

# KORONAVIRUKSEN LEVIÄMINEN JA KASVOMASKIT

**Kaarle Hämeri,**

*Helsingin yliopiston kansleri, aerosolifysiikan professori*

**M**aailma on kärsinyt koronaviruksen, tarkemmin sanottuna Covid-19 tai vielä tarkemmin SARS-CoV-2 -viruksen aiheuttamasta pandemiasta vuoden 2020 alkupuolelta lähtien. Pandemia ymmärrettiin pian vaaralliseksi ja tutkijayhteisöissä aloitettiin nopeasti monenlaiset tutkimukset viruksen leviämiseen, tartunnan aiheutumiseen, sairastumiseen ja hoitamiseen liittyen. Tämän lisäksi tutkimuksia on tehty myös suojautumisen ymmärtämiseksi ja sitä kautta oikeiden suositusten antamiseksi. Monia tutkimuksia on saatu tehdyksi ja raportoiduksi nopeassa tahdissa. Tiedon ja ymmärryksen lisääntymistä on luonnollisesti nopeuttanut eri aloilla toimivien tutkijoiden aiemmat tutkimukset ja niistä syntynyt osaaminen. Viruksia, leviämistä, sairastumisia ja niihin liittyvää suojautumista on tutkittu aiemminkin, vaikkei tietenkään juuri tähän uuteen virukseen liittyen.

Virusten leviämisen tyypilliset reitit tiedetään ennestään ja Covid-19 -viruksen osalta tilanne on suurelta osin samanlainen. Virus leviää tilanteissa, joissa tartunnan saanut

henkilö uloshengittää pisaroita ja hyvin pieniä hiukkasia, joissa on mukana viruksia. Tutkijat kutsuvat näitä pieniä hiukkasia aerosolihiukkasiksi. Raja aerosolihiukkasten ja suurempien pisaroiden välillä ei ole täsmällinen, mutta ajatuksena on, että isot pisarat putoavat nopeasti, kun taas aerosolihiukkaset jäävät leijumaan ilmaan pitkiksi ajoiksi. Isoille pisaroille on myös mahdollista ballistiset törmäykset pinnoille tilanteissa, joissa pisarat lentävät esimerkiksi aivastuksen aiheuttamalla alkunopeudella. Aerosolihiukkaset vastaavasti relaxoituvat nopeasti ilmassa ja liikkuvat ilmavirtauksia seuraten. Karkea raja pisaroiden ja aerosolihiukkasten halkaisijoiden välillä on noin 100  $\mu\text{m}$ .

Pisarat ja aerosolihiukkaset joutuvat muiden ihmisten hengitykseen tai ne voivat laskeutua silmiin, nenään tai suuhun. Joissain tapauksissa ne voivat kontaminoida pintoja, joita ihmiset koskettelevat. Nyrkkisääntönä monissa maissa pidetään noin kahden metrin rajaa, jota lähempänä virus tartunnat ovat todennäköisiä, vaikka heikos-

ti tuulettuvissa sisätiloissa aerosolihiukkas-  
ten pitoisuudet saattavat olla suuria kauem-  
panakin.

Covid-19 -virus tarttuu pääsääntöisesti  
kolmella tavalla:

- Hengittämällä ilmaa sairaan ihmisen lähellä ja saamalla aerosolimuodossa esiintyviä viruksia hengityselimistöön.
- Saamalla viruksia sisältäviä pisaroita ja hiukkasia silmiin, nenään tai suuhun. Tämä tapahtuu erityisesti sairaan henkilön aivastusten ja yskimisen johdosta.
- Koskettelemalla silmiä, nenää tai suuta käsillä, joissa on viruksia.

## SUOJAUTUMINEN

Covid-19 -virukselta suojautuminen tapah-  
tuu samoilla keinoilla kuin muiltakin tarttu-  
vilta taudeilta suojautuminen. Suojautumi-  
sen tärkein tapa on rokotusten ottaminen.  
Rokotus suojaa itseä ja sen kautta myös  
muita ihmisiä ympärillä. Riittävällä rokote-  
kattavuudella saavutetaan tilanne, jossa tart-  
tuva tauti ei pääse leviämään epidemian tai  
pandemian tavoin.

Suojautumista voi tehdä tai parantaa myös  
muilla keinoilla. Yhteiskunnassa tärkeim-  
miksi keinoiksi on otettu kasvomaskien  
käyttö, etäisyyden pitäminen muihin ihmi-  
siin, suurten väkijoukkojen välttäminen,  
pysyttely poissa huonosti tuulettuvista sisä-  
tiloista, käsien pesu sekä yskimisen ja ai-  
vastuksen tekeminen muita suojaten. Tilan-  
ne on pandemian aikana muodostunut kui-  
tenkin kansalaisten kannalta hankalaksi,

kun eri viranomaisilta ja muilta toimijoilta  
on tullut erilaista ohjeistusta, joka näin jäl-  
keen päin ajatellen ei aina ole perustunut  
tutkittuun tietoon.

Eräs merkittävimmistä tapahtumista oli  
Maailman terveysjärjestön WHO:n twitter-  
postaus maaliskuun 28. päivä 2020. Tuol-  
loin WHO julkaisi tiedotteen tunnisteella  
”#COVID-19 is NOT airborne” väittäen,  
että virus ei esiinny aerosolimuodossa ja  
tästä johdosta virus ei viivy ilmassa pitkiä  
aikoja.

Aerosolitutkijoiden oli vaikea argumentoida  
tilanteessa, sillä tässä oli kyseessä tyypilli-  
nen monitieteinen kysymys. Aerosolitutki-  
mus pystyy kyllä nopeasti antamaan täsmäl-  
lisiä vastauksia eri tiloissa esiintyvistä aero-  
soleista, niiden käyttäytymisestä ja ihmisten  
altistumisesta hiukkasille. Tämän lisäksi  
tarvitaan kuitenkin tietoa virusten esiinty-  
misestä aerosolihiukkasissa: minkä kokoi-  
sissa hiukkasissa viruksia esiintyy ja kuinka  
paljon, mitkä ovat kriittiset altistumiset ja  
annokset, joilla virus aiheuttaa tartunnan ja  
sairastumisen. Näiden kysymysten selvit-  
täminen alkoi luonnollisesti heti, mutta kes-  
tää aikansa ennen kuin tulokset valmistuvat,  
tutkimukset vertaisarvioidaan ja julkaistaan  
sekä ennen kaikkea ennen kuin tietoisuus  
saavuttaa viranomaiset, median ja lopulta  
kansalaiset. Prosessia pyrittiin toki kiireh-  
timään akuutin pandemian levitessä mm.  
julkaisemalla tuloksia mediassa jo ennen  
tieteellisen julkaisun valmistumista.

Nykytiedon mukaan on todennäköistä, että Covid-19 -viruksen pääasiallinen leviäminen, altistus ja tartunnat tapahtuvat nimenomaan aerosolimuodossa ja niinpä torjuntakeinoissa ja -suosituksissa on keskitytty tähän lähtökohtaan. Sittemmin myös WHO ja muut tahot ovat tunnistanee aerosolien merkityksen taudin leviämisessä ja muuttaneet suosituksiaan.

Aerosolien mukana tapahtuvan leviämisen ymmärtäminen on selittänyt myös monia laajoja sairastumisia, kuten tilanteet Musiikkitalossa keväällä 2020 tai Wuhanin sairaaloissa alkuvuodesta 2020.

### **KASVOMASKIT SUOJAUSKEINONA**

Kasvomaskin käyttösuositukset perustuvat ajatukseen estää viruksen kulkeutuminen hengityksen mukana maskia käyttävän henkilön elimistöön. Toisin päin ajateltuna maski estää myös tartunnan saaneen henkilön hengityksestä, aivastuksista tai yskimisestä aiheutuvaa viruksen leviämistä ympäristöön. Tehokkainta maskin suojaus onkin, kun sekä tartunnan lähde että kohde suojautuvat samanaikaisesti.

Maskin käyttö on luonnollisesti tärkeintä tilanteissa, joissa viruspitoisuudet ovat korkeita. Tämä tapahtuu ensisijaisesti sisätiloissa, joissa tilan koko on pieni ja ihmismäärät suuria. Ulkotiloissa viruspitoisuudet laimenevat nopeasti ilmavirtausten johdosta ja kasvomaskia ei tarvitse tyypillisesti käyttää. Keskeisiä tiloja, joissa maskin käyttö on suositeltavaa ovat esimerkiksi

joukkoliikennevälineet, asemat ja odotustilat, joissa ihmisiä on paljon ja lisäksi he tulevat monista eri ihmisjoukoista levittäen siten tartuntoja laajalle.

### **KASVOMASKIN TOIMINTA**

Kasvomaskit toimivat kuten mitkä tahansa suodattimet ja niiden fysikaaliset toimintaperiaatteet ovat hyvin tiedossa. Maskien suodatusta ajatellen, on tärkeä ymmärtää, että suodatettavat aerosoli-hiukkaset ovat halkaisijaltaan hyvin paljon pienempiä kuin suodattimien raot. Suodatus ei siis tapahdu sen johdosta, etteivätkö hiukkaset mahtuisi läpi. Suodatus perustuukin ensisijaisesti kahteen fysikaaliseen ilmiöön: massan hitaudesta seuraavaan impaktioon ja pienimpien hiukkasten diffuusioon. Ilmavirtauksen kulkiessa suodatusmateriaalin läpi, ilma joutuu mutkaiseen liikkeeseen. Mutkissa eivät suuremmat hiukkaset eivät pysty seuraamaan virtausta, vaan törmäävät suodatusmateriaaliin ja tarttuvat kiinni. Impaktio on merkittäväntä halkaisijaltaan noin yhden  $\mu\text{m}$ :n kokoisille ja suuremmille hiukkasille. Aivan pienimmille hiukkasille keskeinen ilmiö on Brownin liikkeeseen perustuva diffuusio, joka liikuttaa hiukkasia pois virtauksesta ja aika ajoin aiheuttaa törmäyksiä suodatusmateriaaliin. Tämä ilmiö on tärkein halkaisijaltaan noin  $0,1 \mu\text{m}$ :n ja sitä pienemmille hiukkasille. Hiukkaset voivat tarttua suodatusmateriaaliin myös kun ilmavirtaus kulkee hyvin läheltä materiaalia. Kaikkien fysikaalisten mekanismien yhteisvaikutuksena suodatin, tässä tapauksessa kasvomaski, suodattaa eri mekanismein kaiken

kokoisia hiukkasia. Paremmat suodattimet suuremmalla keräystehokkuudella ja huonommat pienemmällä.

Euroopan unionissa kasvomaskeja luokitellaan FFP-luokilla. Muilla alueilla on muita järjestelmiä ja vastaavuuksista löytyy tietoa helposti. Tyypilliset myynissä olevat maskit ovat luokissa FFP1, FFP2 ja FFP3, suuremman numeron viitatessa parempaan. Maskien luokittelussa kiinnitetään huomio ensisijaisesti kokonaissuodatustehokkuuteen (rajoina 80 %, 94 % ja 99 % maskiluokan mukaan) sekä vuodon osuuteen (25 %, 11 % ja 5 % vastaavasti). Hyvin merkittävää on siis maskin istuvuus kasvoille ja reunojen tiiviys. Ilma tulee sieltä mistä sen on helpointa tulla ja altistus suurenee oleellisesti, jos maski ei istu kunnolla. Tyypillinen suositeltu maski on luokkaa FFP2 ja tätä vastaa esim. Yhdysvalloissa luokka N95. Joissain maskeissa on uloshengitystä helpottava venttiili. Tällöin uloshengittyvää ilmaa ei suodateta eikä kyseisiä maskityyppejä suositella tarttuvilta taudeilta suojautumistarkoituksiin.

Varsinaisten hengityssuojainten lisäksi torjunnassa käytetään paljon kirurgisia suu- ja nenäsuojuksia. Näiden osalta suodatustehokkuus on selvästi suojaimia heikompi

johtuen jo niiden huomattavasti huonommasta istuvuudesta kasvoilla (suodatustehokkuuksia on raportoitu laajalla välillä 30-70 %). Suojusten ensisijainen käyttötarkoitus onkin estää yskimisessä ja aivastuksissa syntyvien pisaroiden leviäminen ympäristöön. Jos sekä tartunnanlähde että -kohde käyttävät suojainta, altistus vähenee kuitenkin jonkin verran ja väestön mittakaavassa suojaimet auttavat vähentämään tartuntoja.

Kaikkein heikoimmin suojaavat kangasmaskit, joita ei ole tehty hiukkasten suodattamiseen tarkoitetusta materiaalista. Niiden käytöllä voi jopa olla negatiivisia vaikutuksia, jos ne antavat aiheetta turvallisuuden tunteen ja vähentävät muiden suojausmenetelmien käyttöä.

#### Viitteitä:

<https://cen.acs.org/biological-chemistry/infectious-disease/Aerosol-expert-Jose-Luis-Jimenez/99/i1>

<https://science.sciencemag.org/content/368/6498/1422>

<https://science.sciencemag.org/content/372/6549/1439/tab-pdf>

<https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.abc6197>

---