
Koronarokotteiden logistiikka sekä rokotehävikki Suomessa vuonna 2021

Tuija Orre*

Erikoisfarmaseutti (teollisuusfarmasia), FM
lääkekehitys, erikoissuunnittelija
Terveyden ja hyvinvoinninlaitos
tuija.orre@thl.fi

Toni Relander

Proviisori,
lääketukkukaupan johtaja
Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

Mia Sivén

FaT, dos., teollisuusfarmasian
vanhempi yliopistonlehtori
Farmasian tiedekunta
Helsingin yliopisto

Anne Juppo

FaT, dos., teollisuusfarmasian professori
Farmasian tiedekunta
Helsingin yliopisto

*Kirjeenvaihto

Orre T, Relander T, Sivén M, Juppo A: Koronarokotteiden logistiikka sekä rokotehävikki Suomessa vuonna 2021. Dosis 39: 50–62, 2023

Tiivistelmä

Johdanto

COVID-19-pandemian myötä globaali kiinnostus rokotteiden toimitusketjuja kohtaan on lisääntynyt. Uusien koronavirusrokotteiden säilytys- ja kuljetuslämpötilat, lyhyt kestoaja ja suuri kysyntä aiheuttivat haasteen Suomen kansalliselle rokotelogistiikalle. Hävikkiä on odotettavissa kaikissa kansallisissa rokotusohjelmissä, mutta koronarokotteiden hankintaan käytettyjen suurten summien vuoksi, hävikin seuranta on erityisen tärkeää. Maailman terveysjärjestö WHO on raportoinut, että maailmanlaajuisesti rokotusohjelmien rokotehävikki voi olla jopa 50 %. Tehokkaan rokotteiden varastonhallinnan kriteerinä pidetään enintään 1 % hävikkiä. Usea seikka voi johtaa rokotehävikkiin, ja pienilläkin hävikkiin vaikuttavilla teoilla voidaan saada aikaan merkittäviä säästöjä. Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) lääketukkukauppaa kiinnosti koronavirusrokotteiden hävikin seuraaminen, sillä lääketukkukaupalta puuttui koko väestön kattava pakkaslämpötiloja vaativa logistiikkaketju. EU-hankinnasta johtuneet nopeat muutokset toimitusaikatauluissa ja logistiikka pakkaslämpötilassa lisäsivät koronarokotteiden hävikkiriskiä.

Aineisto ja menetelmät

Aineistona käytettiin Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen keräämää rekisteridataa koronarokotteiden logistiikasta ajalta 21.12.2020–3.1.2022. Rekisteridata yhdisti THL:n rokotejakelujärjestelmän tietoja sairaala-aptekeilta ja lääkekeskuksilta kerättyyn tietoon. Rekisteridata keräsi tietoa vain avaamattomien injektioipullojen hävikistä.

Tulokset

Koronarokotteiden hävikkiprosentti THL:n lääketukkukaupan keskusvarastossa oli 0,73 % maahansaapuneista rokoteannoksista. Terveydenhuollon avaamattomien rokoteipullojen suhteellinen hävikkiprosentti oli 0,98 %, kun otetaan huomioon myös varastossa olevat annokset. THL:n lääketukkukaupan ja terveydenhuollon yhteenlaskettu suhteellinen hävikkiprosentti avaamattomille rokoteipulloille oli 1,62 % vuonna 2021 maahan saapuneista annoksista, joista vähennettiin apteekkien varastossa olleet rokotteet. Suomeen saapuneista noin 11 miljoonasta annoksesta hävikkiin meni THL:n lääketukkukaupassa 79 800 annosta ja terveydenhuollossa 88 190 annosta. Suhteellinen hävikki oli suurempaa pienemmällä sairaanhoitopiireillä, ja annoskohtaiset hävikit olivat odotetusti suurempia suuremmilla sairaanhoitopiireillä.

Johtopäätökset

Koronarokotteiden hävikkiprosentti pysyi WHO:n EVM-hankkeen (Effective Vaccine Management Initiative) määrittämällä tasolla 1 % luokassa, jota pidetään tehokkaan varastonhallinnan raja-arvona. Rokotteiden hävikeistä tarvittaisiin jatkotutkimusta, sillä määrän lisäksi myös rokotehävikin syyt kiinnostavat. Hävikkitiedon kerääminen myös rokottavilta yksiköiltä tarkentaisi tietoa rokotteiden kokonaishävikistä. Jatkotutkimus tulisi toteuttaa kansallisen rokotusohjelman rokotteilla koko toimitusketjun osalta ja hyödyntää Setian ym. vuonna 2002 julkaistun tutkimuksen jaottelua hävikin syistä. Hävikin syitä tutkimalla voidaan päästä kiinni muutoksiin, joilla voidaan pienentää hävikkiä ja säästää huomattavasti yhteiskunnan varoja.

Avainsanat: rokotehävikki, koronarokotteet, COVID-19-rokotteet, rokotteiden toimitusketju, rokotteiden logistiikka

Johdanto

COVID-19-pandemian myötä koko maailman kiinnostus rokotteiden kehittämistä ja -toimitusketjuja kohtaan on kasvanut, mutta kiinnostus rokotteiden logistiikkaa kohtaan kasvoi jo ennen pandemian alkamista (Lee ja Haidari 2017, Duijzer ym. 2018, Georgiadis ja Georgiadis 2021). Koronarokotteiden logistiikka toi eteen uusia haasteita, sillä pandemian myötä koronarokottamisesta on tullut yksi rokotehistorian suurimmista rokotuskampanjoista (Georgiadis ja Georgiadis 2021). Koronarokotteiden logistiikassa haastavinta oli säilytyslämpötila pakkaslämpötiloissa sekä lyhyet kestoajat yhdistettynä siihen, että rokotteita haluttiin nopeasti jaettavaksi globaalisti (Georgiadis ja Georgiadis 2021). Vain oikeassa lämpötilassa säilytetty rokote säilyttää tehokkuutensa taudeilta suojaamisessa, joten toimiva logistiikkaketju on tärkeä osa tartuntatautien torjunnassa (Lee ja Haidari 2017).

Maailman terveysjärjestö (WHO) raportoi, että maailmanlaajuisesti rokotehävikki on jopa yli 50 % ja Kanadassa on arvioitu, että rokotehävikin hinta olisi noin 3,3 % maan rokotehankintojen budjetista (Setia ym. 2002, WHO 2005). Kaikissa rokotusohjelmissä tapahtuu hävikkiä, mutta olisi tärkeä tunnistaa estettävissä oleva hävikki ja työkalut hävikin vähentämiseen (Setia ym. 2002, WHO 2005). WHO jaottelee rokotehävikkiä tapahtuvan avaamattomissa injektio-pulloissa tai -ruiskuissa sekä käyttönoteuissa injektio-pulloissa tai -ruiskuissa (WHO 2005). Vaikka yleistä ohjetta hyväksyttävästä hävikistä on vaikea antaa, koska siihen vaikuttaa niin moni paikallinen asia rokotusohjelmaa toteuttavalla alueella, on WHO antanut arvion, että 1 % hävikki jokaisella logistiikkaketjun tasolla on vielä hyväksyttävää (WHO 2005). Rokotteiden hävikkiin voi johtaa moni asia rokotteiden jakeluketjussa (WHO 2005). Yleisimpiä hävikin syitä ovat rokotteiden vanheneminen varastoon ja kylmäketjun katkeaminen (Setia ym. 2002). Muita syitä rokotehävikille ovat rokotteiden jäätyminen, pakkausten rikkoutuminen, moniannospakkausten käyttämättömien annosten hävittäminen rokotusession jälkeen, rokotteiden valmistelussa tapahtunut virhe

sekä kontaminaatio tai saldovirheet järjestelmässä (Setia ym. 2002, WHO 2005). Katsotaan kuitenkin, että moniannospakkausten avaaminen yhtäkin rokotettavaa varten on kannattavaa, sillä menetetyistä rokotusmahdollisuudesta aiheutuu enemmän kuluja, kuin mitä rokotehävikin estämisellä säästetään (Wallace ym. 2018).

Koronarokotusten alkaessa Suomessa joulukuun 2020 lopussa ja vuoden 2021 alussa, Suomeen toimitettujen annosten määrä oli hyvin rajallinen (STM 2021). Hävikkiä säädeltiin aluksi kunnissa antamalla rokotuksia esimerkiksi ajanvarauksella, sillä ensimmäiseksi myytiluvan saanut Pfizer-Biontechin rokote Comirnaty vaati -70 °C säilytyksen ja säilyvyys senhetkisen tutkimustiedon mukaan arvioitiin olevan vain 5 vuorokautta jääkaappilämpötilassa (Heaton ym. 2017, Helsingin kaupunki 2021, STM 2021, EMA 2022a). Toiseksi myytiluvan saanut Modernan Spikevax säilyi pakastimessa -20 °C lämpötilassa ja pakastimesta poistamisen jälkeen 30 vuorokautta jääkaappilämpötilassa (EMA 2022b).

Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen lääketukkukaupalla ei ollut pakkaslämpötiloja vaativaa logistiikkaketjua koko väestön mitta-kaavassa valmiina ennen koronarokotteiden käyttöönottoa. Koronarokotteiden logistiikkaolosuhteet ja EU-yhteishankinnasta johtuneet toimitusten nopeat aikataulumuutokset olivat hävikkiä lisääviä riskitekijöitä. Näistä syistä rokotteiden hävikkiä haluttiin seurata ja tutkia tarkemmin. Rokotteiden hävikkitutkimusta oli suunniteltu kansallisen rokotusohjelman rokotteilla jo aikaisemminkin, mutta nyt koronarokotteiden hävikkitietoja kerättiin muun koronaan liittyvän raportoinnin yhteydessä. Rokoteinvestointien suuruuden vuoksi hävikin määrä kiinnostaa myös taloudellisesti. Rokotteiden hävikeistä löytyy kirjallisuutta kehittyvistä maista mutta varsin rajallisesti esimerkiksi Euroopan maista. Tämä tutkimus antaa tärkeää tietoa koronarokotehävikistä Suomessa. Tulevaisuudessa koronarokotteiden hävikkejä voidaan todennäköisesti verrata esimerkiksi Euroopan hävikkimääriin ja arvioida hävikin viemää osuutta rokotteiden hankintaan käytettävästä budjetista.

Aineisto ja menetelmät

Aineistona käytettiin Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen keräämää rekisteridataa koronarokotteiden logistiikasta ajalta 21.12.2020–3.1.2022. Raportti keräsi rokotteiden maahantulotiedot THL:n rokotejakelujärjestelmästä, jonne tiedot syötettiin rokoteannoksina. Muut tiedot kerättiin verkkolomakkeella sairaala-apteekeilta ja lääkekeskuksilta. Lomakkeella he ilmoittivat arvion rokotteiden varasto-, hävikki- ja toimitustilanteesta rokote-pulloina. Lomakkeiden pullo-tiedot muunnettiin rokoteannoksiksi ohjelmallisesti R-ohjelmalla siten, että Pfizer-Biontechin Comirnaty rokote-pullon annosmäärä oli aluksi viisi annosta ja se muutettiin kuudeksi annokseksi 18.1.2021 alkaen. Modernan Spikevaxin ja AstraZenecan Vaxzevrian annosmäärä laskettiin kertomalla pullo 10 annoksella ja Janssenin JCOVDEN-rokotteiden annosmäärä saatiin kertomalla pullo määrää viidellä. Pandemian alussa sairaala-apteekit ja lääkekeskukset raportoivat lomakkeella päivittäin logistiikkatilannettaan, mutta marraskuusta 2021 raportointi tehtiin viikoittain. Verkkolomakkeen tiedot koottiin ohjelmistollisesti R-ohjelmalla viikoittaiseksi yhteenvetotaulukoksi, johon koottiin rokotteiden hävikki annoksina, apteekkien varastoissa olevat rokotteet annoksina, sairaala-apteekeille ja lääkekeskuksille jaetut rokotteet annoksina sekä maahan saapuneet rokoteannokset. Näistä ohjelmistollisesti tuotetuista yhteenvetotaulukoista koottiin Excel365-taulukkoon kuukausittainen hävikkitilanne rokoteannoksina ja vuoden 2021 kumulatiivinen hävikkitilanne rokoteannoksina.

* Yhtälöt

$$\text{Rokotteiden käyttöaste} = \frac{\text{Annetut rokoteannokset}}{\text{Lähetetyt rokoteannokset}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Rokotehävikki} = 100 - \text{Rokotteiden käyttöaste} \quad (2)$$

$$\text{Avaamattomien pullojen rokotehävikki} = \frac{\text{Hävikkiin menevät annokset}}{\text{Jaetut annokset - varastossa olevat annokset}} \times 100 \quad (3)$$

Hävikin laskentatapa

Rokotehävikin määrittämiseen on useita tapoja (WHO 2005). Yksi tapa on mitata rokotteiden käyttöastetta verraten yhtälöiden (1) ja (2) mukaisesti, mutta kaava antaa erittäin suuria virhelukuja keskusvaraston hävikkiä arvioitaessa, koska siinä ei huomioida ollenkaan varastoissa olevia annoksia (WHO 2005). Kaikki keskusvarastosta jaetut annokset luokitellaan tässä mallissa annetuiksi annoksiksi, vaikka osa jäisikin sairaala-apteekin tai rokotuspaikan jääkaappiin (WHO 2005). Rokotehävikkiä voidaan laskea myös ilman tietoa annetuista rokoteannoksista, jos tiedossa on hävikkiin menevien annosten määrä, jaetut annokset ja varastoon jäävien annosten määrä yhtälön (3) mukaisesti (WHO 2005). Yhtälöllä (3) tulokseksi saadaan rokotteiden suhteellinen hävikki varastoivissa yksiköissä (WHO 2005). *Ks. yhtälöt alla.

Tässä aineistossa terveydenhuollon rokotteiden hävikki laskettiin avaamattomien pullojen rokotehävikkinä jakamalla hävikkiin ilmoitetut annokset sairaala-apteekkeihin ja lääkekeskuksiin jaetuilla annoksilla, joista vähennettiin apteekkien ja lääkekeskusten varastossa olevat annokset ja kerrottiin saatu luku sadalla, jolloin tulokseksi saadaan suhteellinen hävikkiprosentti avaamattomille pulloille. THL:n lääketukkukaupan varastojen hävikki laskettiin jakamalla THL:n varaston hävikkiin menevät annokset maahan saapuneilla annoksilla. Kokonaishävikissä (THL:n lääketukkukauppa + terveydenhuolto) huomioitiin myös apteekkien varastoissa olevat annokset vähentämällä ne maahan saapuneista annoksista.

Tulokset

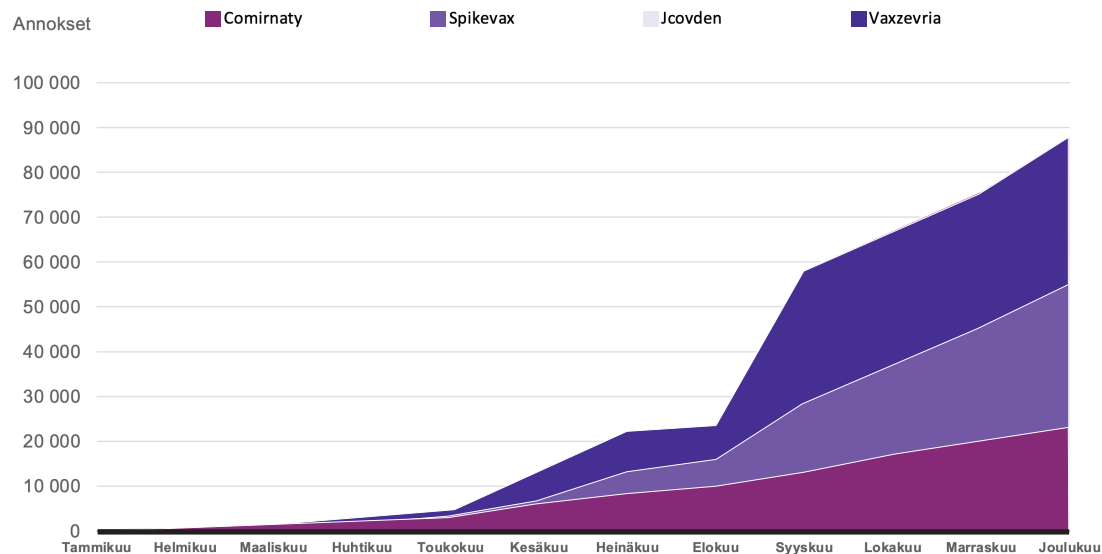
Kevään 2021 aikana rokoteannosten hävikki oli suhteellisen pientä, mutta hävikki suureni kesästä 2021 alkaen kaikilla tuolloin käytössä olleella kolmella rokotteella (Kuva 1). Pfizer-Biontechin Comirnaty-rokotteita kuljetettiin määrällisesti eniten terveydenhuollossa, sillä niitä oli hankittu selvästi enemmän kuin muita rokotevalmisteita. JCOVDEN-rokotteiden jakelu THL:n keskusvarastosta käynnistyi vasta lokakuusta 2021 lähtien (THL 2022a). Astra Zenecan Vaxzevria-rokotteiden jakelu keskeytettiin maaliskuussa 2021 rokotteiden turvallisuusarvioinnin ajaksi harvinaisten haittavaikutusten ilmännuttua (THL 2022a). Arvioinnin jälkeen rokotteiden kohderyhmä pienentyi ja rokotetta käytettiin vähemmän verrattuna kahteen mRNA-valmisteeseen. Vaxzevria-erä vanhentui sekä terveydenhuollon varastoihin että THL:n keskusvarastoon vuoden 2021 elokuun lopussa ja marraskuun lopussa (Kuva 1).

Rokotevalmisteiden suhteellinen hävikkiprosentti laskettiin käyttämällä yhtälöä (3), jossa huomioitiin terveydenhuoltoon lähetetyt kuukausittaiset annokset avaamattomissa

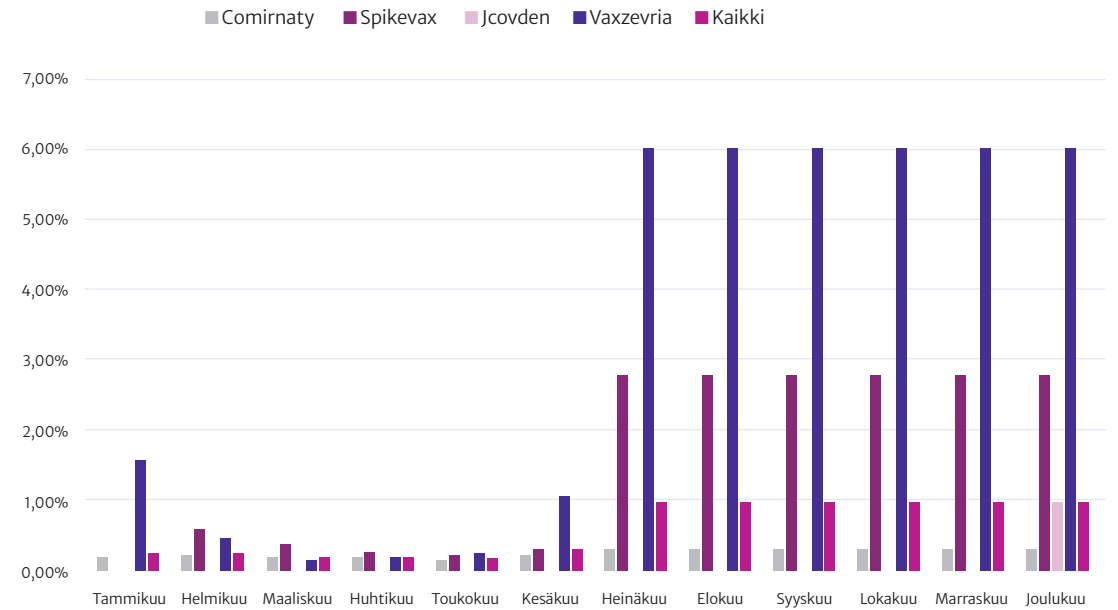
moniannospulloissa vuonna 2021. Suhteellinen hävikki on suurempi niillä rokotteilla, joita on annosmäärällisesti maahantuotu Suomeen vähemmän (Kuva 2). Suomi osallistui kansainväliseen yhteistyöhön lahjoittamalla adenovirusrokotteita (Astra Zeneca ja Janssen) COVAX-mekanismin kautta koronarokotteiden globaalin saatavuuden varmistamiseksi (THL 2022a). Tästä syystä Suomeen ei maahantuotu tämän tyyppin rokotteita kevään 2021 jälkeen.

Kuva 3 kokoa koronarokotteiden hävikki-tiedot sairaanhoitopiireittäin. Sairaanhoitopiirit on jaoteltu kuvaan vuoden 2020 väkiluvun perusteella isommasta pienimpään vasemmalta lukien. Suhteellinen hävikkiprosentti suurenee, kun sairaanhoitopiiriin lähetettyjen annosten määrä pienenee.

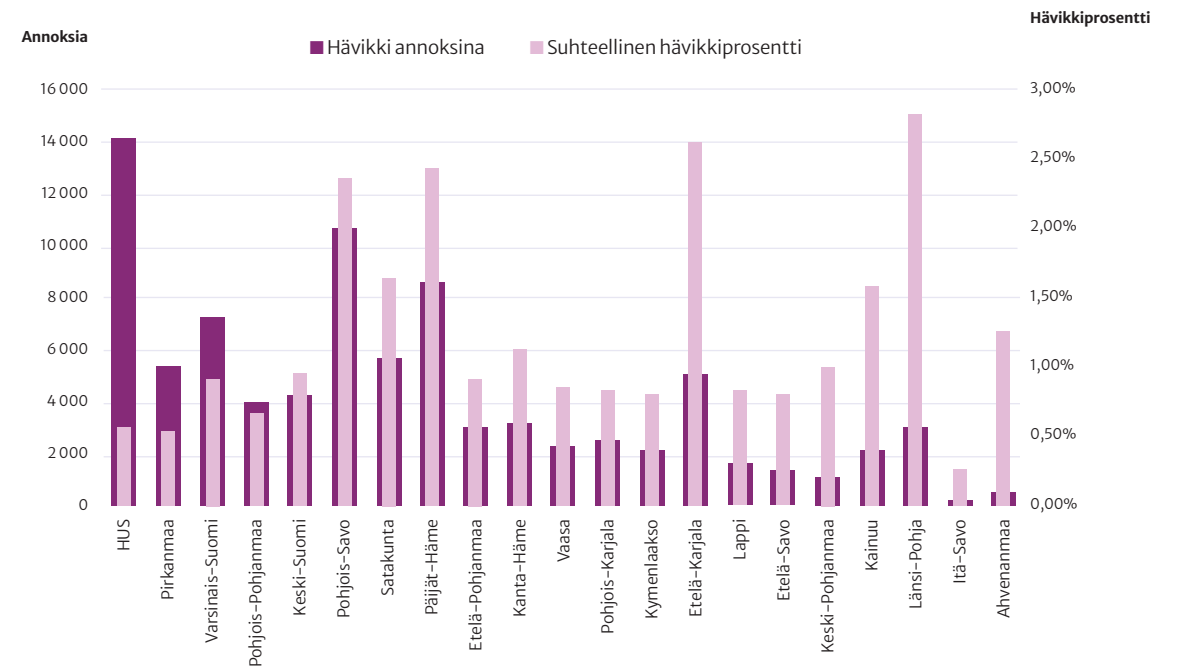
Rokotekohtaisesti hävikki oli suurinta Vaxzevria-rokotteella, mutta terveydenhuollon puolella erot olivat annosmäärällisesti pienempiä (Taulukko 1). Suhteellinen hävikkiprosentti oli sekä terveydenhuollossa että THL:n lääketukkukaupassa Vaxzevria-rokotteilla suurin, mutta ottaen huomioon rokotteiden käyttösuositusten muutoksen kevään 2021 jälkeen suurempi hävikki oli odotettavissa. Haas-



Kuva 1. Covid-19-rokotteiden kumulatiivinen hävikki terveydenhuollossa vuonna 2021 (annoksina) esitettynä eri rokotteiden hävikkimäärien yhteenlaskettuna summana.



Kuva 2. Covid-19-rokotteiden kuukausittainen suhteellinen hävikkiprosentti terveydenhuollossa 2021.



Kuva 3. Koronarokotteiden hävikki sairaanhoitopiireittäin annosmääriä ja suhteellista hävikkiä verraten tutkimuksen ajanjaksolta (21.12.2020–3.1.2022) raportoituna. Sairaanhoitopiirit on jaoteltu kuvaan vuoden 2020 väkiluvun perusteella isommasta pienimpään vasemmalta lukien.

Taulukko 1. Yhteenveto covid-19-rokotteiden hävikeistä Suomessa 2021.

Rokotevalmiste	Hävikki annoksina (THL)	Hävikki-prosentti (THL)	Hävikki annoksina (Terveystieteiden tutkimuskeskus)	Hävikki-prosentti (Terveystieteiden tutkimuskeskus)	Hävikki annoksina yhteensä	Hävikki-prosentti yhteensä
Comirnaty aikuisille	–	0,00 %	22 600	0,31 %	22 600	0,31 %
Spikevax	–	0,00 %	33 150	2,78 %	33 150	2,78 %
Jcovden	–	0,00 %	–	0,00 %	–	0,00 %
Vaxzevria	79 800	12,31 %	32 440	5,98 %	112 240	17,32 %
Yhteensä	79 800	0,73 %	88 190	0,98 %	167 990	1,62 %

teista huolimatta pysyttiin WHO:n EVM-hankkeen (Effective Vaccine Management Initiative) määrittämällä hyväksyttävällä 1 % -hävikitasolla logistiikkaketjun tasoa kohden (WHO 2005).

Pohdinta

Tulokset ovat todennäköisesti aliraportoituja samoista syistä kuin Setia ym. (2002) artikkelissa, sillä kyselylomakkeita täyttivät sairaala-apteekit ja lääkekeskukset, joille rokotteita jaettiin, mutta jos rokottava yksikkö ei ole raportoinut heille kokonaisten rokotepullojen hävikkiä, on hävikki jäänyt raportin ulkopuolelle. On myös otettava huomioon, että hävikkiluvuissa saattaa olla vain sairaala-apteekissa ja lääkekeskuksissa vanhentuneet avaamattoman rokotepullot, mikäli rokottava yksikkö on antanut puutteellista tai virheellistä tietoa. THL:n verkkolomakkeen kautta oli mahdollista korjata puuttuvia tai virheellisiä tietoja aikaisemmista ilmoituksista mutta sillä oletuksella, että ilmoittava taho pystyy tunnistamaan virheellisen tai puutteellisen tiedon.

Osa hävikistä on saattanut jäädä raportoimatta myös tietojen korjaamisen työläyden takia. Mikäli rokottava yksikkö on raportoinut tietonsa myöhään tai puutteellisesti raporttilomakkeelle on saattanut päästä virheellistä

tietoa, joka on saattanut jäädä korjaamatta. Lomakkeelle pyydettiin ilmoittamaan vain kokonaisia hävitettyjä pulloja, jolloin esimerkiksi päivän päätteeksi hävitetyt vajaat pullot eivät ole tässä raportoituna, mikä pienentää oikeasti tapahtunutta hävikkiä. Tämä saattaa selittää miksi JCOVDEN-rokotteen hävikiksi on ilmoitettu 0, sillä tätä rokotetta käytettiin Vaxzevrian ohella pienemmälle kohderyhmälle ja näistä ryhmistä hävikki on todennäköisimmin tapahtunut avatuissa rokotepulloissa. JCOVDEN otettiin Suomessa käyttöön vasta lokakuussa 2021, kun Vaxzevrian käyttö lopetettiin. Adenovirusrokotteiden kohderyhmää muutettiin maaliskuussa 2021 siten, että adenovirusrokotteilla rokotettiin vain yli 65-vuotta täytäneet ja sitä vanhemmat sekä ne 18–64-vuotiaat, joille mRNA-rokote on vasta-aiheinen (THL 2022a). Muutos selittää sekä Vaxzevrian hävikin suurenemisen, että JCOVDENin rokotteen hävikin vähäisyyden.

Maaliskuun 2021 jälkeen Vaxzevrian menekki sairaala-apteekkeihin ja lääkekeskuksiin pieneni, mutta annoksia saapui kuitenkin vielä huhtikuussa 2021 THL:n varastoon. THL:n lääketukku kaupan oman varaston annoksia hävitettiin suuria määriä elokuussa 2021 ja myös jonkin verran marraskuussa 2021 rokotteiden vanhenemisen johdosta. JCOVDENia jaettiin sairaala-apteekkeihin ja lääkekes-

kuksiin vasta Vaxzevrian rokotteiden jakelun lopulla lokakuusta 2021 eteenpäin. Rokotehävikkiä mRNA-rokotteiden joukossa on todennäköisesti vähentänyt myös molempien valmistajien pidettyneet säilyvyysajat myyntiluvan saamisen jälkeen. Comirnatyn säilytysaika jääkaappilämpötilassa pitenee viidestä päivästä 31 päivään toukokuussa 2021 (EMA 2021). Comirnatyn pakkasäilytysaika muuttui kuudesta kuukaudesta yhdeksään kuukauteen syyskuussa 2021, ja Spikevaxin säilyvyysaika pakkaslämpötilassa muuttui seitsemästä kuukaudesta yhdeksään kuukauteen joulukuussa 2021 (EMA 2022a ja 2022b). Rokotehävikistä saatuja tuloksia voidaan kuitenkin pitää suuntaantavina, ja ne toimivat hyvänä vertailuna jatkotutkimuksia varten. Olisi ollut mielenkiintoista kerätä dataa myös avattujen pullojen hävikistä, mutta sitä tietoa ei koronarokotteisiin liittyviltä raporteilta kerätty, joten tutkimuksessa käytettiin rekisteristä löytyvää dataa. Jos myös avattujen rokotepullojen hävikkitietoja olisi kerätty terveydenhuollosta, hävikin määrä olisi suurempi kuin pelkkien avaamattomien pullojen hävikki. Avattujen rokotepullojen hävikkitietojen kerääminen myös rokottavilta yksiköiltä olisi kerryttänyt tietoa useammasta kuin kahdesta ensimmäisestä logistiikkaketjun tasosta (THL:n lääketukku kaupan varasto sekä sairaala-apteekien ja lääkekeskusten varastot) rokotteen toimitusketjussa.

Kaikkien kolmen käytössä olleen rokotteen hävikki suureni annosmäärällisesti laskettuna toukokuun 2021 jälkeen, minkä jälkeen maahan saapuneet annosmäärät myös suurenevät merkittävästi verrattuna aikaisemmin saapuneisiin annosmääriin. Kesän suurempaa hävikkiä voivat selittää myös lämpimämmät olosuhteet ja kesälomat. Kesäkausi saattoi vaikuttaa myös rokotusten etenemiseen, koska rokotettavia henkilöitä oli vähemmän ja rokotettavat henkilöt saattoivat unohtaa siirtää rokotusaikojaan lomakaudella, jolloin annoksia meni hävikkiin tarpeettoman pakkasesta poistamisen vuoksi. Rokotuskattavuutta pyrittiin nostamaan ympäri maata järjestämällä pop-up-rokotustapahtumia, jotka ovat voineet lisätä kokonaisten pullojen hävikkiä. WHO katsoo kuitenkin, että rokotuskattavuuden parantamisesta johtuva hävikki on hyväksyttävämpää

kuin vääriin säilytysolosuhteisiin unohtuneiden annosten hävikki (WHO 2005).

Pienemmillä sairaanhoitopiireillä hävikkiä syntyi helpommin esimerkiksi siksi, että koronarokotteita piti toimittaa isoissa pakkauksissa. Pienemmissä sairaanhoitopiireissä myös annosmäärällisesti pienet hävikit suurentavat suhteellista hävikkiprosenttia.

Rokotehävikin tarkempia syitä ei eritelty sairaala-apteekeilta ja lääkekeskuksilta kerätyillä lomakkeilla, vaikka rokotehävikin syyt voisivat auttaa jäljittämään parannuskohteita rokotteiden toimitusketjussa (Setia 2002, WHO 2005). Rokotehävikkiä voisi tutkia laajemmin myös kansallisen rokotusohjelman rokotteilla suunnittelemaan kysely sairaala-apteekkeille ja lääkekeskuksille niin, että hävikin syyt huomioidaan. Kysely voitaisiin toimittaa myös rokotetaville yksiköille.

Koronarokotteiden hävikin arvoa voi suhteuttaa siihen, mitä **Taulukon 3** koronarokotteiden yhteenlaskettu hävikkiprosentti Suomessa olisi euroissa. Vuonna 2021 koronarokotteiden hankintaan, varastointiin ja jakeluun käytettiin 161 778 845 euroa, josta 1,62 % on noin 2,6 miljoonaa euroa (THL 2022b). Ei voida kuitenkaan suoraan sanoa, että hävikkiin olisi mennyt näin paljon rahaa, sillä tilinpäätöksessä esitetty koronarokotteisiin käytetty summa sisälsi rokotteiden hankinnan lisäksi muitakin kuluja. Pienikin hävikkimäärä kasvaa taloudellisesti suureksi kansallisen rokotusohjelman miljoonien hankinnoissa. Täten pienilläkin hävikillä vähentävillä toimilla voidaan saada aikaan isoja säästöjä. Hyvä esimerkki hävikkiä vähentävistä innovaatioista on helsinkiläisen opetushoitajan kehittämä ilmakehateknikka rokoteannosten valmiiksi saattamisessa moniannospulloissa, mikä vähentää injektiopullon jäävää rokoteliuosta (THL 2022c).

Avaamattomien rokotepullojen suhteellisen kokonaishävikin jääminen alle kahden prosentin ja terveydenhuollon suhteellisen rokotehävikin jääminen alle prosentin todistaa Suomen koronarokotelogistiikan olleen tehokasta vuonna 2021. Covid-19-rokotteita jaettiin vuonna 2021 Suomessa noin 11 miljoonaa annosta, joista noin 8 miljoonaa annosta vaati ULT-pakkasolosuhteita (Ultra Low Temperature), 2 miljoonaa annosta pakkasolosuhteita ja vain noin miljoonaa annosta jääkaappiläm-

pötiloja (THL 2022a). Koronarokotusten lisäksi hoidettavana oli kuitenkin myös koko kansallisen rokotusohjelman rokotteiden logistiikka.

Johtopäätökset

Koronarokotteiden hävikkiprosentti Suomessa on toimitusketjun ensimmäisellä ja toisella tasolla (keskusvarastossa ja sairaala-apteekkeissa sekä lääkekeskuksissa) WHO:n määrittämällä hyväksyttävällä tasolla 1 % luokassa, jota pidetään tehokkaan rokotteiden varastonhallinnan raja-arvona WHO:n EVM-hankkeessa. Jatkotutkimus rokotteiden häviöistä olisi kuitenkin tarpeen, sillä tarvittaisiin lisätietoa myös kansallisen rokotusohjelman rokotteiden suhteellisesta hävikistä. Jatkotutkimus tulisi toteuttaa siten, että saadaan paremmin tietoa hävikin syistä ja hävikkimääristä eri syille. Setia ym. (2002) artikkelin jaotelu hävikin syille voisi toimia hyvänä pohjana jatkotutkimusten kyselylomakkeelle. Jatkotutkimus tulisi suunnitella niin, että myös rokotavien yksiköiden hävikki saadaan mukaan tuloksiin, jolloin saataisiin kattavammin tietoa kokonaishävikistä koko toimitusketjun osalta. Jos hävikkitutkimuksessa löytyy parannuskohteita, joilla voidaan pienentää rokotehävikkiä kansallisessa rokotusohjelmassa, pienilläkin muutoksilla voidaan säästää huomattavasti yhteiskunnan varoja.

Summary

Vaccine Supply chain for Covid-19 vaccines and their vaccine wastage in Finland 2021

Tuija Orre*

Senior Planning Officer,
BSc (Pharm) Specialist in Industrial Pharmacy,
MSc (Drug development)
Finnish Institute for Health and Welfare

Toni Relander

Director of Pharmaceutical Wholesale,
MSc (Pharm)
Finnish Institute for Health and Welfare

Mia Sívén

Senior lecturer (Industrial pharmacy),
PhD (Pharm), Docent
University of Helsinki
Faculty of Pharmacy

Anne Juppö

Professor (Industrial pharmacy),
PhD (Pharmacy), Docent
University of Helsinki
Faculty of Pharmacy

*Correspondence

Introduction

A global interest in vaccine logistics and vaccine supply chains has grown thanks to Covid-19 pandemic. Vaccine supply chain faced new challenges when new Covid-19 vaccines were introduced because of the freezing temperatures needed for vaccine distribution and storage combined with limited shelf life and global need for vaccines. Vaccine wastages can be expected in all national immunization programmes, but because of substantial financial investments for Covid-19 vaccine procurement their wastage is particularly interesting. The World Health Organization (WHO) has reported that globally vaccine wastage in national immunization programmes can be as high as 50%. WHO EVM-initiative (Effective

Vaccine Management) considers proportional vaccine wastage of 1% of vaccines handled per supply chain level to be a criterion for effective vaccine management. Many things can lead to vaccine wastage and even small changes made to prevent wastage reduces financial losses for society. Finnish institute for health and welfare (THL) was interested to evaluate vaccine wastage for Covid-19 vaccines because before Covid-19 vaccines it lacked nationwide logistics for products distributed in freezing temperatures. Pharmaceutical wholesale in Finnish institute for health and welfare considered that the special characteristics for Covid-19 vaccine supply chain could increase the risk for vaccine wastage.

Materials and methods

Register data from Covid-19 vaccine logistics collected during 21st of December 2020 - 3rd of January 2022, were used to investigate vaccine wastage rates. Finnish Institute for Health and Welfare collected data from their own vaccine distribution system and combined the information to data collected from hospital pharmacies concerning Covid-19 vaccine logistics.

Results

Vaccine wastage in THL Pharmaceutical wholesale was 0.73% from imported Covid-19 vaccines. The proportional vaccine wastage in the Finnish healthcare system was 0.98%. Proportional vaccine wastage for combined results of THL Pharmaceutical wholesale and Finnish healthcare system was 1.62%. Vaccine wastage in THL Pharmaceutical wholesale was 79 000 doses and in Finnish healthcare system 88 190 doses compared to 11 million doses delivered to Finland. Proportional vaccine wastage is bigger in smaller districts and bigger districts have bigger volumes for wastage as expected.

Conclusions

In this study the proportional vaccine wastage was found to be close to the 1% limit for effective vaccine management (WHO EVM-initiative) for the first two supply chain levels studied. In this study there was recognized that further research on the reasons for vaccine wastage is needed. Further research on vaccine wastage could be carried on with national

immunization programmes vaccines. Setia et al. 2005 has an excellent classification for different wastage types that could be of use when planning further research. Further research should include questionnaire also for the vaccination points.

Keywords: Vaccine wastage, Covid-19 vaccines, vaccine supply chain

Sidonnaisuudet

Toni Relander: luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Finnish Consulting Group, Farmasian oppimiskeskus, Proviisoriyhdistys, PTCServices, Lääketietokeskus), luottamustoimet (EU:n komission Lääketieteellisten vastatoimien yhteishankintojen johtokomitea, Lääkeasioiden tiekartan toimeenpanon poikkihallinnollinen koordinaatioryhmä, Kansallinen rokotusasiantuntijaryhmä, Rokotehankintatyöryhmä). Tuija Orre, Mia Sívén ja Anne Juppo: ei sidonnaisuuksia

Kiitokset

Haluamme kiittää Terveiden ja hyvinvoinninlaitoksen rokotosohjelman ohjaustiimiä avusta artikkelia kirjoitettaessa. Erityiskiitos Mia Kontiolle arvokkaista kommentteista artikkelin kirjoitusvaiheessa.

Kirjallisuus

Duijzer L, Jaarsveld W ja Dekker R: Literature review: The vaccine supply chain. *European Journal of Operational Research* 268: 174–192, 2018

European Medicines Agency (EMA): More flexible storage conditions for BioNTech/Pfizer's COVID-19 vaccine. *European Medicines Agency*, Amsterdam, 17.5.2021. <https://www.ema.europa.eu/en/news/more-flexible-storage-conditions-biontechpfizers-covid-19-vaccine>

European Medicines Agency (EMA): Comirnaty: EPAR. *European Medicines Agency*, Amsterdam, 3.3.2022a. https://www.ema.europa.eu/en/documents/procedural-steps-after-comirnaty-epar-procedural-steps-taken-scientific-information-after-authorisation_en.pdf

European Medicines Agency (EMA): Spikevax: EPAR. *European Medicines Agency*, Amsterdam, 25.3.2022b. https://www.ema.europa.eu/en/documents/procedural-steps-after-spikevax-previously-covid-19-vaccine-moderna-epar-procedural-steps-taken-scientific-information_en.pdf

Georgiadis G ja Georgiadis M: Optimal planning of COVID-19 vaccine supply chain. *Vaccine* 39: 5302–5312, 2021

Heaton A, Krudwig K, Lorenson T, Burgess C, Cunningham A ja Steinglass R: Doses per vaccine vial container: An understated and underestimated driver of performance that needs more evidence. *Vaccine* 35: 2272–2278, 2017

Helsingin kaupunki: Helsinki siirtymässä iäkkäiden rokotuksiin, Helsingin kaupunki, 25.1.2021. <https://www.hel.fi/uutiset/fi/sosiaali-ja-terveysvirasto/helsinki-siirtymassa-iaakkaiden-rokotuksiin>

Lee B, Haidari L: The importance of vaccine supply chains to everyone in the vaccine world. *Vaccine* 35: 4475–4479, 2017

Setia S, Mainzer H, Washington M, Coil G, Snyder R ja Weniger B: Frequency and causes of vaccine wastage. *Vaccine* 20: 1148–1156, 2002

STM: Koronarokotuksen on saanut tähän mennessä noin 7 000 terveydenhuollon ammattilaista – rokotusvauhti riippuu Suomeen saatavista rokotemääristä. *Sosiaali- ja terveysministeriö*, Helsinki, 5.1.2021. <https://stm.fi/-/koronarokotuksen-on-saanut-tahan-mennessa-noin-7000-terveydenhuollon-ammattilaista-rokotusvauhti-riippuu-suomeen-saatavista-rokotemaarista>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL): Koronarokotusten järjestäminen Suomessa, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Helsinki, 5.1.2022a.

<https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/ajankohtaista/ajankohtaista-koronaviruksesta-covid-19/rokotteet-ja-koronavirus/koronarokotusten-jarjestaminen-suomessa>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL): Tilinpäätös 2021. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Helsinki, 2022b.

<https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022022821009>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL): Koulutusmateriaaleja koronarokotuksista: Koronarokotteen käyttövalmiiksi saattaminen moniannospullostaa ilmakuplatekniikalla. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Helsinki, 2022 c (päivitetty 24.2.2022).

<https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/rokotteet-a-o/koronavirusrokotteet-eli-covid-19-rokotteet-ohjeita-ammattilaisille/koulutusmateriaaleja-koronavirusrokotuksista>

Wallace A, Krey K, Hustedt J ym.: Assessment of vaccine wastage rates, missed opportunities, and related knowledge, attitudes and practices during introduction of a second dose of measles-containing vaccine into Cambodia's national immunization program. *Vaccine* 36: 4517–4524, 2018

World Health Organization (WHO): Monitoring vaccine wastage at country level: guidelines for programme managers. World Health Organization, Geneva, 2005.

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/68463>