Licence to Breathe, artikla 3: SARS-CoV-2 viruksen pisara- ja aerosolitartunta

” Aerosolihiukkaset jäävät leijumaan ilmaan ja niiden konsentraatio voi kasvaa ilmassa, jos lähde tuottaa lisää hiukkasia ja ilmavirtaukset ja ilmanvaihto ovat liian heikot laimentamaan ilmaa.”

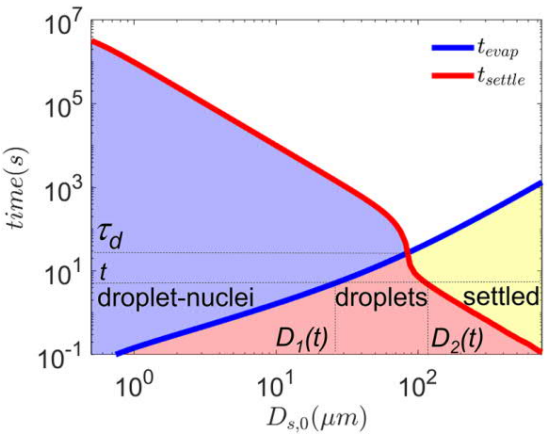
”Ilmavirtaukset ja suhteellinen kosteus voivat muuttaa merkittävästi tartuntadynamiikkaa pisara- ja aerosolitartunnan välillä.”

Tutkimusaiheen esittely ja Licence to Breathe -selvitykset

Ihmisen hengitysteistä voi irrota pieniä pisaroita, jotka voivat sisältää limassa ja syljessä olevia viruksia (Morawska et al., 2009). Näiden syntyvien hiukkasten kokojakaumaan ja määrään vaikuttaa mm. hengityksen voimakkuus, puhuminen, laulaminen, yskiminen ja aivastelu (Morawska et al., 2009; Asadi et al., 2019; Alsved et al., 2020). Raportoitujen pisarapäästöjen suuruusluokka on yhdestä hiukkasesta tuhansiin hiukkasiin sekunnissa (Asadi et al., 2019; Alsved et al., 2020; Stadnytskyi et al., 2020). Yskiminen ja aivastelu tuottaa suuremman määrän pisaroita lyhyessä ajassa ja niiden koko on myös suurempi kuin esim. rauhallisessa hengityksessä syntyvien pisaroiden, mutta toisaalta jatkuva hengitys voi tuottaa pidemmällä aikavälillä suuremman määrän pisaroita ilmaan (Morawska et al., 2009; Alsved et al., 2020).

Ilmasta kerätyistä alle 5 µm hiukkasista on löydetty SARS-CoV-2 viruksen RNA:ta, mutta se ei tarkoita sitä, että virus olisi infektiokykyinen (Liu et al., 2020). Elinkykyisiä viruksia on saatu kerättyä ilmanätteistä COVID-19 potilaiden lähettyviltä yli 2 metrin päästä (Lednicky et al., 2020). Laboratorio-olosuhteissa SARS-CoV-2 viruksia sisältävät ilmassa leijuvat pisarat ovat säilyneet elinkykyisenä jopa 3 tuntia ja keskimääräinen elinkyvyn puoliintumisaika oli noin 1 tunti (Van Doremalen et al., 2020).

Pisaroiden koko ja ilmankosteus vaikuttavat pisaroiden kuivumisaikaan siten, että pienimmät pisarat kuivuvat nopeammin kuin suuret pisarat (ks. kuva 1). Suuret yli 50 µm pisarat eivät yli 50% kosteudessa ehdi kuivumaan ennen kuin ne tipahtavat painovoiman vaikutuksesta melko nopeasti maahan, jolloin ne eivät ehdi levitä ilmavirtausten vaikutuksesta kovin kauas (Chaudhuri et al., 2020). Näiden pisaroiden aiheuttamaa infektiota kutsutaan pisaratartunnaksi, jonka infektioriski ulottuu noin 2 m päähän (Chaudhuri et al., 2020), mutta voimakas ilmavirtaus tai alhainen kosteus voivat pidentää pisaroiden lentoaikaa ilmassa ja siten aiheuttaa infektioriskin ulottumisen tätä kauemmaksikin. Pienemmät alle 50 µm pisarat kuivuvat nopeammin ja ovat kuivuneena alle 10 µm kokoisia, joten ne pystyvät leijailemaan ilmavirtausten mukana huomattavasti pidemmälle kuin suuret pisarat (Chaudhuri et al., 2020).



Kuva 1: Wellsin käyrä pisaroiden haihtumis- ja putoamisnopeudesta, RH=50% (Chaudhuri et al., 2020). Y-akseli kuvaa kuivumis- ja putoamisaikaa maahan. X-akseli kuvaa pisarakokoa.

Näitä pienempiä pisaroita ja kuivuneita hiukkasia kutsutaan aerosoleiksi ja niiden aiheuttamaa tartuntaa aerosolitartunnaksi, jonka infektioriski ulottuu jopa yli kymmenen metrin päähän (Chaudhuri et al., 2020).

Koska pisarakoko vaikuttaa niiden sisältämään virusten määrään, isot pisarat aiheuttavat suuremman infektioriskin joutuessaan ihmisen hengitysteihin ja limakalvoille kuin pienemmät aerosolihiukkaset. Aerosolihiukkaset jäävät leijumaan ilmaan ja niiden konsentraatio voi kasvaa ilmassa, jos lähde tuottaa lisää pisaroita ja ilmavirtaukset ja ilmanvaihto ovat liian heikot laimentamaan ilmaa. Tällöin aerosolien aiheuttama infektioriski kasvaa ja voi kantautua huomattavasti pidemmälle kuin pisaroiden aiheuttama tartuntariski. Suojautuminen aerosolihiukkasia vastaan on myös hankalampaa, koska ne kulkeutuvat helpommin virtausten mukana kasvomaskien läpi ja raoista. Eräässä tutkimuksessa arvioitiin, että 1 min ääneen puhuminen tuottaa vähintään 1000 SARS-CoV-2 virusta sisältävää pisaranydintä, jotka pysyvät ilmassa yli 8 minuutin ajan (Stadnytskyi et al., 2020).

Licence to Breathe -selvitysten tärkeimmät havainnot

- Hengitysteistä irtoavien viruksia sisältävien pisaroiden määrä ja kokojakauma vaihtelee valtavasti eri tilanteissa ja eri yksilöiden välillä.
- Pisaratartunta dominoi lähietäisyyden tartuntoja (< 2 m), mutta aerosolitartunta voi ulottua jopa yli 10 m päähän ja vaikuttaa tilassa pidemmän aikaa.
- Heikko ilmanvaihto ja alhainen kosteus kasvattaa aerosolitartunnan riskiä.

Hankkeen aikana tunnistetut tutkimushaasteet

SARS-CoV-2 viruksen pisara- ja aerosolitartuntaan liittyy vielä paljon tutkittavaa. Keskeisiä tutkimuskohteita ovat mm. hengitysteistä irtoavien pisaroiden määrä ja kokojakauma erilaisissa tilanteissa, miten pisarat kuivuvat ja leviävät ympäristöön, miten pitkään pisarat pysyvät infektiivisinä ja mikä on infektioon tarvittava annos.

Licence to Breathe -hankkeen muodostamat tutkimuskysymykset

- Mikä on hengitysteistä irtoavien hiukkasten määrä ja kokojakauma eri tilanteissa ja miten ne leviävät ympäristöön?
- Miten tehokkaasti nämä hiukkaset voivat tartuttaa virusta ja miten pitkään ne pysyvät infektiivisenä?
- Miten suuri on näiden hiukkasten kautta saatu tartuttava annos, joka aiheuttaa sairastumisen?

Lisätietoja

Sampo Saari (sampo.saari@tuni.fi)

Lähteet

Alsved et al. (2020). *Exhaled respiratory particles during singing and talking.* Aerosol Science and Technology, 54(11), 1245-1248.

Asadi et al. (2019). *Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness.* Scientific reports, 9(1), 1-10.

Chaudhuri et al. (2020). *Analyzing the dominant SARS-CoV-2 transmission routes toward an ab initio disease spread model.* Physics of Fluids, 32(12), 123306.

Lednicky et al. (2020). *Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients.* International Journal of Infectious Diseases, 100, 476-482.

Liu et al. (2020). *Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals.* Nature, 582(7813), 557-560.

Morawska et al. (2009). *Size distribution and sites of origin of droplets expelled from the human respiratory tract during expiratory activities.* Journal of Aerosol Science, 40(3), 256-269.

Stadnytskyi et al. (2020). *The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission.* Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(22), 11875-11877.

Van Doremalen et al. (2020). *Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1.* New England journal of medicine, 382(16), 1564-1567.