
Kannettava keräilylaite lisää laatua ja tehokkuutta lääkkeiden jakeluun sairaala-apteekissa

Teressa Lyly*

Farmaseutti,
mikrobiologi MMM
Tuotantopäällikkö,
tohtorikoulutettava
Aalto-yliopisto
teressa.lyly@aalto.fi

Santeri Palomäki

KTM
Senior Associate
PwC Finland

Paulus Torkki

TkT
Apulaisprofessori
Helsingin yliopisto

Tomi Malmström

DI
Vice President
Solutions (Partner)
NHG

Antti Peltokorpi

TkT
Apulaisprofessori
Aalto-yliopisto

Miia Kallio

Vastaava proviisori
HUS Apteekki

**Kirjeenvaihto*

Lyly T, Palomäki S, Torkki P, Malmström T, Peltokorpi A, Kallio M: Kannettava keräilylaite lisää laatua ja tehokkuutta lääkkeiden jakeluun sairaala-apteekissa. Dosis 38: 424–433, 2022

Tiivistelmä

Johdanto

Sairaala-apteekin lääkejakelu on perinteisesti ollut työvoimaintensiivistä. Lääkejakelun virheet saattavat vaarantaa potilasturvallisuutta ja sairaalan lääkitysturvallisuutta. Kannettavia keräilylaitteita on kokeiltu Suomessa ja maailmalla hyvin tuloksin lääkelogistisissa työtehtävissä.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa mitattiin lääketilauksien keräilyn ohjaamista kannettavalle keräilylaitteelle ja tämän menetelmän vaikutusta keräilynopeuteen ja -tarkkuuteen. Tässä osiossa mitattiin ensin lääkkeiden tarkistus- ja keräilyaika kerättäessä lääkkeet perinteisesti paperista keräilylistaa apuna käyttäen. Seuraavaksi mitattiin lääketilauksen keräilyn läpimenoaika, kun lääketilauksien keräilylistat ohjattiin sähköisesti suoraan kannettavalle keräilylaitteelle. Nämä mittaukset toteutettiin sekä kellottamalla manuaalisesti että analysoimalla kannettavien keräilylaitteiden ohjelmiston rekisteröimiä aikaleimoja.

Toinen osio käsitteli kannettavien keräilylaitteiden käyttöönoton vaikutusta lääkkeiden vastaanottoprosessissa HUS Apteekki Helsingin lääketoimituksessa. Tutkimuksessa mitattiin, kuinka nopeasti lääkkeet pystyttiin vastaanottamaan perinteisellä tavalla vastaanotettuina, ja käyttämällä lääkkeiden tunnistuksessa apuna kannettavia keräilylaitteita lääkkeiden vastaanotossa. Mittaukset toteutettiin kellottamalla manuaalisesti eri työvaiheiden läpimenoaikoja. Lisäksi analysoitiin kannettavien keräilylaitteiden ohjelmiston rekisteröimiä aikaleimoja. Tulokset kerättiin taulukoiksi, jotka analysoitiin Microsoft Excel -ohjelmiston avulla.

Tulokset ja johtopäätökset

Kannettavien keräilylaitteiden käyttöönotto vähensi keräilyvirheiden määrää ja paransi keräilytoiminnan tehokkuutta. Farmaseuttityövoimaa voidaan siirtää farmaseuttista arvoa lisääviin työtehtäviin, kuten kliiniseen osastofarmasiaan, vaarantamatta potilasturvallisuutta. Sekä lääketoimitusten keräilyn että lääkkeiden tavaravastaanoton nopeus paranivat käyttämällä työssä kannettavia keräilylaitteita. HUS Apteekki on laajentanut kannettavien keräilylaitteiden käyttöä kaikkiin toimipaikkoihinsa.

Avainsanat: Lääkitysturvallisuus, viivakooditeknologia, kannettava keräilylaite, sairaala-apteekki, lääkityspoikkeama

Johdanto

Lääkejakelu sairaala-apteekissa on perinteisesti ollut työvoimaintensiivinen työvaihe. Lääkejakelun virheet vaarantavat potilasturvallisuutta, jos potilaalle menee väärän vahuisia tai vääriä lääkkeitä. Sairaala-apteekin toimintaa ja lääketoimitusta ohjeistaa Fimea (Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus Fimea 2012) Lääkelain (395/1987) 61§6 pohjalta. Farmaseutti tarkastaa sairaalaosastojen lääketilaukset ennen lääkkeiden keräämistä ja tarkistaa myös lääketyöntekijöiden keräämät lääkepakkauskset ennen kuin lääkkeet voidaan hyväksyä toimitettaviksi sairaalaosastoille.

Viivakooditeknologiaa on alettu hyödyntää myös lääkelogistiikassa, ja kannettavat keräilylaitteet ovat yleistyneet sairaala-apteekissa sekä maailmalla että Suomessa varsinaisten varastorobottien lisäksi. Suomessa laitteita ovat ottaneet käyttöön esimerkiksi Eksoten sekä PSHP:n sairaala-apteekit, HUS Apteekin lisäksi. Varsinaista tutkimusta näiden laitteiden vaikutuksesta lääkitysturvallisuuteen ja työn tehokkuuteen on kuitenkin vähän. Kannettavat keräilylaitteet ovat vaativaan käyttöön suunniteltuja henkilökohtaisia mobiilipäätteitä, joiden monipuoliset tiedonkäsitteily- ja -keruunominaisuudet yhdistettynä PC-tietokoneen nopeuteen mahdollistavat monimutkaistenkin työtehtävien suorittamisen paikasta riippumatta. Englanniksi näistä

käytetään muun muassa termejä EHD – enterprice hybrid device, EDA – enterprice digital assistant (**Kuva 1**).

Lääkityspoikkeamien vähentäminen sekä työn tehokkuuden parantaminen ovat yleisiä teemoja sairaala-apteekkeja käsittelevässä tutkimuksissa. Lääketoimitukseen liittyviä tutkimuksia sairaaloissa on tehty etenkin Yhdysvalloissa (mm. Oswald ja Caldwell 2007, Poon ym. 2006, De Young ym. 2009, Samaranyake ym. 2014). Monet aiemmat tutkimukset keskittyvät yksinomaan laatu- ja tarkkuusaspektiin, toisin sanoen lääkitysturvallisuuteen. Jotkin aiemmat tutkimukset käsittelevät myös työn tehokkuutta kannettavilla keräilylaitteilla tilausten poiminnassa, esimerkiksi De Koster ym. (2007) yleisellä tasolla sekä James ym. (2013) sairaala-apteekkiympäristössä. Sakowski ja Ketchel (2013) laskivat viivakooditeknologian käyttöönoton kustannuksia ja hyötyjä lääkkeiden kuljetusketjussa. Lisäksi monet tutkimukset keskittyvät viivakoodiavustettuun lääkejakeluun, aina reseptin määräämisestä lääkkeiden antoon potilaalle. Kannettavien keräilylaitteiden lisäksi varastorobotit ovat yleistyneet sekä sairaala-apteekissa että yksityisapteekissa. Nekin tunnustavat lääkkeet viivakooditeknologian avulla.

HUS Apteekin Helsingin toimipisteessä otettiin käyttöön kannettava viivakooditeknologiaa hyödyntävä keräilylaite lokakuussa 2014 (**Kuva 1**). Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää,

parantavatko kannettavat keräilylaitteet lääkelogistiikan laatua ja tehokkuutta. Tutkimuksen tavoitteena oli myös hankkia lisää tietoa ja pohtia, voidaanko sairaala-apteekin lääketoimituksessa hyväksyä lääkkeen tarkastus viivakooditeknologian avulla nykyisen farmaseutin tekemän manuaalisen tarkastuksen sijaan.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimus suoritettiin HUS Apteekin Helsingin toimipisteessä yhteistyössä sairaala-apteekin henkilöstön kanssa. Tutkimus aloitettiin heinäkuussa 2014, ja se kesti huhtikuuhun 2015. Tutkimuksen seurantaosa toteutettiin 2018.

Tutkimuksessa mitattiin keräilypoikkeamien suhteellista lukumäärää kolme kuukautta ennen laitteiden käyttöönottoa (n = 70 762 toimitusriviä) ja viisi kuukautta sen jälkeen (n = 9 579 toimitusriviä). Keräilypoikkeamat rekisteröitiin lääketoimituksen henkilökunnan avulla taulukkoon. Keräilypoikkeamiin rekisteröitiin sekä lääketoimituksen farmaseuttisessa tarkastuksessa havaitut poikkeamat että osastofarmaseuttien havaitsemat keräilypoikkeamat.

Lisäksi mitattiin keräilyprosessin (**Kuva 2**) eri vaiheisiin käytettyä aikaa kannettavalla keräilylaitteella sekä ilman sitä. Eri vaiheisiin sisältyvät tavaran vastaanotto, lääkkeiden kerääminen ja farmaseuttisen tarkastuksen suorittaminen kerätyille lääkkeille. Lääkekeräämisen sekä tavaroiden vastaanoton tehokkuutta mitattiin tehokkuusluvulla riviä/tunti, eli kuinka monta tilauslistan riviä henkilö pystyi käsittelemään tunnissa. Lääketilauksen keräilyprosessin läpimenoaika mitattiin sekä manuaalisesti kellottamalla työvaihe että analysoimalla kannettavien keräilylaitteiden ohjelmiston keräämiä aikaleimoja. Lämpime-

noajat kerättiin taulukkoon ja Microsoft Excel-ohjelmiston avulla laskettiin eri toimintojen keskiarvot.

Keräämispoikkeamia mitattiin suhteessa kaikkiin päivän toimitusriveihin. Seuranta-tutkimuksessa vuonna 2018 analysoitiin viiden kuukauden lääketoimitukset sekä manuaalisen että kannettavan keräilylaitteen avulla kerätyt lääketoimitukset (n = 233 319 lääkekeräilytapahtumaa ja n = 113 457 lääketoimitusriviä). Yksi toimitusrivi voi sisältää useita lääkepakkauskset, joista jokainen on tunnustettu keräilylaitteen avulla erilliseksi keräilytapahtumaksi.

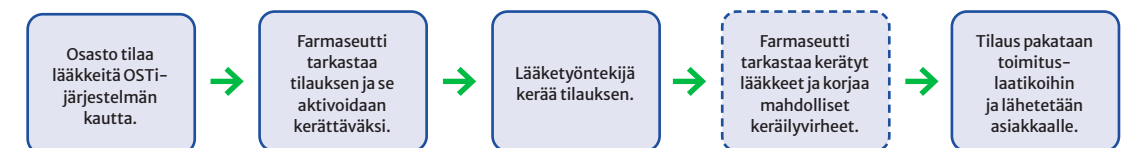
Tulokset

Kannettavien keräilylaitteiden testiajanjakson aikana lääketilauksien keräilytarkkuus parani huomattavasti (**Kuva 3**). Ennen laitteiden käyttöönottoa seurattiin lääketilauksien keräämistä tarkkuutta, kun kerääminen toteutettiin perinteisen paperilistan avulla: Farmaseutit tarkistivat kaikki lääketyöntekijöiden keräämät lääketilaukset ja merkitsivät havaitsemansa keräilypoikkeamat taulukkoon. Tänä aikana havaittiin yhteensä 664 keräilypoikkeamaa 70 762 keräilyrivistä (0,94 %). Jake-lupoikkeamia (keräilypoikkeamia, jotka olivat läpäisseet farmaseuttisen tarkastuksen ja jotka huomattiin vasta sairaalaosastoilla) oli samalla ajanjaksolla 93 kpl, eli 0,13 % kaikista tilausrievistä. Nämä luvut ovat itsessään jo melko pieniä, mutta niitä pystyttiin kannettavan keräilylaitteen avulla pienentämään vielä entisestään.

Vuonna 2018 lääkekeräilyistä validoitiin kannettavalla keräilylaitteella kerätyistä lääketilauksista 10 %, kaikki manuaalisesti kerätyt lääkkeet ja lastenosastojen lääketoimitukset. Tämä nosti kerättyjen lääketoimitusrivien kokonaisvalidoinnin lääketoimituksessa 31



Kuva 1. Kannettava keräilylaitemallisto Honeywell Dolphin -malleja ja lääkkeen viivakoodin tunnistus.



Kuva 2. Lääketoimituksen prosessi sairaala-apteekissa. Katkoviivalla merkitty työvaihe pyritään poistamaan prosessista tarkastamalla lääketoimitukset kannettavien keräilylaitteiden avulla.

%:iin toimituslistoista (n = 41 048). Keräilypoikkeamia havaittiin lääketoimituksessa 138 kpl toimitetuista 144 384 lääketoimitusrivistä (0,10 %). Kannettavan keräilylaitteen käyttö tuottaa erittäin hyvän keräilytarkkuuden, ja enemmistö poikkeamista kohdistuu perinteisen paperilistan avulla kerätyihin tuotteisiin.

Laitteiden testiajanjakson aikana keräilyyn käytettyä aikaa pystyttiin myös tehostamaan. Ennen kannettavia keräilylaitteita lääketyöntekijöiden keräilynopeus oli 84 tilausriviä tunnissa. Laitteiden käyttöönoton jälkeen tämä luku parani 136 tilausriviin tunnissa, eli 62 % (p<0.001) (Kuva 4). Laitteilla ei vuoden 2014 kokeilun aikana ollut pakko lukea jokaisen pakkauksen viivakoodia. Vuonna 2017 uuden ohjelmiston avulla jokaisen pakkauksen viivakoodin lukeminen tuli pakolliseksi. Tämä pienensi keräilypoikkeamia edelleen.

Tässä tutkimuksessa tutkittiin myös Helsingin toimipisteen sairaala-apteekin lääketoimitukseen saapuvien tavaravastaanottotapahtumien nopeutumista kannettavan keräilylaitteen käyttöönoton osalta: Apteekkiin saapuvien lääkkeiden vastaanottotoiminnan

tehokkuus oli ennen laitteiden käyttöönottoa 27 tilausriviä tunnissa ja käyttöönoton jälkeen 32 tilausriviä tunnissa, eli tehokkuus parani 18 % (p<0.05) (Kuva 5). Sähköisen lähetysluettelon käyttäminen vastaanotossa paransi lääkkeiden erätietojen määrää ja luotettavuutta, koska lääkkeiden erätiedot ja kestoajatiedot toimitettiin apteekkiin sähköisessä muodossa entisen manuaalisen tarkistuksen, analysoinnin ja kirjauksen sijaan.

Pohdinta ja johtopäätökset

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että haettaessa keinoja lääkitysturvallisuuden parantamiseksi kannettavat keräilylaitteet ovat varteenotettava vaihtoehto. Etenkin sairaala-apteekeissa, joissa automaatirobotiikan käyttöönotto ei vielä syystä tai toisesta ole ajankohtaista, laitteet voivat tarjota investointikustannuksiltaan edullisemmän vaihtoehdon.

Kannettavat keräilylaitteet ovat yksikköhinnaltaan suhteellisen edullisia, alle 1 000 €/laite. Laitteiden toimintavarmuus ja kestävyys ovat olleet hyvät. Lisäksi sairaala-apteekki

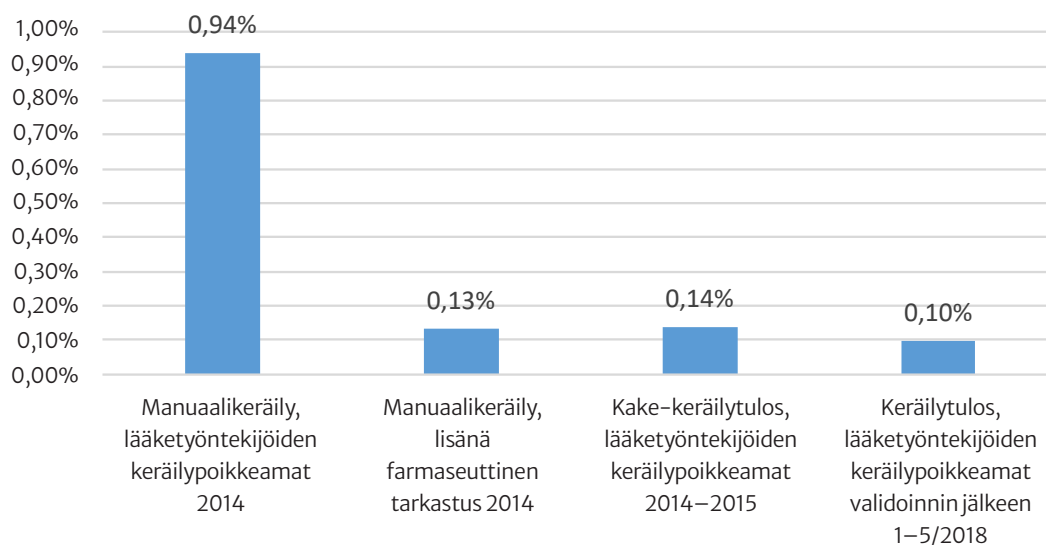
panosti langattoman verkon käyttöönottoon ja tilasi käyttöön vaadittavan ohjelmiston ohjelmatoimittajalta. Ohjelmistotoimittajalta tilattiin myös muihin työtehtäviin sopivia ohjelmistoja, muun muassa hyllytyksen ja lääkkeiden inventointien osalta. Laitteet sopivat hyvin sairaala-apteekin nopeutta ja tarkkuutta vaativiin työtehtäviin. Uudet laitemallit ovat olleet ensimmäisiä laitemalleja tehokkaampia, ja toimivat hyvin myös esimerkiksi eristetyissä kylmätiloissa ja lukevat myös isokokoisia viivakodeja. Uusien laitemallien myötä käyttäjien tyytyväisyys laitetyöskentelyyn on kasvanut. Nyt HUS Apteekissa on käytössä laitemallien 3. versio. Lääketoimitus tunnistaa ja tarkistaa viivakoodilla lääketilauksen jokaisen lääkepakkauksen. Tässä artikkelissa kuvattua toimintamallia käytetään edelleen, koska se on tehokas työskentelytapa ja se on vähentänyt lääkityspoikkeamia.

HUS Apteekin lääketoimituksen lääkityspoikkeamien lukumäärä on pienentynyt kannettavien keräilylaitteiden käyttöönoton jälkeen. Jakelupoikkeamiin vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi työ määrä, keskeytykset, häi-

riötekijät, huono valaistus sekä toisiaan muisuttavat ja samalta kuulostavat lääkkeet (James ym 2009). Automaation käyttö on osoittautunut toimivaksi tavaksi torjua jakelupoikkeamia (De Koster ym. 2007, DeYoung ym. 2009, James ym 2013). Automaatioratkaisuja on tarjolla monia erilaisia. Lääkitysturvallisuuden parantamiseen jakeluvaiheessa keskittyviä ratkaisuja ovat kannettavien keräilylaitteiden lisäksi esimerkiksi keräilyrobotit sekä elektroniset lääkekaapit (James ym 2009). Myös sairaalaosastoilla voidaan käyttää viivakoodilukijoita tunnistamaan oikea potilas ja oikea lääke.

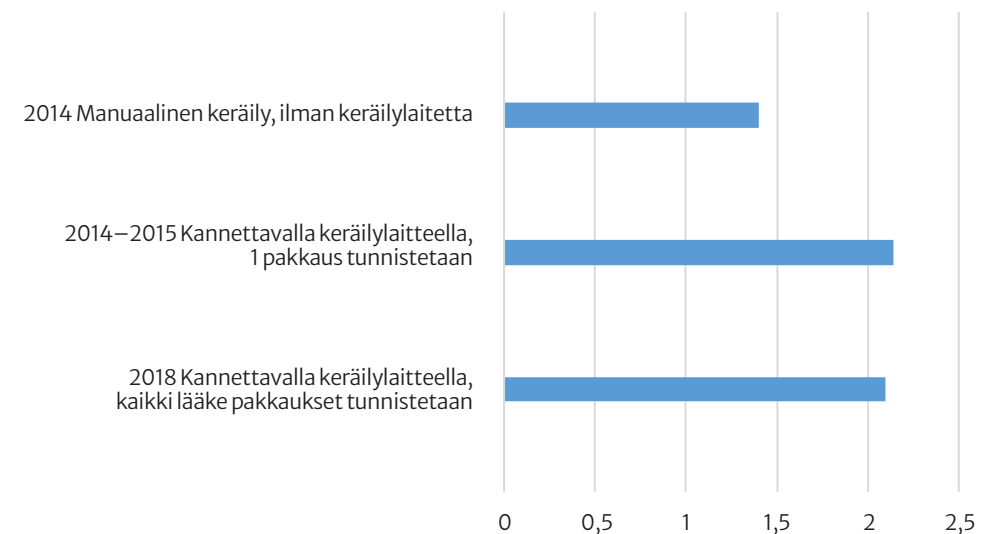
Yksi kannettavien keräilylaitteiden käyttöönoton tarkoituksista on lääkitysturvallisuuden parantamisen ohella toisen farmaseuttisen tarkastuksen automatisointi. Mikäli lääketyöntekijä skannailee keräilylaitteella lääkepakkauksista viivakoodit, voi kannettava keräilylaite tarkastaa, että keräilty tuote vastaa lääketilaukslistassa määriteltyä tuotetta. Erillistä farmaseuttista tarkastusvaihetta ei enää tarvita, mikä säästää farmaseuttien työaikaa. Tällöin farmaseuttien työpanosta voidaan keskittää arvoa lisääviin työtehtäviin, kuten lääkeinven-

Lääkkeiden keräilypoikkeamat, %



Kuva 3. Keräilypoikkeamien lukumäärä tähän tutkimukseen sisältyvien lääkkeiden keräilyvaiheessa vuonna 2014–2018.

Lääkekeräilyyn tehokkuus: tuoterivien lukumäärä/minuutti



Kuva 4. Lääkekeräilyyn tehokkuus vuosien 2014–2018 otosjaksoilta.

taarin hallinnointiin tai kliiniseen osastofarmasiaan. Aikaa säästyy myös prosessin kokonaisuuden kannalta, kun lääkkeet voi asettaa keräily yhteydessä suoraan toimituskoreihin, ja ne voi sijoittaa kuljetusrullakoihin keräilyn päätteeksi. Täten myös sairaala-apteekin lattiapinta-alaa voidaan käyttää tehokkaammin, kun farmaseuttista tarkastusta tai pakkausvaihetta odottavat lääketilaukset eivät seiso työjonossa viemässä tilaa. Tämän tutkimuksen tulokset vastaavat muissa vastaavissa tutkimuksissa saatuja kokemuksia ja tuloksia (De Koster ym. 2007, James ym 2013, Ahtiainen ym 2020). Fimea hyväksyi HUS Apteekin uudistetun lääketoimitusmallin käytön vuonna 2019.

HUS Apteekissa viivakooditeknologiaa hyödyntävien järjestelmien käyttöä on laajennettu: Toisena viivakooditeknologiaa hyödyntävänä ratkaisuna HUS Apteekki on hankkinut erillisen varastoautomaatin, jossa varastoidaan kaikki lääkepakkaukset, joiden ominaisuudet sopivat kyseiselle varastoautomaatille, käytännössä jopa 150 000 lääkepakkaukselle. Varastoautomaatin keräilytarkkuus on käytännössä yli 99,9 %. Varastoautomaatin tekninen keräilynopeus on huomattava manuaaliseen keräilyyn

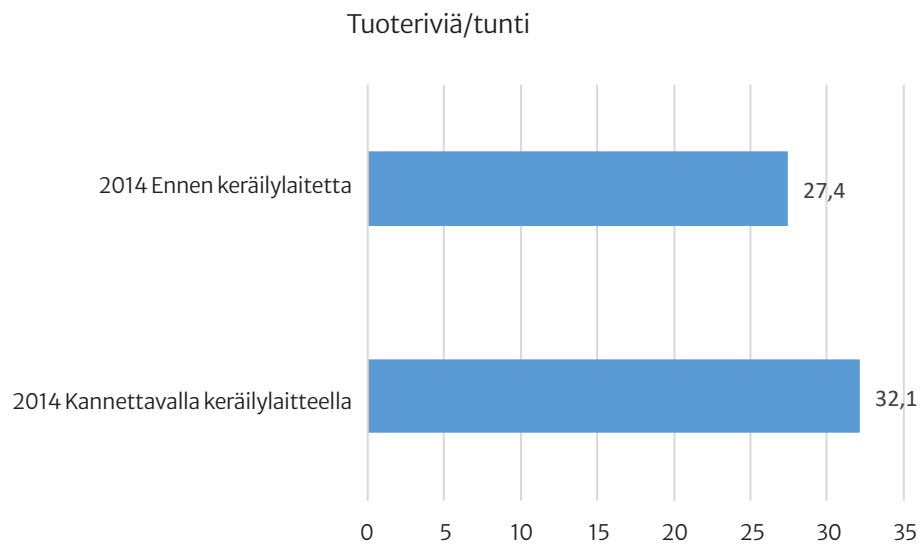
verrattuna, koska erityisesti isokokoiset, hankalat ja painavat lääkepakkaukset eivät sovellu varastoautomaattiin vaan ne kerätään jatkosakin manuaalisesti. Kolmantena ratkaisuna HUS Apteekki on ottanut sairaalaosastoilla käyttöön elektroniset lääkekaapit. Niissäkin lääkkeet tunnistetaan viivakooditeknologian avulla.

Kannettavia keräilylaitteita hyödynnetään lääkevastaanoton ja lääkekeräilyyn lisäksi nyt myös lääkkeiden hyllyttämisessä ja lääkkeiden inventoinnissa ja aiemmasta kuljetuksesta myöhästyneiden lääke-erien havaitsemisessa ja toimittamisessa. Kun lääketyöntekijöiden tarvitsemat lääketiedot löytyvät pienestä kannettavasta laitteesta, on heidän työskentelynsä nopeutunut ja tullut joustavammaksi, koska iso osa työtehtävistä pystytään suorittamaan ilman kiinteää pöytätietokonetta tai erillisiä papereita tai mappeja.

Kannettavaa keräilylaitetta hyödynnetään erityisesti silloin, kun lääkepakkaus ei sovellu HUS Apteekin varastoautomaattiin. Tällaisia lääkkeitä ovat muun muassa erittäin isot tai painavat pakkaukset, tietyt lääkeaineryhmät ja tietyt lääkeainepakkaustyypit, kuten liuos-

pakkaukset. On todennäköistä, että lääkeyritykset muuttavat nykyisiä lääkepakkauksia sopimaan nykyistä paremmin erilaisten varastorobottien toimintaan, sillä pieniä varastoautomaatteja käytetään myös yksityisapteekeissa jo varsin laajasti. Ohjelmistotoimittajan kanssa on määritelty, mitkä työtehtävät on järkevää siirtää kannettavalle laitteelle, ja tarvittavien ohjelmistojen kehittämistä on jatkettu.

HUS Apteekissa seuraava kehitysvaihe on yksilöityjen lääkepakkausten datamatriisikoodeihin tallennettujen lääke-erien ja kestoaikatietojen tarkastaminen kannettavien keräilylaitteiden avulla suoraan lääkepakkauksesta. Nyt nämä tiedot tarkastetaan sähköistä lähetysluetteloa vasten tavaroiden saapuessa sairaala-apteekkiin, mutta tulevaisuudessa nämä tiedot tarkastetaan suoraan lääkepakkausten datamatriisikoodista kahdessa työvaiheessa: ensimmäisen kerran, kun lääkepakkaus vastaanotetaan sairaala-apteekkiin, ja toisen kerran, kun lääkepakkaus toimitetaan sairaalaosastolle.



Kuva 5. Tavaravastaanottotoiminnan tehokkuus otosjaksoilta 2014 ja 2015. Vastaanotetut lääketuoterivit kpl/tunti.

Summary

Utilizing Electronic Digital Assistants increase quality and efficiency for dispensing medicines in a hospital pharmacy

Teressa Lyly*

MSc (Microbiology), BSc (Pharm)
Production Manager, PhD Candidate
Aalto University
teressa.lyly@aalto.fi

Santeri Palomäki

MSc (Econ)
Senior Associate
PwC Finland

Paulus Torkki

PhD
Assistant Professor
University of Helsinki,

Tomi Malmström

MSc (Tech)
Vice President, Solutions (Partner)
NHG

Antti Peltokorpi

PhD
Assistant Professor
Aalto University

Miia Kallio

MSc (Pharm)
Responsible Pharmacist
HUS Apteekki

*Correspondence

Introduction

The distribution of medicines in hospital pharmacies has traditionally been labor-intensive. Errors in medicine distribution may endanger patient safety and hospital medication safety. Enterprise Digital Assistants have been tested in Finland and around the world with good results in pharmaceutical logistics tasks.

Material and methods

This research measured the impact of the introduction of Enterprise Digital Assistants in HUS hospital pharmacy. The collection of pharmaceutical orders was directed to an Enterprise Digital Assistant. The impact of this method on the speed and accuracy of medicine order collection was analyzed. In this section, the time for checking and collecting medicines was measured, first by collecting the medicine orders by using a traditional paper picking list. Secondly, medicine order collecting time was measured when the collection lists of medicine orders were directed electronically directly to an Enterprise Digital Assistant. The measurements were carried out by manually clocking the lead times of the different work phases. In addition, software-registered timestamps collected by Enterprise Digital Assistants were analyzed. The results were collected into tables that were analyzed using Microsoft Excel software.

The second section of the research dealt with medicine reception process at HUS Apteekki Helsinki. It was measured how quickly the medicines were received in the traditional manual way and by using Enterprise Digital Assistants to help identify the medicines in the reception of medicines. These measurements were also carried out by manually clocking, and analyzing the timestamps registered by the software of Enterprise Digital Assistants.

Results and conclusions

The introduction of Enterprise Digital Assistants reduced the number of collecting errors and improved the efficiency of medicine collecting operations. Pharmacists can be transferred to pharmaceutical value-adding jobs without compromising patient safety. HUS Pharmacy has expanded the use of Enterprise Digital Assistants to all its locations.

Keywords: Medication safety, bar code technology, Enterprise Digital Assistant, hospital pharmacy, medication deviation

Sidonnaisuudet

Ei sidonnaisuuksia.

Kirjallisuus

Ahtiainen HK, Kallio MM, Airaksinen M, Holmström AR: Safety, time and cost evaluation of automated and semi-automated drug distribution systems in hospitals: a systematic review. *European Journal of Hospital Pharmacy* 27: 253–262, 2020

De Koster R, Le-Duc T, Roodbergen KJ: Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research* 182: 482–501, 2007

DeYoung JL, VanderKooi ME, Barletta JF: Effect of bar-code-assisted medication administration on medication error rates in an adult medical intensive care unit. *American Journal of Health-System Pharmacy* 66: 1110–1115, 2009

James KL, Barlow D, McArtney R, Hiom S, Roberts D, Whittlesea C: Incidence, type and causes of dispensing errors: a review of literature. *International Journal of Pharmacy Practice* 17: 9–30, 2009

James KL, Barlow D, Bithell A ym.: The impact of automation on workload and dispensing errors in a hospital pharmacy. *International Journal of Pharmacy Practice* 21: 92–104, 2013

Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus Fimea: Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskuksen määräys 6/2012. Sairaala- apteekin ja lääkekeskuksen toiminta (viitattu 7.11.2022).

www.fimea.fi/documents/160140/764653/22690_Maarays_6_2012.pdf

Oswald S, Caldwell R: Dispensing error rate after implementation of an automated pharmacy carousel system. *American Journal of Health-System Pharmacy* 64: 1427–1431, 2007

Poon EG, Cina JL, Churchill W ym.: Medication dispensing errors and potential adverse drug events before and after implementing bar code technology in the pharmacy. *Annals of Internal Medicine* 145: 426–434, 2006

Sakowski JA, Ketchel Alana: The cost of implementing inpatient bar code medication administration. *American Journal of Managed Care* 19: e38–e45, 2013

Samaranayake NR, Cheung STD, Cheng K, Lai K, Chui WCM, Cheung BMY: Implementing a bar-code assisted medication administration system: Effects on the dispensing process and user perceptions. *International Journal of Medical Informatics* 83: 450–458, 2014

Lyly T, Palomäki S, Torkki P, Malmström T, Peltokorpi A, Kallio M: Kannettava keräilylaite lisää laatua ja tehokkuutta lääkkeiden jakeluun sairaala- apteekissa. *Dosis* 38: 424–433, 2022