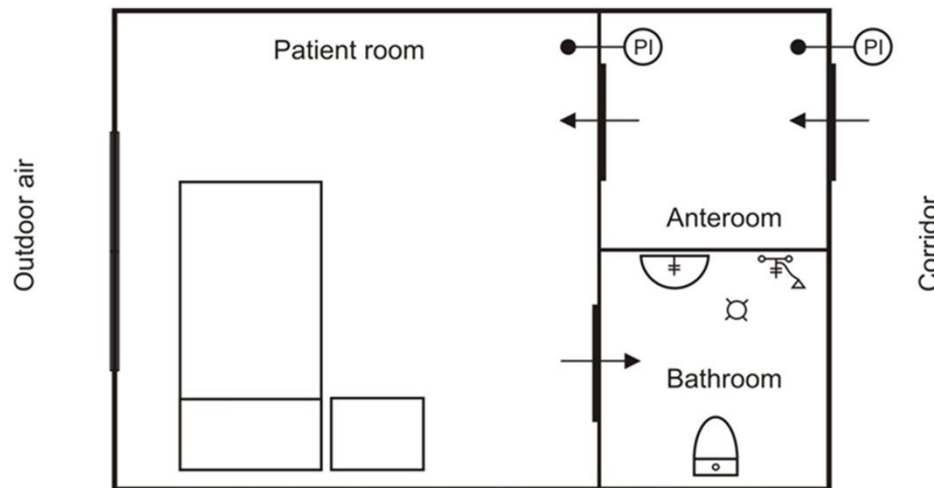
- Camfil Oy, Fanison Oy, Fläkt Woods Oy, Kojair Tech Oy, Oy Lifa Air Ltd
HUS-kiinteistöt Oy, Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä

Sairaalat

- HUS, KYS, PKSSK, TYKS



Sairaaloiden eristystilat ovat ali- tai ylipaineisia sulkuutilallisia huoneita, joiden tarkoituksena on suojata potilasta, hoitohenkilökuntaa ja vieraita tartuntavaarallisten sairauksien leviämiseltä (vesirokko/yleistynyt vyöruusu, tuhkarokko ja tuberkuloosi (TB), pandeemiset influenssat ja muut pandemiauhkaa aiheuttavat infektiot).



Hankkeen tausta

- Eristystiloja koskevien ohjeiden vaihtelevuus:
 - Eristystilojen alipainevaatimukset vaihtelevat 2,5Pa..30Pa ohjeesta riippuen
 - Ilmanvaihto: CDC (Centers for Control, Disease and Prevention), Uudet tilat 12 1/h, vanhat 6 1/h. (Australia 15 1/h)Mitatuissa ilmanvaihtomäärissä suurta vaihtelua 2-47 1/h . (Vedon tunne)
- Eristystiloissa on havaittu puutteita
 - Tutkituista tiloista 28-45% oli ylipaineisia (Fraser ym. 1993, Sutton ym. 1998, Pavelchak ym. 2000)
 - Savukokeet (Pavelchack 2000) Ilma liikkui puoleessa sairaalassa mitatuista kohteista "väärään suuntaan": potilashuoneesta sulkuutilaan. Jatkuvat toimiset monitorit eivät toimineet osassa kohteista.
- Rakenteiden tiiviyydestä tietoa vähän saatavilla.
- Lisätiedon tarve paine-erojen aiheuttamasta ilmavirtausten hallinnasta
- Yhtenäiset kansalliset ohjeet puuttuvat



Eristystilojen suunnittelussa on hyödynnetty aikaisempia ilmanvaihdon suunnitteluohjeita sekä usein noudatettu esim. USA:n eristystä koskevia suosituksia.

- SRMK D2 (suunnittelukäytäntö poikkeaa kuitenkin huomattavasti)
- Sisäilmastoluokitus 2008 (ei sisällä ilmavirtasuosituksia sairaaloille)
- SH1990 Sairaaloiden LVI-laitteiden hygienia, Sairaaliitto 1990
- SFS-EN ISO 14644-1 Osa 1 Puhtausluokitus
- TA1994, TAYS Sairaalatilojen sisäilma-olosuhteet, Tampereen yliopistollinen sairaala 1994. Ohjeistoja muutettu vastaamaan nykyistä vaatimustasoa (Jouko Ryyänen, Sairaalailmanvaihdon suunnitteluohjeita, 2007). Ladattavissa SSTY:n sivuilta.
- Guideline for isolation precautions: preventing transmission of infectious agents in healthcare settings, the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee 2007. <http://www.cdc.gov/ncidod/dhgp/isolation2007.pdf>
- CDC: Guidelines for preventing the transmission of Mycobacterium tuberculosis in health-care settings: MMWR 2005:54 . CDC. Washington, DC. 2005.
- American Institute of Architects: Guidelines for design and construction of health care facilities. Washington, DC: American Institute of Architects; 2006.



Paine-ero eristystilan ja käytävän välillä

- Paine-ero 12 Pa (alipaine)
 - Mitatut paine-erot (valmistumisvuosi 1994–2005) olivat eristys- ja sulkutilan välillä keskimäärin -3 Pa (-9–1 Pa) ja sulkutilan ja käytävän välillä -4 Pa (vaihtelu -8--1 Pa).
 - Uudemmissa eristystiloissa (valmistumisvuosi 2008–2011) vastaavat lukemat olivat: Eristys-sulku keskimäärin -3 Pa (-14–4 Pa) ja Sulku-käytävä keskimäärin -10 Pa (-16--1 Pa). (Salmi ym. 2012)
- Teknisten laitteiden toiminnan valvontajärjestelmä on ehdoton. Paine-eron tulee olla todettavissa tilassa ja valvomossa.
- Ilmanpaineistuksen huoltotarkistus tehdään 1–2 kertaa vuodessa (Havaintojen mukaan paine-eromittareissa ajautuma oli suurimmillaan noin 10 Pa)

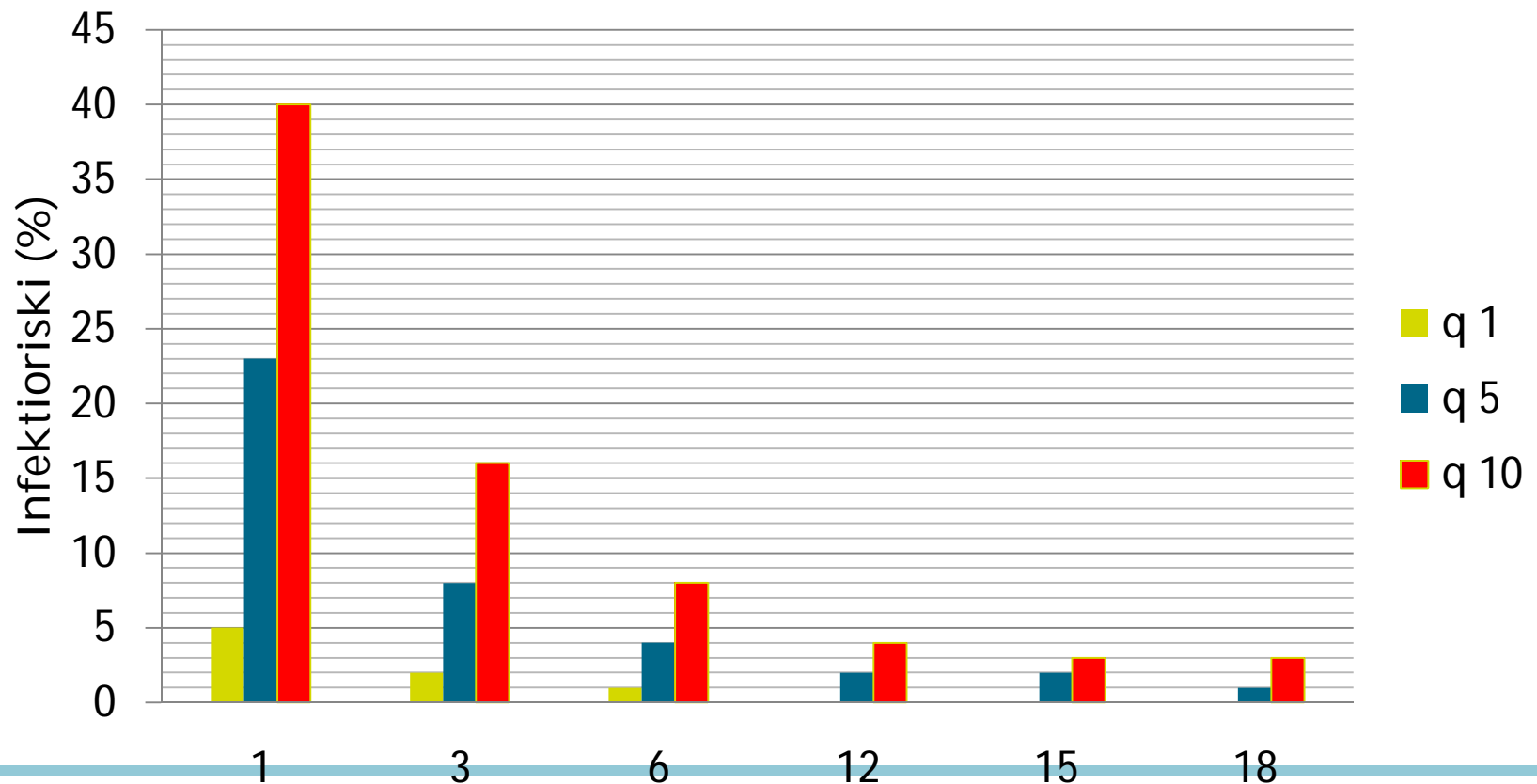


Ilmanvaihto

- Sekoittavassa ilmanjaossa suurella ilmanvaihtokertoimella laimennetaan infektiivien organismien pitoisuutta.
- Ilmanvaihtokertoimen ollessa alle 2 1/h, henkilökunnalla suurempi riski sairastua. (Menzies et al. 2000)
- Ilmanvaihtokertoimen tulee olla 12 1/h remontoitavissa tai rakennettavissa eristyshuoneissa ja vähintään 6 1/h olemassa olevissa eristyshuoneissa CDC (2005), AIA (2006) ja HICPAC (2007), Ylipalosaari 2010). Virtauksen tulee suuntautua puhtaalta alueelta potilasta kohti (CDC 2003).



Infektoriski 15 minuutin altistumisessa eri ilmanvaihtokertoimilla. Infektiota aiheuttavien mikrobiannosten tuottomäärät (q) 1, 5 ja 10 (Sairaalapotilailla (jos ei aerosoleja tuottavia toimenpiteitä) $q < 1$, keuhkoputkentähystyksen aikana q arvioitu olevan 4-6) (Atkinson ym., WHO publication 2007)



Tiiviys

- Mitattujen eristystilojen vuotoluku vaihteli 1– 15 1/h välillä.
- Ikkunat, ovet ja läpiviennit (sähköputkien liitokset) ovat kriittisiä. Erityisesti ulkoseinä pitäisi tiivistää huolellisesti, koska tiiviys on ainoa keino hallita tuulesta johtuvan painevaihtelun aiheuttamia vuotoja.
- Huoneen tulee olla rakenteiltaan tiivis: (ilmavuotoluku $n_{50} \leq 1,0$ 1/h.). Eristystilojen tiiviyydet tulee mitata ennen tilojen vastaanottoa ja tarvittaessa käytön aikana.



Yläkattorakenteet

Eristystiloissa tulisi välttää alaslasketta kattoa. Alaslasketun katon yläpuolella on paljon ilmanvaihtokanavia, putki- ja sähköasennuksia. Asennusten takia rakenteissa on paljon läpivientejä, jotka vanhemmissa eristystiloissa on vaikeasti ja huonosti tiivistettävissä.



Eristystilojen ikkunaratkaisuja



Eristystilojen oviratkaisuja



Suodattimet

- Tuloilmasuodatus on uusissa järjestelmissä varustettu HEPA-suodattimella. (Uusien eristystilojen monikäyttöisyyden mahdollistamiseksi (tartuntavaaralliset ja infektiokerkät potilaat. Potilas voi olla myös molempia) myös tulopuolella on HEPA suodatus).
- Ilma suodatetaan HEPA (H13/H14)-suodattimien kautta ulkoilmaan.
- Ennen HEPA-suodatinta olisi hyvä käyttää tulossa F7 ja F9-luokan suodattimia ja poistossa F7-luokan suodatin + HEPA.
- HEPA suodattimien toimivuus tarkistetaan säännöllisin väliajoin vähintään kerran vuodessa ja suodattimet vaihdetaan tarpeen mukaan. Huoltotarkastuksen ja suodattimien vaihdon ajankohta sekä tekijän nimi kirjataan huoltopapereihin
- Suodattimien vaihto tulee toteuttaa turvallisesti (huoltohenkilön oikea suojautuminen ja vaihtotapa, ns. kontaktiton vaihto).



Yhteenveto (Alipainehuoneet)

- Tartuntavaarallisten tautien osalta suojausvaatimus on korkea
 - Tavoitteena estää bioaerosolien leviäminen muihin tiloihin. Ilmanjako hoitajaa suojaava.
 - Ilmaeristyksen tekninen toteutus ei saa liikaa häiritä lääkinnällistä työtä
 - Sulkutilat, puhdistumisaika riittävän lyhyt
- Tekniset vaatimukset:
 - Huoneen tulee olla rakenteiltaan tiivis: (ilmavuotoluku $n_{50} \leq 1,0$ 1/h.).
 - Ilmanvaihtokerroin uudet 12 1/h ja vanhat 6 1/h
 - HEPA suodatus tulossa ja poistossa (H14)
 - Paine-ero 12 Pa (alipaine)
 - Huonekohtaiset poistoilmakoneet
 - Teknisten laitteiden toiminnan valvontajärjestelmä ehdoton
 - Paine-ero, todettavissa tilassa ja valvomossa



Julkaisut ja raportit

- Salmi K, Kähkönen E, Holopainen R ja Reijula K. (2012) Ilmavälitteisten infektioiden hallinta sairaaloiden eristystiloissa - loppuraportti: Mitatut Tiiviydet, paine-erot, ilmanvaihtuvuus, lämpöolot, ja kyselytulokset sekä ohjeita eristystilojen suunnittelulle. Työterveyslaitos.
- Salmi K, Holopainen R, Kähkönen E, Hyttinen M, Enbom S, Reijula K., 2011, Sairaaloiden eristystilojen vuotokohtia, Sisäilmastoseminaari 2011.
- Rautio A, Sairaaloiden eristystilojen toimivuuden tarkastelu ilmanvaihdon näkökulmasta. Merkkiaineiden käyttö epäpuhtauksien leviämisen tutkimisessa, Pro Gradu tutkielma
- Kokkonen A, Hyttinen M, Holopainen R, Kalliokoski P, Pasanen P, Epäpuhtauksien hallinta sairaaloiden eristystiloissa, Sisäilmastoseminaari 2011.
- Hyttinen M, Salmi K, Kähkönen E, Holopainen R, Enbom S, Reijula K, Pasanen P, Kalliokoski P, Ventilation performance of present airborne infection rooms in Finland, 2011, Indoor air 2011, Austin, 2p.1.
- Hyttinen M, Salmi K, Kähkönen E, Holopainen R, Enbom S, Pasanen P, Reijula K, Kokkonen A, Kallio-koski P, 2011, Kokemuksia nykyisten sairaaloiden eristystilojen toimivuudesta ilmanvaihdon näkökulmasta. Sisäilmastoseminaari 2011.
- Hyttinen M, Rautio A, Pasanen P, Reponen T, Earnest S, Streifeld A, Kalliokoski P, 2011, Airborne infection isolation rooms – a review of experimental studies, Indoor + Built, DOI: 10.1177/1420326X11409452.1.
- High-Tech hospital session, international seminar in Tampere, organized by Technical Research Centre of Finland VTT at 30th June 2011. (Poster presentation)



Kiitos mielenkiinnosta!

