

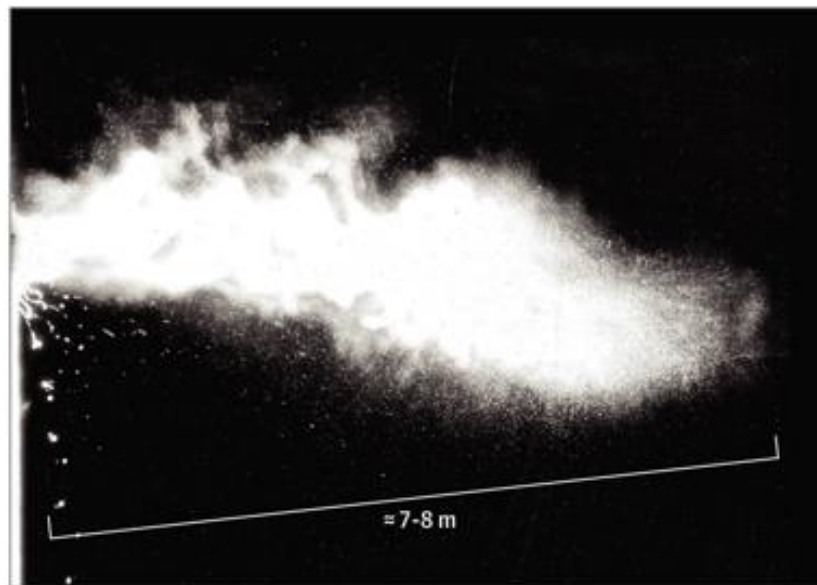
Hengitystievirusten leviäminen

Tytti Vuorinen

Tyks ja Ty

Hengitystievirukset

- Influenssa A
- Adenovirus
- Parainfluenssavirus
- Rinovirus
- Enterovirus
- Koronavirus
- Metapneumovirus
- SARS-1 koronavirus
- MERS
- SARS-2 koronavirus



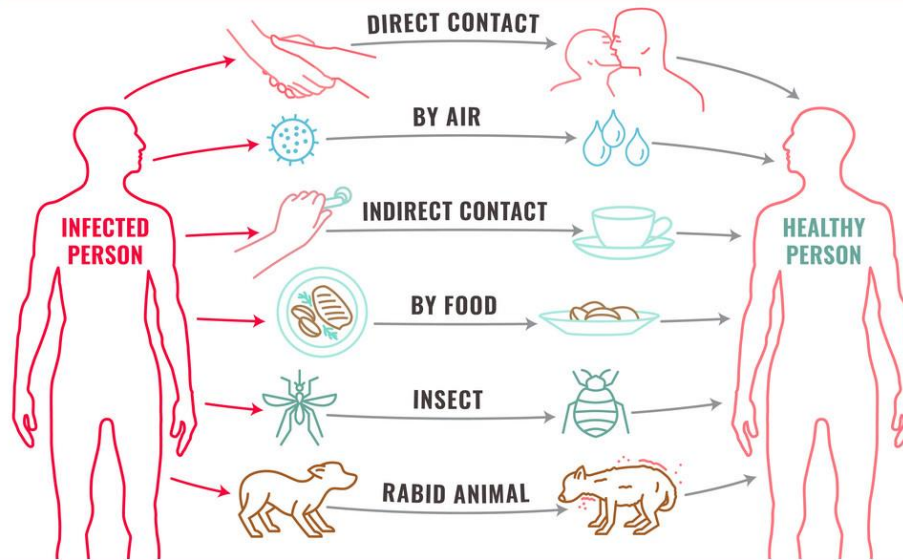
Observations Made During
The Epidemic Of Measles On
The Faroe Islands In
The Year 1846

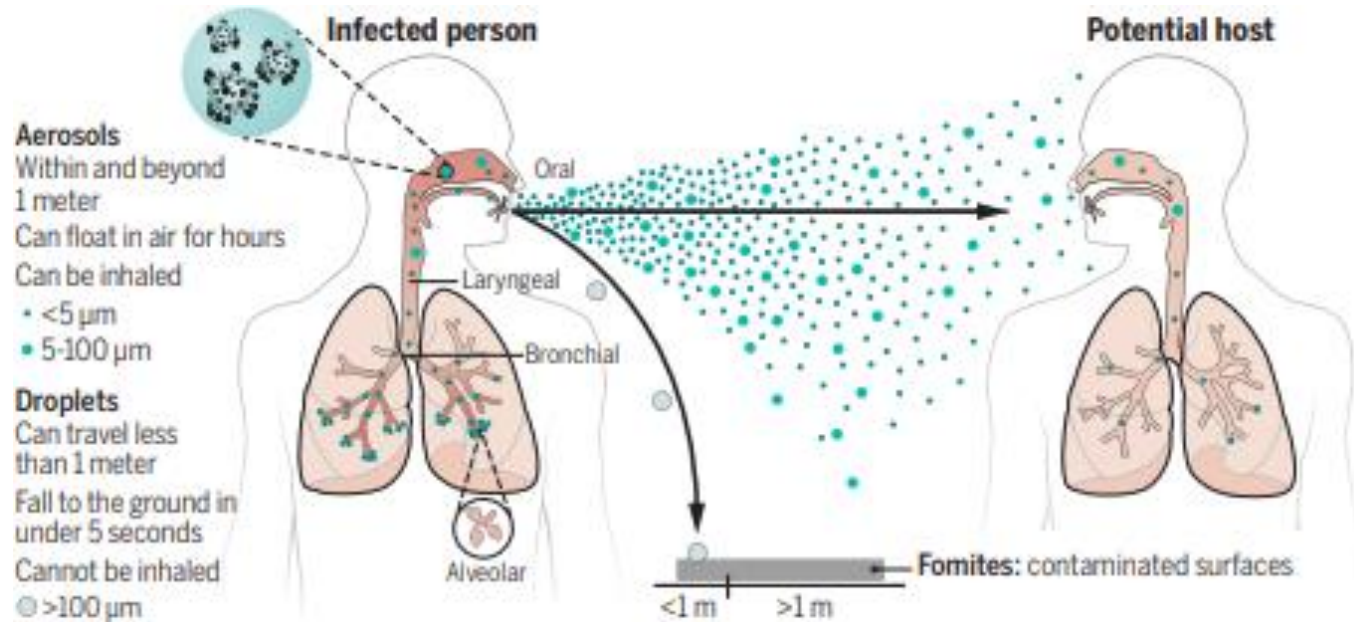
By
Peter Ludwig Panum
Candidate in Medicine and Surgery

Hengitystievirukset tarttuvat:

- Suora kontakti
- Epäsuora kontakti
- Ilman välityksellä

TYPES OF DISEASE TRANSMISSION





- Suuret pisarat $< 100\ \mu\text{m}$ laskeutuvat alas
- Pienemmät pisarat kuivuvat nopeasti n. $5\ \mu\text{m}$ hiukkasiksi (droplet nuclei), leijuvat ilmassa
- myös hiukkasissa kuivunutta eritettä, mikrobeja, elektrolyyttejä jne.
- Hiukkaset laskeutuvat n. $1\ \text{cm}/\text{min}$, jos ei ilmavirtausta
- Ilmavirtaukset, lämpötila, ilmankosteus vaikuttavat kulkeutumiseen

Phase 1

Generation and exhalation

- Generation mechanisms
- Viral load at generation sites
- Size distribution of exhaled aerosols
- Number of virions in aerosol

Phase 2

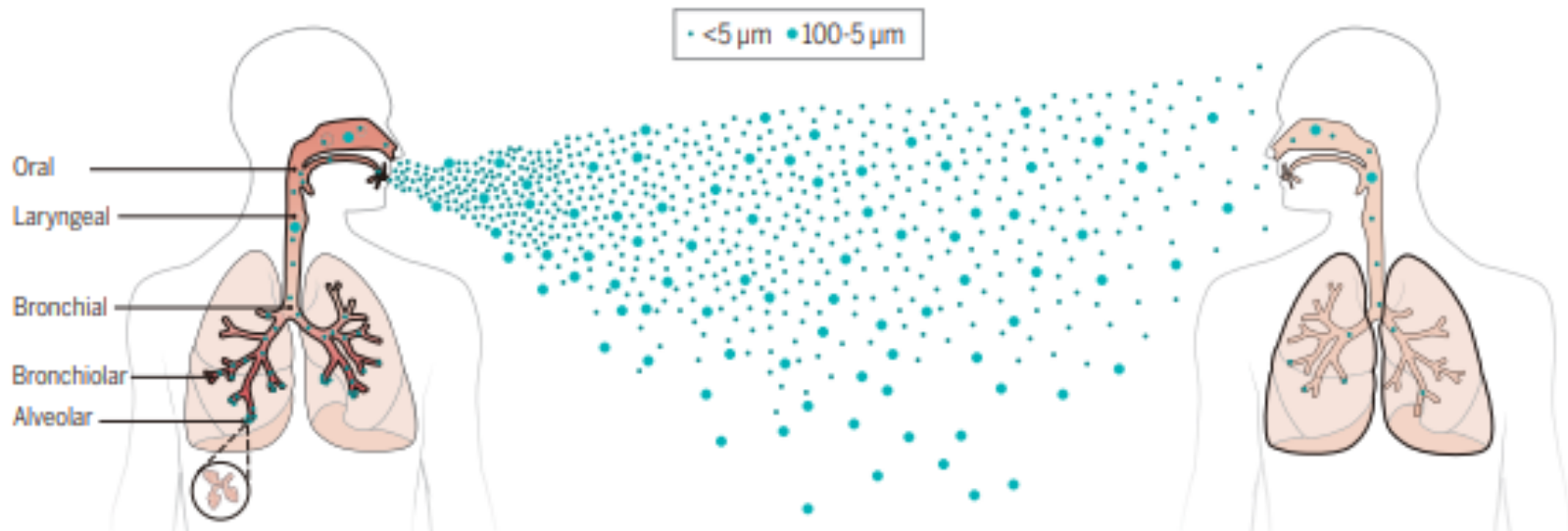
Transport

- Settling velocity and residence time in air
- Size change during transport
- Persistence of viruses in aerosols
- Environmental factors: temperature, humidity, airflow and ventilation, UV radiation

Phase 3

Inhalation, deposition and infection

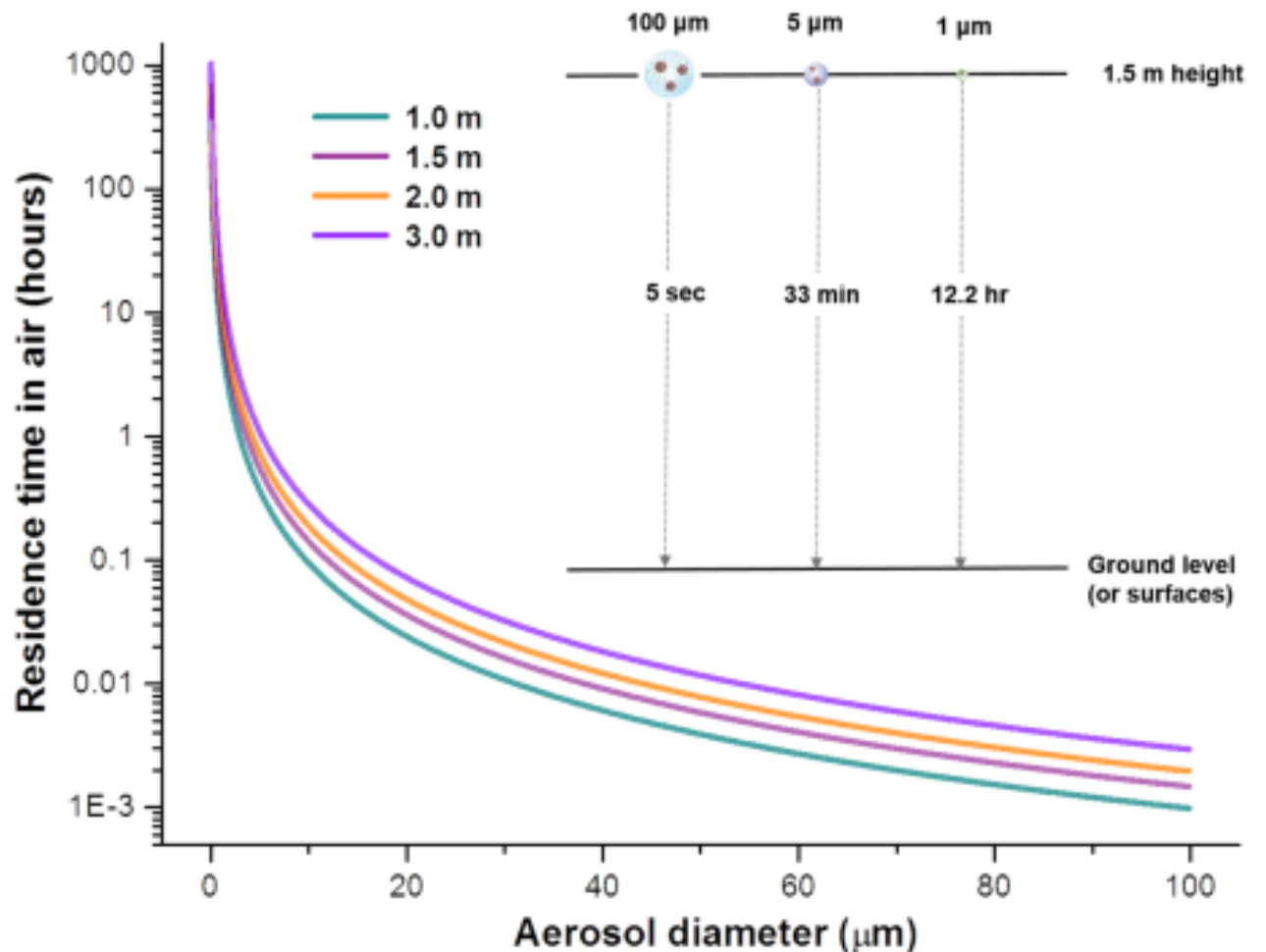
- Size distribution of inhalable aerosols
- Deposition mechanisms
- Size-dependent deposition sites
- Deposition site susceptibility



Aerosolien muodostuminen

- Syntyy hengitysteiden eri osista useilla mekanismeilla
- Puhuminen, aivastaminen ja yskiminen synnyttävät erikokoisia partikkeleita, joilla eri nopeus
- Virusmäärä erilainen partikkeleissa
- Myös hengitysteiden virusmäärä vaikuttaa
- Aerosoleissa partikkelit $0.1\ \mu\text{m}$ - $5.0\ \mu\text{m}$
- Isot pisarat puhuessa $123\ \mu\text{m}$, yskiessä $123\ \mu\text{m}$
- Puhuessa syntyy 100-1000 x enemmän aerosoleja kuin pisaroita
- Puhuessa 7200 aerosolipartikkelia / 1 l uloshengitettyä ilmaa
- Virukset rikastuvat aerosoleihin, vaihtelee viruksittain
- COVID-19 koronavirusta voi hengityksessä vapautua 10^5 - 10^7 viruspartikkelia tunnissa

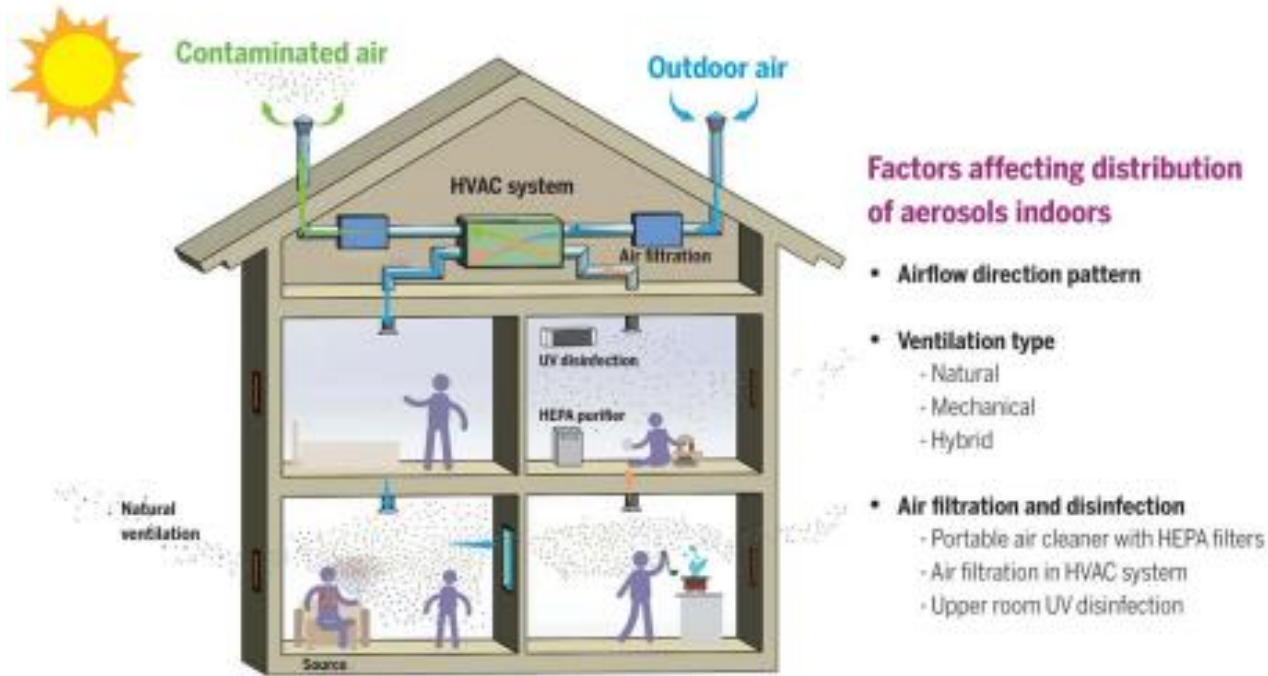
Aerosolien säilyminen ilmassa



Virusten säilyminen aerosoleissa

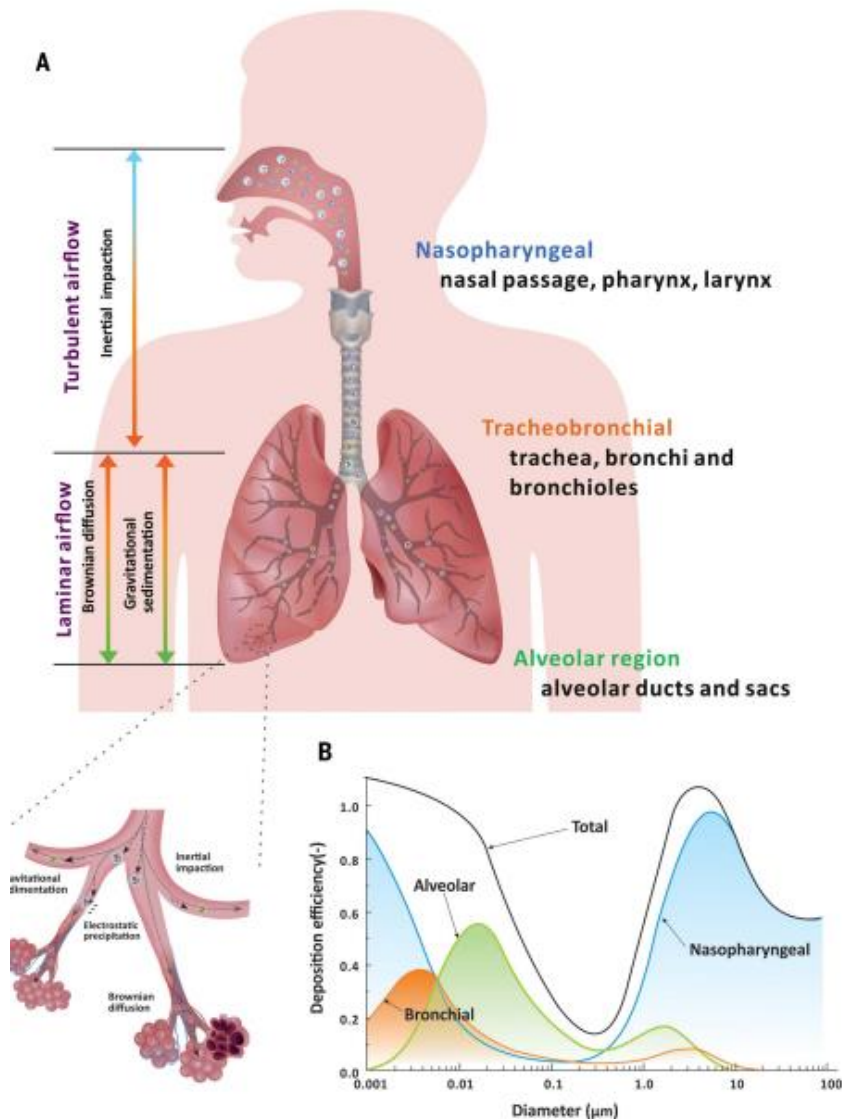
- Inaktivoituminen vaihtelee viruksittain
- Vaikuttaa ilman kosteus, lämpötila, UV säteilyn määrä, aerosolin kemiallinen koostumus
- Lähes täydellinen inaktivoituminen vaihtelee tunneista kuukausiin
- Laboratorio-olosuhteissa SARS-2 koronavirus inaktivoituu 1-3 tunnissa

Ympäristötekijät

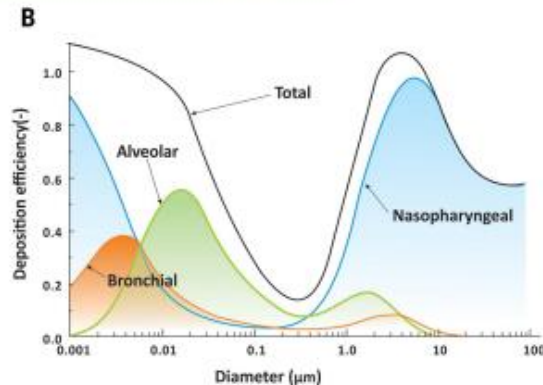


- Ilmavirtaus vaikuttaa aerosolien jakautumiseen ilmatilassa
 - Ventillaation lisääminen 1.7l/s/hlö ad 24l/s/hlö laskee tuberkuloosin tartuttavuuden nollaan
 - WHO suosittelee ventillatiota 10l/s/hlö
 - Ilmankosteus vaikuttaa virusten leviämiseen
- Wang et al. Science 373, 981, 2021

Aerosolien laskeuma

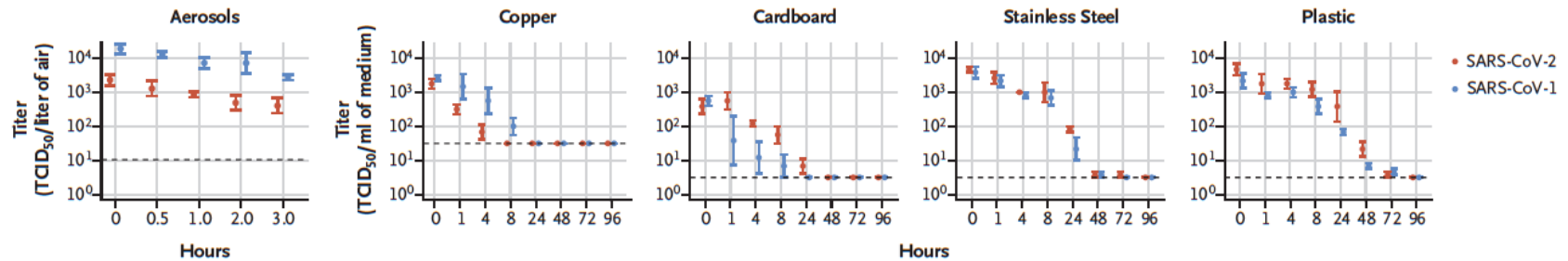


- $> 5 \mu\text{m}$ partikkelit jäävät ylähengitysteihin (87 % -95 %)
- $< 5 \mu\text{m}$ partikkelit menevät myös alahengitysteihin keuhkorakkuloihin asti

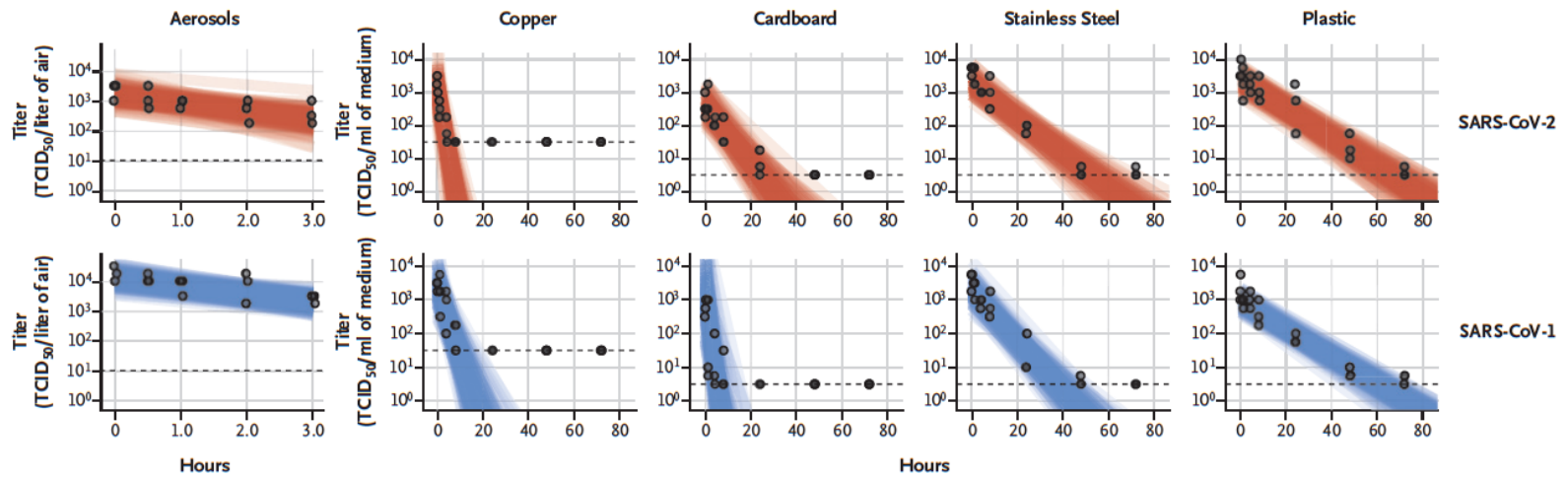


Wang et al. Science 373, 981, 2021

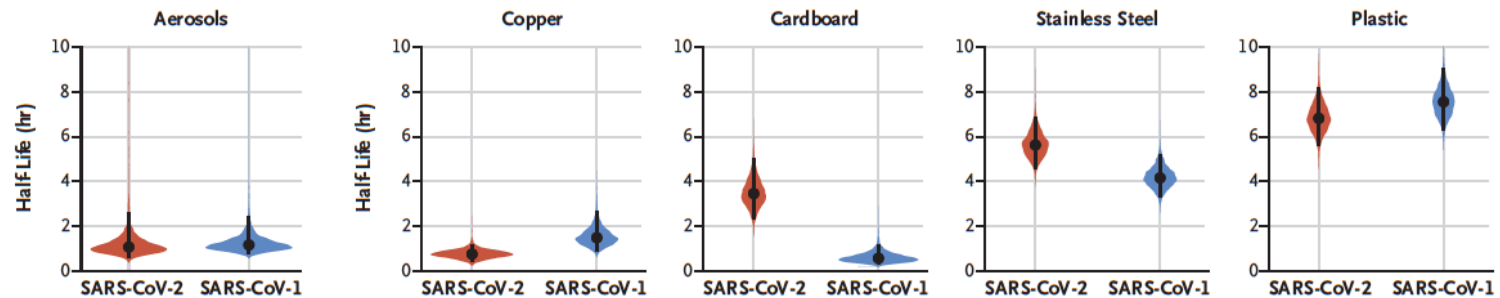
A Titers of Viable Virus

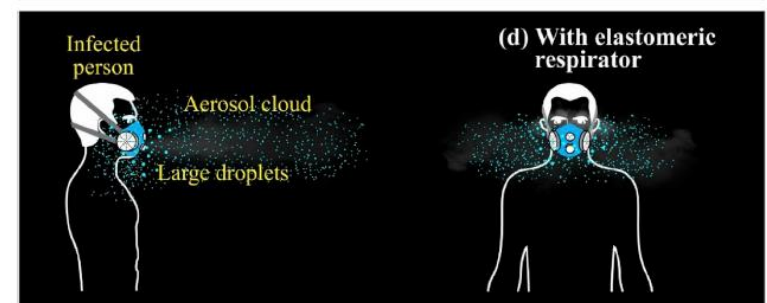
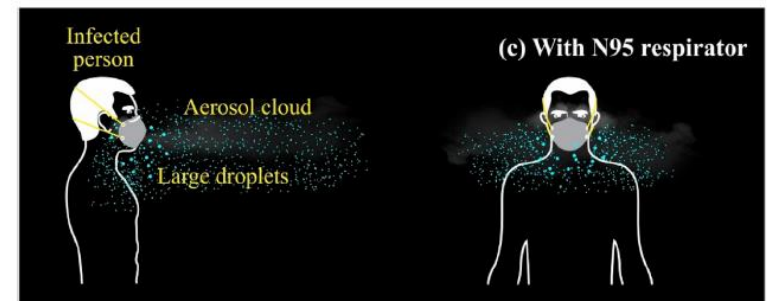
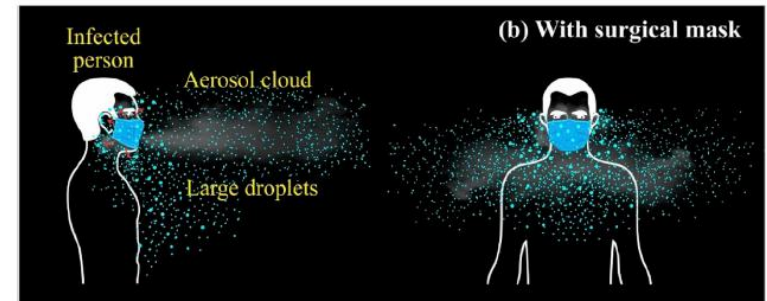
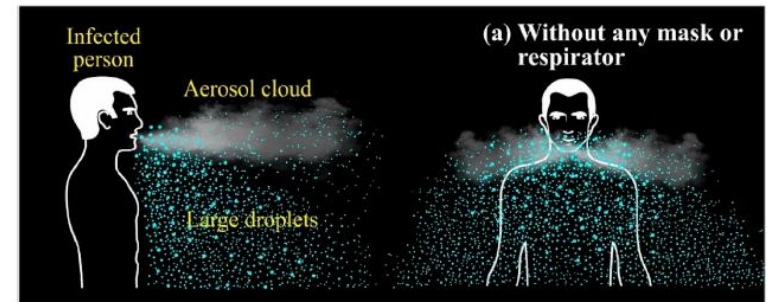
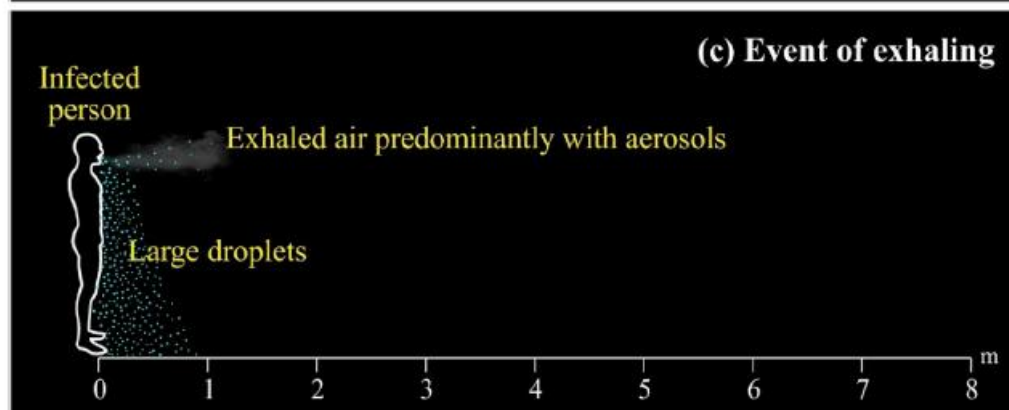
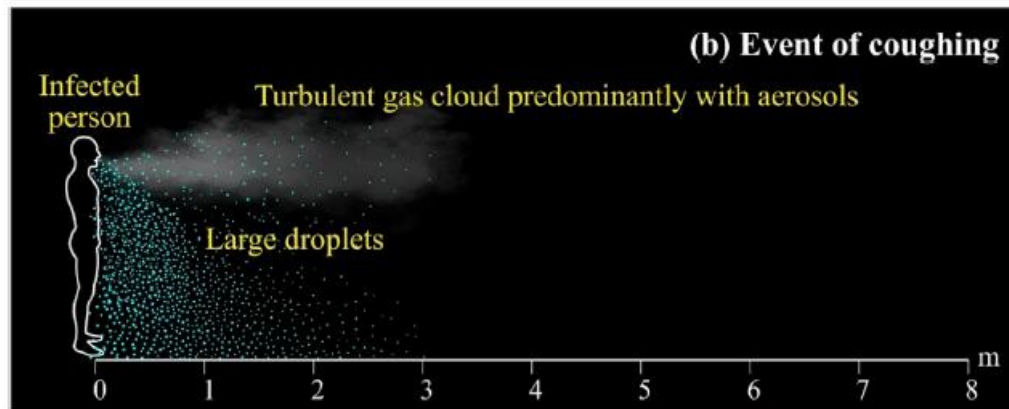
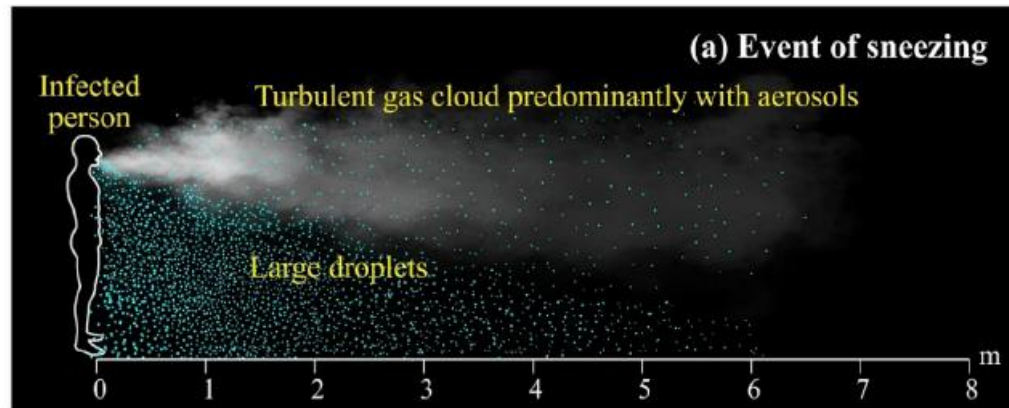


B Predicted Decay of Virus Titer



C Half-Life of Viable Virus

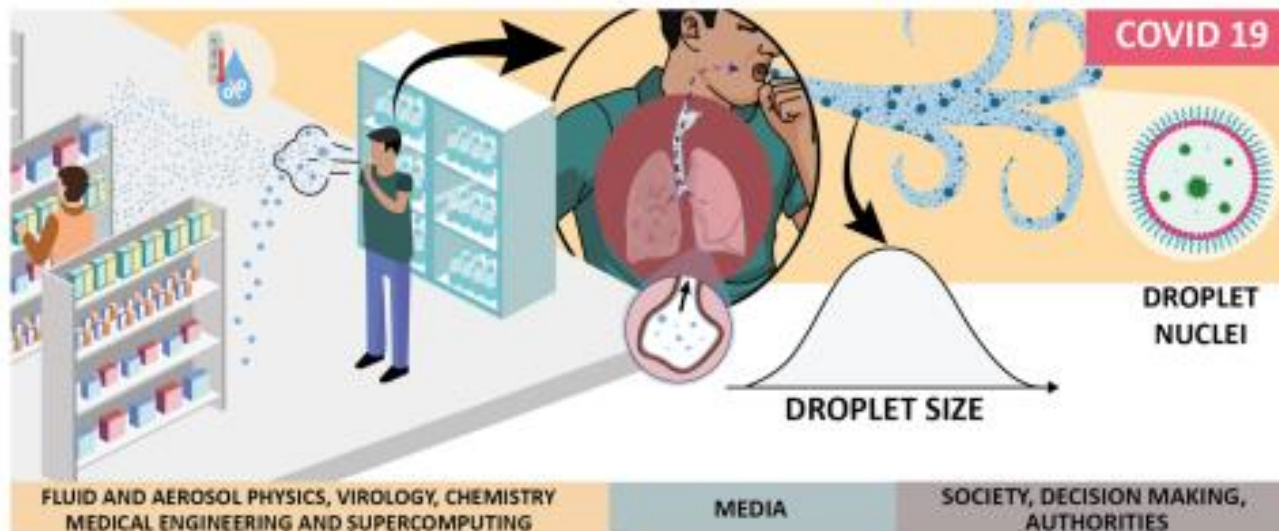


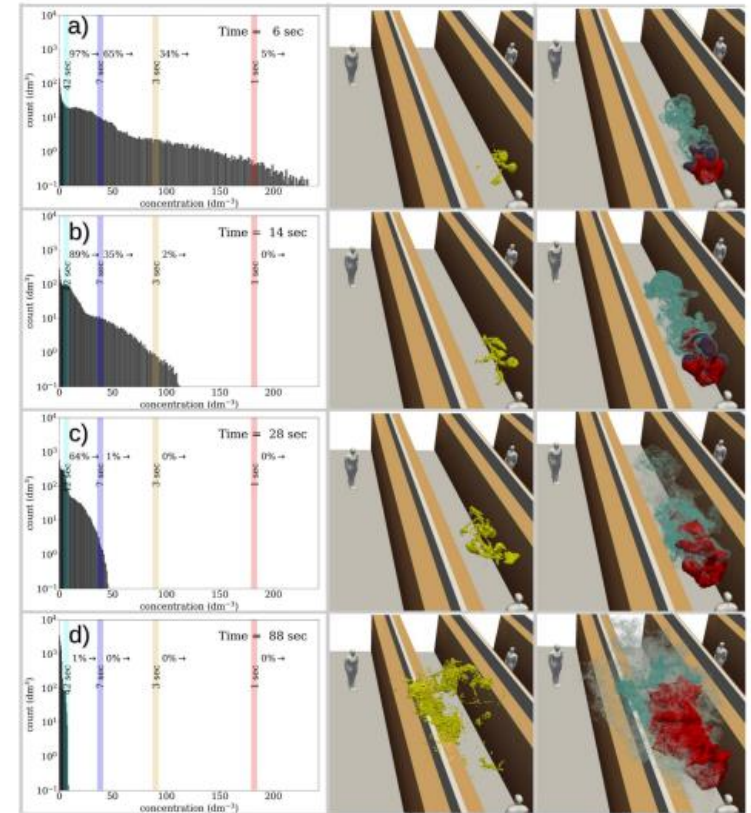
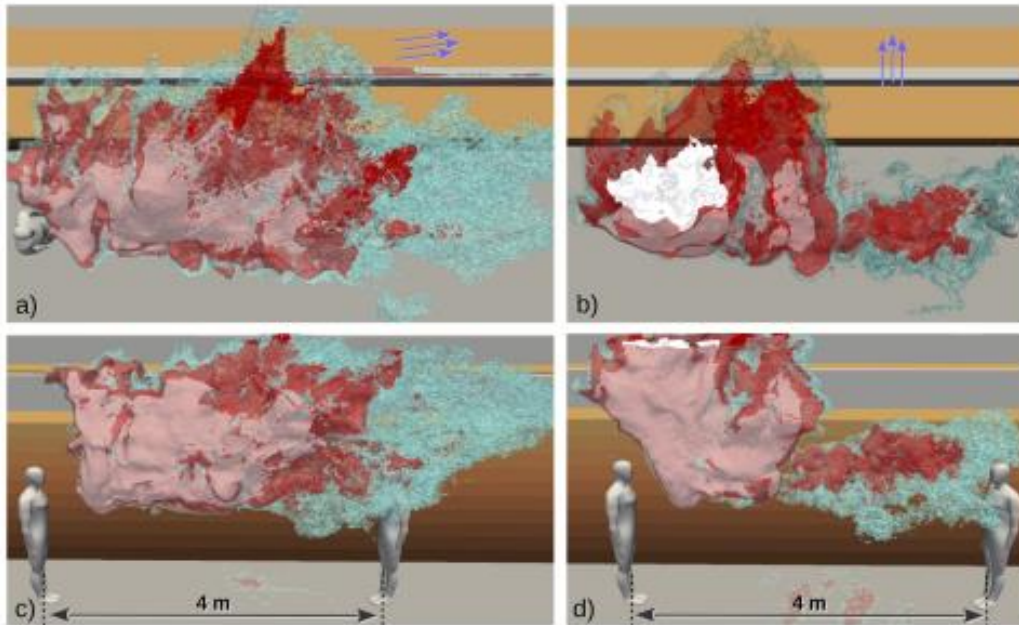


Modelling aerosol transport and virus exposure with numerical simulations in relation to SARS-CoV-2 transmission by inhalation indoors



Ville Vuorinen^{a,*}, Mia Aarnio^{b,1}, Mikko Alava^b, Ville Alopaeus^c, Nina Atanasova^{b,i}, Mikko Auvinen^b, Nallannan Balasubramanian^e, Hadi Bordbar^g, Panu Erästö^f, Rafael Grande^d, Nick Hayward^e, Antti Hellsten^b, Simo Hostikka^g, Jyrki Hokkanen^m, Ossi Kaario^a, Aku Karvinen^l, Ilkka Kivistö^l, Marko Korhonen^h, Risto Kosonen^a, Janne Kuuselaⁿ, Sami Lestinen^a, Erkki Laurila^a, Heikki J. Nieminen^e, Petteri Peltonen^a, Juho Pokki^c, Antti Puisto^h, Peter Råback^m, Henri Salmenjoki^h, Tarja Sironen^{h,k}, Monika Österberg^d





Virusten desinfektio

- Kemialliset käsittelyt: alkoholi, saippuapesu ym.
 - vaipalliset virukset herkimpiä (herpes, HIV, influenssa)
 - pikornavirukset sitkeitä (poliovirus ym.)
 - glutaraldehydi, kloori, formaldehydi, Virkon (laboratorioissa)
- käsihuuhteet: alkoholipohjaiset, PHMG, ym.
 - **rinovirukset saa pois käsienvpesulla, alkoholikäsihuhde ei tehokas**
 - muilla vaipattomilla viruksilla tilanne ehkä sama (entero, noro)
- lämpökäsittelyt
 - usein 60 °C, 30 min
 - hepatiitti A-C-virukset sitkeitä
- Autoklavointi 121 °C, 15 min
 - prionit 132 °C, 60 min
 - UV-valotus (laminarikaapit, työtilat)

COVID-19 TRANSMISSION ROUTES



**AIRBORNE DROPLET
TRANSMISSION**



**DIRECT
CONTACT**



**INDIRECT
CONTACT**

Hengitystievirukset leviävät
tarttumalla ihmisestä toiseen