

Nohynek H , Melin M,  
Savolainen-Kopra C, Sarvikivi E,  
Vänskä S , Salminen M

25.8.2021

## Koronatodistukset – rokotukset, testaus ja aiemmin sairastettu koronatauti

### 1. Koronarokotusten vaikuttavuus – mikä on olennaista covid-19- rokotuksissa rokotuspassin näkökulmasta

Alla kuvataan rokotteiden tehoa oireista tautia vastaan sekä tämänhetkistä (24.8.2021) tietoa myös siitä, paljonko on näyttöä niiden kyvystä estää tartuntoja rokotettujen parissa ja myös rokotetuilta eteenpäin muuhun väestöön. Rokotuspassin käyttökelpoisuuden suhteen merkityksellistä on myös se, kuinka laajalti väestössä on henkilöitä, jotka eivät voi ottaa rokotetta. Rokotussuojan kestosta on kertynyt lisää tietoa, mutta näytön tulkintaa hankaloittaa useat sekoittavat tekijät, joista tarkemmin alla. Näyttää kuitenkin siltä, että suojaa todennäköisesti pidennetään tarvittaessa tehosteannoksin, eikä suojan pituudella ole tässä yhteydessä merkitystä.

#### Rokotetut saavat rokotteesta hyvän suojan oireista tautia vastaan kaikilla rokotevalmisteilla

Covid-19-rokotteiden osalta on vahva näyttö niiden tuottamasta suorasta suojasta eli niiden kyvystä estää oireista tautia ja vakavia tautimuotoja rokotteiden saaneilla. Tämä suoja on rokotevalmisteilla vaihdellut tutkimuksissa välillä 57%- 100% riippuen mm. siitä onko kysessä satunnaistettu tehotutkimus vai havainnoiva tutkimus rokotetussa väestössä ja mikä on ollut seuranta-ajan pituus sekä vallitseva virusmuunnos seuranta-aikana. Myös rokotevalmisteet, annettujen annosten määrä, estetäänkö tapauksia vai esim sairaalahoitoja sekä rokotettujen ikäjakauma ja mahdolliset perussairaudet vaikuttavat tuloksiin rokotteiden suojatehosta.

Myyntiluvan myöntämistä edellyttävissä laajoissa satunnaistetuissa väestötutkimuksissa kaikkien kolmen nyt Suomessa käytössä olevan rokotteiden on osoitettu olevan tehokkaita estämään oireista covid-19-tautia. Covid-19-rokotteiden saaneiden keskimääräinen riski sairastua oireiseen covid-19-tautiin väheni Pfizer-BioNTechin Comirnaty-rokotteella 95 %, Modernan covid-19-rokotteella 94 % ja AstraZenecan covid-19-rokotteella 60 % lumerokotetta saaneisiin henkilöihin verrattuna. Satunnaistettujen väestötutkimusten pitkäaikaisesta seurannasta on vastikään julkaistu ensimmäinen raportti, preprintti koskien Comirnatyn tehoa, joka osoittaa, että vaikka suojateho pysyy erinomaisena vakavaa koronatautiä vastaan, se hiipuu jonkin verran (96% -> 84%) jo neljän kuukauden jälkeen toisen annoksen antamisesta PCR+ oireisen infektion osalta.

Satunnaistettujen tehotutkimusten jälkeen on valmisteista ehditty julkaista myös jo tutkimustietoa rokotteiden suojatehosta laajassa väestökäytössä. Yhdellä annoksella suojateho sairaalahoitoa vastaan on näissä tutkimuksissa ollut alfavirusta vastaan luokkaa 71-94% ja kahdella annoksella vastaavasti 87-100% . Oireisia alfaviruksen aiheuttamia tapauksia vastaan yhdellä annoksella suojateho on väestötutkimuksissa ollut välillä 57 %-91%, ja kahdella annoksella 79-95%. Deltavirusmuunnoksen aiheuttamaa vakavaa tautia vastaan suojateho on säilynyt samalla tasolla, mutta oireista PCR-positiivista tautia vastaan suojateho on merkitsevästi alentunut (noin 35%).

#### Rokotteet suojaavat rokotettua tartunnalta (PCR+)

Vakavat oireet voidaan yleisesti estää hiukan heikommallakin rokotteella. Rokotetut näissä tilanteissa saattavat saada oireisen taudin, mutta se ei johda sairaalahoitoon. Sen sijaan steriloivan immunitettiin tuottaminen, eli täysi suoja oireetontakin infektiota vastaan, vaatii rokotteelta yleisesti paljon enemmän. Esimerkiksi Haemophilus influenzae tyyppi b -bakteerin kohdalla steriloiva immunitetti vaatii noin 10 -kertaisen vasta-ainemäärän verrattuna määrään, joka suoja vakavaa tautia vastaan. Covid-19-rokotteiden osalta on julkaistu tutkimuksia rokotteiden tuottamasta suorasta suojasta alfaviruksen aiheuttamaa infektiota vastaan joka on osoitettu positiivisella PCR-testillä, riippumatta siis siitä onko henkilöllä oireita vai ei. Tuloksia on julkaistu mm. Israelista, Yhdysvalloista ja Englannista. Yhdellä annoksella julkaistut suojatehot ovat olleet 46-80% ja kahdella annoksella vastaavasti 56-92%. Useissa

tutkimuksissa pääosa PCR-positiivisista on ollut myös oireisia, vaikka tutkimukset olisivat koostuneet esimerkiksi viikoittaisista järjestelmällisistä näytteenotoista terveydenhuollon henkilöstön parissa. Yhdysvaltalais tutkimus kuitenkin sisältää oireettomia leikkaukseen saapuneita henkilöitä, ja tässäkin tutkimuksessa rokotetuilla infektioita oli 80% vähemmän.

Kun deltavirus on ottanut valtaviruksen roolin, tilanne on oleellisesti muuttunut suojatehon osalta PCR-positiivista infektiota vastaan: viimeisimpien julkaisujen mukaan deltavirus voi infektoida kahden rokoteannoksen läpi niin että viruksen ct-arvot ovat yhtäläisiä rokotetuilla ja rokottamattomilla. Rokotetut erittävät kuitenkin virusta lyhyemmän aikaa ja todennäköisesti ovat vähemmän tartuttavia kuin täysin rokottamattomat. Transmissiotutkimuksia, joiden perusteella voisi tehdä vertailuja transmissioketjujen katkeamisesta rokotettujen ja rokottamattomien keskuudessa reaalielämässä, on kuitenkin toistaiseksi käytettävissä hyvin vähän. Suomesta on jo kuvattu muutamia deltaviruksen aiheuttamia osastoepidemioita, joissa tartunnan lähde on ollut kaksi kertaa rokotettu terveydenhuollon ammattilainen.

### **Rokotteet tuottavat myös epäsuoraa suojaa**

Kun rokotuksilla voidaan estää rokotetun aiheuttamia tartuntoja ja näin suojataan rokottamatonta läheistä, puhutaan rokotteen kyvystä tuottaa epäsuoraa suojaa. Epäsuoraa suojaa voi syntyä useilla mekanismeilla: rokotetun tartunta voi estyä kokonaan, tartuttavuus voi merkittävästi lyhentyä tai tartuttavuus voi vähentyä esimerkiksi siten, että nielussa rokotetuilla tartunnan saaneilla on virusta selvästi vähemmän kuin rokottamattomilla. Tällöin siis rokotettu voi saada infektion, ja tartunta on tarkalla PCR-testillä nielusta osoitettavissa, joskaan ei juuri eteenpäin tartutettavissa. Epäsuoraa suojaa voidaan tutkia mm perheasetelmissä ja Covid-19-rokotteidenkin kohdalla ainakin yksi tällainen tutkimus on jo raportoitu. Siinä epäsuora suojateho on tutkijoiden mukaan vähintään 60%. Epäsuoiron suojan syntyyn vaikuttanee myös rokotevalmiste, rokoteannosten määrä sekä rokotettujen ikä ja muut ominaisuudet ja erityisesti se mikä virusmuunnos on valtaviruksena.

Deltaviruksen aikana suojan aikaansaaminen tartuttavuutta vastaan rokottamisella ei ole enää siinä määrin mahdollista kuin aiempien virusmuunnosten aikana. Deltaviruksen itämisaika on lyhyempi, noin 4 vuorokautta, sitä erittyy jopa 1000 kertainen määrä Wuhan virukseen verrattuna, ja viruksen neutralointi vaatii enemmän rokotteen herättämiä vasta-aineita kuin aiemmat virusmuunnokset.

### **Rokotteita voidaan käyttää väestössä hyvin laajasti**

Covid-19-rokotteiden osalta kontraindikaatioita on hyvin vähän. Ainoa ehdoton terveydellinen syy miksi koronarokotetta ei saa antaa, on anafylaktinen reaktio edellisestä rokoteannoksesta tai jostain rokotteen aineosasta. Nämä ovat kuitenkin erittäin harvinaisia, noin 1/100 000 rokotettua mRNA rokotteilla ja noin 1/ miljoona adenovirusvektorirokotteilla. Yhteensä näitä ihmisiä, jotka eivät voi saattaa rokotusohjelmaansa vakavan allergisen reaktion vuoksi loppuun, on muutamia kymmeniä.

Adenovirusvektorirokotteisiin on todettu liittyvän harvinaisen veren hyytymisen häiriötila, jota on AstraZenecan rokotteen osalta havaittu maasta riippuen 1/60 000 – 1/27 000 rokotettua ja Johnsonin & Johnsonin rokotteen osalta 1/ miljoona rokotettua. Mitään yksittäistä riskiryhmää ei ole voitu olemassa olevan näytön pohjalta määritellä, joskin varovaisuusperiaatteen vuoksi tällä hetkellä rokotteen käyttöä on rajattu eri maissa eri ikäryhmiin, Suomessa 65-vuotta täyttäneisiin.

Keskeinen rokotteista saatavaan hyötyyn vaikuttava tekijä on rokotuskattavuus, jolla tarkoitetaan rokotteen saaneen väestön osuutta koko väestöstä. Kun rokote estää tartunnan tai vähentää tartuttavuutta, korkea rokotuskattavuus vähentää taudinaiheuttajan leviämistä väestössä. Lisäksi, rokote joka tapauksessa vähentää vaikeita oireita, sairaalahoidon tarvetta ja kuolleisuutta rokotetuilla. Rokotusplassilla voi olla merkitystä etenkin tilanteessa, jossa rokotuskattavuus uhkasi jäädä rokotteen hyvän saatavuudenkin vallitessa alhaiseksi. Rokotettujen ikäryhmien rokottamattomat yksilöt muodostavat oleellisesti suuremman riskin epidemian levittämiselle. Rokotusplassin avulla potentiaalisia rajoitustoimia on mahdollisesti kohdentaa tämän riskin mukaisesti ja jättää toimien ulkopuolelle rokotetut yksilöt, joihin kohdistuneina rajoitustoimet ovat vastaavasti tehottomampia.

## 2. Koronatestaus käyttäen antigeenitestejä

Pääosa koronainfektion testauksesta perustuu molekyylibiologiseen menetelmään, PCR-testiin. Kansallinen testauskapasiteetti PCR-testillä on yli 37 000 testiä/pv. Tällä hetkellä päivittäin testataan PCR-testillä oireisia tai testausstrategian (<https://stm.fi/koronaviruksen-testausstrategia>) mukaan testaukseen määriteltyjä oireettomia, esim. altistuneita, 16 000 – 25 000 testiä/pv. Antigeeninosoitustestejä tehdään tällä hetkellä n. 5 000 – 8 000 testiä/pv. Pääosa antigeeninosoitustesteistä tehdään rajaseulonnassa Länsi-Rajalla sekä Lapin sairaanhoitopiirissä. Ns. vapaata kapasiteettiä toimiluvallisissa kliinisen mikrobiologian laboratorioissa ja valvottavissa toimipisteissä on tällä hetkellä siis n. 12 000 testiä/pv. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen testauskapasiteetti jakautuu eri puolille Suomea.

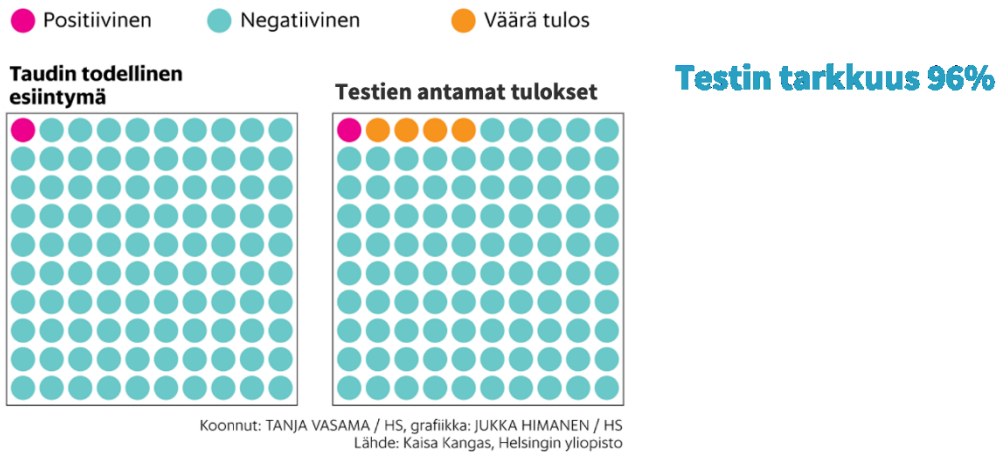
Pääosa (n. 80%) PCR-testauksesta tehdään julkisessa terveydenhuollossa eli se on testattavalle maksutonta. Antigeeninosoitustesteistä julkisen terveydenhuollon osuus on n. 55%.

Luotettavin testausmenetelmä koronainfektion toteamiseksi on PCR. Sen analyttinen herkkyys on yli 95% (useat käytössä olevat sovellutukset n. 99%) ja tarkkuus lähes 100%. Testaustuloksen luotettavuuteen vaikuttaa kuitenkin koko prosessi näytteenoton onnistumisesta ja oikeasta ajoittamisesta alkaen. PCR-menetelmällä testattuna ns. kliininen herkkyys on 60-80% (Jokela et al., 2020). Antigeeninosoitusmenetelmä on PCR-menetelmää epäherkempi, sen analyttinen herkkyys vaihtelee sovelluksesta riippuen 29-93,9% PCR-testin herkkyydestä ja spesifisyys 80,2-100% ([https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Options-use-of-rapid-antigen-tests-for-COVID-19\\_0.pdf](https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Options-use-of-rapid-antigen-tests-for-COVID-19_0.pdf)).

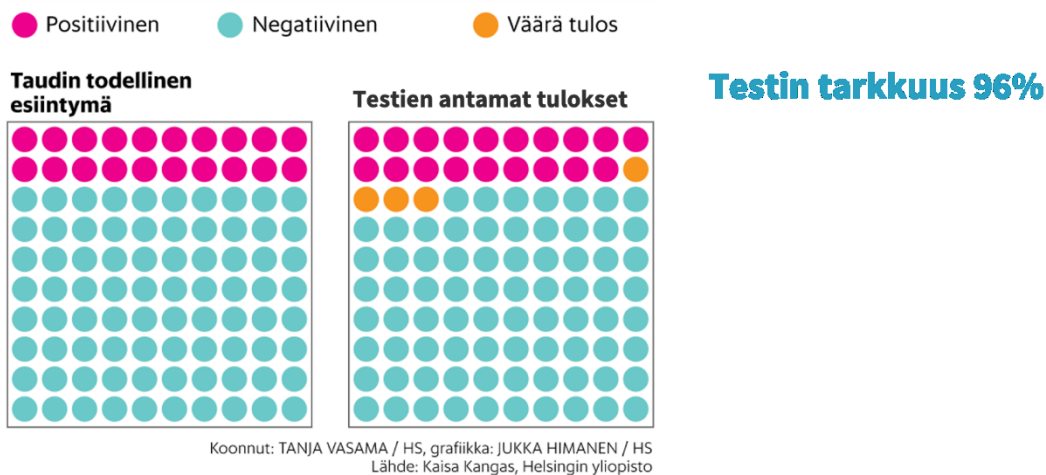
Testin suorituskyvyn lisäksi testauksen luotettavuuteen vaikuttaa tapausten ilmaantuvuus.

Kuva 1. Tartuntojen yleisyyden vaikutus testituloksen luotettavuuteen

## Tartuntojen yleisyys vaikuttaa testituloksen luotettavuuteen



## Mitä korkeampi prevalenssi, sitä luotettavampi positiivinen testitulos on



Matalan ilmaantuvuuden tilanteessa eli aitojen positiivisten vähentyessä väärin positiivisten tulosten osuus korostuu erityisesti käytettäessä epätarkempia menetelmiä. Antigeenitestaus on myös luotettavampaa oireisissa infektioiden tapauksissa, kuin seulottaessa oireettomia henkilöitä. Kuitenkin on huomattava, että vaikka yksittäisen antigeenitestin tulos on epäluotettavampi kuin PCR-testin, toistettaessa esim. päivittäin, antigeenitestin kyky löytää infektiota paranee ja on samalla tasolla kuin yksittäisen PCR-testin.

On kuitenkin huomattava että testauksen tavoite ns. koronapassikäyttöä varten ei ole sama kuin testaus terveydenhuollossa. Terveydenhuollossa tavoite on mahdollisimman suurella varmuudella ja tarkkuudella varmistaa diagnoosi siitä onko henkilöllä tartunta vai ei jotta tarvittava hoito voidaan

tarvittaessa hänelle antaa. Tämä asettaa käytettäville testeille korkeat laauvaatimukset potilasturvallisuuden varmistamiseksi.

Ns. koronapassia varten tehtävä testaus on sen sijaan puhdas riskinhallintatoimi, jolla voidaan vähentää uusien tartuntaketjujen riskejä ihmisten kohtaamisissa erilaisissa palveluissa kuten esim. ravitsemusliikkeet, konsertit, urheilukilpailut, teatterit, elokuvat jne. Testauksen on harkittu muodostavan vaihtoehdon täyden rokotussarjan läpikäyneille tai koronainfektion sairastaneille palveluiden käytön ehtona. Vertailussa kahteen jälkimmäiseen esim. nopeasti tuloksen antavien antigeenitestien herkkyyks ja tarkkuus antaa parhaimmillaan yhtä hyvän riskinvähennystuloksen, sillä myöskään rokote tai aiemmin sairastettu tauti ei täysin estä infektiota tai tartuttavuutta. Näin ollen itse tehtyjen testien käyttämiselle on olemassa rationaaliset perusteet.

Ottaen huomioon että koronapassia varten tehtävä testaus ei ole leimallisesti terveydenhuoltoon kuuluva toimenpide vaan osa yhteiskunnallista riskinhallintaa, testauksen suorittaminen voisi tapahtua myös muualla kuin terveydenhuollossa ja jopa yksilön itse suorittamaa testausta voisi harkita – kunhan voidaan huolehtia testin mahdollisimman oikeasta toteutuksesta ja tulosten luotettavasta rekisteröinnistä koronapassin yhteyteen. Näin on toimittu monessa maassa, ml. useassa EU:n jäsenvaltiossa. Testaus terveydenhuollon ulkopuolella nimenomaan tarkasti koronapassitarkoitusta varten ei kuormittaisi klinisen mikrobiologian kapasiteettia jolloin se ei myöskään vaarantaisi potilasturvallisuutta. Riippuen markkinatilanteesta testin kustannustasoa olisi ehkä subventoitava valtion varoin, mutta kuluttajalle olisi hyvä jättää jokin kohtuullinen omakustannusosuus.

Tällaisessa käytössä olisi silti tärkeää varmistaa että henkilö saa riittävät ja selkeät ohjeet testin suorittamiseen ja terveydenhuollon varmistustestaukseen hakeutumiselle, mikäli hänen tuloksensa viittaa koronainfektioon, tai mikäli hänellä on tai hän myöhemmin saa hengitystieinfektioon viittaavia oireita. Oireisia henkilöitä pitäisi ohjeistaa ensisijaisesti hakeutumaan koronatestiin terveydenhuollon piiriin.

### 3. Sairastetun koronavirustaudin tuoma suoja väestössä

Valtaosalle koronavirustartunnan saaneista muodostuu vasta-aineita tartunnan seurauksena. Suurimmalla osalla tartunnan saaneista on neutraloivia vasta-aineita ja T-soluimmunitaattia todettavissa vielä yli vuoden jälkeen tartunnasta. Koronavirusrokotteiden immunogeenisuustutkimuksissa on havaittu, että kaksi rokoteannosta saaneilla tutkittavilla vasta-aineiden ja neutraloivien vasta-aineiden määrä olivat keskimäärin vähintään samaa tasoa kuin SARS-CoV-2-infektion sairastaneilla. Vasta-aineiden määrässä on kuitenkin tartunnan saaneiden välillä suuria eroja. Oireettoman tartunnan saaneilla tai lieväoireisen taudin sairastaneilla vasta-aineita muodostuu keskimäärin selkeästi vähemmän kuin vakavan, sairaalahoitoa vaatineen taudin sairastaneilla. Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen tutkimuksessa on seurattu vasta-aineiden säilymistä tartunnan saaneilla. Tutkimukseen kutsuttiin koronavirustartunnan saaneita, 18 vuotta täyttäneitä henkilöitä, joilla PCR-testillä varmennetusta tartunnasta oli kulunut vähintään puoli vuotta aikaa. Tutkimukseen osallistuneet kutsuttiin myös uudelleen seurantakäynnille, kun tartunnasta oli kulunut yli vuosi. Yhteensä 1292 henkilöltä tutkittiin vasta-aineet puolen vuoden kuluttua tartunnasta ja 367 henkilöltä vuoden kuluttua. Jopa 97 prosentilla tutkittavista havaittiin koronaviruksen piikkiproteiinin tunnistavia IgG-vasta-aineita, kun tartunnasta oli kulunut vuosi. Vaikka vasta-aineita havaittiin monella, oli niiden määrä vuoden jälkeen noin kolmasosan matalampi kuin mitä se oli ollut puoli vuotta tartunnan saamisen jälkeen. Neutraloivia vasta-aineita mitattiin puolen vuoden jälkeen tartunnasta 89 %:lta ja vuoden jälkeen yhtä suurelta osalta, 91%:lta. Puolen vuoden aikapisteessä 15 %:lla osallistuneista ja vuoden aikapisteessä 13%:lla oli ollut sairaalahoitoa vaativa eli vakava tauti, ja heistä kaikilta löytyi neutraloivia vasta-aineita. On kuitenkin huomattava, että emme tiedä millainen määrä neutraloivia vasta-aineita riittää suojaamaan virustartunnalta. Osa tunnistetuista muuntuneista koronaviruksista pystyy osittain välttämään neutraloiviin vasta-aineisiin perustuvaa immuunipuolustusta viruksen piikkiproteiinissa tapahtuneiden muutosten seurauksena. THL:n tutkimuksessa selvitettiin myös aiemmin tartunnan saaneiden vasta-aineiden kykyä neutraloida

muuntuneita virusmuotoja. Neutraloivien vasta-aineiden määrä Alfa-muunnosta vastaan oli viruksen kantamuotoon verrattuna hieman matalampi ja Beeta- ja Delta-muunnoksia vastaan merkittävästi matalampi. Etenkin lievän taudin sairastaneilla vasta-ainetaso virusmuunnoksia vastaan oli heikentynyt. Matalat neutraloivien vasta-aineiden määrät eivät todennäköisesti riitä suojaamaan näiden virusten aiheuttamalta tartunnalta. Soluvälitteinen immuniteetti todennäköisesti kuitenkin antaa suojaa vakavaa tautimuotoa vastaan.

Tartuntatautirekisterin tietojen perusteella taudin kohdanneita henkilöitä on Suomessa todettu tähän mennessä (Tartuntatautirekisteri 24.8.2021) kaikkiaan 123 061, mikä vastaa 2,2 % väestöstä. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos on vuoden 2020 huhtikuusta alkaen arvioinut koronaviruksen levinneisyyttä tutkimalla, kuinka suurella osalla väestöstä on koronaviruksen vasta-aineita merkinä infektiosta. Vuoden 2020 keväällä, jolloin koronavirustestausta oli vielä rajoitettu, vasta-ainetestiin perusteella tartunnan saaneita arvioitiin olleen 1,5-5-kertaisesti verrattuna todettuihin tapauksiin (positiivinen hengitystienäyte). Alkuvuonna 2021 infektiota on ollut vasta-ainetestiin perustuvan arvion mukaan kuitenkin enää korkeintaan kaksinkertaisesti verrattuna varmistettuihin tautitapauksiin. Taudin sairastaneiden henkilöiden osuus jää siis hyvin pieneksi koko väestöä ajatellen.

Erilaisten kaupallisten vasta-ainetestiin käyttöön aiemman tartunnan osoittamiseksi liittyy huomattava väärän positiivisen testituloksen epävarmuus, kun väestössä tartunnan saaneiden osuus on pieni. Yksittäiseen vasta-ainetestiin perustuvaa sairastetun taudin osoitusta tilanteessa, jossa tartuntaa ei ole tunnistettu hengitystienäytteestä ei voida näissä olosuhteissa pitää luotettavana.

#### 4. Muiden ohjeiden ja suositusten rooli

Opetus- ja kulttuuriministeriön asettama Vastuullinen tapahtuma -työryhmä julkaisi 21.12.2020 periaatteet tapahtumien järjestämiseksi koronapandemian aikana. Ohjeistus ottaa huomioon tapahtumien järjestämiseen liittyvät eri näkökulmat, kuten turvallisuussuunnitelman laatimisen, tapahtuman järjestämiseen liittyvät yleiset periaatteet, lipun ostamiseen ja tietojenkeräykseen liittyvät periaatteet, hygieniaan ja kasvomaskien käyttöön, turvallisuuden valvontaan ja esteettömyyteen liittyvät periaatteet. Periaatteiden tavoite on edistää turvallisen tapahtumakokemuksen ohella tapahtumajärjestäjien ja viranomaisten yhteistyötä ja ennakoitavuutta, sekä antaa tietoa eri tapahtumien järjestäjille turvallisuuden ja terveyden edistämiseksi huomioitavista asioista. Nämä huomioiden voidaan koronavirustartuntariskiä vähentää tapahtuman aikana. [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/357f8713-8741-49d5-8946-fc19dcfa0a45/2faf671a-ce6c-49a1-8f45-4c479fd83280/MUISTIO\\_20201221120022.PDF](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/357f8713-8741-49d5-8946-fc19dcfa0a45/2faf671a-ce6c-49a1-8f45-4c479fd83280/MUISTIO_20201221120022.PDF)

Tapahtumiin liittyvä tartuntariski on oleellisesti riippuvainen epidemiatilanteesta. Alueellisesti tilanteet vaihtelevat paljon, ja on hyvä huomioida, että suurten tapahtumien vuoksi ihmiset liikkuvat alueiden välillä pitkienkin etäisyyksien takaa. Jos tapahtuma järjestetään matalan ilmaantuvuuden alueella, on olemassa riski, että korkean ilmaantuvuuden alueelta saapuvat tapahtumavieraat tuovat tartuntoja alueelle, vaikka oireettomuuden periaatteesta pidettäisiin kiinni. Myöskään negatiivinen testitulos 0-3 vrk ennen tapahtumaa ei poista tartuntariskiä kokonaan testaukseen liittyvien epävarmuustekijöiden johdosta (ks. edellä). Huomattavan riskin muodostavat myös oheistapahtumat: ihmiset kokoontuvat ennen tai jälkeen varsinaisen tapahtuman esimerkiksi syömään tai juhlimaan, ja näitä tilaisuuksia on erittäin vaikea valvoa tai estää. Tartuntariski on tällaisissa epävirallisissa yksityisluonteisissa tilaisuuksissa suuri.

Turvallista tapahtumien järjestämistä on vaikea ennustaa numeeristen mittareiden avulla. Koko maan koronailmaantuvuudelle on mahdotonta asettaa kynnysarvoa, kun yksikin herkemmin tarttuvan virusvariantin paikalle tuova henkilö, joka on voinut saada tartunnan esimerkiksi ulkomailta tulleelta, voi aloittaa seuraavan epidemia-aallon. Toisaalta juuri ihmisten liikkuminen alueiden välillä aiheuttaa sen, ettei alueellista matalaakaan ilmaantuvuutta voi pitää takeena turvallisuudesta.

Rokottaminen vähentää oleellisesti vakavan koronataudin riskiä, ja nykytiedon valossa vaikuttaa myös tartuntoja vähentävästi, muttei kokonaan poista tartuntariskiä. Väestön rokotuskattavuuden raja-arvoa ei tämän vuoksi ole mahdollista asettaa mittariksi, ja toisaalta myöskään alle 12-vuotiaat eivät ole rokottamisen piirissä.

Koronatodistuksen merkitystä tapahtumien turvallisuuden takaajana pohditaan. Hiljattain sairastettu tauti tai saatu rokotussarja vähentää yksilön kannalta tartunnanriskiä oleellisesti. Toistaiseksi ei kuitenkaan ole varmaa tietoa siitä, että kummassakaan tapauksessa mahdollisuus viruksen kantajuuteen ja sitä kautta tartuttavuuteen kokonaan poistuisi. Taulukossa on esitetty todennäköisyys sille, miten ennakkotestaaminen tai rokottamisen asettaminen osallistumisvaatimukseksi vaikuttaisi riskiä vähentävästi. Taulukon avulla on mahdollista arvioida miten koronatodistuksen vaatiminen vaikuttaisi riskiin eri kokoisissa tapahtumissa ja erilaisen ilmaantuvuuden vallitessa.

Koronaviruksen tehokkain torjuntakeino on edelleen lähikontaktien välttäminen, eli etäisyyksien pitäminen, hyvä yskimis-, aivastamis- ja käsihygienia, sekä lisäksi kasvomaskin käyttäminen erityisesti silloin kun lähikontakteja ei ole mahdollista tosiasiallisesti välttää. Vaikeassa epidemiatilanteessa viruksen kantajia on enemmän kuin ilmaantuvuuden ollessa matala, ja siksi tapahtumien järjestäminen siten, ettei väljyys- ja muita turvallisuuden kannalta oleellisia toimia olisi mahdollista noudattaa, on vääjäämättä riski sille, että tartuntoja todennäköisemmin tulee verrattuna tilanteeseen, jossa niitä voidaan noudattaa.

**Taulukko. Ennakkotestaamisen ja rokottamisen vaikutus**

Tapahtuman koko, N	14 vrk ilmaantuvuus, per 100 000	Koronakantaja* väestössä p, per 1000	Ei toimenpiteitä	Testi 72h	Testi 48h	Testi 24h / VE51%	Testi 0h / VE64%	VE80%	VE90%
				0,00	0,25	0,38	0,51	0,64	0,80
10	1	0,005	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
	5	0,025	0,02 %	0,02 %	0,02 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %
	10	0,050	0,05 %	0,04 %	0,04 %	0,03 %	0,02 %	0,02 %	0,01 %
	20	0,100	0,10 %	0,07 %	0,06 %	0,05 %	0,04 %	0,02 %	0,01 %
	50	0,250	0,25 %	0,19 %	0,15 %	0,12 %	0,09 %	0,05 %	0,02 %
	100	0,500	0,50 %	0,37 %	0,31 %	0,24 %	0,18 %	0,10 %	0,05 %
	200	1,000	1,00 %	0,75 %	0,62 %	0,49 %	0,36 %	0,20 %	0,10 %
	300	1,500	1,49 %	1,12 %	0,93 %	0,73 %	0,54 %	0,30 %	0,15 %
	400	2,000	1,98 %	1,49 %	1,23 %	0,98 %	0,72 %	0,40 %	0,20 %
20	1	0,005	0,01 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
	5	0,025	0,05 %	0,04 %	0,03 %	0,02 %	0,02 %	0,01 %	0,00 %
	10	0,050	0,10 %	0,07 %	0,06 %	0,05 %	0,04 %	0,02 %	0,01 %
	20	0,100	0,20 %	0,15 %	0,12 %	0,10 %	0,07 %	0,04 %	0,02 %
	50	0,250	0,50 %	0,37 %	0,31 %	0,24 %	0,18 %	0,10 %	0,05 %
	100	0,500	1,00 %	0,75 %	0,62 %	0,49 %	0,36 %	0,20 %	0,10 %
	200	1,000	1,98 %	1,49 %	1,23 %	0,98 %	0,72 %	0,40 %	0,20 %
	300	1,500	2,96 %	2,23 %	1,84 %	1,46 %	1,07 %	0,60 %	0,30 %
	400	2,000	3,92 %	2,96 %	2,45 %	1,94 %	1,43 %	0,80 %	0,40 %
50	1	0,005	0,02 %	0,02 %	0,02 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %
	5	0,025	0,12 %	0,09 %	0,08 %	0,06 %	0,04 %	0,02 %	0,01 %
	10	0,050	0,25 %	0,19 %	0,15 %	0,12 %	0,09 %	0,05 %	0,02 %
	20	0,100	0,50 %	0,37 %	0,31 %	0,24 %	0,18 %	0,10 %	0,05 %
	50	0,250	1,24 %	0,93 %	0,77 %	0,61 %	0,45 %	0,25 %	0,12 %
	100	0,500	2,47 %	1,86 %	1,54 %	1,22 %	0,90 %	0,50 %	0,25 %
	200	1,000	4,88 %	3,68 %	3,05 %	2,42 %	1,78 %	1,00 %	0,50 %
	300	1,500	7,23 %	5,47 %	4,55 %	3,61 %	2,66 %	1,49 %	0,75 %
	400	2,000	9,53 %	7,23 %	6,02 %	4,78 %	3,54 %	1,98 %	1,00 %
100	1	0,005	0,05 %	0,04 %	0,03 %	0,02 %	0,02 %	0,01 %	0,00 %
	5	0,025	0,25 %	0,19 %	0,15 %	0,12 %	0,09 %	0,05 %	0,02 %
	10	0,050	0,50 %	0,37 %	0,31 %	0,24 %	0,18 %	0,10 %	0,05 %
	20	0,100	1,00 %	0,75 %	0,62 %	0,49 %	0,36 %	0,20 %	0,10 %
	50	0,250	2,47 %	1,86 %	1,54 %	1,22 %	0,90 %	0,50 %	0,25 %
	100	0,500	4,88 %	3,68 %	3,05 %	2,42 %	1,78 %	1,00 %	0,50 %
	200	1,000	9,52 %	7,23 %	6,01 %	4,78 %	3,54 %	1,98 %	1,00 %
	300	1,500	13,94 %	10,65 %	8,88 %	7,09 %	5,26 %	2,96 %	1,49 %
	400	2,000	18,14 %	13,94 %	11,67 %	9,34 %	6,95 %	3,92 %	1,98 %
200	1	0,005	0,10 %	0,07 %	0,06 %	0,05 %	0,04 %	0,02 %	0,01 %
	5	0,025	0,50 %	0,37 %	0,31 %	0,24 %	0,18 %	0,10 %	0,05 %
	10	0,050	1,00 %	0,75 %	0,62 %	0,49 %	0,36 %	0,20 %	0,10 %
	20	0,100	1,98 %	1,49 %	1,23 %	0,98 %	0,72 %	0,40 %	0,20 %
	50	0,250	4,88 %	3,68 %	3,05 %	2,42 %	1,78 %	1,00 %	0,50 %
	100	0,500	9,52 %	7,23 %	6,01 %	4,78 %	3,54 %	1,98 %	1,00 %
	200	1,000	18,14 %	13,93 %	11,67 %	9,34 %	6,95 %	3,92 %	1,98 %
	300	1,500	25,93 %	20,16 %	16,98 %	13,68 %	10,24 %	5,82 %	2,96 %
	400	2,000	32,99 %	25,93 %	21,98 %	17,81 %	13,42 %	7,69 %	3,92 %
500	1	0,005	0,25 %	0,19 %	0,15 %	0,12 %	0,09 %	0,05 %	0,02 %
	5	0,025	1,24 %	0,93 %	0,77 %	0,61 %	0,45 %	0,25 %	0,12 %
	10	0,050	2,47 %	1,86 %	1,54 %	1,22 %	0,90 %	0,50 %	0,25 %
	20	0,100	4,88 %	3,68 %	3,05 %	2,42 %	1,78 %	1,00 %	0,50 %
	50	0,250	11,75 %	8,95 %	7,46 %	5,94 %	4,40 %	2,47 %	1,24 %
	100	0,500	22,12 %	17,10 %	14,36 %	11,53 %	8,61 %	4,88 %	2,47 %
	200	1,000	39,36 %	31,28 %	26,66 %	21,73 %	16,48 %	9,52 %	4,88 %
	300	1,500	52,79 %	43,04 %	37,20 %	30,76 %	23,67 %	13,93 %	7,23 %
	400	2,000	63,25 %	52,79 %	46,23 %	38,75 %	30,24 %	18,13 %	9,52 %
1000	1	0,005	0,50 %	0,37 %	0,31 %	0,24 %	0,18 %	0,10 %	0,05 %
	5	0,025	2,47 %	1,86 %	1,54 %	1,22 %	0,90 %	0,50 %	0,25 %
	10	0,050	4,88 %	3,68 %	3,05 %	2,42 %	1,78 %	1,00 %	0,50 %
	20	0,100	9,52 %	7,23 %	6,01 %	4,78 %	3,54 %	1,98 %	1,00 %
	50	0,250	22,12 %	17,10 %	14,36 %	11,53 %	8,61 %	4,88 %	2,47 %
	100	0,500	39,35 %	31,28 %	26,66 %	21,73 %	16,47 %	9,52 %	4,88 %
	200	1,000	63,23 %	52,78 %	46,22 %	38,74 %	30,24 %	18,13 %	9,52 %
	300	1,500	77,71 %	67,56 %	60,56 %	52,06 %	41,73 %	25,92 %	13,93 %
	400	2,000	86,49 %	77,71 %	71,08 %	62,49 %	51,34 %	32,97 %	18,13 %
5000	1	0,005	2,47 %	1,86 %	1,54 %	1,22 %	0,90 %	0,50 %	0,25 %
	5	0,025	11,75 %	8,95 %	7,46 %	5,94 %	4,40 %	2,47 %	1,24 %
	10	0,050	22,12 %	17,10 %	14,36 %	11,53 %	8,61 %	4,88 %	2,47 %
	20	0,100	39,35 %	31,27 %	26,66 %	21,73 %	16,47 %	9,52 %	4,88 %
	50	0,250	71,35 %	60,84 %	53,93 %	45,80 %	36,24 %	22,12 %	11,75 %
	100	0,500	91,80 %	84,67 %	78,78 %	70,63 %	59,35 %	39,35 %	22,12 %
	200	1,000	99,33 %	97,65 %	95,50 %	91,38 %	83,48 %	63,22 %	39,35 %
	300	1,500	99,95 %	99,64 %	99,05 %	97,47 %	93,28 %	77,69 %	52,77 %
	400	2,000	100,00 %	99,95 %	99,80 %	99,26 %	97,27 %	86,47 %	63,22 %



## Yhteenveto

Rokotetut saavat rokotteesta hyvän suojan oireista ja erityisesti vakavaa tautia vastaan. Rokottaminen suojaa myös tartunnalta, mutta suoja eri viruskantoja vastaan vaihtelee. Rokottamattomat yksilöt muodostavat oleellisesti suuremman riskin epidemian levittämiseksi. Rokotuspassin avulla potentiaalisia rajoitustoimia on mahdollisesti kohdentaa tämän riskin mukaisesti ja jättää toimien ulkopuolelle rokotetut yksilöt, joihin kohdistuneina rajoitustoimet ovat vastaavasti tehottomampia.

Ilmaantuvuuden laskiessa testaaminen muuttuu menetelmästä riippumatta vähemmän kannattavaksi, koska väärin positiivisten osuus positiivisista testituloksista kasvaa. Antigeenitestien herkkyys on selvästi PCR-testejä heikompi, ja niiden käyttäminen edellyttää mahdollisuutta positiivisten tulosten varmistamiseen PCR-menetelmällä. Pienessä mittakaavassa tämä ei ole ongelma, mutta mikäli antigeenitestejä tehtäisiin runsaasti, tai jos käytettäisiin tarkkuudeltaan heikompia testejä, sitoisi varmistustestien tekeminen huomattavasti terveydenhuollon PCR-kapasiteettia.

Taudin kohdanneita henkilöitä on Suomessa todettu tähän mennessä noin 2,2 % väestöstä, ja vasta-ainekartoituksiin perustuvan arvion mukaan korkeintaan kaksinkertaisesti verrattuna varmistettuihin tautitapauksiin. Taudin sairastaneiden henkilöiden osuus jää siis hyvin pieneksi koko väestöä ajatellen.

Suurten tapahtumien osalta on huomionarvoista, että vaikka itse tapahtumissa tartuntariski voitaisiin pitää pienenä, aiheutuu varsinaisen tapahtuman ulkopuolella kontrolloimaton riski ihmisten vapaamuotoisemman kokoontumisen muodossa. Tämä on epidemian leviämisen kannalta paljon merkittävämpää kuin itse tapahtumien aiheuttama riski.

Koronatodistusten osalta huolena on myös niiden aiheuttama lisäkuormitus terveydenhuollolle. Rokotustodistus ja todistus tehdystä testistä pystytään jo tuottamaan automatisoidusti ilman terveydenhuollon ammattilaisen työpanosta, todistus sairastetusta taudista ei vielä ole saatavilla samaan tapaan. Todistuksista saatava hyöty on pieni suhteessa vaadittuun panostukseen, ellei todistusta ole mahdollista tuottaa automatisoidusti.