

Kliinisen farmasian ryhmä
Farmakologian ja lääkehoidon osasto
Farmasian tiedekunta
Lääketutkimuksen tohtoriohjelma
Helsingin yliopisto

Teknologian hyödyntäminen lääkkeiden jakoprosessissa sairaalassa: vaikuttavuus ja haasteet

Hanne Ahtiainen

VÄITÖSKIRJA

Esitetään Helsingin yliopiston farmasian tiedekunnan suostumuksella
julkisesti tarkistettavaksi Kielikeskuksen juhlasalissa
perjantaina 20. maaliskuuta 2026 kello 13.

Helsinki 2026

© Hanne Ahtiainen 2026

Julkaisija: Helsingin yliopisto

Sarja: Dissertationes Universitatis Helsingiensis 92/2026

ISBN 978-952-84-2055-2 (painettu)

ISBN 978-952-84-2054-5 (PDF, verkossa)

ISSN 2954-2898 (painettu)

ISSN 2954-2952 (PDF, verkossa)

PunaMusta

Joensuu 2026

Ohjaajat

Apulaisprofessori, FaT Anna-Riia Holmström
Lääkitysturvallisuus ja hoidon vaikuttavuus
Farmakologian ja lääkehoidon osasto
Farmasian tiedekunta, Helsingin yliopisto

Emeritaprofessori, FaT Marja Airaksinen
Kliinisen farmasian ryhmä
Farmakologian ja lääkehoidon osasto
Farmasian tiedekunta, Helsingin yliopisto

Esitarkastajat

Apulaisprofessori, LT Aleksi Tornio
Biolääketieteen laitos
Lääketieteellinen tiedekunta, Turun yliopisto

Proviisori, FaT Susanna Saano
Sairaala-apteekki, Kuopion yliopistollinen sairaala
Pohjois-Savon hyvinvointialue

Vastaväittäjä

Sairaala-apteekkari, dosentti, FaT Joni Palmgrén
Sairaala-apteekki
Etelä-Pohjanmaan hyvinvointialue

Kustos

Apulaisprofessori, FaT Anna-Riia Holmström
Lääkitysturvallisuus ja hoidon vaikuttavuus
Farmakologian ja lääkehoidon osasto
Farmasian tiedekunta, Helsingin yliopisto

Arvosanalautakunnan jäsen

Professori, FaT Päivi Tammela
Farmaseuttisten biotieteiden osasto
Farmasian tiedekunta, Helsingin yliopisto

Tiivistelmä

Merkittävä osa sairaaloissa raportoiduista lääkityspoikkeamista liittyy lääkkeiden jakoprosessiin, johon kuuluu lääkkeiden jako- ja antovaiheet sekä niihin liittyvä kirjaaminen. Poikkeamariskien hallitsemiseksi apua on haettu teknologisista ratkaisuista. Suomen sairaaloissa lääkkeiden potilaskohtainen jako on pääasiassa hajautettu osastoille, joissa hoitajat tai farmaseutit jakavat lääkkeet potilaskohtaisiksi annoksiksi lääkekuppeihin tai dosetteihin joko täysin manuaalisesti tai hyödyntäen puoliautomoituita ratkaisuja, kuten älylääkekaappeja. Joissakin maissa lääkitysturvallisuuden ja työaikajärjestelyjen vuoksi on siirrytty täysin automatoituun lääkkeiden jakomalliin, jossa potilaskohtaiset annokset jaetaan robottien avulla. Tämän väitöskirjan tavoitteena oli tutkia lääkkeiden jakoprosessin automaation vaikuttavuutta ja haasteita sairaaloissa järjestelmälähtöisen riskienhallinnan viitekehityksessä.

Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa (I) kartoitettiin kansainvälisesti käytössä olevien automatoitujen ja puoliautomoitujen jakomallien vaikuttavuutta sairaaloissa. Tutkimusartikkelit (n=30) käsittelivät hajautettuja (n=19), keskitettyjä (n=6) ja hybridimallisia (n=5) jakojärjestelmiä. Potilasturvallisuus lisääntyi automaation myötä (n=27) ja lääkityspoikkeamat, erityisesti jakopoikkeamat, vähenivät kaikissa kolmessa mallissa. Keskitetyn ja hajautetun mallin osoitettiin lisäävään kliinisen farmasian tehtäviä, kuten lääkemääräysten tarkistusta sairaaloissa. Suurimmassa osassa tutkimuksia raportoitiin muutoksia työaikajärjestelyissä ja työprosesseissa. Keskitetty ja hybridimalli lääkkeiden jaossa säästi enemmän työaika kuin osastoille hajautettu malli.

Molemmissa empiirisissä tutkimuksissa kehitettiin sisätautiosastojen lääkkeiden jakokäytäntöjä (II, III). Pilottitutkimuksessa (II) osaston potilaiden lääkkeiden jako keskitettiin sairaala-apteekkiin ja lääkekerroille otettiin käyttöön lääkekärry. Lääkkeiden jaossa hyödynnettiin moniannospakattuja (multi dose, MD) lääkeannoksia, joita täydennettiin manuaalisesti keräilyillä valmisteilla. Poikkeamien kokonaismäärä laski 9,1 %:sta 8,0 %:iin keskitetyn jakomallin myötä. Lisäksi osastofarmaseutti pystyi korjaamaan lääkitysluokkien merkintäpoikkeamia aktiivisemmin kuin perinteisessä jakomallissa. Hoitajat (n=10/12) kokivat, että lääkitys- ja potilasturvallisuus paranivat keskitetyn mallin myötä ja lääkehoitoprosessi selkeytyi, vaikka lääkekärryn käyttö ei ollut sujuvaa ahtaissa potilashuoneissa. Unit dose (UD) -pakattujen lääkkeiden käyttöönotto (III) ei vaikuttanut lääkkeen aamujakoon kuluneeseen kokonaisaikaan. Lääkityspoikkeamat vähenivät merkitsevästi 3,2 %:sta 1,7 %:iin ja menettelypoikkeamat 37,4 %:sta 13,9 %:iin ($p=0,015$ ja $p<0,001$). UD-jaon käyttöönotto lisäsi samalla viivakoodiluvun käyttöä, mikä osaltaan tukee katkeamatonta lääkehoitoprosessia.

Teknologian hyödyntäminen lääkkeiden jaossa voi vähentää lääkityspoikkeamia ja vahvistaa katkeamatonta lääkehoitoprosessia, esimerkiksi viivakoodinluvun lisääntyessä. Kaikkiin poikkeamatyyppisiin ei kuitenkaan pystytä vaikuttamaan, ja uusia voi syntyä. Muutokset sitovat työaika, mutta onnistunut automaation käyttöönotto vapauttaa ammattilaisten työaika manuaalisesta työstä. Se mahdollistaa mm. farmaseuttisen lääkemääräysten tarkistuksen tukien katkeamatonta lääkehoitoprosessia. Automaation kustannusvaikuttavuudesta kaivataan lisätutkimusta.

Abstract

A significant proportion of medication-related incidents reported in hospitals are associated with the drug dispensing process, which includes the phases of dispensing, administration, and documentation. Technological solutions have been utilized to manage the risks of such incidents. In Finnish hospitals, patient-specific drug dispensing is primarily decentralized to wards, where nurses or pharmacists dispense individual doses manually or with the assistance of semi-automated systems, such as automated dispensing cabinets. In some countries, fully automated dispensing models using robotic dispensing systems have been adopted to enhance medication safety and optimize labor allocation. The aim of this dissertation was to investigate the benefits and challenges of the automated drug dispensing process in hospitals within the framework of system-based risk management.

A systematic literature review (I) studied the effectiveness of automated and semi-automated dispensing models used internationally in hospitals. The included studies (n=30) covered decentralized (n=19), centralized (n=6), and hybrid (n=5) dispensing systems. Automation was associated with improved patient safety (n=27) and a reduction in medication errors, particularly dispensing errors, across all three models. Both centralized and decentralized models were found to support clinical pharmacy activities, such as medication order verification. Most studies reported changes in work schedules and processes, with centralized and hybrid models resulting in greater time savings compared to decentralized ward-based models.

Two empirical studies were conducted to develop drug dispensing practices in internal medicine wards (II, III). In the pilot study (II), medication dispensing was centralized to the hospital pharmacy, and a medication trolley was introduced for medication rounds. The drug dispensing process utilized multi-dose (MD) packaged medications complemented by manually picked products. This intervention reduced the overall error rate from 9.1% to 8.0% over a 12-day follow-up period. Additionally, the ward pharmacist was able to more actively correct documentation discrepancies in electronic medical record compared to traditional practices. Nurses (n=10/12) experienced improvements in medication and patient safety, as well as greater clarity in the medication process, although the use of the trolley was challenging in confined patient rooms. The implementation of unit dose (UD) packaged medications (III) did not affect the total time required for morning medication dispensing. However, medication errors significantly decreased from 3.2% to 1.7%, and procedural errors from 37.4% to 13.9% (p=0.015 and p<0.001, respectively). The adoption of UD dispensing also increased the use of barcode scanning, thereby supporting a closed-loop medication management.

Automation in drug dispensing can reduce medication errors and strengthen the closed-loop medication management, for example through increased barcode scanning. However, automation does not eliminate all types of errors and may introduce new ones. While implementation requires time investment, successful adoption enables professionals to focus on their core competencies. When well-designed it enables, for example, pharmaceutical order verification, supporting a closed-loop medication management. Further research is needed on the cost-effectiveness of automation.

Kiitokset

Väitöskirjani alkoi hahmottua kymmenen vuotta sitten osana Helsingin yliopiston farmasian tiedekunnan sairaala- ja terveystieteiden erikoistumisopinnoita. Tänä aikana on otettu kehitysaskelia lääkkeenjaon, viivakoodiluvun, sähköisten lääkemääräysten ja potilastietojärjestelmien kehittymisen myötä. Turvallisuuden rooli on kasvanut ja tullut näkyväksi osaksi potilaan hoitoa. On ollut upea tehdä tutkimusta aiheen parissa ja seurata kehitystä!

Haluan osoittaa suuret kiitokset ohjaajilleni apulaisprofessori (FaT) Anna-Riia Holmströmille ja emeritaprofessori (FaT) Marja Airaksiselle. Kiitokset Anna-Riialle, että olet jaksanut pitkäjänteisesti tukea minua, samalla ohjaten eteenpäin tutkimuspolullani. Apusi on ollut korvaamatonta. Tahdon kiittää Marjaa viisaista neuvoista ja ajatuksista tutkimustyöhöni liittyen. Arvostan suuresti saamaani tukea. Yhdessä olette luoneet palaverissamme positiivisen ja idearikkaan ilmapiirin, josta olen saanut ammentaa voimaa tutkimustyöhöni. Se on ollut palkitsevaa!

Lääkitysturvallisuuspäällikkö (dos, FaT) Lotta Schepeliä kiitän avusta kolmannen osatyön kanssa. Osaamiseni ja ratkaisukeskeinen otteesi edistivät artikkelin viimeistelyä, kun oma jaksamiseni oli koetuksella. Vanhempaa yliopiston lehtori (dos, PhD) Raisa Laaksosta kiitän avusta ja tuesta opintojeni alkuvaiheessa. Vastaava proviisori (FaT) Carita Lindén-Lahtea kiitän tuesta prosessin varrella. Arvostan suuresti teidän osaamistanne.

Kiitän kanssakirjoittajia vastaava proviisori Miia Kalliota, HR-asiantuntija, farmaseutti (th, tradenomi) Terhi Vanhalakkaa ja proviisori (QP) Susanna Heinistä korvaamattomasta yhteistyöstä. Haluan myös kiittää osatoissani mukana olleita HUSin, HUS Apteekin sekä entisen Kymenlaakson sairaala-apteekin ja Pohjois-Kymen Sairaalan henkilökuntaa. Teidän apunne on ollut tärkeässä roolissa tutkimuksessani.

Seurantaryhmän jäseniä professori, pääjohtaja (LT, OTT) Lasse Lehtosta ja proviisori (FaT) Riikka Metsämuurosta kiitän ajatuksia herättävistä keskusteluista ja saamastani kannustuksesta. Haluan osoittaa kiitokseni apulaisprofessori (LT) Aleksi Torniolle ja proviisori (FaT) Susanna Saanolle väitöskirjani esitarkastamisesta. Arvostan tarkkoja huomioitanne, jotka toitte esiin esitarkastuksen aikana. Sairaala-apteekkarit (dos, FaT) Joni Palmgrénia kiitän lupautumisesta vastaväittäjäkseni.

Kiitän esihenkilöitäni, että olette mahdollistaneet minulle tutkimustyön tekemisen ja opiskeluni työni ohessa. Lämmin kiitos myös kollegoilleni tuesta, keskusteluista ja avartavista näkökulmista matkan varrella.

Kiitokset Helsingin yliopistolle väitöskirjan viimeistelyn apurahasta, joka mahdollisti minulle hetkellisen irtautumisen päivätyöstäni auttaen keskittymään kirjoittamiseen ja väitöskirjaprojektini loppuun saattamiseen.

Kiitos vanhemmilleni kannustuksesta opintojeni varrella. Opiskelua tukeva asenteenne on auttanut kantamaan elämässä lapsuudesta aikuisuuteen saakka. Siskolleni osoitan lämpimät kiitokset saamastani tuesta opintojeni aikana. On ollut hienoa kasvaa kanssasi, vuorovedoin toisiamme tukien. Ystävilleni iso kiitos yhteisistä keskusteluista sekä lenkkipoluilla että hyvän ruoan äärellä. Niiden avulla mieli ja keho ovat pysyneet tasapainossa.

Sydämellinen kiitos miehelleni Antille tuesta vuosien varrella. Paljon on aikaa kulunut opintojeni parissa ja niin monia uusia asioita tullut vastaamme sinä aikana – osaltaan hidastamaan ja osaltaan muistuttamaan siitä mikä elämässä onkaan tärkeintä. Kiitos, että olet juuri siinä, kulkemassa rinnallani, tässä ja nyt! Suuri kiitos myös lapsilleni. Olen onnellinen siitä, että muistutatte minua päivittäin ilosta ja kepeydestä, uteliaisuudesta ympäröivää maailmaa kohtaan sekä ennen kaikkea rakkaudesta.

Kouvolassa 12.2.2026
Hanne Ahtiainen

Sisällys

Tiivistelmä	iv
Abstract	v
Kiitokset	vi
Lista alkuperäisistä artikkeleista	xi
Keskeiset käsitteet	xii
Käytetyt lyhenteet	xvii
1 Johdanto	1
2 Kirjallisuuskatsaus	3
2.1 Lääkitysturvallisuus osana potilasturvallisuutta	3
2.2 Riskienhallinnan teoreettinen viitekehys	5
2.2.1 Järjestelmälähtöinen turvallisuuden kehittäminen	6
2.2.2 Retrospektiivinen ja prospektiivinen riskienhallinta	7
2.3 Lääkehoitoprosessi sairaalassa	11
2.3.1 Lääkityspoikkeamat lääkehoitoprosessissa	14
2.3.2 Sairaalan lääkehoitoprosessin keskeiset riskikohdat	16
2.3.3 Järjestelmällisiin kirjallisuuskatsauksiin perustuva yhteenveto lääkkeiden jakoprosessiin liittyvistä riskeistä	19
2.3.4 Poikkeamille altistavia tekijöitä lääkkeiden jakoprosessissa.....	23
2.3.5 Sairaalan lääkehoitoprosessin keskeiset suojaukset	23
2.4 Katkeamaton lääkehoitoprosessi	25
2.4.1 Lääkkeen määrääminen ja määräyksen tarkistaminen	28
2.4.2 Lääkkeiden säilyttäminen	31
2.4.3 Lääkkeen valmistelu ja jako potilaskohtaisiin annoksiin	33
2.4.4 Lääkkeen anto, kirjaaminen ja potilaan voinnin seuranta.....	34
2.5 Teknologiset suojaukset lääkkeiden jakoprosessin tukena	34
2.5.1 Saumaton tiedonsiirto.....	35
2.5.2 Viivakoodin käyttö	37
2.5.3 Älylääkekaapit ja älylääkekärryt.....	38
2.5.4 Lääkkeiden koneellinen jako potilasannoksiin.....	39
2.5.5 Muut lääkkeiden käsittelyssä hyödynnettävät teknologiat	41

2.6	Teknologiaa hyödyntävät lääkkeenjakoallit	42
2.7	Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto	44
3	Tavoitteet	45
4	Aineistot ja menetelmät	46
4.1	Järjestelmällinen kirjallisuuskatsaus lääkkeiden automatisoitujen ja puoliautomatisoitujen jakojärjestelmien vaikuttavuudesta (I)	46
4.1.1	Hakustrategia sekä sisäänotto- ja poissulkukriteerit.....	46
4.1.2	Julkaisujen valinta ja analyysi.....	48
4.1.3	Päivitetty kirjallisuushaku: Uusimmat tutkimusjulkaisut vuosilta 2016–8/2025	49
4.2	Lääkkeiden keskitetyn jakomallin pilotointi sairaalan sisätautiosastolla (II).....	51
4.2.1	Lääkkeiden keskitetty jako.....	51
4.2.2	Lääkityslistoissa esiintyvät poikkeamat.....	52
4.2.3	Hoitajille suunnattu kysely	53
4.2.4	Pilottia varten tehdyt muutokset lääkehoitoprosessissa	54
4.3	Yksittäispakattujen lääkkeiden käyttöönoton vaikutus lääkitysturvallisuuteen ja lääkkeenjakoon käytettyyn työaikaan (III)	55
4.3.1	Lääkkeiden jakoprosessi ennen yksikköpakattuja lääkeannoksia	56
4.3.2	Lääkkeiden jakoprosessi yksikköpakattujen lääkepakkausten käyttöönoton jälkeen.....	57
4.3.3	Tutkimusaineiston kerääminen havainnoinnin avulla	57
4.3.4	Hoitajille suunnattu kysely	58
4.3.5	Aineiston analyysi.....	59
5	Tulokset.....	60
5.1	Automatisoidut ja puoliautomatisoidut lääkkeiden jakomallit: järjestelmällinen kirjallisuuskatsaus (I)	60
5.1.1	Lääkkeiden jakojärjestelmät	60
5.1.2	Lääkitysturvallisuus	63
5.1.3	Työaika.....	65
5.1.4	Kustannukset.....	66
5.1.5	Automaation muut vaikutukset.....	66
5.1.6	Päivitetty järjestelmällinen kirjallisuushaku (01/2016–08/2025).....	68
5.2	Lääkkeiden keskitettyyn jakomalliin siirtyminen sairaalan sisätautiosastolla (II).....	73
5.2.1	Lääkityslistoissa havaitut kirjaamispoikkeamat	73
5.2.2	Hoitajien kokemukset lääkkeiden keskitetystä jakomallista	75
5.3	Yksikköpakattujen lääkkeiden vaikutus lääkitysturvallisuuteen ja lääkkeiden jakoon kuluneeseen aikaan (III).....	77
5.3.1	Lääkityspoikkeamat	78

5.3.2	Menettelypoikkeamat.....	78
5.3.3	Kyselyn tulokset	79
6	Pohdinta	81
6.1	Automatisoitujen ja puoliautomoitujen lääkkeenjakoallien vaikuttavuus ja hyödyt (I)	81
6.1.1	Jakomallin vaikutukset lääkitysturvallisuuteen	82
6.1.2	Jakomallin vaikutukset työaikaan.....	84
6.1.3	Jakomallin vaikutukset kustannuksiin	85
6.1.4	Suosituksat riskienhallintamenetelmiksi lääkkeiden jakomallia käyttöönotettaessa	86
6.2	Lääkkeiden keskitettyyn jakomalliin siirtyminen sairaalan sisätautiosastolla: vaikutukset ja hyödyt (II).....	87
6.3	Yksikköpakattujen lääkkeiden jako sisätautiosastolla: vaikuttavuus ja hyödyt (III).....	89
6.3.1	Yksikköpakattujen lääkkeiden vaikutus lääkitysturvallisuuteen	89
6.3.2	Hygieniaohteiden lisääntynyt noudattaminen.....	91
6.3.3	Vaikutukset lääkkeenjakoön kuluneeseen aikaan.....	91
6.3.4	Yksikköpakkausten haasteet	92
6.4	Tutkimuksen menetelmällinen arviointi (I-III)	93
6.5	Tutkimustulosten hyödyntäminen (I-III)	95
6.6	Jatkotutkimukset (I-III).....	95
7	Johtopäätökset (I-III)	96
	Lähteet	98
	Liitteet	119
	Liite 1: Esimerkkejä kansainvälisesti sairaaloiden osastoilla käytössä olevista älykkäistä varastonhallintajärjestelmistä toimittajineen	119
	Liite 2: Lääkkeenjakoosessissa hyödynnettävien laitteiden tietoja ja valmistajia ..	120
	Liite 3: Included studies (n=35) about automated- and semi-automated drug distribution systems (updated search) sorted by distribution type and GRADE. ^a	121

Lista alkuperäisistä artikkeleista

Tämä väitöskirja perustuu seuraaviin vertaisarvioituihin julkaisuihin:

I Ahtiainen HK, Kallio MM, Airaksinen M, Holmström A-R: Safety, Time and Cost Evaluation of Automated and Semi-Automated Drug Distribution Systems in Hospitals: A Systematic Review. *Eur J Hosp Pharm* 2020;27:253–262. doi:10.1136/ejhpharm-2018-001791 (Open Access)

II Ahtiainen H, Vanhalakka T, Holmström A-R, Laaksonen R, Airaksinen M: Keskitetyn lääkkeiden jakelumallin kehittäminen sairaalan sisätautiosastolla: kokemuksia pilottihankkeesta. *Dosis* 2021;37:56–69. (Open Access)

III Ahtiainen HK, Lindén-Lahti C, Heininen S, Holmström AR, Schepel L: Introducing Unit Dose Dispensing in a University Hospital - Effects on Medication Safety and Dispensing Time. *Risk Manag Healthc Policy* 2025;18:843–854. doi:10.2147/RMHP.S497454 (Open Access)

Edellä mainittujen julkaisujen (I–III) lisäksi, väitöskirjan käsikirjoitukseen on sisällytetty aiemmin julkaisematonta tutkimustietoa (osatyö I, järjestelmällisen kirjallisuuskatsauksen päivitys).

Osatöihin viitataan tekstissä niiden roomalaisella järjestysnumerolla (I–III).

Julkaisut I ja II on liitetty väitöskirjaan tekijänoikeuksien haltijoiden luvalla ja julkaisu III on julkaistu CC BY-NC 4.0 -lisenssillä.

Keskeiset käsitteet

Automaattinen lääkkeiden jako (*automated dose/drug dispensing, ADD*)

Lääkkeet jaetaan koneellisesti jakolaitteiston avulla potilaskohtaisiksi annoksiksi joko yksikköpakkauksina (*unit dose, UD*) tai moniannospakkauksina (*multi dose, MD*) antoajan mukaisesti (European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare 2018, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020).

Automaattinen lääkkeiden jakojärjestelmä (*automated dose/drug dispensing system, ADDS*)

Lääkkeiden jakojärjestelmä, jossa lääkkeiden jaossa ja annostelussa hyödynnetään automaatiota ja teknologisia sovelluksia, esimerkkeinä lääkkeiden koneelliset jakolaitteistot, robotit ja äylääkekaapit (Anacleto ym. 2005, European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare 2018, Pedersen ym. 2021).

Katkeamaton lääkehoitoprosessi (myös katkeamaton lääkehoitoketju, *closed-loop medication management, CLMM*)

Terveydenhuollon prosessi, jossa automaatio, älykkäät tekniset ratkaisut ja päätöksenteon tukijärjestelmät auttavat terveydenhuollon ammattilaisia varmistamaan vaikuttavan, turvallisen, laadukkaan, yhdenvertaisen ja taloudellisen lääkehoidon lääkkeen määräämisestä lääkkeen antamiseen potilaalle. Potilaan lääkitystiedot siirtyvät saumattomasti eri vaiheiden välillä, ja lääkkeen ja potilaan tunnistaminen tapahtuu ilman manuaalisia vaiheita dokumentoidusti (Sosiaali- ja terveysministeriö 2020).

Lääkehaittatapahtuma (*adverse drug event, ADE*)

Lääkehoidon vaaratapahtuma, joka aiheuttaa haittaa potilaalle tai joka ajallisesti liittyy lääkkeen käyttöön. Lääkehaittatapahtuma käsittää tilanteet, jotka johtuvat joko lääkkeen farmakologisista ominaisuuksista (haittavaikutus) tai poikkeamasta lääkehoidon toteutusprosessissa (lääkityspoikkeama) (Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto 2006, Aspden ym. 2007).

Lääkehoidon arviointi (*medication review*)

Lääkärin, tarvittaessa muun terveydenhuollon ammattihenkilön avustamana tekemä potilaan lääkehoidon tarpeen ja tarkoituksenmukaisuuden sekä lääkkeiden keskinäisen yhteensopivuuden arviointi osana potilaan tutkimusta ja hoidon suunnittelua (Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus 2016, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025a).

Lääkehoitoprosessi (*medication management and use process*)

Moniammatillinen toimintaketju, joka kattaa potilaan lääkehoidon toteutukseen liittyvät vaiheet: lääkehoidon tarpeen toteaminen ja lääkkeen määrääminen, lääkkeiden toimittaminen, jakaminen ja antaminen potilaalle, neuvonta ja lääkehoitoon sitoutumisen varmistaminen, potilaan voinnin seuranta ja lääkehoidon vaikutusten arviointi sekä tiedonkulun varmistaminen potilaalle ja tämän hoitoon osallistuvilla tahoilla (Hepler ja Strand 1990, Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus 2019, Institute for Safe Medication Practices 2021, Joint Commission International 2025).

Lääkemääräyksen kliininen kaksoistarkistus (*appropriateness review*)

Katkeamatonta lääkehoitoprosessia tukeva toimintamalli, jossa farmasian ammattilainen varmistaa syvällisesti lääkemääräyksen kliinisen soveltuvuuden potilaalle. Kliininen kaksoistarkistus tehdään lääkityksen aloittamisen yhteydessä, tyypillisesti 24 tunnin kuluessa lääkemääräyksen antamisesta (Kvarnström ja Linden-Lahti 2020, Joint Commission International 2025).

Lääkemääräyksen varmentaminen (*order verification, prospective medication order review*)

Katkeamatonta lääkehoitoprosessia tukeva toimintamalli, jossa lääkemääräyksen asianmukaisuus ja oikeellisuus varmistetaan ennen tietojen siirtymistä eteenpäin lääkkeenjako varten. Perinteisesti farmaseutti on tehnyt varmentamisen lääkemääräyksille, mutta tietojärjestelmiin implementoitua automaattivarmentamista (*auto-/computer-assisted-/e-verification, electronic prospective medication order review, verification decision support, rules-based autoverification*) hyödynnetään lisäksi (American Society of Health-System Pharmacists 2024, Schneider ym. 2024).

Lääkityksen tarkistus

Terveystieteiden ammattihenkilön tekemä potilaan lääkityksen tarkistus, jossa tarkistetaan, vastaavatko lääkkeiden annostukset ja antoajankohdat hyväksytyä hoitokäytäntöä, sekä kartoitetaan lääkkeiden mahdolliset päällekkäisyydet ja yhteensopimattomuudet (Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos 2025a).

Lääkityksen ajantasaistaminen (myös lääkitystiedon yhteensovitus tai lääkityslistan ajantasaisuuden tarkistus, *medication reconciliation*)

Tarkistetaan, että potilaan todellisuudessa käytössä oleva lääkitys vastaa hoitoyksikön lääkityslistalla olevia tietoja määrättyistä lääkkeistä ja käytetyistä itsehoitolääkkeistä. Tehdään tyypillisesti potilaan saapuessa sairaalaan (Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus 2020, Joint Commission International 2025, Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos 2025a).

Lääkkeiden jakeluketju (*drug distribution process*)

Lääkkeiden logistiikkaketju lääketehtaalta, sairaala-apteekin kautta hoitoyksikköön ja edelleen potilaalle, ja siihen liittyvät varastonhallinnalliset vaiheet, mukaan lukien tilaaminen, laskutus sekä turvallinen ja oikea käsittely. Lääkkeenjaon järjestelmissä englanninkieliset sanat *dispense* ja *distribute* risteävät (World Health Organization 2010, National Library of Medicine 2025).

Lääkkeiden jakoprosessi (*drug dispensing process*)

Tässä väitöskirjassa kuvaa toimintaketjua, joka muodostuu lääkkeen potilaskohtaisesta jaosta ja käyttökuntoon saattamisesta, antamisesta potilaalle sekä annon kirjaamisesta tietylle potilaalle lääkemääräyksen mukaisesti. Lääkkeiden jakoprosessi on osa lääkehoitoprosessia (Spivey 2012, World Health Organization 2019).

Lääkkeiden potilaskohtainen jako

Lääkeluvan saaneen sosiaali- ja terveydenhuollon ammattihenkilön tai tehtävään soveltuvan robotin suorittama työvaihe, jossa potilaan lääkkeet jaetaan antoajankohdan mukaisiin annoksiin lääkekuppeihin, dosetteihin, annospusseihin tai -nippuihin lääkärin määräyksen mukaisesti. Jaetut annokset merkitään vähintään potilaan tunnistetiedoin ja katkeamattomassa lääkehoitoprosessissa tyypillisesti myös lääkkeiden tiedoin (Sosiaali- ja terveysministeriö 2021).

Lääkityspoikkeama (*medication error, ME*)

Estettävissä oleva tapahtuma, joka poikkeaa suunnitellusta tai sovitusta johtaen lääkkeen poikkeavaan käyttöön tai potilasvahinkoon. Voi johtua tekemisestä, tekemättä jättämisestä tai suojausten pettämisestä. Lääkityspoikkeamat voivat liittyä terveydenhuollon ammattilaisiin, terveydenhuollon tuotteisiin, menetelmiin ja järjestelmiin lääkehoitoprosessin eri vaiheissa, mukaan lukien lääkkeiden määrääminen, tilaaminen, tuotteiden merkitseminen, pakkaaminen ja nimikkeistö, sekoittaminen, jako ja toimittaminen, anto, koulutus, seuranta ja käyttö (Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto 2006, National Coordination Council for Medication Error Reporting and Prevention 2025).

Lääkitysturvallisuus (*medication safety*)

Lääkkeiden käytön turvallisuus, joka kattaa yksilöiden ja organisaation periaatteet ja toiminnot, joiden tarkoituksena on varmistaa lääkehoidon turvallisuus sekä suojata potilasta vahingoittumasta. Lääkitysturvallisuus käsittää toimenpiteitä lääkkeiden käyttöön liittyvien haittatapahtumien ehkäisemiseksi, välttämiseksi, tunnistamiseksi ja korjaamiseksi (Council of Europe 2006, Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto 2006, Sosiaali- ja terveysministeriö 2018).

Menettelypoikkeama (*procedural error*)

Menettelyyn liittyvä poikkeama lääkkeiden jakoprosessissa, jossa poiketaan esim. hygieniaohteiden noudattamisesta, viivakoodiluvusta tai sairaalan ohjeistuksista lääkevaihtojen yhteydessä (Hayes ym. 2015, Risør BW ym. 2017)

Moniannospakkaus (*multi dose, MD*)

Koneellisesti potilaskohtaisesti annosjaeltu lääkkeiden moniannospakkaus, jossa on tyypillisesti useaa eri lääkevalmistetta samassa annospussissa antoajankohdan mukaisesti. Jakotapa soveltuu hyvin etenkin pitkäaikaispotilaille (Sinnemäki 2020, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020).

Potilasturvallisuus (*patient safety*)

Potilaan hoitoon liittyvä turvallisuus. Potilas saa tarvitsemansa ja oikean hoidon ja siitä aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa. Terveysturvallisuudessa toimivien ammattihenkilöiden, toimintayksiköiden ja organisaatioiden periaatteet ja käytännöt, joilla varmistetaan potilaiden turvallinen hoito. Potilasturvallisuus käsittää hoidon turvallisuuden, lääkitysturvallisuuden ja laitteiden turvallisuuden (Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto 2006, Sosiaali- ja terveysministeriö 2011).

Suojaukset (*barriers, defences*)

Tietoisesti ja järjestelmällisesti toimintaprosessiin suunnitellut sekä sisältyvät rakenteet ja toimintatavat, joiden tarkoituksena on tunnistaa haitalliset poikkeamat ja estää poikkeamien aiheuttamat vaaratapahtumat (Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto 2006).

Sähköinen lääkehoidon tiedonhallintajärjestelmä (*electronic medication management system, EMMS*)

Sähköinen tietojärjestelmäkokonaisuus, joka mahdollistaa katkeamattoman lääkehoitoprosessin (CLMM, ks. käytetyt lyhenteet) toteutumisen potilaan hoidon eri vaiheissa. Se pitää sisällään mm. sähköisen määräysjärjestelmän (CPOE), kliinisen päätöksenteon tuen (DSS) ja viivakooditunnistuksen lääkkeitä annettaessa (BCMA) sekä sairaala-apteekin tietojärjestelmien integroitumisen osaksi kokonaisuutta. Tämä mahdollistaa erilaiset automaatoratkaisut kuten potilaskohtaiset sähköiset lääketilaukset, lääkkeiden käyttökuntoon saattamisen automaation, älylääkekaappien ja -kärryjen käytön sekä automaattisen lääkkeiden jaon. Järjestelmä tuottaa tietoa reaaliaikaisesti ja tieto on saavutettavissa eri ammattiryhmille eri työvaiheissa (Sosiaali- ja terveysministeriö 2020, Shermock ym. 2023).

Sähköinen potilastietojärjestelmä (*electronic health record system, EHR*)

Potilastietojen dokumentointiin sekä informaation hallintaan ja jakamiseen tarkoitettu laaja sähköinen tietojärjestelmä. Englannin kielen *electronic medical records* eMAR viittaa suppeampaan yhden sairaalan tai toimipisteen käytössä olevaan järjestelmään (Ehrenstein ym. 2019, Hearson 2025, ISO 2025, Joint Commission International 2025).

Yksikköpakkaus (*unit dose, UD*)

Yksittäispakattu tunnistetiedollinen lääkeannos. Yksikköpakkauksia suositetaan nopean potilasvaihtuvuuden yksiköissä, ja pusseja voidaan jakaa edelleen potilasannoksiksi joko osastolla älylääkekaapin tai sairaala-apteekissa automaattisen jakelumoduulin avulla (Sosiaali- ja terveysministeriö 2020).

Älylääkekaappi (*automated dispensing cabinet, ADC*)

Tietokoneohjattu lääkkeiden varastoimiseen ja jakoon tarkoitettu laitteisto. Järjestelmään kuuluu tyypillisesti reaaliaikainen varastonvalvonta, lääkkeiden viivakooditunnistus ja käyttäjähallinta, joka takaa, etteivät ulkopuoliset henkilöt pääse ottamaan lääkkeitä älylääkekaapista. Järjestelmä ohjaa kaapin käyttäjää oikean lääkkeen valinnassa (Douglas ym. 2017, Metsämuuronen 2018, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020).

Käytetyt lyhenteet

ADC	<i>Automated dispensing cabinet</i> ; Älylääkekaappi
ADD	<i>Automated dose/drug dispensing</i> ; Automaattinen lääkkeiden jako
ADE	<i>Adverse drug event</i> ; Lääkehaittatapahtuma
A[D]DS	<i>Automated [dose/drug] dispensing system</i> ; Automaattinen [lääkkeiden] jakojärjestelmä
ADM	<i>Automated dispensing machine</i> ; Automaattinen jakolaitteisto
AMS	<i>Automated medication system</i> ; Automaattinen lääkkeiden jakojärjestelmä
BC	<i>Bar code</i> ; Viivakoodi
BCMA	<i>Bar code medication administration</i> ; Viivakooditunnistus lääkkeen annossa potilaalle
CD	<i>Controlled drug</i> ; Lisäseurantaa/ valvontaa vaativa lääke, esim. PKV-lääke
CDT	<i>Carousel dispensing technology</i> ; Karusellitekniologia
CI	<i>Confidence interval</i> ; Luottamusväli
CLMM	<i>Closed-loop medication management</i> ; Katkeamaton lääkehoitoprosessi
CPOE	<i>Computerised physician/provider order entry</i> ; Sähköinen määräysjärjestelmä, usein osana potilastietojärjestelmää
DSS	<i>Clinical decision support system</i> ; Kliininen päätöksenteon tukijärjestelmä
EHR	<i>Electronic health record system</i> ; Sähköinen potilastietojärjestelmä
eMAR	<i>Electronic medical administration record</i> ; Sähköinen potilastietojärjestelmä, joka sisältää lääkkeenantokirjaukset; suppea, organisaatio-/toimipistekohtainen
EMMS	<i>Electronic medication management system</i> ; Sähköinen lääkehoidon tiedonhallintajärjestelmä
Fimea	Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus
FIP	<i>International Pharmaceutical Federation</i> ; Farmasian maailmanjärjestö
FTE	<i>Full-time equivalent</i> ; Henkilötyövuosi
GRADE	<i>Grading of recommendations assessment, development and evaluation</i> ; Tutkimuksen laatua ja tutkimusnäytön vahvuutta arvioiva luokitusmalli
HaiPro	Suomessa käytössä oleva sosiaali- ja terveydenhuollon vaaratapahtumien raportointityökalu

HFMEA	<i>Healthcare failure mode and effect analysis</i> ; Virhe-vaikutusanalyysi, terveydenhuollon prosesseissa
ICU	<i>Intensive care unit</i> ; Tehohoidon yksikkö
ISMP	<i>Institute for Safe Medication Practices</i> ; Lääkitysturvallisuuteen keskittynyt yhdysvaltalainen organisaatio
MAE	<i>Medication administration error</i> ; Lääkkeen antopoikkeama
MD	<i>Multi dose</i> ; Moniannospakattu lääkevalmiste
ME	<i>Medication error</i> ; Lääkityspoikkeama
MVS	<i>Medicines vending system</i> ; Lääkeautomaatti
N/A	<i>Not applicable/available</i> ; Ei sovellettavissa, arvo puuttuu
N-lääke	Huumausaineksi luokiteltava lääke
NS	<i>Not significant</i> ; Ei merkitsevä
OR	<i>Operating room</i> ; Leikkausyksikkö, leikkaussali
OR	<i>Odds ratio</i> ; Tilastotieteessä: ristitulosuhde
PICO[T]S	<i>Participants, Interventions, Comparison, Outcomes, [Time], Study design</i> ; Tutkimuskysymyksen asiansanojen jäsentämiseen tarkoitettu menetelmä järjestelmällisissä kirjallisuuskatsauksissa
PKV-lääke	Pääasiassa keskushermostoon vaikuttava lääke
PRISMA	<i>Preferred reporting items for systematic review and meta-analyses</i> ; Ohjeistus järjestelmällisen kirjallisuuskatsauksen ja meta-analyysin suorittamiseen ja raportointiin
RFID	<i>Radio-frequency identification</i> ; Radiotaajuinen etätunnustus
STM	Sosiaali- ja terveysministeriö
THL	Terveyden ja hyvinvoinnin laitos
T-lääke	Tarvittaessa otettava / annettava lääke
TWS	<i>Traditional ward stock</i> ; Perinteinen lääkekaappi
UD	<i>Unit dose</i> ; Yksittäispakattu lääkevalmiste, yksikköpakkaus
UDDS	<i>Unit dose dispensing system</i> ; Yksittäispakattujen lääkkeiden jakojärjestelmä
UDS	<i>Unit dose system</i> ; Yksittäispakkauksia käsittelevä järjestelmä
WHO	<i>World Health Organization</i> ; Maailman terveysjärjestö

1 Johdanto

Järjestelmälähtöinen potilasturvallisuustyö käynnistyi Suomessa 2000-luvun puolivälissä kansainvälisiä suosituksia seuraten (Kohn ym. 2000, Institute of Medicine 2001, Council of Europe 2006, Sosiaali- ja terveysministeriö 2006). Potilasturvallisuustyön osa-alueena on alusta alkaen ollut lääkitysturvallisuus (Council of Europe 2006, International Medication Safety Network, 2019, World Health Organization 2021, Sosiaali- ja terveysministeriö 2022, Linden-Lahti 2023). Suomen ensimmäinen sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioille tarkoitettu vaaratapahtumailmoitusten raportointityökalu, HaiPro, otettiin käyttöön vuonna 2007 (Ruuhilehto ym. 2011, Holmström 2017). Se toi esille lääkkeisiin ja lääkehoidon toteutusprosesseihin liittyvien poikkeamien suuren määrän (51 % kaikista raportoiduista vaaratapahtumista vuosina 2007–2009, Ruuhilehto ym. 2011). Lääkityspoikkeamien yleisimmät alatyypit olivat lääkkeiden jakoon, antoon ja kirjaamiseen liittyvät poikkeamat. Näiden osuus oli yli 80 % kaikista lääkityspoikkeamista (Sosiaali- ja terveysministeriö 2008).

Lääkkeenjako on perinteisesti ollut manuaalinen, henkilökunnan työaikaa sitova työvaihe, jossa hoitaja on potilaan lääkelistan perusteella jakanut lääkkeet lääkekuppeihin (Pepper 1995). Näin meneteltiin Suomessakin aikana, jolloin ensimmäiset vaaratapahtumailmoitusten perusteella tehdyt tutkimukset julkaistiin (Suikkanen 2008, Ruuhilehto 2011). Ne olivat kaikki tuloksiltaan samansuuntaisia vahvistaen löydöksiä lääkkeiden jakokäytäntöjen riskialttiudesta. Vastaavia tuloksia saatiin muista maista (Leape ym. 1991, Bates ym. 1995, Jodoin ym. 2005, Aspden ym. 2007, Wimpenny ja Kirkpatrick 2010, Berdot ym. 2013).

Edellä kuvatut löydökset ovat aktivoineet etsimään turvallisempia lääkkeiden jako-, anto- ja kirjaamiskäytäntöjä. Lääkehoitoprosessia on pyritty kehittämään turvallisemmaksi erilaisin suojauksin (Kohn ym. 2000, Fan ym. 2019, Schepel ja Kuitunen 2020, Kuitunen ym. 2021, Zheng ym. 2021). Sähköisiin kirjaamiskäytäntöihin siirtyminen on vähentänyt tiedon manuaalista siirtoa ja mahdollistanut lääkkeiden jakoon ja antoon liittyvän sähköisen dokumentoinnin. Näillä muutoksilla on ollut todennäköisesti vaikutusta myös kirjaamispoikkeamien määrän vähenemiseen vaaratapahtumailmoituksissa. Teknologiset ratkaisut on nähty yhtenä suojauskeinona hallita ennakoivasti lääkkeiden jakoon ja antoon liittyviä riskitilanteita (Bates ym. 2000, Jodoin ym.

2005, Franklin ym. 2007a, Burkoski ym. 2019, Batson ym. 2021). Potilasturvallisuuden lisäksi onnistuneilla automaattoratkaisuilla voidaan saavuttaa työaikahyötyjä. Tämä on tärkeä etu, sillä sosiaali- ja terveydenhuollon työvoimatarpeen ennakoidaan lisääntyvän huomattavasti lähivuosina (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025c, Valtioneuvosto 2025).

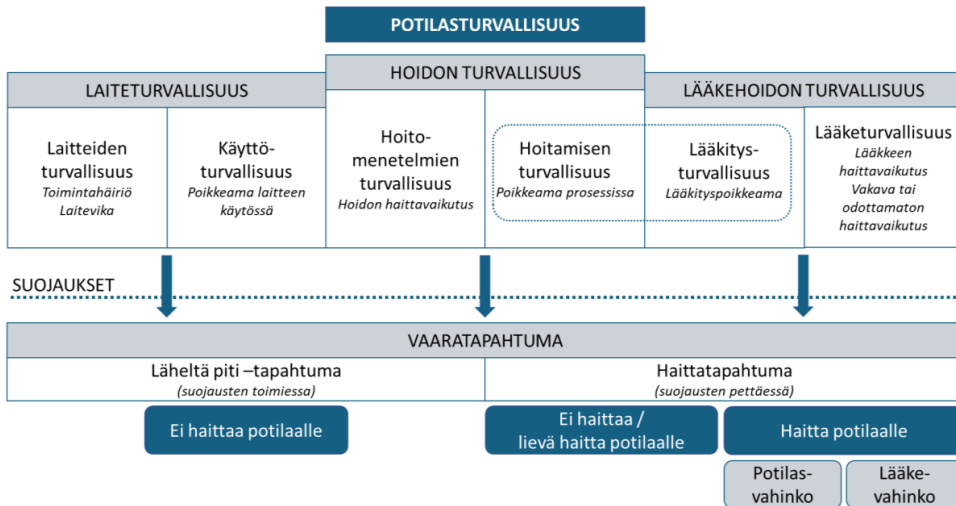
Tämän väitöskirjan tavoitteena oli tutkia lääkkeiden jakoprosessin, eli lääkkeen jaon, annon ja kirjaamisen automaatioon liittyvää vaikuttavuutta ja toteutuksen haasteita sairaaloissa. Kirjallisuuden avulla kartoitettiin ensin tietoa siitä, millaisia lääkejakomalleja on käytössä ja miten niiden vaikuttavuutta, hyötyjä ja haittoja on tutkittu. Tietojen perusteella laadittiin systemaattinen kirjallisuuskatsaus kansainvälisestä tutkimuskirjallisuudesta automaattisten ja puoliautomaattisten lääkkeiden jakojärjestelmien vaikuttavuudesta sairaaloissa (osatyö I). Osatyössä I pyrittiin tunnistamaan ne jakomallit, joista olisi eniten hyötyä suhteessa muihin.

Empiiristen tutkimusten (osatyöt II ja III) tavoitteena oli tutkia kahden eri jakomallin vaikutuksia sisätautiosastojen lääkehoitoprosessiin. Pilottiluonteisessa tutkimuksessa (osatyö II) selvitettiin sairaala-apteekkiin keskitetyn jakomallin soveltuvuutta ja mahdollisia vaikutuksia lääkehoitoprosessiin ja lääkitysturvallisuuteen sisätautiosastolla. Tutkimuksessa lääkkeet jaettiin moniannospakkauksiin (*multi dose*, MD) koneellista annosjakelua hyödyntämällä ja jakoa täydennettiin manuaalisesti. Jaetut lääkeannokset toimitettiin hoitoyksikköön lääkekärryssä, jota hyödynnettiin lääkekierrolla. Osatyössä III tutkittiin yksikköpakattujen (*unit dose*, UD) lääkkeiden käyttöönoton vaikutuksia hoitoyksikön lääkehoitoprosessiin. Hoitajat suorittivat lääkkeenjaon hajautetusti yksikön älylääkekaapista. Tutkimuksessa seurattiin lääke- ja menettelypoikkeamia sekä hoitajien aamulääkkeiden jakoon käyttämää työaika ennen ja jälkeen UD-pakattujen lääkkeiden käyttöönottoa.

2 Kirjallisuuskatsaus

2.1 Lääkitysturvallisuus osana potilasturvallisuutta

Potilasturvallisuudella tarkoitetaan terveydenhuollon yksiköiden ja organisaatioiden periaatteita ja toimintoja, joiden tarkoituksena on varmistaa hoidon turvallisuus ja ehkäistä potilaan vahingoittuminen hoitonsa aikana (Council of Europe 2006, Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto 2006, World Health Organization 2020, World Health Organization 2021). Potilasturvallisuuden kolmeksi keskeiseksi osa-alueeksi on määritelty: hoidon turvallisuus (hoitomenetelmät ja hoitaminen), laiteturvallisuus (laitteet ja niiden käyttö) ja lääkehoidon turvallisuus, joka voidaan jakaa lääke- ja lääkitysturvallisuuteen (kuva 1) (Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto 2006, Sosiaali- ja terveysministeriö 2006, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015). Lääketurvallisuus kattaa lääkkeen farmakologisiin ominaisuuksiin liittyvät vaikutukset ja haittavaikutukset sekä lääkkeiden valmistusprosessiin, merkitsemiseen ja informaatioon liittyvät tekijät. Lääkitysturvallisuus pitää sisällään lääkehoitoprosessiin ja lääkkeiden käyttöön liittyvän turvallisuuden, ja sitä tukevat riskienhallinnan toiminnot terveydenhuollon organisaatioissa (Council of Europe 2006, Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto 2006, Sosiaali- ja terveysministeriö, 2018). Se kattaa yksilöiden ja organisaation periaatteet ja toiminnot, joiden tarkoituksena on varmistaa lääkehoidon turvallisuus sekä suojata potilasta vahingoittumasta. Lääkitysturvallisuuden voidaan siten katsoa olevan osa hoitamisen turvallisuutta, jossa poikkeama hoitoprosessissa liittyy lääkehoidon toteutukseen.



Kuva 1 Potilasturvallisuuden keskeiset osa-alueet, joista yksi on lääkehoidon turvallisuus. (Lähde: mukaillen Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto 2006, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015).

Hoitamisen turvallisuuden voi vaarantaa poikkeama hoitoprosessissa, ja vastaavasti lääkitysturvallisuuden voi vaarantaa lääkehoitoprosessin poikkeama eli lääkityspoikkeama (*medication error*, ME, kuva 1). Lääkityspoikkeama on estettävissä oleva tapahtuma, joka poikkeaa suunnitellusta tai sovitusta johtaen lääkkeen poikkeavaan käyttöön ja jopa potilasvahinkoon (National Coordination Council for Medication Error Reporting and Prevention 2025). Läheltä piti -tapahtumat ovat poikkeamia, jotka huomataan ja korjataan suojausten toimiessa ennen niiden päätymistä potilaalle (Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto 2006, World Health Organization 2020). Lääkityspoikkeamat voivat liittyä terveydenhuollon ammattilaisiin, terveydenhuollon tuotteisiin, menetelmiin ja järjestelmiin lääkehoitoprosessin eri vaiheissa, mukaan lukien lääkkeiden määrääminen, tilaaminen, tuotteiden merkitseminen, pakkaaminen ja nimikkeistö, käyttökuntoon saatto, jako ja toimittaminen, anto, koulutus, seuranta ja käyttö. Poikkeaman syynä voi olla tekeminen (esim. potilaalle annetaan väärä lääke), tekemättä jättäminen (esim. potilaalle unohdetaan antaa lääke) tai suojausten pettäminen (esim. IV-lääkkeen kaksoistarkastus jätetään tekemättä ennen lääkkeen annon aloitusta osastolla, minkä seurauksena potilas saa väärää lääkettä) (Bates ym. 1995, Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto 2006, Aspden ym. 2007). Nämä kaikki voivat vaarantaa potilaan turvallisuuden ja johtaa haittatapahtumaan (*adverse drug event*, ADE), jonka seurauksena potilas saa ohimeneviä tai pysyviä haittoja (Aspden ym. 2007, Panesar ym. 2016). Kaikki haittatapahtumat eivät kuitenkaan aiheuta potilaalle haittaa.

Merkittävä osa lääkehaittatapahtumista olisi ehkäistävissä (Aspden ym. 2007, de Vries ym. 2008, Laatikainen ym. 2017, Jones ym. 2021, World Health Organization 2021, Joint Commission International 2025). Lääkityspoikkeamat ja ehkäistävissä olevat lääkehaittatapahtumat johtuvat usein sekä piilevistä (*latent failures*) että aktiivisista poikkeamista (*active failures*) lääkehoitoprosessin aikana, jotka osaltaan mahdollistavat tapahtuman syntymisen. Organisaatio ja johto luovat edellytykset turvallisen työn tekemiselle, mutta sisäiset suunnitteluvirheet voivat synnyttää järjestelmään piileviä vikoja. Aktiiviset viat taas ovat usein seurausta inhimillisestä virheestä tai riskikäyttäytymisestä, kuten oikaisusta työvaiheen ohi, esimerkkinä viivakoodiluvun sivuuttaminen. Inhimillisten erehdysten ilmaantuminen lisääntyy, jos toimintamalleja ei ole kunnolla ohjeistettu, työtä tehdään kiireessä, merkinnät lääkevalmisteissa ovat puutteellisia tai työ keskeytyy usein ulkopuolisten häiriöiden takia.

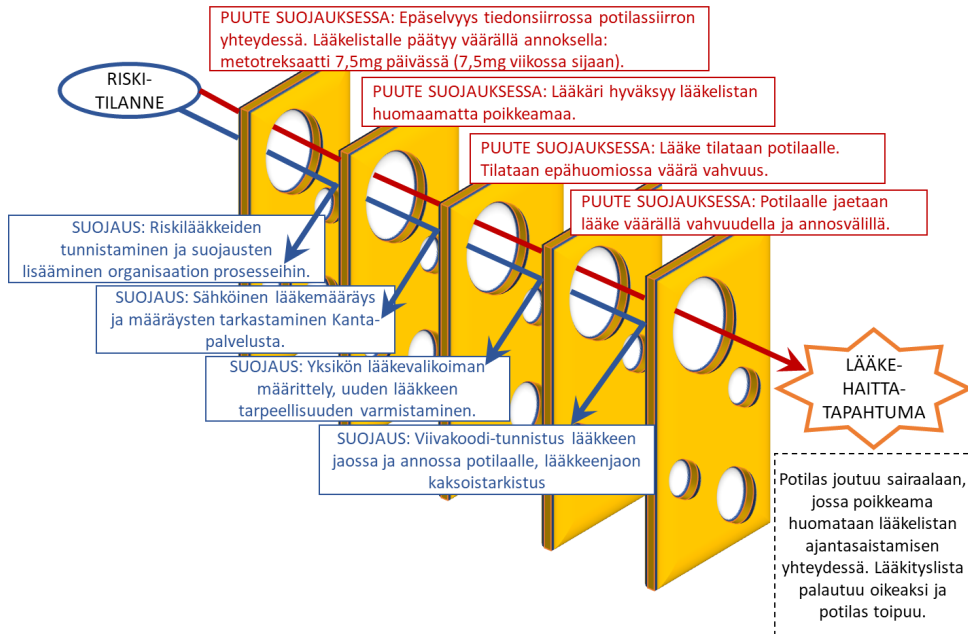
2.2 Riskienhallinnan teorettinen viitekehys

Lääkitysturvallisuuden edistäminen edellyttää sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioilta systemaattisia toimia, jossa kaikki lääkehoitoprosessin vaiheet huomioidaan (Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö 2021, World Health Organization 2021, Joint Commission International 2025). Lääkityspoikkeamia voi tapahtua useassa eri lääkehoitoprosessin vaiheessa, kun inhimilliset tekijät ja järjestelmän, kuten sairaalan tai sen yksikön, heikosti toimivat lääkehoitoprosessin kohdat yhdistyvät (Kohn ym. 2000, World Health Organization 2017). Tällaisia poikkeamien syntyyn myötävaikuttavia tekijöitä voivat olla mm. henkilökuntapula, väsymys tai kiire sekä työympäristöön liittyvät tekijät, kuten heikko valaistus, rauhaton työtila ja varastointiin liittyvät haasteet. Nämä tekijät ovat keskeisessä asemassa tarkasteltaessa lääkitysturvallisuutta järjestelmälähtöisestä näkökulmasta, joka on lähtökohtana nykyaikaiselle lääkehoidon riskienhallinnalle sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioissa (Kohn ym. 2000, Council of Europe 2006, World Health Organization 2017, Schepel 2018, Schepel ja Kuitunen 2020, Kuitunen 2022, Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö 2022, Linden-Lahti 2023, World Health Organization 2023). Oikeudenmukaisen turvallisuuskulttuurin (*just culture*) tavoitteena on järjestelmän ongelmien esiin tuominen ja korjaus, ilman syyllistämisen tai rangaistuksen pelkoa samalla kun se korostaa yksilön vastuuta ja asettaa selkeät rajat piittaamattomalle toiminnalle (Jones ym. 2021, Kuitunen 2022, Patient Safety Network 2024).

2.2.1 Järjestelmälähtöinen turvallisuuden kehittäminen

James Reasonin inhimillisen erehdyksen teoriassa (*Human error theory*) korostetaan, että inhimillinen erehdys on väistämätöntä kaikissa ihmisen toiminnoissa (Reason 1990). Terveystieteiden riski- ja poikkeamatilanteet johtuvat joko henkilön aiheuttamasta erheestä tai järjestelmälähtöisestä syystä (Reason 2000). Yksilökeskeinen lähestymistapa lääkitysturvallisuuteen voi johtaa työyhteisössä syyllistävään ilmapiiriin ja poikkeamien peittelyyn (*blaming culture*). Se ei ohjaa organisaatiota selvittämään ja korjaamaan poikkeaman taustalla vaikuttavia järjestelmälähtöisiä tekijöitä, kuten puutteellista perehdytystä tai toimintamallien puuttuvaa tai vaillinaista ohjeistusta. Järjestelmälähtöisessä näkökulmassa huomio kiinnittyy toimintatapojen ja -prosessien heikkouksiin. Poikkeamista ja läheltä piti -tapahtumista opitaan tunnistamalla riskejä ja myötävaikuttavia tekijöitä. Tämän ajatusmallin myötä yksikön toiminnassa esiintyviä riskejä tunnistetaan ja tuodaan yksikössä avoimesti esiin, jotta syitä mahdollisten erehdysten tapahtumiseen yritetään ymmärtää järjestelmän sisällä. Näin poikkeamille altistavia työskentelytapoja pystytään kehittämään samalla ottaen käyttöön erilaisia suojauskeinoja, joiden avulla poikkeamien syntyä pystytään ehkäisemään.

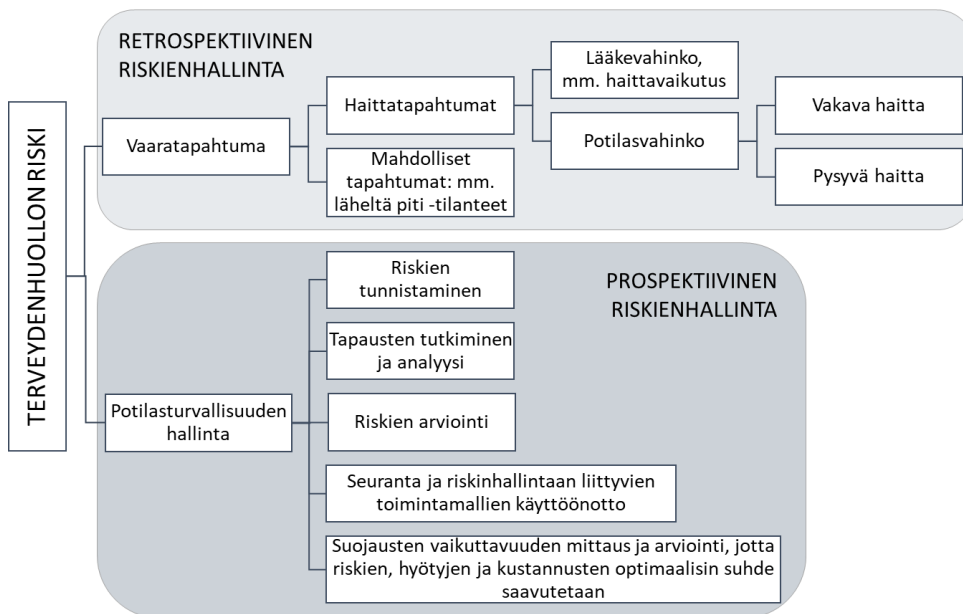
Reasonin (2000) reikäjuustomallia (*Swiss cheese model*) voidaan soveltaa kuvaamaan inhimillisen erehtymisen mahdollisuutta lääkehoitoprosessin eri vaiheissa ja tapahtuneen poikkeaman pysäyttämistä suojausten avulla ennen kuin se saavuttaa potilaan (kuva 2). Mikäli hoitoprosessissa tapahtunutta lääkityspoikkeamaa ei saada pysäytettyä missään prosessin vaiheessa, poikkeama etenee potilaalle asti aiheuttaen joissakin tapauksissa jopa kuolemaan johtavan haitan. Jos taas poikkeama huomataan riittävän ajoissa, poikkeaman eteneminen voidaan pysäyttää ja potilasvahingolta vältytään (ns. läheltä piti -tilanteet). Järjestelmä pyritään mukauttamaan siten, että inhimillisiä erheitä tapahtuu mahdollisimman vähän ja ne pystytään estämään erilaisten suojausten, kuten toimintamallien, -ohjeiden ja työkalujen avulla. Samalla lääkehoitoprosessin turvallisuus lisääntyy.



Kuva 2 Reasonin (2000) reikäjuustomallista tehty sovellus, joka kuvaa toimintapoikkeamia lääkehoitoprosessin eri vaiheissa sekä suojausten merkitystä poikkeamien tunnistamisessa ja vaaratilanteen ehkäisyssä. (Lähde: mukailien World Health Organization 2019).

2.2.2 Retrospektiivinen ja prospektiivinen riskienhallinta

Järjestelmälähtöisen riskienhallinnan avulla pyritään tunnistamaan ja arvioimaan toimintaan liittyviä riskejä, ja siten kehittämään organisaation turvallisuutta (Reason 2000, World Health Organization 2017, Sosiaali- ja terveysministeriö ym. 2021). Riskienhallinta voidaan jakaa retrospektiiviseen ja prospektiiviseen toimintaan, joista molempia tarvitaan lääkehoitoprosessin kehittämiseksi kohti parempaa potilasturvallisuutta (Liu 2019). Retrospektiivinen riskienhallinta pohjautuu menneistä tapahtumista ja poikkeamista oppimiseen, kun taas prospektiivisessä hallintamallissa riskien tapahtumista pyritään välttämään ennakoimalla (kuva 3).



Kuva 3 Retrospektiivinen riskienhallinta keskittyy terveydenhuollossa pääasiassa jo tapahtuneista vaaratapahtumista oppimiseen, kun taas prospektiivinen riskienhallinnassa riskitilanteita pyritään ennakoivasti ehkäisemään eri keinoin (Lähde: mukaillen Liu 2019).

Retrospektiivisessä riskienhallintamallissa tyypillistä on, että toimintaa pyritään kehittämään vaaratapahtumajärjestelmään raportoitujen poikkeamien ja läheltä piti -tilanteiden perusteella (Council of Europe 2006, Holmström 2017, World Health Organization 2020). Sosiaali- ja terveydenhuollon yksiköissä vaaratapahtumailmoitusten raportointi luo pohjan poikkeamien systemaattiselle analysoinnille ja edelleen niistä oppimiselle. Organisaatioissa ja työyksiköissä on tärkeä tunnistaa tapahtuneet poikkeamatilanteet ja raportoida ne käytössä olevaan vaaratapahtumien raportointijärjestelmään (Council of Europe 2006, Holmström 2017, World Health Organization 2020, Sosiaali- ja terveysministeriö ym. 2021). Tämä tuo poikkeamat näkyväksi ja mahdollistaa esimerkiksi lääkehoitoprosessin turvallisuuden kehittämisen. Raportoituja lääkityspoikkeama- ja läheltä piti -ilmoituksia analysoidaan ja poikkeamille altistavia riskitekijöitä ja prosessien heikkouksia pyritään tunnistamaan turvallisuuden kehittämiseksi omassa työyksikössä ja organisaatiossa (Holmström 2017, Sosiaali- ja terveysministeriö ym. 2021). Esimerkiksi vaaratapahtumien raportointijärjestelmän avulla pystytään tunnistamaan organisaation omat suuren riskin lääkkeet, mikä mahdollistaa niihin liittyvien ohjeistusten laatimisen (Schepel 2018, Schepel ym. 2019). Se lisää henkilökunnan tuntemusta riskilääkkeistä ja niihin liittyvistä vaaratilanteista toimien samalla

suojausena riskitilanteiden vähentämiseksi organisaatiossa (Hakoinen ym. 2017, Schepel ym. 2019, Schepel ja Kuitunen 2020).

Vaaratapahtumien raportointijärjestelmiin liittyy kuitenkin heikkouksia, kuten aliraportointia sekä vakavien poikkeamien tunnistamiseen ja arviointiin liittyviä haasteita (Crawford ym. 2003, Franklin ym. 2007b, Westbrook ym. 2015, World Health Organization 2020, Aljabari ym. 2021, Linden-Lahti 2023). Tämän takia vakavien poikkeamien analysointia tulisi täydentää muilla keinoilla. Juurisyyanalyysin avulla yksittäiseen, vakavan poikkeamaan johtaneet myötävaikuttavat tekijät pyritään tunnistamaan, ja parhaassa tapauksessa keskeisimmät syyt tapahtumaan johtaneista tekijöistä voidaan identifioida (Martin-Delgado ym. 2020, Linden-Lahti 2023). Poikkeamien tunnistamisessa retroprospektiivisesti voidaan käyttää apuna Global Trigger Tool’ia (de Boer ym. 2013, Härkänen ym. 2020, Linden-Lahti 2023). Siinä haittatapahtumiin liittyviä tilanteita seulotaan potilastietojärjestelmästä valittujen avainsanojen eli triggereiden avulla. Analyysien pohjalta esimerkiksi lääkehoitoprosessia voidaan kehittää turvallisemmaksi muuttamalla olemassa olevaa toimintamallia tai lisäämällä turvallisuustekijöitä prosessin eri kohtiin. Retrospektiivinen riskienhallintamallin hyödyntäminen auttaa sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioita siirtymään kohti prospektiivista riskienhallintaa ottamalla käyttöön mm. tarkoituksenmukaisia ja perusteltuja suojauksia lääkehoitoprosessin turvallisuuden lisäämiseksi. Nykyään riskienhallinnan menetelmät ovat yhä enenevässä määrin siirtymässä kohti prospektiivista riskienhallintaa (World Health Organization 2021, Linden-Lahti 2023).

Prospektiivisessä riskienhallinnassa lääkehoitoprosessin turvallisuutta pyritään hallitsemaan riskitilanteita ennakoimalla (kuva 3). Toimintaa pyritään kehittämään ennen kuin potilaalle aiheutuu vaaratilanne (Sosiaali- ja terveysministeriö 2018, Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus 2021, Sosiaali- ja terveysministeriö 2021, World Health Organization 2021, Institute for Safe Medication Practices 2024). Kansallisen tason lait, määräykset ja ohjeistukset luovat perustan lääkehoitoprosessin ennakoivalle riskienhallinnalle (Terveydenhuoltolaki 1326/2010, Sosiaali- ja terveysministeriö 2018, Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus 2021, Sosiaali- ja terveysministeriö ym. 2021).

Lääkehoitosuunnitelma on esimerkki lakisäätisestä organisaatio- ja yksikkötasolla laadittavasta ohjeistuksesta, jonka tavoitteena on varmistaa lääkehoitoprosessin turvallisuus ja laatu (Sosiaali- ja terveysministeriö 2006, Terveydenhuoltolaki 1326/2010, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015, Sosiaali- ja terveysministeriö 2021). Sosiaali- ja terveysministeriö julkaisi ensimmäisen ohjeistuksen lääkehoitosuunnitelman laatimisesta vuonna 2006. Siitä saatujen myönteisten kokemusten perusteella lääkehoitosuunnitelma vietiin vuonna 2011 voimaan tulleeseen terveydenhuoltolakiin (1326/2010) osana potilasturvallisuussuunnitelmaa sanoituksella ”lääkehoidon turvallisuus sekä

asianmukainen suunnittelu, toteutus ja arviointi”. Lääkehoitosuunnitelman laatimishjeistusta on päivitetty vuosina 2015 ja 2021 (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015, Sosiaali- ja terveysministeriö 2021). Turvallinen lääkehoito – opas lääkehoitosuunnitelman laatimiseen (2021) on hyvä esimerkki kansallisen tason suosituksesta, jonka avulla organisaatioita tuetaan ja ohjataan lääkehoitosuunnitelman laadinnassa. Se ohjaa organisaatioita henkilöstön vastuiden määrittelyyn, perehdyttämiseen, lääkehoidon turvalliseen toteuttamiseen ja riskienhallinnan käytäntöjen jalkauttamiseen, mikä luo perustan lääkehoitoprosessin turvallisuuden kehittämiseksi.

Prospektiivisessa riskienhallinnassa riskikohtien tunnistamisessa mm. lääkehoitosuunnitelmien laadinnan ja päivittämisen yhteydessä voidaan hyödyntää lääkitysturvallisuuden auditointia, jota on maailmalla ja sittemmin Suomessa kehitetty erilaisiin sosiaali- ja terveydenhuollon ympäristöihin (Institute for Safe Medication Practices 2011, Teinilä ym. 2012, Celikkayalar ym. 2016, Institute for Safe Medication Practices 2021, Oksa ym. 2021). Auditoinnissa lääkitysturvallisuuden laatua pyritään arvioimaan objektiivisesti (Celikkayalar ym. 2016). Sen avulla lääkehoitoprosessin riskikohtia on mahdollista tunnistaa ja jalkauttaa havaittujen riskikohtien hallintaan soveltuvia suojauksia. Lääkehoitosuunnitelmat ja niiden jatkuva päivittäminen ovat tässä yksi tärkeä työväline.

Esimerkki terveydenhuollon prospektiivisessä riskientunnistuksessa hyödynnettävästä menetelmästä on terveydenhuollon virhe-vaikutusanalyysi (*healthcare failure mode and effect analysis*, HFMEA) (Jain 2017). Analyysin avulla voidaan tunnistaa mahdollisuudet epäonnistua ja todennäköisimmät syyt, jotka niitä aiheuttavat. HFMEA on soveltuva menetelmä erityisesti tilanteissa, joissa lääkehoitoprosessia uudistetaan tai kehitetään, ja uudet mahdolliset riskit halutaan tunnistaa ennalta (Larson ja Saine 2013, Sova ym. 2024). Rodriguez-Gonzalez ym. (2015) havaitsi tutkimuksessaan espanjalaisen sairaalan lääkehoitoprosessissa virhe-vaikutusanalyysin avulla kahdeksan syytä, jotka johtivat 40 erilaiseen virhetilanteeseen aiheuttaen yli 5200 kriittistä tapahtumaa. Muutoksilla ja suosituksilla nämä tapahtumat vähenivät kolmanneksella. Myös Suomessa menetelmää on käytetty esimerkiksi Lapin keskussairaalassa lääkehoitoprosessien suunnittelussa (Sova ym. 2024).

Riskitilanteiden tunnistamisessa, toimintaohjeiden ja muiden suojausten laatimisessa terveydenhuollon organisaatioissa tulisi hyödyntää myös tutkimuskirjallisuudessa esiin tuotuja lääke- ja potilashoidon riskitekijöitä (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015, World Health Organization 2017). Tunnistamisen jälkeen suojauksia pystytään liittämään lääkehoitoprosessin riskikohtiin turvallisuuden parantamiseksi. Esimerkkeinä lääkehoitoprosessiin liitetystä ennakoivista suojauksista ovat: (1) lääkemääräysten tarkistaminen ja varmentaminen, jossa lääkärin potilaalle antaman lääkemääräyksen oikeellisuus

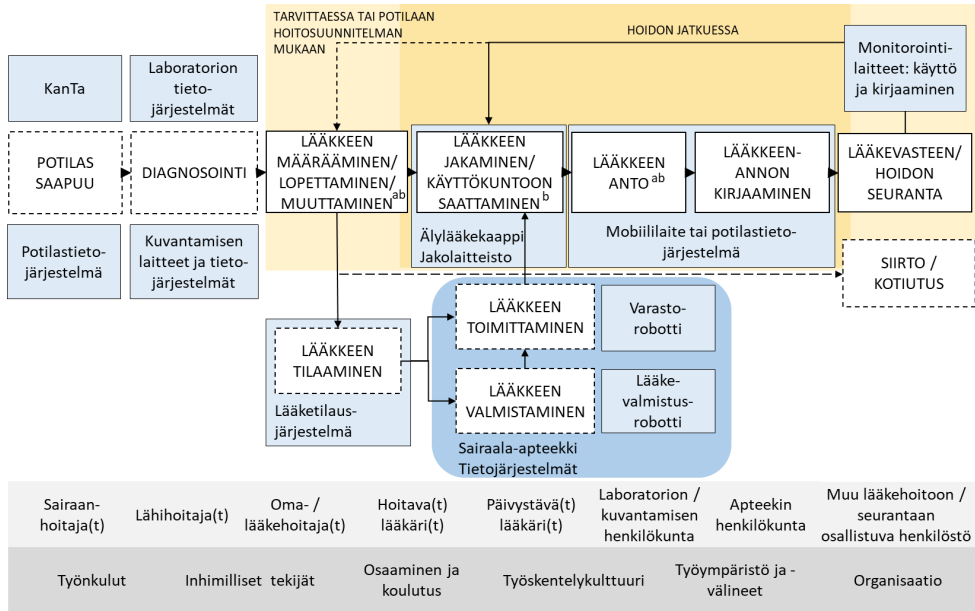
tarkistetaan ennen lääkkeenantoa määräyspoikkeamien välttämiseksi ja (2) lääkkeiden koneellinen jako potilasannoksiin, jonka myötä jakopoikkeamia pystytään välttämään (Hakoinen ym. 2017, Schepel ja Kuitunen 2020, Dupree ym. 2022, American Society of Health-System Pharmacists 2025).

2.3 Lääkehoitoprosessi sairaalassa

Lääkehoitoprosessi sairaalassa on monimutkainen tapahtumasarja, joka kattaa vaiheet lääkehoidon tarpeen toteutamisesta ja määräämisestä lääkkeen antoon ja hoidon vaikutusten seurantaan (Hepler ja Strand 1990, Sosiaali- ja terveysministeriö 2006, Schepel 2018, Sosiaali- ja terveysministeriö 2019, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020, Kuitunen 2022, Linden-Lahti 2023, Joint Commission International 2025). Käytännöt vaihtelevat eri osastojen ja organisaatioiden välillä. Toimintamalleihin vaikuttaa muun muassa se, millaisia potilaita yksiköissä hoidetaan ja millaisia lääkkeitä ja lääkemuotoja heidän hoidossaan käytetään. Lääkehoidon toteutukseen osallistuu useita terveydenhuollon ammattilaisia useasta eri ammattiryhmästä. Lisäksi lääkehoitoprosessiin osallistuu useita erilaisia toimijoita ja yksiköitä, kuten perusterveydenhuollon ja sosiaalihuollon yksiköt, eri hyvinvointialueet, lukuisat yksityiset palveluntarjoajat sekä esimerkiksi laboratorio- ja kuvantamispalvelut, ja rajapintoja eri toimijoiden välille kertyy useita.

Sairaalan lääkehoitoprosessi (kuva 4) jaotellaan tyypillisesti viiteen päävaiheeseen: (1) lääkehoidon tarpeen määrittelyyn ja lääkkeen määräämiseen, (2) **lääkkeen jakoon ja käyttökuntoon saattamiseen**, (3) **lääkkeen antamiseen potilaalle** ja (4) potilaan voinnin seurantaan sekä (5) **dokumentointiin** prosessin eri vaiheissa (Sosiaali- ja terveysministeriö 2006, Rochais ym. 2013, Cottney 2014, Sosiaali- ja terveysministeriö 2019, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020, Joint Commission International 2025). Tässä väitöskirjassa keskitytään erityisesti lääkkeiden jakoprosessiin, johon kuuluvat vaiheet (2) ja (3) sekä näihin vaiheisiin liittyvä kirjaaminen (5) (World Health Organization 2019). Lääkehoitoprosessi, myös lääkkeiden jakoprosessi sen osana, sisältää kokonaisuudessaan useita eri alavaiheita (taulukko 1). Ranskassa tehdyssä tutkimuksessa sairaalan lääkehoitoprosessiin tunnistettiin kuuluvan jopa yli 50 työvaihetta (Jodoin ym. 2005). Suomessa manuaaliseen lääkkeiden jakoon ja tiedonsiirtoon pohjautuvassa prosessissa on tunnistettu yli 20 vaihetta 2010-luvun alussa (Ojala 2011). Kuvassa 4 on esitetty sairaalan lääkehoitoprosessin pääkohdat kaaviona, johon on lisätty muutamia katkeamattomassa lääkehoitoprosessissa integraatiota vaativia tietojärjestelmän osia. Kuvan alaosassa on nimetty myös prosessiin liittyvät ammattiryhmät sekä työn tekoon vaikuttavat tekijät organisaatiossa. Lääkitystietojen tulisi pysyä ajantasaisina potilaan saapumisesta aina kotiutukseen saakka (Linden-Lahti 2023).

Monivaiheinen prosessi sairaalassa useine eri toimijoinen lisää kuitenkin riskiä lääkitysturvallisuuden vaarantumiselle ja potilasvahingoille (Ojala 2011, Hakoinen ym. 2017, Suvikas-Peltonen 2017, Schepel 2018, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020, Celikkayalar 2022).



Kuva 4 Lääkehoitoprosessi sairaalassa ja esimerkkejä prosessiin vaikuttavista tietojärjestelmistä (siniset alueet) sekä prosessiin osallistuvista ammattiryhmistä ja organisaatiotason tekijöistä (harmaat alueet). Keltaisella on merkitty hoitajakson aikana toistuvat päävaiheet, joista tummimmalla merkitty lääkkeenjakoprosessi. ^alääkeinformaatio potilaille, ^blääkeinformaatio ammattilaisille.

Taulukko 1 Sairaalan lääkehoitoprosessiin kuuluvia vaiheita. Lääkkeen jakoon, antoon ja kirjaamiseen liittyvät vaiheet on merkitty sinisellä taustavärillä. *Kursiivilla* merkityissä kohdissa voidaan hyödyntää automaatiota tai erilaisia teknologisia ratkaisuja (Lähde: mukailten Ojala 2011, Hakoinen ym. 2017, Sosiaali- ja terveysministeriö 2019, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020).

Lääkehoitoprosessin päävaihe	Lääkehoitoprosessin tarkennettu alavaihe
Lääkehoidon tarpeen arviointi ja lääkkeen määrääminen	Potilasarvio, mukaan lukien lääkitystietojen selvittäminen Lääkehoidon tarpeen arviointi <i>Yhteisvaikutusten ja allergioiden tarkastaminen</i> Oikean lääkkeen valinta <i>Määräyksen / reseptin kirjaaminen</i> Ohjaus ja neuvonta hoidon toteuttamiseen
Lääkkeen jako ja käyttökuntoon saattaminen	<i>Määräyksen tarkastaminen ja hyväksyminen</i> Epäselvissä tilanteissa yhteydenotto lääkäriin <i>Lääkkeen tilaus tarvittaessa sairaala- apteekista</i> <i>Lääkkeen valinta (ja valmistelu)</i> <i>Lääkkeen jako potilaskohtaisiin annoksiin</i> <i>Dokumentointi</i>
Lääkkeen anto potilaalle	<i>Määräyksen ja lääkkeen tarkastaminen ja potilaan tunnistus</i> <i>Yhteisvaikutusten, allergioiden ja varoitusten huomiointi</i> Potilaan tilan arviointi Potilaan informointi lääkityksestä ja osallistaminen lääkehoidon toteuttamiseen <i>Lääkkeen antaminen potilaalle ja sen dokumentointi</i>
Potilaan voinnin seuranta	Lääkehoidon vaikutusten tunnistaminen ja arviointi: odotettu hoidollinen vaikutus, mahdolliset haitat, tarvittaessa annoksen säätäminen ja lääkityksen lopettaminen Huomioitava hoidon aikana, mutta erityisesti potilassiirroissa ja kotiutuksen yhteydessä: Hoidon onnistumisen ja jatkuvuuden varmistaminen Potilaan lääkehoidon jatkuvuuden varmistaminen <i>Tiedonkulun varmistaminen potilaalle ja hoitoon osallistuville organisaatioille sekä henkilöille</i> <i>Dokumentointi</i> Asiakassuunnitelman ja lääkitystiedon päivittäminen
Dokumentointi prosessin eri vaiheissa	<i>Tiedon siirto (sähköinen tai manuaalinen)</i>

Lääkärin tehtävänä lääkehoitoprosessissa on potilaan voinnin arviointi ja sen perusteella lääkehoidon tarpeen arviointi ja lääkkeen määrääminen (taulukko 1, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020). Tämän jälkeen hän tarkastaa potilaan lääkityksen ja tekee vertailua potilaalle arvioimaansa lääkitystarpeeseen. Lääkäri tekee tarvittavat muutokset lääkitykseen ja kirjaa ne potilaskertomukseen, minkä jälkeen lääkehoito toteutetaan lääkärin tekemän suunnitelman mukaisesti.

Sairaalassa ja laitoshoidossa vastuu lääkehoidon toteuttamisesta on sairaanhoitajilla (Hakoinen ym. 2017, Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö 2018, Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö 2021). Myös lähihoitajat voivat osallistua lääkehoidon toteutukseen organisaation lääkelupakäytäntöjen mukaisesti. Tavoitteena on onnistunut lääkkeenanto, jossa oikea potilas saa oikean lääkkeen, oikealla annoksella, oikeaan käyttötarkoitukseen, oikeaa antoreittiä pitkin ja oikeaan aikaan (Elliott ja Liu 2010). Tietojen kirjaus potilastietojärjestelmään on avainasemassa lääkehoidon toteutukseen liittyvien tietojen siirtymisessä eri ammattiryhmien välillä (Hakoinen ym. 2017). Hoitaja toteuttaa lääkitystä lääkärin ohjeistusten ja kirjausten mukaan. Lääkäri muokkaa potilaan lääkitystä havaintojensa ja hoitohenkilökunnan potilaan voinnista tekemien kirjausten perusteella. Lääkehoidon seurannan vastuu jakautuu lääkärin ja hoitajan lisäksi, myös potilaille ja farmasian ammattilaisille.

Farmaseuttisen henkilöstön osallistuminen lääkehoidon toteutukseen on lisääntynyt ja monipuolistunut sairaaloissa (Schepel ym. 2019, Schepel ym. 2024). Suomen sairaaloissa kliinisen farmasian palvelut ovat lisääntyneet ja laajentuneet erityisesti lääkitysturvallisuutta edistävään suuntaan. Työtehtävät liittyvät lääkehoitoprosessin käytännön toteutukseen, operatiiviseen töiden organisointiin ja toimintakäytäntöjen kehittämiseen ja suunnitteluun. Tehtäviin kuuluu muun muassa määräysten ja lääkitysten tarkastukset, ohjeiden laadinta, lääkehoitosuunnitelmien laatiminen ja ylläpitäminen, vaaratapahtumailmoitusten seuranta sekä potilas- ja lääkitysturvallisuustyöhön liittyvä työskentely.

Manuaaliset vaiheet sairaalan lääkehoitoprosessissa ovat perinteisesti sitoneet runsaasti hoitajien työaikaa ja olleet alttiita poikkeamille (Rochais ym. 2013, Cottney 2014). Lääkehoitoprosessia on pyritty automatisoimaan ja kehittämään hyödyntämällä erityyppisiä ratkaisuja, kuten viivakoodivarmistusta, lääkkeiden hallinta- ja jakoprosesseissa. Näiden avulla on pyritty varmistamaan lääkityksen ja lääkitystietojen oikeellisuus ja ajantasaisuus. Järjestelmämuutoksilla on pyritty automatisoimaan tiedon siirtymistä, lääkkeiden tilausta ja jakoa, sekä dokumentointia, potilaan tunnistusta sekä järjestelmän herätteitä (Sloss ym. 2020, Kuitunen ym. 2025). Automatisoituun tai puoliautomoitettuun malliin siirtyminen on muokannut perinteisen lääkehoitoprosessin rakennetta ja käytäntöjä (Shah ym. 2016). Esimerkiksi viivakoodilukua hyödyntämällä lääkkeiden antokirjaukset pystytään dokumentoimaan automaattisesti ja aiempaa kattavammin (Kuitunen ym. 2025).

2.3.1 Lääkityspoikkeamat lääkehoitoprosessissa

Lääkityspoikkeamat ovat yksi merkittävimmistä potilasturvallisuutta vaarantavista tekijöistä (Kohn ym. 2000, World Health Organization 2005, World Health Organization 2017, World Health Organization 2023). Vaaratapahtumia

manuaalisen lääkkeen jakamisen ja antamisen yhteydessä esiintyy usein, jopa joka neljännen lääkkeen yhteydessä (Härkänen 2014, Ameer ym. 2015, Azar ym. 2023). Kuitenkin vain murto-osa lääkityspoikkeamista ja läheltä piti -tilanteista raportoidaan vaaratapahtumajärjestelmiin (Crawford ym. 2003, McBride-Henry ja Foureur 2006, Haw ym. 2007, Westbrook ym. 2015, World Health Organization 2020, Tchijevitch ym. 2025). Aliraportoinnin syitä on tutkittu ja taustalta on löydetty tekijöitä sekä organisaatiotasolla että ammatillisella ja yksilöllisellä tasolla (Haw ym. 2007, Morrison ym. 2018, Afaya ym. 2021, Aljabari ym. 2021). Tutkimuksissa on noussut esille heikko turvallisuuskulttuuri, johdon käyttäytyminen ja seurausten pelko, mutta myös raportointijärjestelmään liittyvät ongelmat, kiire ja poikkeamien riittämätön tuntemus (Holmström ym. 2015, Morrison ym. 2018, Afaya ym. 2021, Aljabari ym. 2021). Organisaatiotasolla ei välttämättä myöskään ole aina selkeästi määritelty lääkityspoikkeamia, jolloin raportoinnin tarve näyttää henkilöunnalle epäselvänä.

Suomessa ei ole yhtenäistä järjestelmää vaaratapahtumailmoitusten raportointiin. Vuonna 2007 käyttöön otetun vapaaehtoisen terveydenhuollon vaaratapahtumien raportointijärjestelmän, HaiPron, käyttö on levinnyt yli 300 sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioon (Ruuhilehto ym. 2011, Rauhala ym. 2018). HaiPro-järjestelmän käytön alkuvuosina 2007–2009 yli puolet (51 %) raportoiduista ilmoituksista liittyi lääkityspoikkeamiin ja kymmenen ensimmäisen käyttövuoden aikana määrä vakiintui noin 40 %:iin kaikista ilmoituksista (Ruuhilehto ym. 2011, Holmström 2017, Rauhala ym. 2018, Holmström ym. 2019). Helsingin kaupungin sosiaali- ja terveystoimessa vuonna 2021 lähes puolet (48 %) ja HUSissa vuonna 2023 neljännes (25 %) kaikista vaaratapahtumailmoituksista liittyi lääke- ja nestehoitoon (Helsingin kaupunki 2021, HUS laatu ja potilasturvallisuus 2024). HaiPro-ilmoituksissa on noin kaksikymmentä eri ilmoitusluokkaa, ja lääke- ja nestehoitoon liittyvät ilmoitukset muodostavat edelleen suurimman yksittäisen poikkeamaluokan aineistossa.

Suuri osa Suomessa raportoiduista lääkityspoikkeamista liittyy lääkkeiden antamiseen (25–39 %) ja jakoon (18–34 %) (Hakoinen ym. 2017, Holmström 2017, Holmström ym. 2019, Schepel ja Kuitunen 2020). Myös lääkkeen määräämiseen liittyvät poikkeamat ovat tyypillisiä (Schepel ja Kuitunen 2020). HUSin aineistoissa kotilääkityksen selvittämiseen liittyvät poikkeamat on nostettu omaksi poikkeamatyyppiksi niiden yleisyyden vuoksi, ja joka kymmenes lääke- ja nestehoitoon liittyvistä ilmoituksista on liittynyt epäselvyyksiin lääkityksen selvittämisessä (HUS laatu ja potilasturvallisuus 2024).

Kansainvälisesti lääkityspoikkeamia raportoidaan paljon lääkkeiden jakoon ja antoon, mutta myös kirjaamiseen liittyen (Bates ym. 1995, Kohn ym. 2000, Aspden ym. 2007, Rodriguez-Gonzalez ym. 2015, Holmström 2017, Holmström ym. 2019, Batson ym. 2021). Lääkkeiden jakoon liittyviä poikkeamia on kansainvälisesti raportoitu 14–20 %:ssa tapauksista (Jiménez Muñoz ym. 2011,

Nuckols ym. 2014). Eräessä tutkimuksessa lääkehaittaapahtumia esiintyi noin 10–42/1000 hoitopäivää kohden, ja niistä noin 13–17 % olisi ollut ehkäistävissä lääkehoitoprosessia ja yksikön toimintatapoja kehittämällä (Alshehri ym. 2017). Erikoissairaanhoidossa lääkkeiden jako on perinteisesti ollut manuaalista, jossa lääkkeet jaetaan potilaskohtaisesti lääkekuppeihin. Vuonna 2013 julkaistun järjestelmällisen kirjallisuuskatsauksen mukaan viidennekseen lääkkeiden annosteluista oli havaittu liittyneen poikkeamia (Keers ym. 2013b). Tyypillisimmin poikkeama ilmenee vääränä lääkkeenä tai antona väärälle potilaalle.

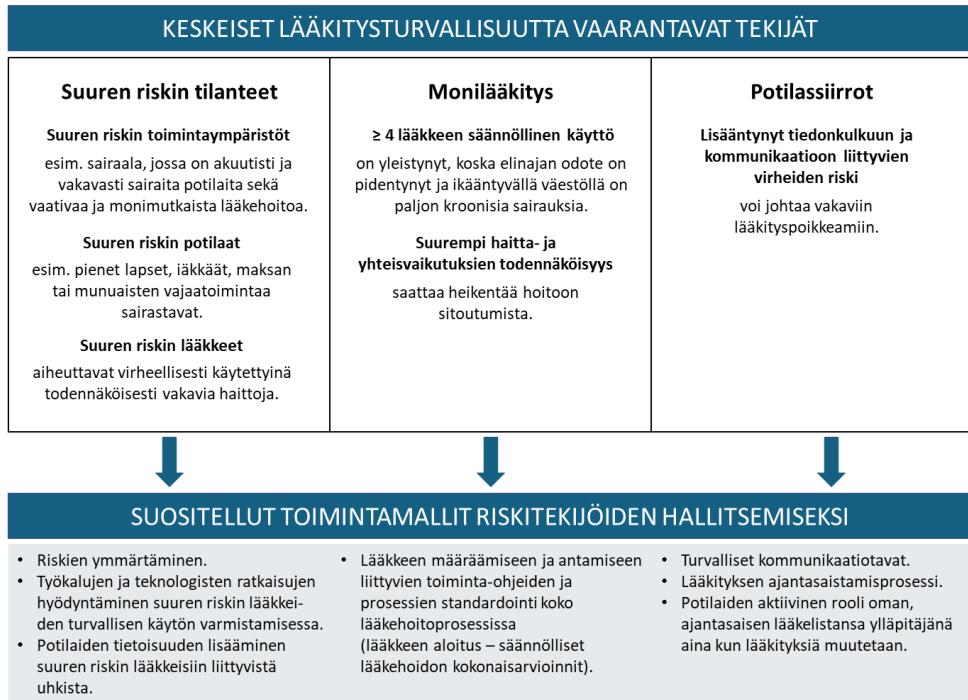
Lääkkeen jakoon ja antoon liittyvien riskien minimoimiseksi ja suojausten kehittämiseksi prosessi on alkanut teknistyä ja automatisoitua (Chapuis ym. 2010, Pedersen ym. 2021). Sekä Suomessa että kansainvälisesti lääkkeiden varastoinnissa ja potilaskohtaisessa jaossa on lisääntyvässä määrin ryhdytty hyödyntämään erityyppisiä älylääkekaappeja, jotka ovat tietokoneohjattuja lääkkeiden varastointiin ja jakoon käytettyjä laitteistoja. Lisäksi käyttöön on tullut erilaisia varasto- ja jakelurobotteja lääkkeiden jaon oikeellisuuden varmistamiseksi (Metsämuuronen 2018, Metsämuuronen ym. 2018, Pedersen ym. 2021).

Kirjaamisvirheet ovat myös yleisiä. Niitä on raportoitu Suomessa 16–17 %:ssa kaikista lääkityspoikkeamista (Holmström ym. 2019, Schepel ja Kuitunen 2020). Kansainvälisesti kirjaamispoikkeamia on esiintynyt 1–344/1000 hoitopäivää kohden yleisimpien poikkeamatyyppien ollessa tiedon siirtämättä jättäminen tai muu poikkeama kirjaamisessa (Alshehri ym. 2017). Osan kirjaamisvirheistä on havaittu aiheutuvan siitä, että kirjaamistavat yksiköiden välillä vaihtelevat ja lääkityslistoille päätyy lääkkeitä puutteellisilla merkinnöillä (Ahlqvist ym. 2014, Schepel ja Kuitunen 2020). Myös kirjaamispoikkeamiin on pyritty löytämään ratkaisuja teknologiasta. Sähköisten potilastietojärjestelmien käyttöönotolla on pystytty vähentämään esimerkiksi tiedon kopiointiin ja siirtoon liittyviä poikkeamia (Franklin ym. 2007a, Bhatti 2019).

2.3.2 Sairaalan lääkehoitoprosessin keskeiset riskikohdat

Lääkitysturvallisuuden kehittämistä on kansainvälisesti ohjannut mm. Maailman Terveysjärjestö WHO (*World Health Organization*), jonka kolmas globaali potilasturvallisuusohjelma (*Patient Safety Challenge*) keskittyi lääkitysturvallisuuteen (World Health Organization 2017). Ohjelmassa *Medication Without Harm* on nimetty kolme pääkohtaa, jotka ovat maailmanlaajuisesti tunnistettu lääkehoitoprosessin keskeisimmiksi turvallisuutta vaarantaviksi kohdiksi niin avohoito- kuin sairaalaympäristössä (kuva 5). Esille on nostettu (1) suuren riskin tilanteet, mm. sairaalaympäristö ja riskilääkkeisiin liittyvät merkittävää haittaa potilaalle aiheuttavat vahingot, (2)

monilääkitys ja siihen liittyvät turvallisuushaasteet sekä (3) hoitotilanteiden siirtymäkohdat, esim. potilassiirrot ja hoitosuhteen siirtyminen eri organisaatioon (World Health Organization 2017). Näiden riskien ehkäisemiseksi WHO on kehittänyt yhteisiä malleja ja ohjeistuksia, joiden avulla riskejä organisaatioissa pystytään huomioimaan ja hallitsemaan ennakoivilla toimenpiteillä (World Health Organization 2017, Schepel ja Kuitunen 2020).



Kuva 5 WHO:n potilasturvallisuushjelmassa tunnistetut keskeisimmät lääkitysturvallisuutta vaarantavat tekijät ja suositellut toimintatavat niiden hallitsemiseksi (Lähde: mukailten World Health Organization 2017, Schepel ja Kuitunen 2020).

Sairaala on suuren riskin toimintaympäristö, jossa hoidetaan vakavasti sairaita potilaita (Kuva 5) (Schepel 2018, Schepel ja Kuitunen 2020). Lisäksi potilailla on usein käytössä suuren riskin lääkkeitä, joiden virheellinen käyttö voi altistaa potilaan vakaville haittatapahtumille (Institute for Safe Medication Practices 2011, Schepel 2018, Schepel ja Kuitunen 2020, Institute for Safe Medication Practices 2021). Käytössä on myös antoreittejä, kuten laskimonsisäinen, epiduraalinen tai intratekaalinen antoreitti, joiden kautta annettuna lääkkeen vaikutus alkaa nopeasti ja poikkeamatilanteissa vaikutuksen kumoaminen on lähes mahdotonta (Institute for Safe Medication Practices 2011, Schepel 2018, Schepel ja Kuitunen 2020, Kuitunen 2022, Kurttila 2025). Sairaalapotilailla on lähes aina käytössään useita lääkkeitä. Monilääkityksen myötä lääkitykseen liittyvät riskitekijät, kuten

lääkkeen virheellinen käyttö, yhteisvaikutukset ja huono hoitoon sitoutuminen lisääntyvät, jolloin myös mahdollisuudet haittatapahtumiin lisääntyvät (Hakoinen ym. 2017).

Monilääkityksen lisäksi potilassiirrot yksiköiden ja organisaatioiden välillä ovat yleisiä (kuva 5). Potilassiirtoihin liittyy puutteet kommunikaatiossa (1) hoitavien yksiköiden sekä (2) potilaan ja terveydenhuollon ammattilaisten välillä, johtaan usein vajavaiseen tiedon siirtymiseen (Johnson ym. 2015, Hakoinen ym. 2017, World Health Organization 2017, Sosiaali- ja terveysministeriö 2018). Potilaiden lääkitystiedot eivät aina ole ajantasaiset. Reseptilääketietoihin liittyvien puutteiden lisäksi lääkitystiedoista jää helposti puuttumaan itsehoitolääkkeet ja käytetyt ravintolisät, jotka osaltaan voivat vaikuttaa lääkkeiden imeytymiseen ja tehoon ja siten hoidon toteutumiseen (Mekonnen ym. 2016, Hakoinen ym. 2017, World Health Organization 2019, McCahon ym. 2021, Sosiaali- ja terveysministeriö 2021). Koska lääkityshistorian selvittäminen potilassiirtojen yhteydessä on työlästä, se jää helposti vajavaiseksi tai jopa tekemättä. On arvioitu, että vain kolmanneksella sairaalaan kirjatusta potilaista lääkityslista on ajantasainen (FitzGerald 2009, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020).

Kirjallisuudessa on tunnistettu myös muita sairaaloiden ja laitosten lääkehoitoprosessiin liittyviä riskikohtia (Jodoin ym. 2005, World Health Organization 2019, Sosiaali- ja terveysministeriö 2021). Lääkehoidon suunnittelussa riskikohdat liittyvät lääkehoidon tarpeen arviointiin ja valintaan potilaan voinnin ja käytössä olevien tietojen perusteella. Jos esimerkiksi tiedonsiirtoon liittyy ongelmia, voidaan päätökset lääkehoidosta tehdä vajavaisin perustein. Dokumentoinnissa tieto voi muuttua mm. manuaalisten tiedonsiirtojen yhteydessä (Keers ym. 2013b). Suomessa käytössä oleville potilastietojärjestelmille ja työskentelymalleille on ollut tyypillistä pirstaleisuus ja yhteensopimattomuus, jolloin tietoja on jouduttu etsimään potilastietojärjestelmän eri osista tai eri sovelluksista (Hakoinen ym. 2017, Niittynen 2018, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020, Kaukovuori 2021). Kirjaamiskäytännöt ovat vaihdelleet eri organisaatioiden ja työyksiköiden välillä ja tiedot eivät ole siirtyneet rajapintojen välillä automaattisesti (Niiranen ym. 2017, Sosiaali- ja terveysministeriö 2018, World Health Organization 2019, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020). Tällöin tietoja on jouduttu siirtämään manuaalisesti, mikä on altistanut sairaaloiden lääkehoitoprosessia yleisille kopiointivirheille (Keers ym. 2013a, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020).

Poikkeamille potilastietojärjestelmän merkinnöissä altistaa mm. rakenteisen kirjaamisen puuttuminen. Rakenteisessa kirjaamisessa potilastiedot kirjataan etukäteen sovittujen rakenteiden ja luokitusten mukaan, joka mahdollistaa tietojen käsittelyn ja siirron automaattisesti tietojärjestelmien ja organisaatioiden välillä (Lindholm ym. 2025, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025a). Rakenteistamisen tavoitteena on helpottaa ja tehostaa potilastietojen käyttöä ja

hyödynnettävyyttä, esim. hoidon seurannassa, sekä helpottaa kirjaamista ja vähentää tarvetta tietojen manuaaliseen kopiointiin.

Potilaan ajantasaisen lääkityksen varmistamiseksi Suomessa ollaan kehittämässä kansallista lääkityslistaa Kanta-reseptitietokeskukseen, jossa potilaan lääkitystiedot näkyvät rakenteisesti eri terveydenhuollon tietojärjestelmien ja OmaKannan kautta (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025b). Kansallisen lääkityslistan tavoitteena on lisätä potilasturvallisuutta ja tehostaa toimintaa säästämällä terveydenhuollon henkilökunnan työaika. Esimerkiksi HUS-yhtymällä ja Helsingin kaupungilla käytössä oleva Apotti-potilastietojärjestelmä perustuu kirjaamisen rakenteisuuteen, ja sen tieto siirtyy eri vaiheiden välillä automaattisesti ja turvallisesti (Apotti 2020). Lisäksi Apotissa oleva rakenteinen potilastieto on yhteensopiva valtakunnallisessa Kanta-potilastietojärjestelmässä olevan tiedon kanssa. Vastaavaan yhteensopivuuteen pyritään käynnissä olevassa hyvinvointialueiden potilastietojärjestelmien kehittämisessä (Sulkava 2024, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025a).

2.3.3 Järjestelmällisiin kirjallisuuskatsauksiin perustuva yhteenveto lääkkeiden jakoprosessiin liittyvistä riskeistä

Suuri osa raportoiduista lääkityspoikkeamista sairaalassa liittyy lääkkeiden jakoprosessiin (Bates ym. 1995, Kohn ym. 2000, Aspden ym. 2007, Härkänen ym. 2015, Rodriguez-Gonzalez ym. 2015, Holmström ym. 2019, Pullam ym. 2023). Se on toimintaketju, johon kuuluu lääkkeen jakaminen, käyttökuuntoon saattaminen ja antaminen tietylle potilaalle dokumentoidusti lääkemääräyksen mukaisesti (Spivey 2012, Sosiaali- ja terveysministeriö 2019, World Health Organization 2019).

Lääkkeiden jakoprosessiin sairaalassa liittyvien keskeisten riskien kartoittamiseksi tehtiin järjestelmällinen kirjallisuushaku tutkimuskirjallisuudesta Medline (Ovid) -tietokannasta elokuussa 2025. Haku suoritettiin seuraavilla hakusanoilla: drug/medication administration* OR drug/medication distributi* OR drug/medication dispens* OR drug/medication prepar* AND hospital* AND systemat* AND review*. Haku rajattiin koskemaan vuoden 2010 jälkeen julkaistuja englanninkielisiä systemaattisia kirjallisuuskatsauksia (aikaväli 2010–elokuu 2025). Haussa löytyi 390 systemaattisen kirjallisuuskatsauksen sisältävää artikkelia, joista tarkasteltavaksi valittiin 19 sairaalan lääkkeenjakooprosessiin liittyvää artikkelia. Artikkeleista seulottiin mukaan sisällön perusteella sairaalan jakoprosessin lääkitysturvallisuuteen ja -riskeihin liittyvät artikkelit (n=8), jotka oli julkaistu vuosien 2015–2025 aikana. Artikkeleiden keskeiset löydökset on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2 Sairaaloiden lääkkeiden jakoprosessiin liittyviä riskejä tutkineet kansainväliset systemaattiset kirjallisuuskatsaukset, jotka on julkaistu ajalla 2015–8/2025 (n=8).

Viite, vuosi	Tutkimuksen kohde ja aineisto	Keskeisimmät jakoprosessin riskeihin liittyvät löydökset
Ameer ym. 2015 <i>Systematic literature review of hospital MAEs in children</i>	Lääkkeiden antopoikkeamien kartoittaminen lastensairaloissa 44 tutkimusta; julkaistu 2000–2015	Noin 29 % annetuista lääkeannoksista sisälsi poikkeamia. Tyypillisimmät poikkeamat lapsilla liittyivät lääkkeen valmisteluun, infuusionopeuteen, annokseen ja antoaikaan. Poikkeamia pystytään hallitsemaan BCMA:lla, sähköisellä lääkemääräyksellä, koulutuksella, älypumppeujen käytöllä sekä vakioiduilla liuoskonsentraatioilla.
Smeulers ym. 2015 <i>Quality indicators for safe medication preparation and administration: a systematic review</i>	Lääkkeiden valmisteluun ja antoon liittyvien näyttöön perustuvien laatuindikaattoreiden tunnistaminen. 5 tutkimusta; julkaistu 1995–2010	Tutkimuksessa tunnistettiin 21 lääkitysturvallisuuteen liittyvää laatuindikaattoria: 5 rakenteisiin liittyvää, mm. suuren riskin lääke, turvallisuuden hallinta 11 prosessiin liittyvää, mm. varmentaminen ja protokollat 5 tuloksiin liittyvää, mm. haittatapahtumat, kuolemat Lääkkeen annostelussa tulee ottaa huomioon: oikea potilas, lääke, annos, aika, antoreitti, syy ja dokumentaatio. Oikeaan lääkkeeseen ja annokseen liittyi eniten indikaattoreita, ja vähiten antoaikaan ja -tapaan.
Alsheri ym. 2017 <i>Frequency and nature of MEs and adverse drug events in mental health hospitals: a systematic review</i>	Lääkityspoikkeamien ja haittatapahtumien esiintyvyyden ja tyyppien kartoittaminen psykiatrisissa sairaaloissa. 20 tutkimusta; julkaistu 2003–2016	Lääkityspoikkeamat (ME) ovat tyypillisiä psykiatrisissa sairaaloissa ja voivat aiheuttaa haittoja potilaille. ME määrä vaihteli 10,6–17,5/1000 potilaspäivää ja haittatapahtumien 10,0–42,0/1000 potilaspäivää välillä. Haittatapahtumista 13,0–17,3 % luokiteltiin ennaltaehkäistäviksi. Haittatapahtumista 1,4–2,0 % luokiteltiin henkeä uhkaaviksi, 28–31 % vakaviksi ja 66–71 % kliinisesti merkittäviksi. Jakovirheitä esiintyi 4,6 %:ssa jaetuista lääkkeistä ja 8,8 %:ssa potilaista. Antopoikkeamia esiintyi 3,3–48,0 %:ssa annetuista lääkkeistä. Määräysvirheitä esiintyi 4,5–6,3 %:ssa lääkemääräyksistä.
Manias ym. 2020 <i>Interventions to reduce MEs in adult medical and surgical settings: a systematic review</i>	Eri interventioiden tehokkuuden vertailu lääkkeen määräys-, jako- ja antopoikkeamiin aikuispotilailla. 34 tutkimusta; julkaistu 2000–2019	Antopoikkeamia saatiin vähennettyä sekä CPOElla että eMARIin liitettyllä automaattisella lääkkeenjaolla. Näiden yhdistämisellä lääkityksen automaattiseen tai farmaseuttiseen ajantasaistamisen vähennettiin lääkkeen annon ja määräyksen poikkeamia. Jakopoikkeamiin interventiolla ei ollut merkitystä.

Viite, vuosi	Tutkimuksen kohde ja aineisto	Keskeisimmät jakoprosessin riskeihin liittyvät löydökset
Assunção-Costa ym. 2022 <i>MAEs in Latin America: a systematic review</i>	Kartoittaa lääkkeiden antopoitkeamien tyyppisiä ja esiintyvyyttä Latinalaisen Amerikan sairaaloissa. 10 tutkimusta; julkaistu 2006–2018	Keskimääräinen ME esiintyvyyttä oli 32 %, ja 9,7 %, jos aikataulutukseen liittyviä poikkeamia ei oteta huomioon. Antoaikaan (8,3–77,3 %), annokseen (1,7–26,4 %), antoreittiin (6,1–8,5 %) ja lääkkeen antamatta jättämiseen (5,3–10,5 %) liittyvät poikkeamat olivat tyypillisimpiä.
Pullam ym. 2022 <i>Frequency of medication administration timing error in hospitals. A systematic review</i>	Kartoitettiin lääkitysten antoaikoihin liittyviä poikkeamia, niiden luonnetta ja laatua. 23 tutkimusta; julkaistu 1999–2020	Aikataulutukseen liittyviä ME esiintyi 0,7–72,6 %. Osa tutkimuksista (n=6/23) määritteli aikataulutukseen liittyvät poikkeamat yleisimmiksi. Tutkimuksista 57 % määritteli antoajaksi 60 min ennen tai jälkeen suunnitellun ajan. Myös 30 min käytettiin kriteerinä, samoin 15 min, jos kyseessä oli säännöllisesti toistuva lääke (esim. 4 tunnin välein annettava mikrobilääke).
Azar ym. 2023 <i>Prevalence of MAEs in hospitalized adults: A systematic review and meta-analysis up to 2017 to explore sources of heterogeneity</i>	Selvitettiin sairaalahoitossa olevien aikuispotilaiden antopoitkeamien esiintyvyyttä. 33 tutkimusta; julkaistu 2001–2018	23 %:ssa jaetuista lääkeannoksista esiintyi yksi virhe ja 19 %:ssa esiintyi useampi virhe per annos. Suurin osa tutkimuksista oli tehty havainnoimalla, myös potilastietojen läpikäyntiin perustuvia tutkimustapoja ja muita menetelmiä oli käytetty. Terminologia poikkesi tutkimusten välillä.
Gallina ym. 2025 <i>UD drug dispensing systems in hospitals: a systematic review of ME reduction and cost-effectiveness</i>	Arvioi UDD:n vaikutuksia lääkityspoitkeamiin ja prosessien kustannustehokkuuteen. 4 tutkimusta; julkaistu 2021–2024	UDD lisäsi turvallisuutta vähentämällä ME:ia. ME:t vähenivät 45–70 %. Vakavien lääkkeenantoon liittyvien poikkeamien määrä väheni 3,0 %:sta 0,3 %:iin. Vältettyjen ME:ien kautta voidaan saada kustannussäästöjä. UDD vähentää BCMA:han yhdistettynä lääkkeiden antoon liittyviä ja vakavia lääkityspoitkeamia.

MAE = Lääkkeen antopoitkeama; BCMA = viivakooditunnistus lääkkeen annossa potilaalle; ME = lääkityspoitkeama; CPOE = sähköinen määräysjärjestelmä; eMAR = sähköinen potilastietojärjestelmä, joka sisältää potilaan lääkityshistorian / lääkkeenantorekisterin; UD(D) = yksikköpakattu lääke (jako)

Elokuussa 2025 tehdyssä kirjallisuushaussa kriteeristön täytti kahdeksan systemaattisen katsauksen raportoinutta artikkelia (n=8/390) (Taulukko 2). Artikkeleista 2020-luvulla julkaistuja oli yli puolet (n=5/8). Lähes kaikki systemaattisiin kirjallisuuskatsauksiin sisällytetyistä tutkimuksista oli julkaistu 2000-luvulla. Vain yhdessä kirjallisuuskatsauksessa oli mukana yksi ennen 2000-lukua julkaistu artikkeli (Smeulers ym. 2015). Suurin osa (n=7/8) kirjallisuuskatsauksista oli keskittynyt lääkityspoitkeamien analysointiin

erilaisissa toimintaympäristöissä (Ameer ym. 2015, Alsheri ym. 2017, Manias ym. 2020, Assuncão-Costa ym. 2022, Pullam ym. 2022, Azar ym. 2023, Gallina ym. 2025). Yksi systemaattisista kirjallisuuskatsauksista keskittyi laatuindikaattoreiden tunnistamiseen lääkkeenjaossa ja -valmistelussa (Smeulers ym. 2015).

Lääkkeiden jakoprosessiin liittyvät poikkeamat olivat löydettyjen tutkimusten perusteella yleisiä ja niitä esiintyi noin 23–32 %:ssa annetuista lääkeannoksista (Taulukko 2) (Ameer ym. 2015, Alsheri ym. 2017, Assuncão-Costa ym. 2022, Pullam ym. 2022, Azar ym. 2023). Mikäli antoaikaan liittyvät poikkeamat jätettiin huomioimatta, lääkityspoikkeamia ilmeni noin 10 %:ssa potilaille annetuista lääkkeistä (Berdot ym. 2013, Assuncão-Costa ym. 2022). Yhdessä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa kaikista haittatapahtumista vakaviksi luokiteltiin 28–31 % ja henkeä uhkaaviksi 1,4–2,0 % (Alsheri ym. 2017). Kokonaisuudessaan noin 13–17 % haittatapahtumista olisi ollut ennaltaehkäistävissä. Määräyspoikkeamia esiintyi 4,5–6,3 %:ssa lääkemääräyksistä ja jakopoikkeamia 4,6 %:ssa jaetuista lääkkeistä (Alsheri ym. 2017). Antopoikkeamien vaihteluväli eri tutkimuksessa oli 3,3–48,0 % annetuista lääkkeistä (Alsheri ym. 2017). Poikkeamat liittyvät tyypillisesti antoaikaan (8,3–77,3 %), annokseen (1,7–26,4 %), antoreittiin (6,1–8,5 %) ja lääkkeen antamatta jättämiseen (5,3–10,5 %) (Assuncão-Costa ym. 2022). Lapsilla esille nousivat myös lääkkeen valmisteluun ja infuusionopeuteen liittyvät poikkeamat (Ameer ym. 2015).

Osassa tutkimuksista (n=3/8) teknologian hyödyntäminen esitettiin suositukseksi poikkeamien hallitsemiseksi (Ameer ym. 2015, Manias ym. 2020, Gallina ym. 2025). Määräämiseen liittyviä poikkeamia voidaan hallita sähköisen määräysjärjestelmän avulla (CPOE) ja lääkemääräysten varmentamisella (Ameer ym. 2015, Manias ym. 2020). Lääkkeiden antoon liittyviä poikkeamia pystytään hallitsemaan yhdistämällä vakioituneet liuoskonsentraatiot älypumpppujen käyttöön (Ameer ym. 2015). Poikkeamien hallitsemiseksi lääkkeiden jaon tulisi tapahtua suoraan potilastietojärjestelmään liitetyllä automaattisella lääkkeenjaolla (Manias ym. 2020, Gallina ym. 2025). UD-lääkkeenjaolla turvallisuus lisääntyi merkittävästi, sillä lääkityspoikkeamia saatiin vähennettyä 45–70 % ja vakavia lääkityspoikkeamia jopa 90 % (Gallina ym. 2025). Sekä lääkkeen jaossa että annossa tulisi hyödyntää viivakoodilukua turvallisuuden varmistamiseksi (Ameer ym. 2015, Gallina ym. 2025).

Laadun parantamiseksi sairaaloiden lääkkeiden jaossa ja valmistelussa oli käyttöön otettu uusien teknologioiden lisäksi myös toimintamalleja ja tapoja, jotta riskeiltä voitaisiin paremmin välttää (Ameer ym. 2015, Smeulers ym. 2015, Gallina ym. 2025). Käyttöön oli otettu esimerkiksi lääkitystietojen ajantasaistaminen, jolla pyritään varmistamaan oikea lääkitys lääkehoitoprosessin alkuvaiheista lähtien. Lisäksi organisaatioissa oli kehitetty riskilääkkeiden tunnistamista ja niiden käyttöön liittyviä varmentamiskäytäntöjä (Smeulers ym. 2015, Manias ym. 2020).

2.3.4 Poikkeamille altistavia tekijöitä lääkkeiden jakoprosessissa

Inhimilliset erheet sairaaloiden lääkkeenjaossa lisääntyvät erityisesti silloin, kun työhön tulee häiriöitä tai keskeytyksiä (Hayes ym. 2015, Ayanaw ym. 2025). Keskeytysten merkitys on suuri, sillä lähes 85 % keskeytyksistä lääkkeidenjaossa ja annossa johtaa lääkityspoikkeamaan (mm. väärä annos), menettelypoikkeamaan (mm. sopimaton käsihygienia) tai molempiin (Hayes ym. 2015). Myös kirjaamisvaihe on altis poikkeamille, etenkin jos lääkehoitoprosessin vaiheet eivät dokumentoidu automaattisesti sähköisen potilastietojärjestelmän eri osiin, vaan manuaalista tiedonsiirtoa ja kirjaamista tarvitaan (Hayes ym. 2015, Ayanaw ym. 2025). Lääkkeiden antokirjaukset eivät myöskään aina tapahdu rutiininomaisesti, jolloin kirjaukset voi jäädä kokonaan tekemättä tai potilastietojärjestelmään kirjaamiseen liittyy viiveitä (Keers ym. 2013b, Niittynen 2018, Drennan ym. 2024). Nämä voivat altistaa poikkeamille, kuten lääkkeen antamiseen potilaalle useampaan kertaan (Niittynen 2018).

Lääkkeet jaetaan usein osastolla manuaalisesti kertakäyttöisiin lääkelaseihin tai dosetteihin, jolloin myös lääkkeiden ja potilaiden tietojen merkitseminen voi olla puutteellista (Lahtela ym. 2010, Al Adham ja Abu Hamad 2011, Cousein ym. 2014). Kansainvälisesti ja Suomessa etenkin avohuollon pitkäaikaispotilailla automatiikka, esimerkiksi koneellinen annosjakelu, on tullut viimeisen vuosikymmenen aikana osaksi hoitoyksiköiden lääkehoitoprosessia (Schneider ym. 2018, Sinnemäki 2020, Batson ym. 2021, Lääkealan turvallisuus ja kehittämiskeskus 2022). Koneellisesti jaettuihin lääkkeisiin kirjautuu tarvittavat tunnistetiedot pakkaamisen yhteydessä, jolloin manuaalisilta kirjausvaiheilta vältytään. Kuitenkin prosessiin liittyy myös runsaasti turvallisuusriskejä ja työn sujuvoittamistarpeita (Sinnemäki 2020, Lääkealan turvallisuus ja kehittämiskeskus 2022).

Keskeytysten ja manuaalisten työvaiheiden lisäksi jakoprosessin altistavina tekijöinä on tunnistettu mm. puutteet määräyksissä ja kirjallisissa ohjeissa, ongelmat lääkkeiden toimitusketjussa ja osaston varastonhallinnassa sekä teknologisiin sovelluksiin liittyvät muutokset lääkehoitoprosessissa (Wulff ym. 2011, Keers ym. 2013a, World Health Organization 2023).

2.3.5 Sairaalan lääkehoitoprosessin keskeiset suojaukset

Lääkehoitoprosessia pyritään hallitsemaan ja kehittämään turvallisemmaksi ottamalla käyttöön erityyppisiä suojauksia (Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto 2006, Hakoinen ym. 2017, Schepel ja Kuitunen 2020). Näiden tarkoituksena on tunnistaa mahdolliset vaaratilanteet ja ehkäistä poikkeamien syntyminen, jotta potilasturvallisuus ei hoidon aikana pääsisi vaarantumaan.

Suojausten avulla pyritään varmistamaan turvallinen lääkehoitoprosessi (Reason 1997, Institute for Safe Medication Practices Canada 2013, International Medication Safety Network 2019). Suojauksia pyritään rakentamaan monella eri tasolla (kuva 6). Terveydenhuollon ammattilaisten kouluttaminen, säädökset ja yhteiset toimintaperiaatteet luovat hyvän pohjan turvallisuudelle. Kuitenkin ne perustuvat käytännön työssä muistinvaraisuuteen, joka on altis inhimillisille unohduksille (Institute for Safe Medication Practices Canada 2013 ja International Medication Safety Network 2019). Vahvoina suojauksina tunnetaan inhimillisiä erheitä vähentävä automaatio (esim. lääkkeenjako tai tiedonsiirto), pakottavat toimintamallit ja erilaiset rajoitukset. Mikäli suojausten käyttö, esimerkiksi viivakoodiluku lääkkeenjaossa, hidastaa prosessia merkittävästi järjestelmien hitauden vuoksi, saattaa kiireessä syntyä tarve suojausten ohittamiselle. Siksi suojaukset tuleekin implementoida järjestelmiin ja toimintamalleihin sujuvina ja helposti käytettävinä.



Kuva 6 Suojausten vahvuuden hierarkia (Lähde: mukailien Institute for Safe Medication Practices Canada 2013 ja International Medication Safety Network 2019).

Kansallisella tasolla yksi keskeisin lääkehoitoa toteuttavien organisaatioiden käytössä oleva suojaus on yksikkökohtainen lääkehoitosuunnitelma (Sosiaali- ja terveysministeriö 2006, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015, Sosiaali- ja terveysministeriö 2021). Lääkehoitosuunnitelmaan kuvataan yksikön lääkehoidon toteuttamiskäytännöt (*safe medication practices*), tärkeimmät riskitekijät ja kehityssuunnitelman lääkitysturvallisuuden parantamiseksi (Sosiaali- ja

terveysministeriö ym. 2021). Lääkehoitosuunnitelmaan kirjattujen oman yksikön tärkeimpien tunnistettujen lääkehoidon toteutuksen riskitekijöiden vakavuutta ja todennäköisyyttä arvioidaan, ja laaditaan tarvittavat toimet riskien hallitsemiseksi. Kehitettyjä toimintamalleja suositellaan käytettäväksi ja yhtenäistettäväksi sekä työyksikkötasolla että toimintayksikkötasolla, jolloin mm. kiertävien sijaisten työ ja perehdytys helpottuvat (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015).

Organisaatiotasolla suojauksia voidaan laatia ja kehittää erilaisissa työryhmissä ennakoivasti esimerkiksi vaaratapahtumien raportointijärjestelmää hyödyntämällä. Lääkehoitosuunnitelman lisäksi muita sairaalaympäristössä käytettäviä suojauksia ovat mm. standardoidut työskentelytavat ja varmistusmenetelmät, kuten lääkitysturvallisuusauditoinnit ja tarkistuslista lääkkeenannossa varmistettavista työvaiheista sekä henkilökunnan kouluttaminen (World Health Organization 2009, Celikkayalar ym. 2016, Niittynen 2018, Oksa ym. 2021). Suojaukset voidaan sitoa toimintatapoihin, kuten lääkkeiden kaksoistarkistus ennen lääkkeenantoa tai ennen leikkausta apuna käytettävä tarkistuslista leikkaushaittojen vähentämiseksi (World Health Organization 2009). Toimintatapojen lisäksi suojaukset voidaan yhdistää tietojärjestelmiin, jolloin esimerkiksi lääkkeen sähköisen määräyksen yhteydessä muodostuu lääkkeen antoaika- ja antokirjausehdotus (Schepel ja Kuitunen 2020). Myös katkeamattomalla lääkehoidon prosessilla pystytään parantamaan turvallisuutta (Franklin ym. 2007a, Austin ym. 2018, Zheng ym. 2021).

Turvallisuuden varmistamiseen liittyy myös kliinisen farmasian palveluita, joiden on kansainvälisesti todettu parantavan potilasturvallisuutta sairaalassa (Rotta ym. 2015, Costello ym. 2023, Shermock ym. 2023). Farmasian ammattilaisten interventioilla, kuten lääkityksen ajantasaisuuden varmistamisella, voidaan vähentää potilassiirtoihin liittyviä poikkeamia ja epäselvyyksiä etenkin potilaan saapuessa sairaalaan ja sieltä kotiutuessa (Johnson ym. 2015, Mekonnen ym. 2016). Intervention yhteydessä pystytään selvittämään lääkkeiden todellinen käyttö, päivittämään lääkitystiedot potilastietojärjestelmään ja lisäämään viestintää muun terveydenhuollon henkilöstön kanssa (Mekonnen ym. 2016).

2.4 Katkeamaton lääkehoitoprosessi

Katkeamattomassa lääkehoitoprosessissa (*closed-loop medication management*, CLMM) sairaalat hyödyntävät tehokkaasti automaatiota suojauksena lääkehoitoprosessissaan (Bhatti 2019, Sosiaali ja terveysministeriö 2020). Potilasturvallisuuden lisäämiseksi terveydenhuollossa on pyritty kehittämään katkeamattomuutta mm. automaatiolla, älykkäillä teknisillä ratkaisuilla ja päätöksenteon tuella, jotka yhdessä mahdollistavat katkeamattoman sähköisen

lääkityksen hallinta- ja käsittelyketjun lääkkeen määräämisestä lääkkeen antamiseen potilaalle ja annon kirjaukseen ja seurantaan saakka (Bhatti 2019, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020). Potilaan lääkitystiedot siirtyvät saumattomasti eri vaiheiden välillä, ja lääkkeen ja potilaan tunnistaminen tapahtuu ilman manuaalisia vaiheita dokumentoidusti (Sosiaali- ja terveysministeriö 2020). Se mahdollistaa turvallisen, laadukkaan ja taloudellisen lääkehoidon. Katkeamaton lääkehoitoprosessi mahdollistaa teknologioiden hyödyntämisen prosessin eri vaiheissa.

Katkeamaton lääkehoitoprosessi on ensimmäisenä otettu käyttöön Yhdysvalloissa Alabamassa vuonna 2001 (Williams 2004). Siellä luotiin kymmenen vuotta aiemmin tietojärjestelmäkartoituksen yhteydessä perusta kehitystyölle, jonka tavoitteena oli estää poikkeamien syntyminen katkeamattoman lääkehoitoprosessin avulla. Sairaalassa jopa tiedot verenpaineen mittauksesta saatiin automaattisesti siirtymään potilastietojärjestelmään ilman käsin tehtyä kirjausta. Sairaalaan rakennettiin myös automaattinen lääkkeiden jakojärjestelmä, joka mahdollisti lääkkeiden jakamisen ja antamisen potilaalle saumattomasti siten, että antokirjausmerkinnät kirjautuivat suoraan järjestelmään lääkkeen potilaskohtaisen annon yhteydessä (Williams 2004). Kansainvälisesti katkeamattoman lääkehoitoprosessin käyttöä on tutkittu Yhdysvaltojen lisäksi esimerkiksi Kanadassa, Australiassa ja Etelä-Koreassa (Hwang ym. 2016, Austin ym. 2018, Burkoski 2019). Sen on todettu vähentävän lääkkeenmääräyspoikkeamia ja lääkkeen antamiseen liittyviä poikkeamia, sekä tilastollisesti merkitsevästi lääkehaittatapahtumia (Franklin 2007, Burkoski 2019). Katkeamaton lääkehoitoprosessi nopeuttaa lääkehoidon toteutuksen aloitusta (CLMM 35 min vs. paperinen järjestelmä 120 min) (Austin ym. 2018). Myös potilaille annettavat lääkkeet on pystytty antamaan tarkemmin haluttuna ajankohtana järjestelmän avulla.

Katkeamaton lääkehoitoprosessi rakentuu sähköisen lääkehoidon tiedonhallintajärjestelmän ympärille, joka koostuu mm. sähköisestä potilastietojärjestelmästä, automaattisesta lääkkeiden jaosta ja viivakooditunnistuksesta (Franklin ym. 2007a, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020, Shermock ym. 2023). Lääkehoitoprosessia ja lääkehuollon automaatiota on pyritty kehittämään niin, että eri tietojärjestelmät, kuten potilasjärjestelmät, päätöksenteon tukijärjestelmät sekä logistiset järjestelmät integroidaan toisiinsa reaaliaikaisen potilas- ja lääkitystiedon välittämiseksi (kuva 7). Potilastietojärjestelmä, osastojen lääkevarastot älylääkekaappeineen ja sairaala-apteekin automatiikka ovat osa katkeamatonta lääkehoitoprosessia, jossa tieto liikkuu saumattomasti eri vaiheiden välillä (Sosiaali- ja terveysministeriö 2020). Lääke- ja potilastiedot varmistetaan lukemalla tunnistetiedot lääkepakkauksista tai potilasrannekkeista, mikä mahdollistaa lääkkeenantokirjausten tekemisen reaaliajassa, potilaan vierellä älylaitteen avulla. Tietojärjestelmiin pystytään myös

liittämään erilaisia herätteitä ja suojauksia, joiden tarkoituksena on lisätä potilasturvallisuutta lääkkeen määräys- ja antovaiheissa.



Kuva 7 Automaation hyödyntäminen katkeamattomassa lääkehoidon toteutusprosessissa, jossa dokumentointi tapahtuu sähköisesti ja tieto siirtyy saumattomasti eri vaiheiden välillä (Mukaillen Bhatti 2019, Bukoski 2019, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020). Potilaskohtainen UD-jako = yksikköpakattujen *unit dose* lääkepakkausten niputtaminen potilaskohtaisiksi annoksiksi

STM on linjannut raportissaan (Sosiaali- ja terveysministeriö 2020), että Suomessa pyritään kohti katkeamatonta lääkehoitoprosessia saattamalla lainsäädäntö tukemaan mallin käyttöönottoa (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2024). Kanta-lääkityslistaa on kehitetty, ja ensimmäisessä vaiheessa vuonna 2022 käyttöön on otettu rakenteiset annostustiedot (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025a). Vuoden 2026 lopusta alkaen, toisessa vaiheessa, käyttöön otetaan jatkumoon perustuva Kanta-läakelista. Myöhemmin vaiheissa 3.–5. käyttöön tullaan ottamaan mm. avo- ja osastolääkityksen rajapinnan hallinta, potilaan käyttämien itsehoitolääkkeiden tietojen lisääminen lääkelistalle sekä lääkkeenottomerkintöjen käyttö.

Suomessa katkeamaton lääkehoitoprosessi ei ole vielä kokonaisuudessaan käytössä, mutta sen osia on integroitu sairaaloiden lääkehoitoprosesseihin (Sosiaali- ja terveysministeriö 2020, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2024). HUS:ssa ja osissa Uuttamaata käytössä oleva Apotti-potilastietojärjestelmä on rakenteinen ja mahdollistaa osaltaan katkeamattoman lääkehoitoprosessin käyttöönoton laajassa mittakaavassa (Apotti 2021). Alueella on käytössä viivakoodiluku lääkkeenjaon yhteydessä sekä potilastietojärjestelmään integroitua älylääkekaappeja, mutta potilaskohtaista UD-jakelurobottia, joka viimeistelisi katkeamattomuuden lääkehoitoprosessissa, ei ole käytössä (Shermock ym. 2023).

Oulun yliopistollisen sairaalan rakentamisen tavoitteena on ollut rakentaa modernit tilat, hyödyntää teknologiaa sekä parantaa tuottavuutta (Oyanik ja Nevala 2023, Mustakallio 2025). Tuottavuuden ja turvallisuuden odotetaan parantuvan potilaskohtaisen UD-jakelurobotin käyttöönoton avulla. Myös Keski-Suomen Sairaala Novan suunnittelussa ja rakentamisessa lähtökohtana oli katkeamaton lääkehoitoprosessi automatisoituun potilaskohtaiseen UD-jakoon ja älylääkekaappeihin yhdistettynä (NewIcon 2025). Sairaala Novassa otettiin vuonna 2022 käyttöön Suomen ensimmäinen UD-laitteisto (Juurinen ja Hänninen 2023). Automatisoitua potilaskohtaista UD-jakoa ei kuitenkaan ole vielä saatu sairaalassa käyttöön puuttuvan potilastietojärjestelmäintegraation vuoksi. Jos potilastietojärjestelmä ei riittävästi tue rakenteisuutta, toimivaa integraatiota ei pystytä rakentamaan. Tämä on yleisesti tunnistettu haaste useissa sairaaloissa (Kaplina ym. 2022). Oulussa potilastietojärjestelmä Eskon ja UD-jakolaitteiston välistä integraatiota on kehitetty, jotta katkeamaton lääkehoitoprosessi saataisiin toimimaan saumattomasti (Mustakallio 2025).

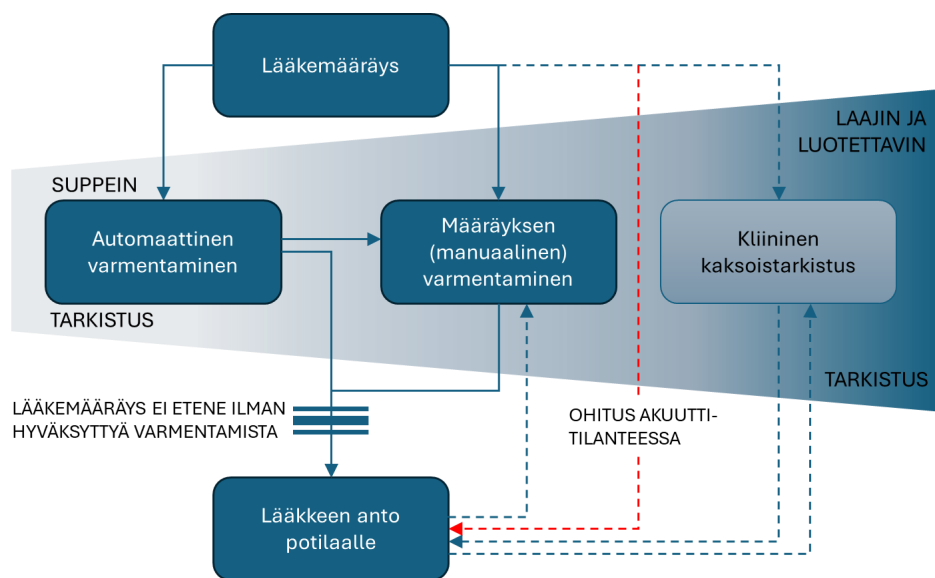
2.4.1 Lääkkeen määrääminen ja määräyksen tarkistaminen

Katkeamattomassa lääkehoitoprosessissa (kuva 7) lääkäri tekee lääkemääräyksen sähköiseen potilastietojärjestelmään ohjelmistolla, joka sisältää päätöksentekoa tukevia tietoja potilaasta ja hoito-ohjeistuksia (CPOE ja DSS) (Austin ym. 2018, Bhatti 2019, Sosiaali- ja terveysministeriö 2020). Suomessa pääasiallisesti ja laajasti on käytössä mm. Duodecimin kliinisen päätöksenteon tukijärjestelmä (EBMEDS), joka tunnistaa lääkkeiden mahdolliset yhteisvaikutukset ja haittavaikutukset sekä tarjoaa tietoa laboratoriotuloksista ja hoitosuosituksista (Niiranen 2017, Duodecim 2026). Katkeamattomassa lääkehoitoprosessissa lääkäri kirjaa lääkemääräyksen rakenteisesti potilastietojärjestelmään, jonka jälkeen se on hyödynnettävissä sekä oman organisaation sisällä että muissa organisaatioissa ja tietojärjestelmissä (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2025a). Rakenteisuuden ansiosta tietoja ei tarvitse kopioida ja siirtää järjestelmän sisällä, vaan järjestelmä luo näytöt reaaliaikaisesti ja automaattisesti. Tämä poistaa

tarpeen tietojen manuaaliseen siirtoon ja parantaa potilasturvallisuutta. Suomessa mm. Apotti-potilastietojärjestelmä kykenee tietojen rakenteiseen käsittelyyn (Apotti 2021).

Rakenteisuutta edistetään kansallisella tasolla, ja rakenteinen Kanta-lääkityslista otetaan sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioissa käyttöön vaiheittain vuosien 2026–2027 aikana (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2024, Kanta 2025). Tämän odotetaan lisäävän turvallisuutta ja tehokkuutta, sillä nykyisin ajantasaisten lääkitystietojen selvittelyyn käytetään merkittävästi työaikaa eri organisaatioissa (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2024). Tiedon tehokkaalla ja saumattomalla siirtymisellä pystytään lisäämään potilasturvallisuutta, sillä manuaalisissa tietojen siirtämisvaiheissa tapahtuu paljon kopiointivirheitä, jotka johtavat edelleen lääkityspoikkeamiin (Jiménez Muñoz ym. 2011, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2024). Sähköinen tiedonsiirto muodostaa siten tarpeellisen ja perustellun suojauksen tähän lääkehoitoprosessin vaiheeseen, rakenteisuuden helpottaessa myös toiminnan ohjausta ja seurantaa (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025a).

Katkeamattomassa lääkehoitoprosessissa lääkemääräys tarkistetaan aina ennen lääkkeenantoa potilaalle (Chang ym. 2017, Pedersen ym. 2020, Kvarnström ym. 2023, Joint Commission International 2025). Lääkemääräykselle tehdään varmentaminen (*verification*) tai lääkemääräyksen kliininen kaksoistarkistus (*appropriateness review*). Erilaiset tarkistusmuodot on koottu kuvaan 8. Kansainvälisesti farmasian ammattilaisten vastuulla sairaalassa on ollut jokaisen lääkemääräyksen tarkistaminen ja varmentaminen ennen lääkkeen antoa potilaalle (Dupree ym. 2022, American Society of Health-System Pharmacists 2025). Vain akuuttihoiton yksiköissä tästä on poikettu tilanteissa, jossa lääkäri on ollut potilaan välittömässä läheisyydessä lääkkeen antohetkellä (American Society of Health-System Pharmacists 2025). Näissäkin tapauksissa määräykset on pyritty tarkistamaan jälkikäteen, tyypillisesti 24 tunnin kuluessa (Joint Commission International 2025). Laajempi tarkistus, ns. kliininen kaksoistarkistus, on myös voitu toteuttaa tämän aikaikkunan rajoissa vasta lääkkeenannon jälkeen (Kvarnström ja Linden-Lahti 2020). Kliininen kaksoistarkistus on syvällisempi tarkistus, ja sen tekoa on pyritty keskittämään kriittisimpiin määräyksiin, lääkkeisiin ja potilasryhmiin.



Automaattinen varmentaminen	Määräyksen varmentaminen	Määräyksen kliininen kaksoistarkistus
Tietojärjestelmän tekemä	Farmaseutin tekemä	Farmaseutin tekemä, laaja
Välittömästi määräyksen jälkeen	Vie muutamia minutteja (+viiveet prosessissa)	Vie kymmeniä minutteja (+viiveet prosessissa)
Tarkistettavat asiat: <ul style="list-style-type: none"> • Potilaan allergiat • Vasta-aiheet • Annos, lääkeumuoto, antotiheys ja -reitti • Laboratorioarvot • Yhteisvaikutukset • Päällekkäinen lääkitys [engl. <i>Auto/computer-assisted/e-verification, rules-based autoverification, verification decision support, electronic prospective medication order review (EPMOR)</i>]	Tarkistettavat asiat: <ul style="list-style-type: none"> • Potilas, ikä, paino • Potilaan allergiat • Indikaatio • Vasta-aiheet • Annos, lääkeumuoto, antotiheys ja -reitti • Antoajat • Laboratorioarvot • Yhteisvaikutukset • Päällekkäinen lääkitys [engl. <i>Order verification, (prospective) medication order review (PMOR)</i>]	Farmaseutin tekemä syvälinen tarkistus. Tarkistettavat asiat: <ul style="list-style-type: none"> • Potilas, ikä, paino • Potilaan allergiat (a yliherkkyydet) • Indikaatio ja hoidon tarkoituksenmukaisuus • Vasta-aiheet • Annos, lääkeumuoto, antotiheys ja -reitti. • Antoajat • Laboratorioarvot • Yhteisvaikutukset ja IV-yhteensopimattomuudet • Päällekkäinen lääkitys • Sairaalan suositukset ja käytänteet [engl. <i>Appropriateness review</i>]

Kuva 8 Lääkemääräykselle tehtävät tarkistustyyppit kansainväliseen kirjallisuuteen perustuen (Koottu seuraavien lähteiden pohjalta: Dupree ym. 2022, Kvarnström ym. 2023, Schneider ym. 2024, American Society of Health-System Pharmacists 2025, Joint Commission International 2025).

Suomessa lääkemääräysten varmentaminen ei ole rutiininomaisesti käytössä, mutta kliinistä kaksoistarkastusta on pilotoitu esim. HUSissa (Kvarnström ja Linden-Lahti 2020, Kähkönen ym. 2023). Käytännöt ovat usein paikallisia tai niitä hyödynnetään ainoastaan satunnaisesti.

Kansainvälisesti sairaaloissa farmaseuttinen henkilöstö on tarkistanut lääkemääräyksen asianmukaisuuden ja oikeellisuuden sekä varmentanut tämän jälkeen lääkärin antaman lääkemääräyksen potilastietojärjestelmään (Kvarnström ja Linden-Lahti 2020, American Society of Health-System Pharmacists 2025). Tämän jälkeen tiedot ovat siirtyneet sähköisesti eteenpäin lääkkeiden jakamiseksi ja antamiseksi potilaalle. Koska määräysten tarkistus- ja varmennusprosessi manuaalisesti sitoo paljon työaikaa, on varmennusta alettu automatisoida rutiinimääräysten osalta (Flynn 2009, Ohja ym. 2024).

Automaattivarmennuksessa (*autoverification tai electronic prospective medication order review*) tietojärjestelmä varmentaa automaattisesti määräyksen sovittujen algoritmien mukaisesti (American Society of Health-System Pharmacists 2025, Assabahi ym. 2025, Kanene ym. 2025). Kriteerit sisältävät tyypillisesti potilaaseen, lääkkeeseen ja lääkkeen antoon liittyviä tekijöitä, jotka luodaan järjestelmä- ja organisaatiokohtaisesti (Assabahi ym. 2025). Automaattivarmennus kattaa tyypillisesti vain osan sairaalan lääkevalmisteista, ja se tapahtuu automaattisesti kellonajasta ja työntekijätilanteesta riippumatta. Tämä on merkittävä etu, sillä näin tarkastettu lääkeannos on annosteltavissa nopeammin potilaalle.

Yhdysvalloissa noin kolme neljäsosaa sairaaloista hyödyntää automaattista varmentamista tietyissä lääkemääräyksissä (American Society of Health-System Pharmacists 2025). Osa lääkkeistä ja potilasryhmistä (esim. suuren riskin lääkkeet ja lapsipotilaat) ohjataan kuitenkin aina farmaseuttiseen tarkistukseen, sen paremman kattavuuden ja laadun vuoksi. Samoin farmaseuttiseen tarkistukseen ohjautuvat automaattivarmennuksessa hylätyt lääkemääräykset. Farmaseuttisen tarkistuksen turvallisuuden lisäämiseksi on kehitetty erilaisia tarkistuslistoja varmistamaan, että määräysten ongelmakohdat huomioidaan monipuolisesti tarkistusprosessin aikana (Meyer ym. 2011, Dupree ym. 2022). Automaattisen varmentamisen etuina nähdään sen laaja kattavuus ja nopeus, ja se koetaan tehokkaana ja turvallisena yhdistettynä farmaseuttiseen varmentamiseen (American Society of Health-System Pharmacists 2025). Automaattivarmentamisella voidaan saavuttaa hyötyjä laajasti pienellä työpanoksella.

2.4.2 Lääkkeiden säilyttäminen

Jotta lääkkeet saadaan hallitusti jaettua potilaille, tulee niiden olla saatavilla lääkkeenjaon yhteydessä. Lääkkeiden varastointi katkeamattomassa

lääkehoitoprosessissa voi tapahtua pääosin joko sairaala-apteekissa tai lääkkeitä käyttävissä hoitoyksikössä (Metsämuuronen 2018, Batsou ym. 2021, Heininen 2022). Tyypillisesti päävarasto on keskitetty sairaala-apteekkiin ja päivittäisessä käytössä olevat lääkkeet löytyvät hoitoyksiköstä. Hoitoyksikössä lääkkeet voidaan säilyttää kontrolloidusti älylääkekaapissa tai perinteisessä lääkehuoneessa, jonka varastoja pystytään hallitsemaan sähköisillä varastohallintajärjestelmillä eli virtuaalilääkevarastoilla.

Älylääkekaapit tarjoavat lääkkeille hallitun säilytyksen ja dokumentoinnin, josta on etua esimerkiksi PKV-lääkkeiden käsittelyssä (Tsao ym. 2014, Craswell ym. 2020, Zheng ym. 2021). Jokaisesta kirjautumisesta jää jälki älylääkekaapin lokeihin. Älylääkekaappien avulla pystytään vähentämään lääkkeiden käsittelyn poikkeamia, lisäämään jäljitettävyyttä ja tehostamaan lääkkeiden kierrätystä vähentämällä varastoon vanhenevia tuotteita (Foglia ym. 2024). Järjestelmä pystyy seuraamaan lääkevarastoja reaaliaikaisesti, huolehtimaan tuotteiden kestoajoista ja tekemään tilaussuosituksia puuttuvista tuotteista.

Virtuaalilääkevarastot ovat sähköisiä varastohallintaan tarkoitettuja järjestelmiä, jotka on sairaalassa yhdistetty potilastietojärjestelmään tai älylääkekaappiin sekä sairaala-apteekin toiminnanohjausjärjestelmään (HEMA-instituutti ja Aalto-yliopisto 2019, Saha ja Rathore 2024, Identi Medical Data Sensing 2025). Niillä pystytään hallitsemaan lääkevarastoja reaaliaikaisesti, mutta se edellyttää viivakoodien tai RFID:n (radiotaajuinen etätunnustus, radiofrequency identification) käyttöä lääkkeiden käsittelyn yhteydessä. Se luo tilausehdotuksia ja seuraa varaston arvoa ja tuotteiden kestoajoja. Virtuaalilääkevarasto on älylääkekaappia huokeampi hinnaltaan, mutta myös vähemmän kontrolloitu, mahdollistaen lääkkeen oton kaapista sujuvasti, mutta myös jälkeä jättämättä (HEMA-instituutti ja Aalto-yliopisto 2019, Identi Medical Data Sensing 2025). Sekä älylääkekaapilla että virtuaalilääkevarastolla pystytään hallitsemaan tuotteiden kestoajoja, lääkevaraston kustannuksia ja vähentämään lääkevarastojen ylläpitoon kuluva työaika (Oldland ym. HEMA-instituutti ja Aalto-yliopisto 2019, Carvalho ym. 2020, Borrelli ym. 2024). Suomessa käytössä on mm. älylääkekaapeista NewIcon eMED ICON ja BD Pyxis ja StockArt- malleja sekä virtuaalikaapeista CGI Opaali. Liitteisiin 1 ja 2 on koottu esimerkkejä kansainvälisillä markkinoilla olevista virtuaalisista varastohallintajärjestelmistä ja älylääkekaapeista, joita on sairaaloissa käytetty lääkevarastojen hallinnassa.

Katkeamattomassa lääkehoitoprosessissa lääkkeet voidaan säilyttää joko niiden kaupallisissa alkuperäispakkauksissa tai sairaala-apteekin uudelleenpakkaamisissa yksikköpakkauksissa (UD) (Australian Commission on Safety and Quality in Health Care 2021). Tärkeää on, että kaikilla valmisteilla on saatavilla lääkkeen tunnistetiedollinen viivakoodi, joka on yhdistetty varastohallinta- ja potilastietojärjestelmään (Identi Medical Data Sensing 2025). Näin viivakoodilukua pystytään hyödyntämään varasto-, jako- ja antotapahtumien

yhteydessä, samalla varmistuen lääkkeen oikeellisuudesta ja varastomäärien ajantasaisuudesta.

2.4.3 Lääkkeen valmistelu ja jako potilaskohtaisiin annoksiin

Lääkkeen valmistelu sisältää mm. lääkkeen käyttökuntoon saattamisen ja annostelun potilasannoksiin (Sosiaali- ja terveysministeriö 2021). Lääkkeiden käyttökuntoon saattaminen on kriittinen vaihe, sillä poikkeamat lääkkeessä tai annostuksessa voivat aiheuttaa potilaalle merkittävää vahinkoa (Keers ym. 2013a, Ameer ym. 2015, Suvikas-Peltonen 2017). On tärkeää, että tietojärjestelmät ohjaavat valmistelua ja vaiheet kirjautuvat järjestelmiin viivakoodiluvulla estämällä samalla estettävissä olevien poikkeamien syntyä (Hwang ym. 2016). Myös sähköiseen potilastietojärjestelmään yhdistetyt älykkäät infuusiopumput kuuluvat osaltaan katkeamattomaan lääkehoitoprosessiin, ja turvallisuutta niiden käytön avulla on saatu parannettua (Kuitunen ym. 2021, Kuitunen 2022). Tässä kappaleessa ei käsitellä tarkemmin lääkkeiden käyttökuntoon saattamista vaan keskitytään lääkkeiden jakoon potilaskohtaisiin annoksiin.

Katkeamattomassa lääkehoitoprosessissa lääkkeenjaon hoitoyksikön älylääkekaapista tai lääkevarastosta tulee tapahtua viivakoodilukuun perustuen (Franklin ym. 2007a, Shermock ym. 2023). Lääkkeenjaon suorittaa terveydenhuollon ammattihenkilö, joka lukee jaon yhteydessä lääkkeen viivakoodin pakkauksesta tai UD-pakkauksesta. Mikäli lääkkeenjaon yhteydessä viivakoodilukua ei tehdä tai mikäli jako tehdään prosessista poiketen, CLMM katkeaa ja prosessi altistuu poikkeamille. Hoitoyksikössä lääkkeitä jaettaessa potilaskohtaisiin lääkeannoksiin viivakoodiluku suoritetaan lääkkeenjaon yhteydessä ja samalla potilaskohtaisiin annoksiin jaetut lääkkeet merkitään tunnistetiedoin, tyypillisesti viivakoodilla, jota voidaan jälleen hyödyntää lääkehoitoprosessin seuraavissa vaiheissa.

Lääkkeenjaon voi toteuttaa myös robotiikkaan perustuvalla automaattisella, potilaskohtaisella lääkkeenjaolla (Hänninen ym. 2023). Yksittäispakattuja lääkkeitä (*unit dose*, UD) käsittelevä UD-laitteisto sisältää lääkkeen pakkaamisen, varastoinnin ja potilaskohtaisen jaon vaiheet. Automaattiseen UD-jakoon soveltuvat lääkkeet pakataan sairaala-apteekissa viivakoodillisiin yksikköpakkauksiin (Barber ym. 2007, Oldland ym. 2015, Hänninen ym. 2023). Ne voidaan edelleen jakaa koneellisesti valmiiksi potilaskohtaisiksi annoksiksi antoaikojen mukaan, jonka jälkeen lääkkeet ovat valmiita annettavaksi potilaalle haluttuna ajankohtana. Potilaskohtainen lääkkeenjako voidaan toteuttaa automaattisesti joko sairaala-apteekissa tai hoitoyksikössä, mikäli yksikössä käytössä on varasto- ja jakelurobotti, kykenee potilaskohtaiseen jakoon. Yksittäisiä UD-läkkeitä voidaan lisäksi säilyttää osastojen älylääkekaapeissa tai älylääkekärryissä, jotka ovat yhteydessä reaaliaikaisesti potilastietojärjestelmään.

Hoitajan hakiessa potilaalle tarvittaessa annettavaa lääkettä tai aloitetun lääkityksen ensimmäistä annosta, järjestelmä osoittaa esimerkiksi merkkivalon avulla potilaalle annettavan lääkkeen tai tuo automaattisesti tarvittavan lääkkeen hoitajan ulottuville.

2.4.4 Lääkkeen anto, kirjaaminen ja potilaan voinnin seuranta

Viivakooditeknologiaa hyödynnetään potilaan ja lääkkeen tunnistamisessa (Shah ym. 2016, Metsämuuronen 2018, Mulac ym. 2021, Schneider ym. 2024). Lääkkeenannon yhteydessä hoitaja tunnistaa potilaan ja lääkkeen viivakoodinlukua hyödyntäen, näin varmistuen potilaan ja lääkkeen oikeellisuudesta (Franklin ym. 2007a, Metsämuuronen 2018). Erilaiset hälytykset viivakoodiluvun yhteydessä varoittavat, mikäli kyseessä on väärä potilas, lääke, lääkeannos, antoaika tai vanhentunut lääke (Sloss ja Jones 2020). Viivakooditeknologian hyödyntämisellä lääkkeen annossa potilaille (*bar-code medication administration*, BCMA) on pystytty vähentämään lääkityspoikkeamien määrää, aikataulutukseen liittyvien poikkeamien määrää ja kirjaamispoikkeamien määrää (Shah ym. 2016, Mulac ym. 2021). Viivakooditunnistuksen ja katkeamattoman lääkehoitoprosessin käyttöönoton on huomattu vähentävän tilastollisesti merkitsevästi lääkityspoikkeamia ja lääkehaittatapahtumia (Burkoski 2019). Viivakoodinlukua hyödyntämällä annetun lääkkeen tiedot kirjautuvat samalla potilastietojärjestelmään (eMAR) reaaliaikaisesti (Franklin ym. 2007a, Niiranen 2017, Metsämuuronen 2018). Jokaisesta prosessin vaiheesta, myös potilaan voinnin seurannasta tallentuu tieto sähköiseen järjestelmään. Tätä tietoa lääkäri pystyy hyödyntämään potilaan hoidon seurannassa ja lääkitystä muokattaessa.

2.5 Teknologiset suojaukset lääkkeiden jakoprosessin tukena

Katkeamaton lääkehoitoprosessi edellyttää suojauksia sekä tietojärjestelmiin että toimintamalleihin lääkitysturvallisuuden varmistamiseksi (Niittynen 2018, Schepel ja Kuitunen 2020). Taulukossa 3 on esitetty katkeamattoman lääkehoitoprosessin suojauksia.

Taulukko 3 Esimerkkejä katkeamattomassa lääkehoitoprosessissa käytettävistä suojuksista Suomen sairaaloissa. Lääkkeen jakoon, antoon ja kirjaamiseen liittyvät vaiheet on merkitty sinisellä taustavärillä (Lähde: mukaillen Schepel ja Kuitunen 2020).

Lääkehoitoprosessin vaihe	Suojaukset
Lääkehoidon tarpeen arviointi ja lääkkeen määrääminen	Sähköinen potilastietojärjestelmä, johon yhdistetty sähköinen määräysjärjestelmä ja kliinisen päätöksenteon tukijärjestelmä Lääkemääräysten rakenteinen kirjaaminen lääkityssovellukseen (määrääjä kirjaa itse) Valmiit lääkemääräyspohjat potilastietojärjestelmässä Lääkemääräysten varmentaminen (automaattinen ja farmaseuttisen henkilöstön tekemä) Lääkkeen määrääminen vaikuttavan aineen nimellä (ei kaupanimellä)
Dokumentointi	Yhtenäinen sähköinen potilastietojärjestelmä Ajantasainen, kansallinen lääkityslista Lääkemääräysten sisällön määrittely ja rakenteinen kirjaaminen Tiedon reaaliaikaisuus ja automaattinen siirtyminen rajapintojen välillä
Lääkkeen jako ja käyttökuntoon saatto	Automaatio lääkkeen jaossa Älylääkekaapit Viivakoodin käyttö oikean lääkkeen tunnistamisessa
Lääkkeen antaminen potilaalle	Viivakoodin käyttö potilaan ja lääkkeen tunnistamisessa Lääkitystiedon kirjautuminen potilastietojärjestelmään viivakoodin avulla Herätteet, hälytteet
Potilaan voinnin seuranta	Sähköinen potilastietojärjestelmä, jossa kliinisen päätöksenteon tukijärjestelmä Lääkkeiden vaikutusten ja haittavaikutusten tunnistaminen, lääkehoitoon liittyvien riskien tunnistaminen ja hallinta, esim. Seurannan suunnittelu ja ohjeistaminen lääkettä määrättäessä Moniammatillinen lääkehoidon kokonaisarviointi Potilaan ja muiden terveydenhuollon toimijoiden informointi Tietojärjestelmien hyödyntäminen lääkehoitojen riskienhallinnassa (mm. Terveysportin työkalut)
Organisaatiotason suojaukset	Lääkehoitosuunnitelma Auditoinnit Lääkehoidon toteutukseen osallistuvien ammattihenkilöiden osaamisen varmistaminen Ennakoiva riskienhallinta riskien tunnistamisessa ja lääkehoitoprosessin kehittämisessä

2.5.1 Saumaton tiedonsiirto

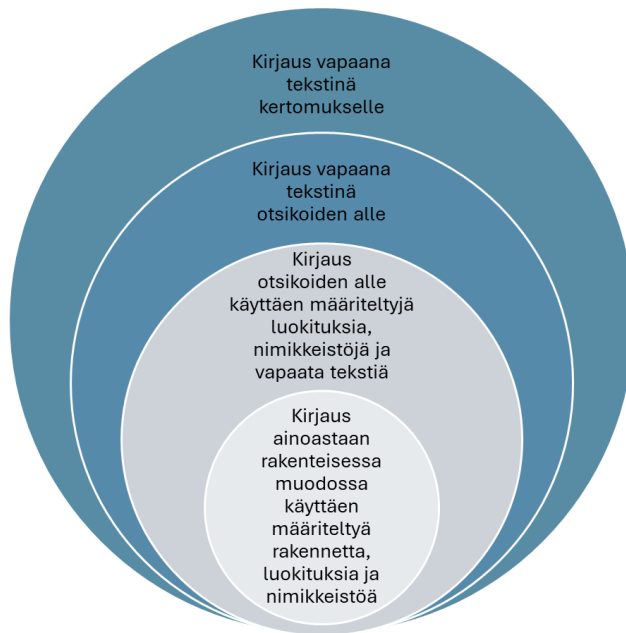
Lääkityspoikkeaminen ja lääkehaittatapahtumien vähentäminen vaatii teknologian systemaattista hyödyntämistä, kehitystä poikkeamien raportoinnissa

ja lisäosien yhdistämistä potilastietojärjestelmiin (Anderson 2004, Roumeliotis ym. 2019). Tietojärjestelmiin suojaukset pyritään integroimaan saumattomasti, kuten potilastietojärjestelmän kliinisen päätöksenteon tuki, jolloin ne tukevat lääkehoitoprosessin turvallisuutta parhaalla mahdollisella tavalla (Niittyinen 2018). Lääkitysturvallisuuteen kohdistuvat hyödyt ovat myös usein havaittavissa selkeimmin, mikäli lääkkeiden jakoteknologia on integroitu potilastietojärjestelmään ja viivakooditunnistukseen (Bates 2000, Paoletti ym. 2007, Poon ym. 2010, Roumeliotis ym. 2019, Jessurun ym. 2022, Gallina ym. 2025). Näiden järjestelmien integraation on yhdessä todettu vähentävän etenkin lääkkeiden jakoon ja antoon liittyviä poikkeamia. CPOE:n on todettu tuovan jopa 50 % vähenemisen ehkäistävissä oleviin lääkehaittatapahtumiin (Nuckols ym. 2014, Insani ym. 2024, Ruutiainen ym. 2024).

Rakenteisessa potilastietojärjestelmässä tiedot kirjataan standardoidussa ja jäsenellyssä muodossa (Kaukovuori 2021, Lindholm ym. 2025, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025a). Tiedot ovat suurilta osin yhteneviä, riippumatta siitä, missä organisaatiossa potilastietoa syntyy (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025a). Rakenteisuus koskee tietojärjestelmän osia laajasti, ja pitää sisällään mm. laboratoriotulokset, hoidon seurannan (kuten verenpaineen mittaustiedot) ja lääkitystiedot (Lindholm ym. 2025, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025a). Tämä mahdollistaa tiedon paremman hyödynnettävyyden sairaalan eri toiminnoissa ja tiedon siirtymisen Kanta-palvelun kautta eri organisaatioiden välillä (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2024, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025a). Tämä vähentää kotilääkkeen selvittelyyn käytettyä työaikaa ja parantaa hoidon laatua lääkitystietojen oikeellisuuden lisääntyessä. Sairaalan sisällä se myös mahdollistaa potilaan lääkityksen vertailemisen hoitoyksikön lääkevarastoon, mahdollisen tilauksen teon puuttuvista valmisteista sekä automaattisesti valmiiksi jaettujen potilaskohtaisten lääkeannosten käyttöönoton potilaan hoitoketjussa. Rakenteisuus mahdollistaa hoidon seurantaan liittyvän dokumentoinnin yhtenäistämisen ja edistää tietojen toisiokäyttöä mm. tietojohdamisessa ja tutkimuksessa (Laki sosiaali- ja terveystietojen toissijaisesta käytöstä 552/2019, Lindholm ym. 2025, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025a, Tolonen ym. 2025).

Tiedon rakenteisuutta on eri asteista, ja rakenteisuuden aste vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan (Kuva 9). Esimerkiksi potilastekstit kirjataan tyypillisesti vähemmän rakenteisesti kuin lääkemääräykset (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025a). Tiukkojen rakenteisten luokitusten mukaan kirjattavia asioita ovat mm. diagnoosit, lääkitys- ja riskitiedot, sekä potilaan vointia koskevat tarkasti merkittävät tiedot kuten laboratoriotestien tulokset. On huomioitava, että vapaamuotoisemman tekstin hyödynnettävyys on yleensä rajallisempaa, ja nopea ja tarkka tiedonhaku ei näistä tietolähteistä onnistu yhtä

helposti kuin määritellyllä rakenteella, luokituksella ja nimikkeistöllä tehdyistä kirjauksista.



Kuva 9 Kuvaus rakenteisuuden tasoista (Lähde: Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2025a)

2.5.2 Viivakoodin käyttö

Viivakoodi on tapa koota tietoa koneellisesti luettavaan muotoon. Niihin sisällytetty informaatio voidaan lukea erillisillä viivakoodinlukijoilla tai esimerkiksi älypuhelimilla. Tutuin viivakoodi on lineaarinen, mustiin pystyviivoihin perustuva esitysmuoto. Näiden rinnalle on tullut myös neliön muotoisia 2D-viivakoodeja (tai 2D-datamatriiseja), joiden tieto esitetään mustavalkoisista neliöistä koostuvalla alueella. 2D-viivakoodit sisältävät lineaarista viivakoodia suuremman määrän informaatiota. Viivakoodityyppejä on olemassa useita erilaisia. Suomessa reseptilääkepakkauksiin on lisätty lääkeväärennysdirektiivin käyttöönoton myötä GS1-standardia noudattava 2D-viivakoodi (Pharmaca 2018, Fimvo Suomen lääkevarmennus 2025). Se sisältää lääkkeen tuotekoodin, sarja- ja eränumerot sekä valmisteen kestoajan. Tässä väitöskirjassa käytetään termiä viivakoodi, joka kattaa sekä lineaariset että kaksiulotteiset koodistot.

Inhimillisten erheiden minimoimiseksi viivakoodilukua on pyritty lisäämään lääkehoitoprosessin eri vaiheisiin. Viivakoodiluku toteutuu helpoiten lääkehoitoprosessissa, mikäli sen käyttö on yksinkertaista ja sujuvaa. Tällöin

suojauksen liian helppo ohittaminen ei ole mahdollista. Suojausten onnistunut käyttö edellyttää kuitenkin johdolta ja henkilöstöltä sitoutumista ja järjestelmälähtöistä potilasturvallisuusajattelua (Kraus ym. 2021).

Farmasian maailmanjärjestö FIPin (*International Pharmaceutical Federation*) sairaalafarmasiajaston vuonna 2014 päivittämässä Baselin kannanotossa on tärkeinä keinoina lääkityspoikkeamien vähentämiseksi nostettu esille viivakooditunnistus ja sitä tukeva yksittäispakattujen UD-lääkkeiden käyttöönotto (International Pharmaceutical Federation 2009 ja 2014). Myös uusimman päivityksen yhteydessä teknologian integrointia osana lääkehoidon toteutusta korostetaan (Stepanovic ym. 2025). Lääkkeiden koneellinen jako lääkkeiden tunnistetietoineen mahdollistaa myös viivakooditunnistuksen käyttöönoton, jolloin käyttöön voidaan saada sähköiset antokirjaukset potilastietojärjestelmään (American Society of Health-System Pharmacists 2010, Poon ym. 2010, Carvalho ym. 2020, Hänninen ym. 2023). Viivakoodin hyödyntämisellä lääkehoitoprosessissa on saatu merkittävästi vähennettyä lääkkeen jakoon ja antoon liittyviä lääkityspoikkeamia (Franklin ym. 2007a). Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa poikkeamien osoitettiin vähenevän sairaalaympäristössä 22,5–80,8 % lääkkeen antoon liittyvien teknologioiden (BCMA ja eMAR) käyttöönoton avulla (Pruitt ym. 2023). Kattavan hyödyn saamiseksi henkilökunnan on ymmärrettävä viivakoodiluvun tärkeys ja sitouduttava sovittuihin työkulkuihin (Poon ym. 2010, Kuitunen ym. 2025). Haasteensa viivakoodilukuun tuo se, että viivakoodeja ei aina ole tarjolla tai ne ovat saatavilla vain pakkaustasolla, eikä niitä primaaripakkauksista, kuten ampulleista ja läpipainopakkauksista aina löydy (Berdot ym. 2019b). Tämän takia viivakoodilukua ei aina pystytä hyödyntämään lääkehoitoprosessissa parhaalla mahdollisella tavalla ilman, että primaaripakkaukset merkitään sairaalapteekissa tarvittavin tunnistetiedoin tai pakataan yksikköpakkauksiksi.

2.5.3 Älylääkekaapit ja älylääkekärryt

Lääkkeiden jakoprosessissa voidaan hyödyntää älylääkekaappeja (*automated dispensing cabinet*, ADC) ja älylääkekärryjä (American Society of Health-System Pharmacists 2010, Metsämuuronen 2018). Tällöin lääkkeet ovat tyypillisesti tunnistetiedoin merkittyjä ja viivakoodinlukua voidaan hyödyntää lääkkeiden käsittelyn yhteydessä ja dokumentoimisessa. Älylääkekaapeilla on pyritty lääkkeiden tilaamisen, jaon ja annon tehostamiseen, varastoinnin optimointiin ja lääkkeiden jakopoikkeamien vähentämiseen (Kuiper ym. 2007, Berdot ym. 2019a, Batson ym. 2021, Jeffrey ym. 2024b). Älylääkekärryjen avulla on lisätty lääkkeiden kontrolloitua säilytystä, ja niitä on hyödynnetty lääkkeiden viennissä potilaalle. Älylääkekaappeja ja älylääkekärryjä laitetoimittajineen on esitetty liitteessä 2.

Älylääkekaapit tarjoavat tietokonekontrolloidun lääkkeiden varastoinnin, jaon ja jäljityksen (Zaidan ym. 2016, Jeffrey ym. 2025). Lääkkeet varastoidaan osastoilla älylääkekaapeissa, ja laitteistoille kirjaudutaan henkilökohtaisin pin-koodein tai sormenjälkitunnistuksin (Lichtner ym. 2023). Älylääkekaapit seuraavat lääkkeiden varastotilannetta reaaliajassa (Zaidan ym. 2016, Lichtner ym. 2023, Jeffrey ym. 2024b). Tämä mahdollistaa lääkkeiden tehokkaan varastoinnin ja hyödyntämisen eri yksiköiden välillä (Kuiper ym. 2007, Fanning ym. 2016). Samalla poistuu tarve tehdä manuaalinen lääketilaus sairaala-apteekkiin (Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö 2019).

Älylääkekaapeissa voidaan varastoida joko kokonaisia lääkepakkauksia tai yksittäispakattuja UD-lääkkeitä. Älylääkekaapit auttavat hoitajia lääkkeiden jaossa mahdollistaen samalla lääkityspoikkeamien vähenemisen (Kuiper ym. 2007, American Society of Health-System Pharmacists 2010, Rochais ym. 2013, Metsämuuronen 2018, Tu ym. 2023, Jeffrey ym. 2024a). Lääkkeenjaon keskeytysten on myös todettu vähentyneen älylääkekaappien käyttöönoton myötä, ja vaikka keskeytyksiä tulisi, jakopoikkeamia tapahtuu perinteisen mallin keskeytystilanteisiin verrattuna harvemmin (Jumeau ym. 2023). Älylääkekaappeihin liittyvien etujen takia niitä on otettu käyttöön lisääntyvässä määrin 2000-luvun aikana niin Suomessa kuin kansainvälisestikin (Kuiper ym. 2007, Metsämuuronen ym. 2018, Schneider ym. 2018, Batson ym. 2021, Juurinen ja Hänninen 2023, Newicon 2025).

Osastoilla lääkkeiden viennissä potilaille voidaan hyödyntää älylääkekärryjä, josta hoitaja voi lääkekierrolla antaa kullekin potilaalle kaikki sillä kertaa tarvittavat lääkeannokset. Kärryjen automaation aste vaihtelee hyvin manuaalisesta pitkälle automatisoituun. Automaattisesti lukkiutuva lääkekärry on turvalliseksi todettu apuväline lääkekierrolla ja se vähentää hoitajien kulkemista potilaan ja lääkehuoneen välillä, sillä kaikki potilaiden tarvitsemat lääkkeet ja lääkemuodot ovat kärryssä jo valmiina (Hull ym. 2010, Rochais ym. 2013). Myös tietokone voidaan yhdistää lääkekärryyn, jolloin potilastiedot ovat hoitajan saatavilla sähköisessä muodossa tiedonhakua ja kirjaamista varten (Rochais ym. 2013). Yhden hengen huoneissa kärry mahdollistaa myös lääkkeiden käyttökuntoon saattamisen potilaan vierellä.

2.5.4 Lääkkeiden koneellinen jako potilasannoksiin

Lääkkeiden koneellisessa annosjakelussa lääkkeet voidaan jakaa lääkekohtaisesti yksikköpakkauksiin (*unit dose* -jako, UD) tai moniannospakkauksiin (*multi dose* -jako, MD) antoajan perusteella. Automaattisen jaon laitteistoja on koottu liitteeseen 2. Moniannospakkauksissa samassa pussissa on kaikki kyseisellä ottokerralla otettavat annospussiin jaettavaksi soveltuvat lääkkeet (European

Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare 2018, Sinnemäki 2020, Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus 2022).

Automatisoidun lääkkeiden jaon kehitys on alkanut katkeamattoman lääkehoitoprosessin kehityksen rinnalla tavoitteena vähentää lääkityspoikkeamia ja kustannuksia, sekä lisätä terveydenhuollon laatua (Anacleto ym. 2005). Yhdysvalloissa sairaala-apteekkiin keskitetyn lääkkeiden jakomallin hyödyntäminen on ollut yleistä, mutta se on vähentynyt tällä vuosituhannella älylääkekaappeja hyödyntävän jakomallin lisätessä suosiotaan (Anacleto ym. 2005). Vuonna 2002 yli viidesosa (22 %) yhdysvaltalaisista sairaaloista hyödynsi lääkkeiden jaossa osastoilla sijaitsevia älylääkekaappeja tai vastaavia järjestelmiä, kun taas vuonna 2017 luku oli 70 % ja vain 1 % sairaaloista käytti osastoille hajautettua perinteistä manuaalista lääkkeiden jakoa (Schneider ym. 2018).

Isossa-Britanniassa teknologiaa ei ole hyödynnetty yhtä tehokkaasti kuin Yhdysvalloissa lääkehoitoprosessin eri vaiheissa (McLeod ym. 2014, Ahmed ym. 2016, Schneider ym. 2018, Jeffrey ym. 2024b). Vuonna 2014 julkaistun valtakunnallisen tutkimuksen mukaan vain 7 % Iso-Britannian sairaaloista hyödynsi jonkinlaista sähköistä lääkekaappia lääkehoitoprosessissaan (McLeod ym. 2014). Suurimpana syynä lienee ollut järjestelmien heikko automaatioaste. Vuonna 2014 lääkemääräykset kirjattiin 87 %:ssa sairaaloista paperisille lääkityslistoille ja kymmenen vuotta myöhemmin edelleen vielä puolessa sairaaloita (McLeod ym. 2014, Jeffrey ym. 2024b). Tavoitteena on kuitenkin ollut paperittomuus ja teknologian hyödyntäminen myös Isossa-Britanniassa (Ahmed ym. 2016).

Suomessa automaatiota on lisääntyvässä määrin hyödynnetty sairaala-apteekkien lääkevarastoissa, lääkkeiden käyttökuntoon saattamisessa ja osastojen lääkkeiden säilytyksessä (Suvikas-Peltonen 2017, Metsämuuronen ym. 2018, Korhonen ym. 2025). Lääkkeiden koneellista MD-annosjakelua, jossa lääkkeet pakataan potilaskohtaisesti antoajankohdan mukaan, on kehitetty Ruotsissa 1980-luvulta lähtien (Sinnemäki 2020). Suomessa malli otettiin käyttöön vuonna 2002 avohuollon apteekkeissa. Avohoidossa koneellinen MD-annosjakelupalvelu on vakiinnuttanut asemansa etenkin kotihoidon ja tehostetun palveluasumisen asiakkaiden parissa (Sinnemäki 2020, Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus 2022). Vuonna 2017 MD-annosjakelu oli käytössä kahdeksassa sairaala-apteekissa (Metsämuuronen ym. 2018).

Etenkin avohoidossa annosjakelun piirissä olevien asiakkaiden koneellinen annosjakelu perustuu moniannospakkauksiin (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2015, Sosiaali- ja terveysministeriö 2016, Sinnemäki 2020, Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus 2022). Suomessa koneellisen annosjakelun on tutkittu avohoidossa lisäävän lääkitysturvallisuutta mm. vähentämällä iäkkäille haitallisten lääkkeiden käyttöä, edellyttäen, että koneelliseen annosjakeluun on yhdistetty säännöllinen lääkehoidon arviointi (Sinnemäki 2020). Sairaalakäyttöön

ne kuitenkin soveltuvat huonosti nopeiden lääkitysmuutosten ja vaillinaisen lääkevalikoimansa vuoksi.

Yksittäispakattuja UD-lääkkeitä käytetään sairaaloissa (Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus 2022, Gallina ym. 2025). UD-pakkaamisella lääkkeisiin saadaan yhdistettyä niiden tunnistetiedot, jotka helpottavat lääkkeiden seurattavuutta läpi koko lääkehoitoprosessin. UD-lääkkeitä voidaan toimittaa sellaisinaan hoitoyksiköiden lääkehuoneisiin ja äylälääkekaappeihin, joista hoitajat ne edelleen jakavat viivakooditunnistetta apuna käyttäen potilaille. Yksittäispakattuja UD-lääkkeitä voidaan myös jakaa automaattisesti potilaskohtaisiksi annoksiksi antoajan mukaisesti erillisen jakelumoduulin avulla, joka voi sijaita joko sairaala-apteekissa tai hoitoyksiköissä. UD-pakatut lääkkeet ovat sairaaloissa MD-pakkauksia soveltuvampi vaihtoehto, sillä potilasvaihtuvuus on suurta, hoitajaksot lyhyitä ja varsinkin akuuttihoidossa lääkehoitoon joudutaan tekemään nopeitakin muutoksia potilaan terveydentilan ja hoitotoimenpiteiden mukaan. UD-lääkkeet sisältävät lääkevalmisteen kaikki tunnistetiedot ja siksi muutoksia potilaan lääkitykseen on turvallista ja helppoa tehdä. Lisäksi UD-pakkauksiin on mahdollista pakata myös erityyppisiä lääkemuotoja, kuten oraaliuoksiin tarkoitetut annosjauhepussit, kerta-annospipetit, ampulleihin ja injektiopulloihin pakatut injektioneestet. MD-jakelu mahdollistaa vain kiinteiden suun kautta otettavien lääkkeiden automaattisen jaon. Ristikontaminaatoriskin vuoksi mm. antibiootit, hormonit ja syöpälääkkeet eivät sovellu MD-jakeluun. MD-jaettujen lääkkeiden kestoaika on hyvin rajattu, joka lyhentää valmisteen käyttöaikaa. UD-pakkaamisessa kiinteät suun kautta otettavat lääkevalmisteet pyritään pakkaamaan alkuperäisissä läpipainopakkauksissaan, jolloin myös valmisteen säilyvyysaika vastaa pakatun tuotteen kestoaikaa. Vuonna 2026 UD-lääkkeitä hyödynnetään kahdessa Suomen sairaalassa (Sairaala Novassa Keski-Suomessa ja Oulun yliopistollisessa sairaalassa).

2.5.5 Muut lääkkeiden käsittelyssä hyödynnettävät teknologiat

Sairaala-apteekissa teknologian avulla voidaan parantaa lääkkeiden seurattavuutta, vanhenemista sekä lääkkeiden valmistamista ja käyttökuntoon saattoa (Kuiper ym. 2007, Suvikas-Peltonen 2017, Batson ym. 2021). Oikein toteutettuna, ne tukevat lääkkeiden turvallista ja tehokasta käsittelyä hoitoyksiköissä. Automaattinen varastonhallinta ja lääkkeiden tilaaminen lisäävät tehokkuutta vähentämällä terveydenhuollon henkilöstön työaikaa manuaalisista työtehtävistä. Vanhentuneiden lääkkeiden poisto yksiköiden lääkevarastoista ja potilaiden hoitoon tarvittavien lääkkeiden saatavuus vähentää poikkeamia lääkkeiden jako- ja antovaiheissa. Logistisista toiminnoista saatava työajansäästö on automaation merkittävä etu (Gray ym. 2013, Batson ym. 2021). Kun farmaseuttisen henkilökunnan työaikaa säästyy logistisista tehtävistä, heidän

työaikaansa voidaan suunnata klinisiin työtehtäviin ja lääkitysturvallisuuden parantamiseen (Schepel ym. 2019).

Sairaala-apteekeissa voidaan lääkkeiden käsittelyssä hyödyntää erilaisia teknologioita, kuten karusellitekologiaa (*carousel dispensing technology*, CDT), lääkeautomaatteja (*medicines vending systems*, MVS) tai robotiikkaan perustuvaa lääkkeiden keräilyä (*robotic medication picking systems*, Acheampong ym. 2014, Batson ym. 2021, Svirsko ym. 2022). Nämä laitteistot pystyvät käsittelemään kokonaisia lääkepakkauksia, mutta osa laitteista kykenee myös UD-pakkausten tai valmiiden lääkelaimennosten käsittelyyn. Karusellitekologiaa hyödynnettävissä laitteissa, laitteisto pyörii hyödyntäen varastointitilaa tehokkaasti ja tarjoten keräiltäväksi joko haluttua lääkepakkausta tai potilaskohtaisessa jaossa tarvittavaa UD-annosta (Temple ja Ludwig 2010, Tsao ym. 2014, Schneider ym. 2024). Lääkkeen oikeellisuus varmistetaan viivakoodiluvulla. UD-pakkausten käsittely mahdollistaa potilaskohtaisen lääkkeenkeräilyn lääkekärryyn tai tarjottimelle, joka edelleen toimitetaan hoitoyksikköön potilaalle annettavaksi (Temple ja Ludwig 2010, Lin ym. 2025).

2.6 Teknologiaa hyödyntävät lääkkeenjakoallit

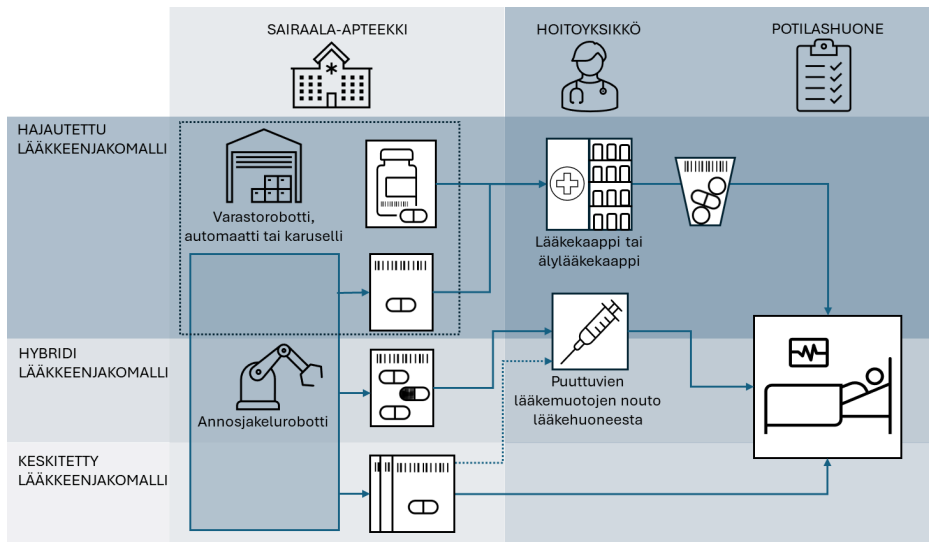
Automaatiota voidaan hyödynnetään eri tavoin sairaaloiden lääkkeiden jaossa (Batson ym. 2021). Lääkkeet voidaan jakaa potilaskohtaisiin annoksiin automaatiota hyödyntämällä joko keskittämällä jako sairaala-apteekkiin tai hajauttamalla se osastoille.

Keskitetystä lääkkeiden jakomallissa lääkkeiden potilaskohtainen jako suoritetaan sairaala-apteekissa. Jakoprosessi voi olla monia vaiheita sisältävää ja vain vähän koneita hyödyntävää tai täysin automatisoitua (Anacleto ym. 2005, Batson ym. 2021). Automatisoidussa mallissa, hyödynnetään pitkälle kehitettyä koneellista potilaskohtaista annosjakelua (Anacleto ym. 2005, Al Adham ja Abu Hamad 2011, Risør ym. 2018a). Tässä mallissa potilaan lääkitystiedot siirtyvät sairaala-apteekkiin sähköisesti, jakorobotti jakaa lääkeannokset automaattisesti potilaskohtaisiin annoksiin ja valmiit annokset toimitetaan osastoille robottikuljetuksella tai putkipostilla. Koneellisesti jaetuissa lääkkeistä löytyy tunnistetiedot, ja lääketiedot kirjautuvat potilasjärjestelmään reaaliajassa viivakoodiluvun perusteella lääkkeiden annon yhteydessä.

Hajautetussa lääkkeiden jakomallissa lääkkeet jaellaan potilaskohtaisiksi annoksiksi osastoilla, pääasiallisesti lääkehuoneissa (American Society of Health-System Pharmacists 2010, Batson ym. 2021). Tässä mallissa hoitajat tai farmaseutit suorittavat lääkkeiden jaon potilaan lääkityslistan mukaan (Anacleto ym. 2005, American Society of Health-System Pharmacists 2010). Automaation aste vaihtelee tässäkin mallissa sairaaloittain ja osastoittain. Lääkityslistat voivat olla käsin kirjoitettuja, potilastietojärjestelmästä tulostettuja

tai suoraan tietokoneelta reaaliajassa seurattavia dokumentteja. Manuaalisessa lääkkeenjaossa hoitajat tai farmaseutit jakavat lääkkeet potilaskohtaisiin dosetteihin tai lääkekuppeihin, joista lääkkeet annetaan lopulta potilaille. Merkinnät doseteissa ja lääkekuppeissa ovat manuaalisessa mallissa usein puutteellisia lääke- ja potilastietojen osalta (Dussart ym. 2009, Lahtela ym. 2010, Al Adham ja Abu Hamad 2011, Cousein ym. 2014).

Lääkkeiden jakomalli ei välttämättä ole täysin sairaala-apteekkiin keskitetty tai osastoille hajautettu malli, vaan osa sairaaloista hyödyntää ns. **hybridimallia**, jolloin lääkkeenjaossa on piirteitä sekä keskitetystä että hajautetusta lääkkeiden jakomallista (Gray ym. 2013, Lathrop ym. 2014, Risør ym. 2018a). Esimerkiksi keskitetyn mallin kautta saattaa kulkea kaikki suun kautta otettavat kiinteät lääkevalmisteet, mutta muut lääkevalmisteet, kuten oraaliliuokset ja lääkeinfuusiot, jaetaan potilaille hajautetusti osastolla. Automaation aste hybridimallissa vaihtelee, samoin lääkemuotojen jakautuminen keskitetyn ja hajautetun mallin välillä (Lathrop ym. 2014). Kuvassa 10 on esitetty erilaisten lääkkeenjako mallien työnkulku sairaaloissa.



Kuva 10 Teknologiset ratkaisut yksinkertaistetusti eri lääkkeenjako malleissa sairaaloissa. Annosjakelurobottia voidaan hyödyntää kaikissa malleissa esimerkiksi potilaskohtaisena UD-jakona (*unit dose*) tai MD-jakona (*multi dose*). Hoitoyksikköön voidaan toimittaa joko kokonaisia lääkepakkauksia tai yksittäispakattuja lääkkeitä. Hoitoyksikössä lääkkeenjaon suorittaa terveydenhuollon ammattihenkilö lääkekaapista tai älylääkekaapista. Älylääkekaapin automaation aste voi vaihdella paljon, ja tehokkaimmillaan potilaskohtainen jako voi tapahtua lähes automaattisesti. Vain potilaskohtaisesti UD-jaetut lääkevalmisteet voidaan suoraan toimittaa potilaalle.

2.7 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto

Sairaalan lääkehoitoprosessi on monivaiheinen ja altis poikkeamille. Potilasturvallisuutta vaarantavia lääkityspoikkeamia, joista potilaalle voi koitua ohimenevää tai pysyvää haittaa, on raportoitu erityisen paljon lääkkeenjako-prosessin vaiheissa: lääkkeen jaossa, annossa potilaalle sekä kirjaamisessa. Teknologiaan perustuvia suojauksia on lähdetty kehittämään lääkkeenjako-prosessin turvallisuuden edistämiseksi.

Lääkitysturvallisuutta voidaan lisätä hyödyntämällä teknologiaa, joka mahdollistaa katkeamattoman lääkehoitoprosessin käyttöönoton. Katkeamattomassa lääkehoitoprosessissa lääkemääräys kirjataan rakenteisesti potilastietojärjestelmään, jonka jälkeen tieto siirtyy saumattomasti prosessin eri vaiheiden välillä. Rakenteisen tiedon sujuva kulku mahdollistaa myös erilaisten teknologioiden hyödyntämisen lääkkeiden varastoinnissa, lääkkeenjaossa ja dokumentoidussa antamisessa potilaalle.

Teknologian hyödyntämisellä on saatu merkittäviä etuja lääkkeenjako-prosessissa. Lääkitysturvallisuuden lisäämiseksi lääkkeen jaossa käyttöön on otettu viivakooditeknologiaa, älylääkekaappeja ja automaattisia lääkkeenjako-laitteistoja. Automaattisimmat järjestelmät ovat yksittäispakkauksia pakkaavat, käsittelevät ja potilaskohtaisia annoksia jakavat UD-laitteistot.

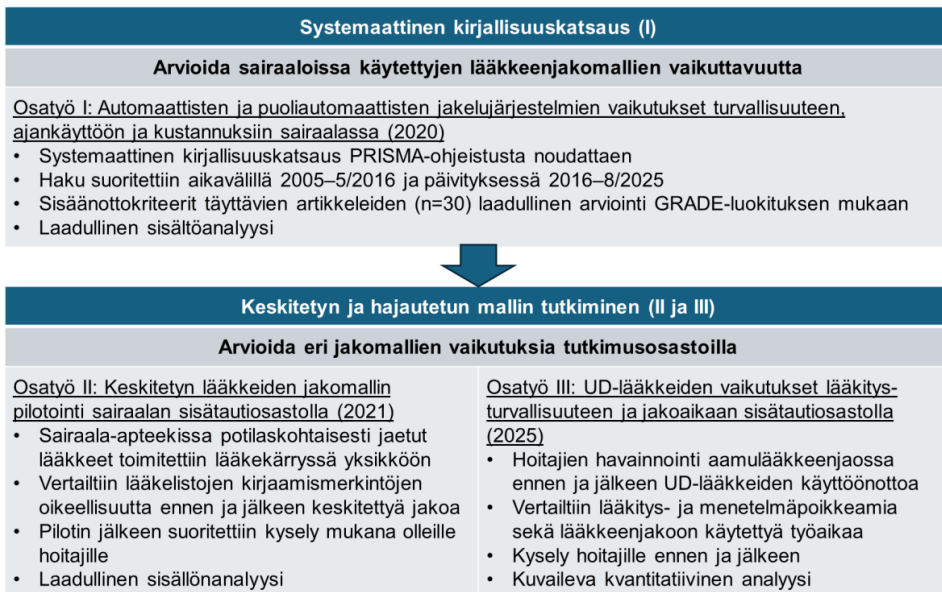
Lääkityspoikkeamien määrän vähentymisen lisäksi lääkkeen jakoon kehitetyt teknologiat ovat tuoneet etuja lääkkeiden seurattavuuteen, varastoinnin läpinäkyvyyteen ja työajan tehokkaaseen käyttöön.

Teknologiat kehittyvät nopeasti muokaten lääkehoitoprosessia päivittämällä vanhoja työvaiheita ja korvaamalla niitä uudemmilla. Teknologian kehittyessä on tärkeää seurata uusien innovaatioiden vaikuttavuutta ja turvallisuutta sekä hyödyntää tietoa järjestelmien jatkokehityksessä.

Lääkehoitoprosessiin liittyvissä kansainvälisissä tieteellisissä julkaisuissa käytetty termistö on varsin heikosti määriteltyä ja osittain vakiintumatonta. Myös Suomessa uusiin teknologioihin liittyvä vakiintunut termistö on vielä kehittymässä ja vaatii johdonmukaisuutta kansallisella tasolla, jotta vältytään ristiriitaisten määritelmien käytöltä.

3 Tavoitteet

Väitöskirjatutkimuksen tavoitteena oli tutkia lääkkeiden jakoprosessissa käytettävien teknologioiden vaikuttavuutta ja haasteita sairaaloissa järjestelmä-lähtöisen riskienhallinnan viitekehyksessä. Tutkimus jakautui kolmeen osatyöhön: systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen ja kahteen empiiriseen tutkimukseen (kuva 11). Systemaattinen kirjallisuuskatsaus keskittyi kansainvälisiin vertaisarvioituihin tutkimuksiin, joissa tarkasteltiin lääkkeiden automaattisten ja puoliautomaattisten jakojärjestelmien vaikuttavuutta sairaalaympäristössä. Katsauksen pohjalta toteutettujen empiiristen tutkimusten tavoitteena oli tutkia 1) keskitetyn, potilaskohtaisen jakomallin käyttöönottoa sairaala-apteekissa ja sen mahdollisia vaikutuksia lääkitysturvallisuuteen sekä 2) yksikköpakattujen (*unit dose*, UD) lääkkeiden vaikutuksia lääkitysturvallisuuteen ja lääkkeiden jakoon kuluvaan työaikaan.



Kuva 11 Tutkimusasetelma. GRADE = Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluations (Guyatt ym. 2008); PRISMA = Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (Moher 2009); UD = Unit dose, yksikköpakattu lääke

4 Aineistot ja menetelmät

4.1 Järjestelmällinen kirjallisuuskatsaus lääkkeiden automatisoitujen ja puoliautomatisoitujen jakojärjestelmien vaikuttavuudesta (I)

Tutkimuksessa arvioitiin automatisoitujen ja puoliautomatisoitujen lääkkeiden jakomallien vaikuttavuutta lääkitysturvallisuuteen, kustannuksiin ja henkilökunnan käyttämään työaikaan hyödyntämällä systemaattisen kirjallisuuskatsauksen menetelmää (Li ym. 2021). Systemaattinen kirjallisuuskatsaus noudatti PRISMA-ohjeistusta (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews*) järjestelmällisen kirjallisuuskatsauksen laatimisesta (Moher ym. 2009). Työkalun tarkoituksena on tukea systemaattisen kirjallisuuskatsauksen suorittamista ja raportointia laadukkaalla tavalla ja varmistaa siten tuotetun tutkimusnäytön luotettavuutta. Tutkimus pohjautui julkaistuun tieteelliseen kirjallisuuteen, joka oli saatavissa Open access -julkaisuina tai Helsingin yliopiston kirjastopalveluiden kautta.

4.1.1 Hakustrategia sekä sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Kirjallisuushaku suoritettiin MEDLINE, Embase, Cinahl (EBSCOhost) ja Scopus -tietokannoista. Aineiston hakutermit muodostettiin yhdistämällä lääkkeiden jakojärjestelmiin, lääkitysturvallisuuteen, kustannuksiin ja ajankäyttöön liittyviä hakusanoja, jotka valittiin tutkimusryhmän tutkijoiden ja Helsingin yliopiston informaatikkojen yhteistyönä (Julkaisu I: *Table 1*). Tutkimusaineiston haku suoritettiin keväällä 2016 ja se kattoi julkaisut vuoden 2005 alusta maaliskuun loppuun 2016. Kirjallisuuskatsauksen hakua täydennettiin tammikuussa 2019 ja väitöskirjan viimeistelyvaiheessa elokuussa 2025. Päivityksissä koottu aineisto analysoitiin erillään aiemmista tuloksista (ks. luku 4.1.3).

Tutkimusaineiston valintaa ja analysointia varten määritettiin artikkeleiden sisäänotto- ja poissulkukriteerit. Kriteerien muodostamisessa hyödynnettiin tutkimuskysymyksen jäsentämiseen tarkoitettua PICOS (*participants, interventions, comparison, outcomes, study design*) -työkalua (taulukko 4) (Schardt ym. 2007). Automaation nopean kehityksen vuoksi tehtiin aikarajaus

siten, että alkuperäisartikkelit ja systemaattiset kirjallisuuskatsaukset vuosilta 2005–2016 hyväksyttiin mukaan jatkotarkastelua varten. Katsauksen aineistoksi hyväksyttiin englanninkieliset vertaisarvioidut tutkimukset erikoissairaanhoidon tai perusterveydenhuollon osastoilla, joissa lääkkeiden jako suoritettiin kerran vuorokaudessa tai useammin. Tutkimusten tuli käsitellä lääkkeiden jako- ja antovaiheisiin käytettyjä teknologioita.

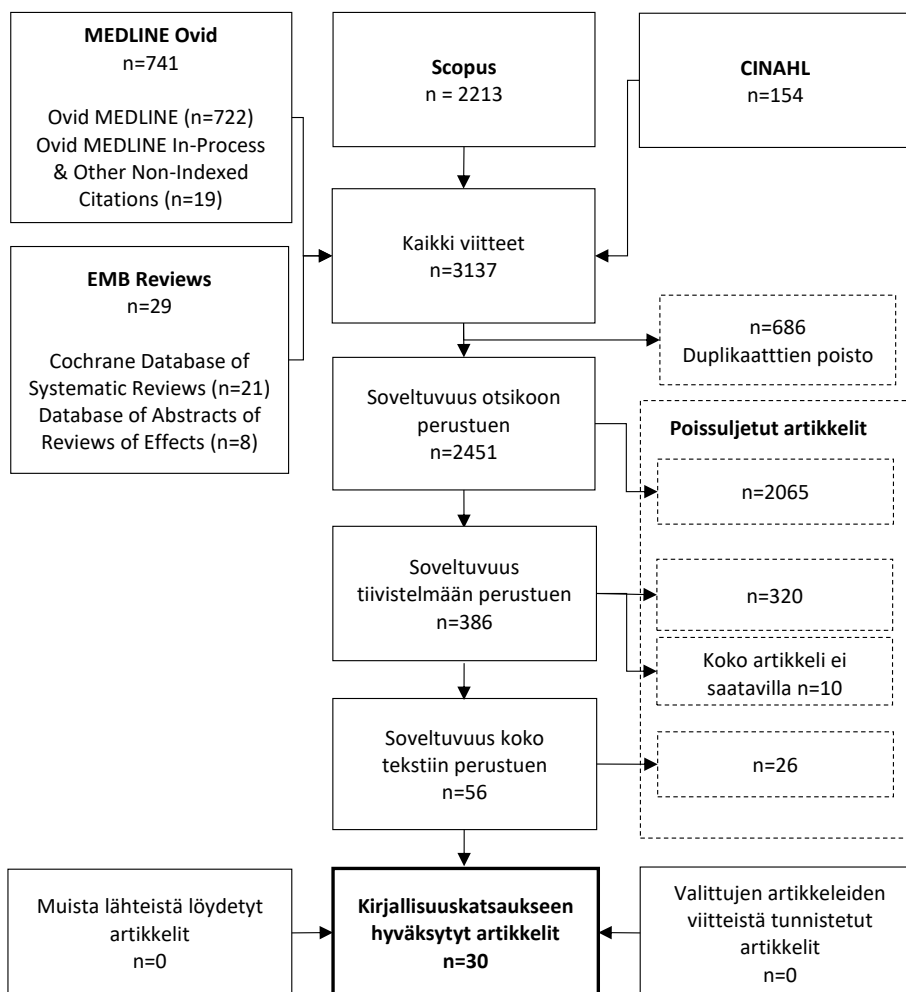
Taulukko 4 Kirjallisuuskatsauksen artikkeleiden sisäänotto- ja poissulkukriteerit automatisoidun ja puoliautomatisoidun lääkkeiden jakojärjestelmän vaikuttavuudesta PICOS-mallia hyödyntäen (Schardt ym. 2007).

PICOS	Sisäänottokriteeri	Poissulkukriteeri
Ongelma (<i>problem, P</i>)	Automaattinen tai puoliautomaattinen lääkejakojärjestelmä osastolla (esim. älylääkekaappi) tai sairaala-apteekissa (esim. lääkejakorobotti, koneellinen jakolaitteisto, lääkekaruselli) ja näiden mallien yhdistelmät erikoissairaanhoidossa.	Avohoidon tutkimukset (esim. avohuollon apteekki tai asumispalveluyksikkö). Sairaalayksiköt, joissa lääkkeiden jako tapahtuu harvemmin kuin kerran vuorokaudessa. Vain manuaalinen lääkkeiden jako. Viivakooditunnistusta lääkkeen annossa hyödyntävät tutkimukset, joissa lääkkeiden automaattista jakoa sairaalassa ei ole kuvattu ja arvioitu tarkemmin.
Tutkimuksen kohde, interventio (<i>intervention, I</i>)	Automaatiota tai teknologiaa hyödynnetään lääkkeiden jakoprosessissa.	Artikkelit, jotka kuvailevat pelkän uuden jakojärjestelmän käyttöönoton. Lääkkeiden jakomallin kuvausta tai arviointia ei ole tehty.
Vertailu (<i>comparison, C</i>)	Kontrolliryhmää ei vaadita	-
Tulokset (<i>outcomes, O</i>)	Erilaiset tutkimusmenetelmät, joilla on tutkittu lääkkeiden jakomallien vaikutuksia lääkitysturvallisuuteen, ajankäyttöön ja kustannuksiin.	-
Aika (<i>time, T</i>)	2005 jälkeen julkaistut tutkimukset.	Ennen vuotta 2005 julkaistut tutkimukset.
Tutkimusasetelma (<i>study design, S</i>)	Kaikki menetelmät ja tutkimusasetelmat hyväksyttiin mukaan. Vertaisarvioitu tutkimusartikkeli. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus.	Ei-tieteelliset julkaisut: kirje, pääkirjoitus, kommentti, uutinen. Ammatillisessa lehdessä julkaistu artikkeli tai muu ei-tieteellinen julkaisu.
Muut	Englannin kieli. Artikkelit on saatavilla avoimena julkaisuna tai Helsingin yliopiston kautta.	Artikkeli ei ole saatavilla avoimena julkaisuna tai Helsingin yliopiston kautta.

4.1.2 Julkaisujen valinta ja analyysi

Kaksi tutkijaa (HA ja MK) suoritti tutkimukseen sisällytettävien julkaisujen valinnat vaiheittain ensin otsikon, sitten abstraktin ja lopuksi artikkelien koko tekstien perusteella (Li ym. 2021). Mahdolliset tutkijoiden erimielisyydet artikkelin hyväksynnästä jatkoon käytiin läpi konsensuskeskusteluna kolmannen tutkijan kanssa (ARH). Lopulliseen tutkimusaineistoon sisällytettiin otsikon, abstraktin ja koko tekstin perusteella sisäänottokriteerit täyttävät artikkelit. Lisäksi systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen hyväksytyjen artikkelien kirjallisuusluettelot käytiin läpi, tarkoituksena etsiä valintakriteerit täyttäviä artikkeleita, jotka eivät olleet sisältyneet alkuperäiseen kirjallisuushakuun. Artikkeleiden valinta on esitetty kuvassa 12.

Kirjallisuuskatsaukseen sisällytettyjen artikkelien tutkimusasetelmat, menetelmät ja päälöydökset lääkkeiden jakomallien vaikuttavuudesta taulukoitiin (Julkaisu I: *Supplementary file, Appendix 1*). Artikkelien laatua ja tutkimusnäytön vaikuttavuutta arvioitiin siihen kehitetyn GRADE-luokitusmallin (*Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation*) avulla (Guyatt ym. 2008). Tutkimusten löydökset, johtopäätökset ja suositukset luokiteltiin jakomallin tyyppiin (keskitetty, hajautettu, hybridi) mukaan ja koottiin taulukkoon (Julkaisu I: *Table 3*). Tutkimusten vaikuttavuustiedot turvallisuuteen, työaikaan ja kustannuksiin liittyen taulukoitiin, ja ne lajiteltiin edelleen omiin alaotsikoihinsa esim. vaikutuksiin lääkityspoikkeamiin. Taulukon tiedoille suoritettiin laadullinen sisällönanalyysi eri lääkkeiden jakomallien vaikuttavuuden arvioimiseksi (Elo ja Kyngäs 2008). Tutkimusten keskeisistä johtopäätöksistä ja suosituksista kerättiin artikkeleiden pohdintaasioista yhteenvetotaulukkoon (Julkaisu I: *Table 4*). Taulukkoon koottiin myös artikkeleiden kirjoittajien tekemiä suosituksia asioista, joita tulisi huomioida sairaaloiden jakomallien käyttöönotossa ja kehitystyössä. Tutkitut jakomallit ovat kuvattu tarkemmin Julkaisussa I (*Supplement 2*).

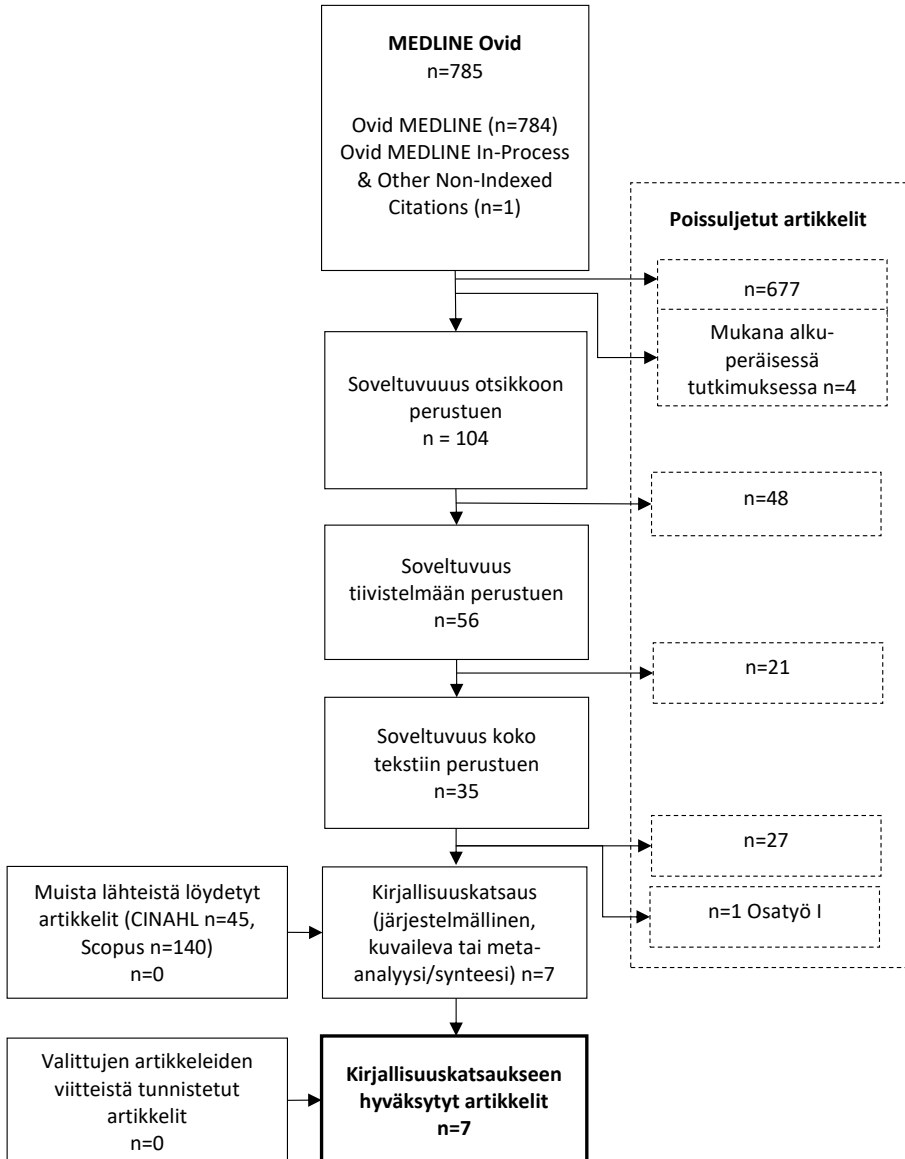


Kuva 12 Vuokaavio tutkimukseen hyväksytyjen artikkeleiden (n=30) valinnasta.

4.1.3 Päivitetty kirjallisuushaku: Uusimmat tutkimusjulkaisut vuosilta 2016–8/2025

Kirjallisuushaku päivitettiin tammikuussa 2019 ja uudelleen väitöskirjan kirjoituksen yhteydessä elokuussa 2025 Medline Ovid -tietokannasta vastaamaan uusinta tutkimustietoa. Haussa toistettiin sama hakustrategia ja artikkeleiden julkaisuajankohdaksi rajattiin aikaikkuna vuodesta 2016 elokuuhun 2025 saakka. Tutkija (HA) suoritti sisällytettävien julkaisujen valinnan julkaisujen otsikon,

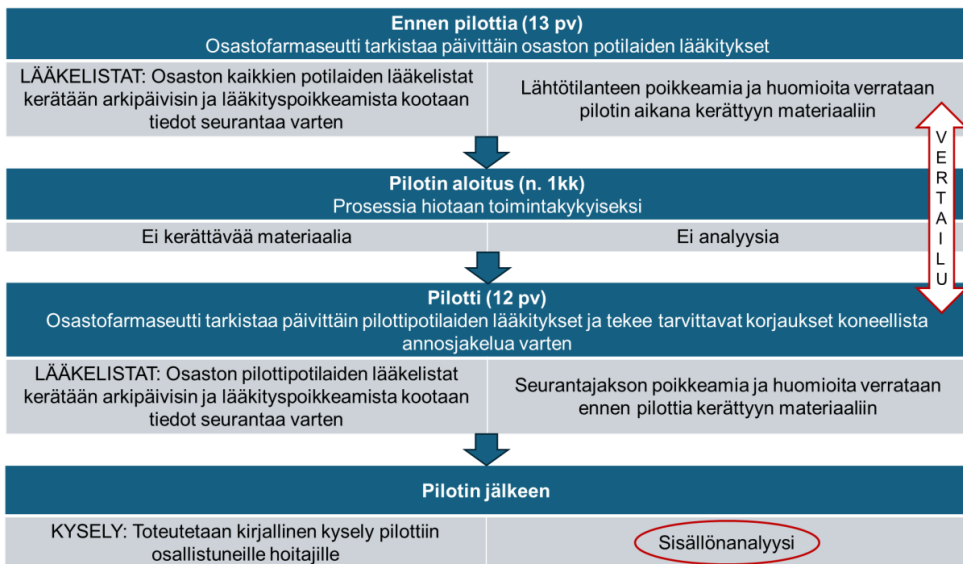
tiivistelmän ja koko artikkelin perusteella (kuva 13). Sisäänottokriteerit täyttävät artikkelit taulukoitiin tutkimusasetelmineen, menetelmineen ja päälöydöksineen (liite 3). Tulokset analysoitiin erillään aiemmista tuloksista (ks. luku 5.1.6).



Kuva 13 Vuokaavio elokuussa 2025 päivitettyyn kirjallisuushakuun sisällytettyjen artikkeleiden (n=7) valinnasta.

4.2 Lääkkeiden keskitetyn jakomallin pilotointi sairaalan sisätautiosastolla (II)

Tutkimus oli prospektiivinen vertailututkimus, joka toteutettiin pilotoimalla keskitettyä lääkkeenjako erikoissairaanhoidossa Pohjois-Kymen Sairaalan sisätautiosastolla syys-joulukuussa 2015. Keskitetyn lääkkeenjaon hyötyjä ja vaikutuksia sisätautiosaston lääkehoitoprosessiin tutkittiin seuraamalla mahdollisia uuden lääkkeiden jakomallin myötä ilmeneviä muutoksia potilaiden lääkityslistojen kirjaamismerkinnöissä. Lisäksi kyselyn avulla kartoitettiin hoitajien kokemuksia uudesta jakomallista ja lääkekärryn käytöstä lääkekierrolla. Tutkimuksen sisältö ja eteneminen on esitetty kuvassa 14. Tutkimusta varten haettiin kirjallinen tutkimuslupa Pohjois-Kymen Sairaalan ylilääkäriltä. Eettistä ennakoarviointia ei palvelun kehittämiseen liittyvään tutkimukseen tarvinnut tehdä. Hoitohenkilökuntaa informoitiin lääkkeenjaon keskittämisestä sairaala-apteekkiin ja osallistuminen tutkimuskyselyyn oli anonyymiä ja vapaaehtoista. Lääkelistojen potilastiedot poistettiin ja aineistoa käsiteltiin pseudonymisoituna.



Kuva 14 Tutkimuksen eteneminen, kerättävä aineisto ja tutkimusaineiston analyysi.

4.2.1 Lääkkeiden keskitetty jako

Lääkkeiden keskitettyä jakomallia pilotoitiin sairaalan sisätautiosastolla hyödyntämällä lääkkeenjaossa koneellista MD-annosjakelua (moniannospakkaus, *multi dose*) ja lääkekärryä, johon potilaskohtaisesti jaetut lääkkeet sijoitettiin odottamaan antoa potilaalle. Tutkimukseen sisällytettiin pilotissa mukana olleet

sisätautiosaston potilaat (kuva 14). Lääkekärryssä oli jokaiselle potilaalle oma henkilökohtainen lääketarjotin, tilaa infuusioliuoksille, tarvikkeille, jäteastioille ja desinfektioaineille sekä tietokone potilastietojen selaamista ja kirjauksia varten.

Pilottipotilaiden lääkkeiden jako suoritettiin sairaala-apteekissa ja jaetut lääkkeet sijoitettiin potilaskohtaisille lääketarjottimille. Potilaskohtainen lääkkeenjako kattoi kokonaisuudessaan sekä säännölliset että tarvittaessa otettavat lääkitykset ja kaikki lääkemuodot. Sisätautiosaston osastofarmaseutti tarkasti potilaan lääkityslistan ja siirsi koneelliseen MD-annosjakeluun soveltuvien lääkkeiden tiedot laitteistolle (Tosho, Xana 4001U2), joka sijaitsi sairaala-apteekissa. Yhden antokerran tabletti- ja kapselivalmisteet jaettiin laitteistolla samaan annospussiin. Lisäksi kaikki muut lääkevalmisteet, kuten antibiootit ja koneelliseen annosjakoon sopimattomat kiinteät valmisteet, oraaliliuokset, pistos- ja liuoslääkkeet sekä muut lääkehoidon päivittäisessä toteuttamisessa tarvittavat tuotteet jaettiin potilaan tarjottimelle valmiina kerta-annoksina. Lääkekärry toimitettiin iltapäivällä osastolle potilaan lääkkeet mukanaan vuorokaudeksi eteenpäin, ja lääkehuollosta vastuussa oleva hoitaja tarkasti ja antoi annosjaetut lääkkeet kärrystä potilaalle lääkekierrolla. Pilotin ajankohta osui vuoden loppuun ja pilotti jouduttiin keskeyttämään joulun työjärjestelyiden vuoksi. Myöhemmin pilottia ei enää jatkettu, sillä annosjakelulaitteisto siirrettiin toiseen yksikköön.

4.2.2 Lääkityslistoissa esiintyvät poikkeamat

Osastofarmaseutti (TV) keräsi sisätautiosaston kaikkien potilaiden (potilaspaikkoja kaikkiaan 24) lääkityslistat 13 arkipäivän ajan ennen keskitetyn lääkkeiden jakopilotin alkua (kuva 14). Tarkoituksena oli tehdä päätelmät keskitetyn lääkkeiden jaon vaikutuksista lääkityslistojen oikeellisuuteen vertaamalla ennen pilottia ja sen aikana listoilla havaittuja kirjaamispoikkeamia. Poikkeamissa huomioitiin merkitsemisvirheet, kuten lääkkeen antomerkintöjen väärä kirjaamiskäytäntö potilastietojärjestelmään, lääkevalikoiman ulkopuolelta valitut valmisteet, päällekkäiset lääkitykset, antoajankohdat, annospoikkeamat, maksimiannosten puuttumiset ja muut mahdolliset epäselvyydet (esimerkiksi ristiriidat annosmerkinnöissä).

Pilotin aikana osaston kahden potilashuoneen potilaiden (yhteensä 6 potilaspaikkaa) lääkkeet jaettiin sairaala-apteekissa keskitetysti annosjakelukonetta ja yksittäispakattuja lääkeannoksia hyödyntäen lääkekärryyn (ks. kappale 4.2.1). Pilotin kuukauden aloitusjakson jälkeen osastofarmaseutti keräsi 12 arkipäivän aikana pilotissa mukana olevien 6 potilaspaikan potilaiden kaikki lääkityslistat. Lääkityslistojen poikkeamia verrattiin lähtötilanteen lääkityslistojen poikkeamiin. Tarvittaessa annettaviin lääkkeisiin liittyvät kirjaamispoikkeamat kartoitettiin ja selvitettiin yksityiskohtaisemmin (ks. 5.2.1,

taulukko 10). Ennen pilottia ja sen aikana havaittuja kirjaamispoikkeamia verrattiin toisiinsa. Tutkija (HA) analysoi materiaalin kuvailevin tilastollisin menetelmin käyttäen Microsoft Excel-ohjelmistoa. Excel-taulukkoon kerättiin lääkityslistalta potilaskohtaisesti: kokonaislääkemäärä, poikkeamien kokonaismäärä lääkityslistalla, osastofarmaseutin korjaamat poikkeamat, tarvittaessa annettavien lääkkeiden (T-lääke) määrä, T-lääkkeiden maksimiannosten näkyvyys, T-lääkkeiden puuttuvien maksimiannosten määrä ja niiden PKV-lääkkeiden määrä, joissa oli vaillinaisia merkintöjä.

4.2.3 Hoitajille suunnattu kysely

Kaikille pilottiin osallistuneille hoitajille toteutettiin kirjallinen kysely, joka sisälsi kahdeksan avointa kysymystä keskitetystä lääkkeiden jakomallista ja sen vaikutuksista lääkitysturvallisuuteen, sekä lääkekärryn käytöstä lääkekierrolla (taulukko 5). Hoitajat vastasivat kyselyyn anonyymisti. Kyselyn vastaukset analysoitiin (HA) laadullisen sisällönanalyysin menetelmällä (Elo ja Kyngäs 2008). Aineiston pohjalta muodostettiin luokat (esim. uusi lääkkeiden jakomalli vähentää hoitajan työaika lääkkeiden käsittelystä muuhun potilastyöhön), joiden avulla hoitajien vastaukset luokiteltiin ja kuvattiin prosenttiosuuksina. Luokista muodostettiin lisäksi kaksi yläluokkaa kuvaamaan uuden lääkkeiden jakomallin hyötyjä ja haittoja. Tulokset koottiin taulukkoon aihepiireittäin ja palautetyypin mukaan (taulukko 11).

Taulukko 5 Pilottiin osallistuneille hoitajille suunnatun, avoimiin kysymyksiin perustuvan kyselyn kysymykset.

AIHEALUE	KYSYMYS
Työaika	Miten pilotti vaikutti lääkehuoltoon käyttämäsi työaikaan? Mihin aikaa kului enemmän? Mihin vähemmän?
Lääkitysturvallisuus, laatu, hygienia	Miten projektin kaltainen malli vaikuttaa mielestäsi lääkitysturvallisuuteen, hygieniaan tai laatuun ylipäätään?
Potilaan mielipide	Mitä mieltä potilaat olivat nimetyistä lääkepusseista ja kerta-annoksista?
Yleisvaikutelma	Millainen yleisvaikutelma tästä toteutetusta mallista ja projektista jäi?
Tulevaisuus	Tulevaisuudessa lääkehoidon malli vuodeosastoilla voisi olla tämän kaltainen, jossa apteekki toimittaisi potilaan yksittäiset lääkeannokset lääkekärryyn ja hoitaja antaessa lääkkeitä kirjaisi ne järjestelmään skannaten lääkkeiden viivakoodit ja potilaan viivakoodirannekkeen. Mitä hyviä asioita tällaiseen malliin liittyisi? Mitä huonoja asioita tällaiseen malliin liittyisi?
Lääkekärry	Minkälainen oli tämän lääkekärryn mekaaninen toiminta ja soveltuvuus osaston lääkehoidossa?

4.2.4 Pilottia varten tehdyt muutokset lääkehoitoprosessissa

Pilottia varten tehtiin muutoksia lääkehoitoprosessin käytäntöihin tutkimuksessa mukana olleissa osaston potilashuoneissa. Muutokset on esitetty taulukossa 6.

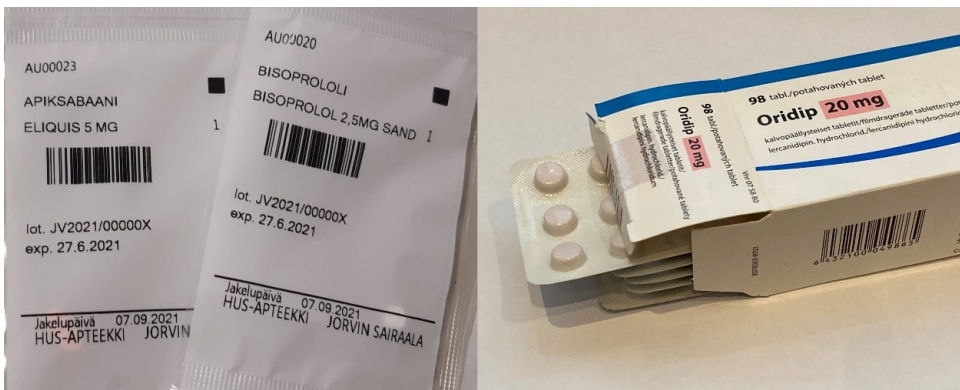
Taulukko 6 Pilottia varten osaston prosesseihin tehdyt muutokset.

LÄHTÖTILANNE	MUUTOS PILOTTIA VARTEN
Osastolla jaettavissa lääkeannoksissa ei ole näkyvissä potilaan tietoja. Lääkekupeissa ja oraaliliuoksissa ei näy lääkkeiden nimet, vahvuudet eikä lääkemäärät.	Lääke- ja nimitietojen lisäys osastolla jaettaviin lääkeannoksiin seuraavasti: Potilaan nimi näkyviin annosjakelupusseihin ja lääketarjottimelle Tabletit ja kapselit: lääkkeiden nimet, vahvuudet ja määrät näkyviin Oraaliliuokset: lääkkeiden nimet, vahvuudet ja määrät näkyviin
Tarvittaessa annettavien lääkkeiden maksimimäärät eivät näy lääkityslistoissa.	Tarvittaessa annettavien lääkkeiden maksimiannokset valmiina lääketarjottimella (ja lääkityslistoissa), jolloin yliannostusriski minimoituu.
Tarvittaessa annettavien lääkkeiden antojärjestys ei ole näkyvissä lääkityslistassa.	Tarvittaessa annettavien lääkkeiden järjestys kirjataan näkyviin lääkityslistalle, jolloin tulkinnanvaraisuudet vähenevät. Jos käytössä on useita lääkkeitä samaan oireeseen ja toivottu käyttö on portaittainen, merkitään esim. ummetus: 1. Movicol → 2. Laxoberon unettomuus: 1. Circadin → 2. Tenox
Lääkärin kierto tavanomaisesti venyy.	Pilotti muuttaa päivän työrytmiä seuraavasti: Lääkärin kierto toteutuu ajallaan Lääkemääräykset kirjataan hyvissä ajoin potilastietojärjestelmään (muu päivän rytmitys ei kärsi ja lääkkeet saadaan jaeltua aikataulun mukaan)
Lääkkeet viedään useilla antokerroilla: -PO-lääkkeet -IV-lääkkeet -Insuliinit -Tarvittaessa annettavat lääkkeet jne.	Lääkkeiden vienti potilaalle tapahtuu yleensä yhdellä antokerralla seuraavin odotetuin vaikutuksin: Työ helpottuu Unohdukset vähenevät Riski tuplalääkitsemiselle vähenee (kaksi hoitajaa vie tarvittavan lääkkeen toisistaan tietämättä, koska kirjausta ei ole ehditty tekemään)

4.3 Yksittäispakattujen lääkkeiden käyttöönoton vaikutus lääkitysturvallisuuteen ja lääkkeenjakaan käytettyyn työaikaan (III)

Havainnointitutkimus toteutettiin 24-paikkaisella sisätautiosastolla HUSissa. Osastolla hoidettiin akuutteja ja kroonisia somaattisia sairauksia sekä infektiopotilaita. Tutkimuksessa seurattiin lääkitysturvallisuutta lääkityspoikkeamia ja menettelypoikkeamia havainnoimalla. Yksikön lääkahoitoprosessiin implementoitiin osittain yksikköpakatut lääkkeet (*unit dose*, UD, kuva 15). Poikkeamien esiintyvyyttä ja lääkkeiden jakoon kulunutta aikaa seurattiin ennen ja jälkeen valittujen yksittäispakattujen lääkkeiden käyttöönottoa. Tietoja potilaista ei kerätty tämän tutkimuksen aikana.

Poikkeamat lääkkeiden jakovaiheessa luokiteltiin lääkityspoikkeamiksi, jos kyseessä oli väärä potilas, lääke, annos, antoaika, määräys tai jakamatta jäänyt lääke. Menettelypoikkeamiksi luokiteltiin tilanteet, joissa hoitajat eivät noudattaneet lääkkeidenjaon yhteydessä sairaalan ohjeistuksia, esim. aseptiikassa tai lääkkeiden viivakoodiluvussa. Havainnoinnin lisäksi hoitajien mielipiteitä lääkkeidenjakoprosessista tutkittiin ennen ja jälkeen yksittäispakattujen lääkkeiden käyttöönoton. Kysely oli vapaaehtoinen ja sillä kerättiin tietoa yksittäispakattujen lääkkeiden käyttökokemuksista.



Kuva 15 Vasemmalla sairaala-apteekissa anonymisti yksikköpakattuja (*unit dose*, UD) lääkkeitä. Jako suoritettiin Baxter FSD Proud 260 -laitteistolla. Ennen yksikköpakkausten käyttöönottoa, kaikki lääkkeet säilytettiin ja jaettiin alkuperäispakkauksistaan (esimerkki oikealla).

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin johtajaylilääkäri myönsi tutkimukselle luvan ennen tutkimuksen aloittamista (HUS/182/2021). HUSin eettisen toimikunnan konsultoinnin perusteella ja kansalliset ohjeistukset huomioiden, tutkimuseettistä ennakoarviointia ei tässä tutkimuksessa tarvittu,

sillä tutkimus ei sisältänyt potilastietoja (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2019). Hoitohenkilökuntaa informoitiin tutkimuksesta etukäteen ja osallistuminen oli vapaaehtoista. Osallistujilta ei kerätty erillistä kirjallista suostumusta. Kysely toteutettiin nimettömästi ja osallistuminen kyselyyn tulkittiin kirjalliseksi suostumukseksi tutkimukseen osallistumisesta.

4.3.1 Lääkkeiden jakoprosessi ennen yksikköpakattuja lääkeannoksia

Lääkemääräykset syötettiin sähköiseen potilastietojärjestelmään (EHR) (Apotti, EPIC-järjestelmä), johon oli liitetty kliininen päätöksentekijärjestelmä (kuva 16). Lääkkeet toimitettiin sairaala-apteekista osastolle alkuperäisissä lääkepakkauksissa, jotka säilytettiin yksikön potilastietojärjestelmään liitettyssä älylääkekaapissa (ADC, Pyxis MedStation™) lääkehuoneessa. Hoitajat suorittivat potilaskohtaisen lääkkeenjaon kahden tunnin aikana ennen lääkkeen antoa potilaalle älylääkekaapissa säilytetyistä lääkepakkauksista. Yksikössä hyödynnettiin viivakoodilukua sekä lääkkeidenjaossa että lääkkeiden annossa potilaalle. Potilaskohtainen viivakooditunniste tulostettiin potilastietojärjestelmästä ja se kiinnitettiin lääkekuppiin, johon jaettiin kiinteät suun kautta otettavat valmisteet. Potilaskohtaisia viivakooditunnisteita käytettiin myös valmisteisiin, jotka olivat valmiita annettavaksi potilaalle, kuten lääkeruiskut, inhalaattorit ja silmätipat. Lääkkeenjaon yhteydessä lääketarran viivakooditunniste ja lääkepakkauksen viivakoodi skannattiin oikean lääkityksen ja potilaan varmistamiseksi. Lääkkeiden antovaiheessa potilasranneke ja jaettujen lääkkeiden viivakooditunniste skannattiin uudelleen potilaan ja lääkkeiden tunnistamiseksi ja tietojen kirjaamiseksi potilastietojärjestelmään (BCMA).

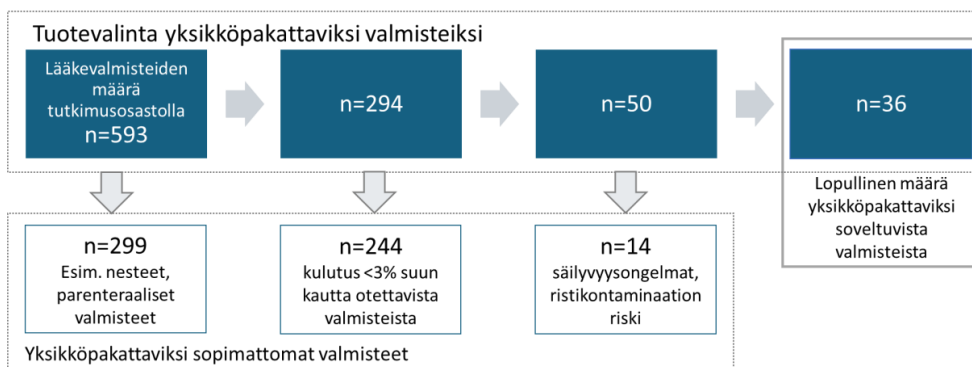
MÄÄRÄÄMINEN ^a	VARMENTAMINEN ^a	SÄILYTTÄMINEN OSASTOLLA	LÄÄKKEENJAKO	ANNOSTELU ^a
Sähköinen lääkemääräys potilastietojärjestelmään. Kliininen päätöksenteon tuki (esim. herätteet allergioissa ja lääkkeiden yhteisvaikutuksissa). Sähköinen antokirjaus potilastietojärjestelmään.	Lääkemääräysten varmentaminen. Automaattivarmentaminen käytössä.	<p>ENNEN</p> <p>Lääketyöntekijät täyttävät yksikön ADC:n puoliautomaattisesti luodun lääketilauksen perusteella, jonka osastofarmaseutti tekee kolme kertaa viikossa. Lääkkeet säilytetään ADC:ssa alkuperäispakkauksissaan.</p> <p>JÄLKEEN</p> <p>Lääketyöntekijät täyttävät yksikön ADC:n puoliautomaattisesti luodun lääketilauksen perusteella, jonka osastofarmaseutti tekee kolme kertaa viikossa tai tarvittaessa. Lääkkeet säilytetään ADC:ssa UD-pakkauksissa tai muiden lääkkeiden osalta alkuperäispakkauksissaan.</p>	<p>ENNEN</p> <p>Lääkkeet jaetaan ennen lääkkeen antoa ADC:sta lukemalla viivakoodit alkuperäispakkauksista.</p> <p>JÄLKEEN</p> <p>Lääkkeet jaetaan ennen lääkkeen antoa ADC:sta lukemalla viivakoodit UD- tai alkuperäispakkauksista.</p>	Viivakooditunnistettu lääkkeen annostelu. Luetaan viivakoodit potilasrannekeista ja lääkekupin päältä ennen lääkkeen annostelua. Annostelu dokumentoidaan sähköisesti.

Kuva 16 Lääkehoitoprosessi ennen ja jälkeen yksikköpakattujen UD-lääkkeiden käyttöönnoton tutkimusyksikössä. Muutoksia tehtiin vain säilytykseen ja lääkkeenjakoon. Muutokset on merkitty kuvaan lihavoidulla tekstillä. ^aEi muutoksia vaiheessa havainnointijaksojen välillä. ADC = älylääkekaappi, UD = yksikköpakattu lääke

4.3.2 Lääkkeiden jakoprosessi yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönoton jälkeen

Osa yksikön lääkevalmisteista valittiin yksikköpakattaviksi (kuva 17). Yksikköpakkaukset olivat anonyymejä, eivätkä sisältäneet potilastietoja. Yksikköpakatut lääkkeet oli merkitty lääkkeiden tunnistetiedoin ja ne toimitettiin sairaala-apteekista yksikön älylääkekaappiin. Vain kiinteät suun kautta annettavat lääkkeet, joilla oli suuri kulutus, pakattiin yksikköpakkausiksi, sillä niiden pakkaaminen onnistui sairaala-apteekissa käytössä olevalla annosjakelulaitteistolla (Baxter FDS Proud 260). Valittujen tuotteiden tuli säilyä uudelleen pakattuina ja ne eivät saaneet kontaminoida laitteistoa. Loput suun kautta otettavat valmisteet, oraaliliuokset ja parenteraaliset valmisteet jaettiin samalla tavalla kuin ennen yksikköpakattujen valmisteiden käyttöönottoa.

Yksikköpakattujen tuotteiden käyttöönotto tehtiin vaiheittain ja prosessia kehitettiin tarvittaessa käyttöönottoaiheessa. Tuotteet pakattiin sairaala-apteekin annosjakelulaitteistolla ja ne toimitettiin hoitoyksikköön kolme kertaa viikossa, tai tarpeen mukaan joka arkipäivä. Hoitohenkilökuntaa informoitiin yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönotosta, ja heitä koulutettiin lääkepussien käsittelyyn ja avaamiseen.

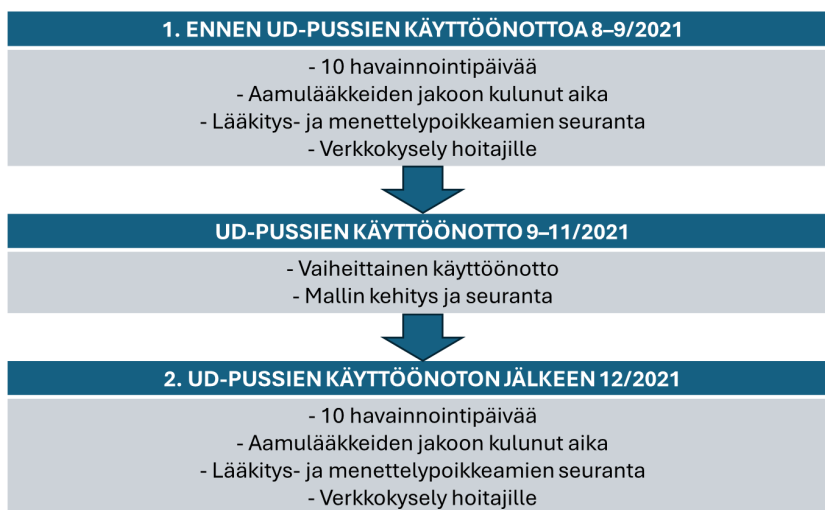


Kuva 17 Yksikköpakattavien lääkkeiden tuotevalinta pilottia varten. Kaikki tutkimusosaston lääkevalmisteet (n=593) eivät soveltuneet yksikköpakattaviksi pienen kulutuksen, lääkemuodon (esim. liukenevat tabletit, purutabletit, nesteet, parenteraaliset valmisteet) tai ristikontaminaatorisikin takia (esim. mikrobilääkkeet, hormonit ja immuunimodulaattorit).

4.3.3 Tutkimusaineiston kerääminen havainnoinnin avulla

Havainnointien pääpiirteet on esitetty kuvassa 18. Lähtötason havainnointi suoritettiin tutkimusosastolla elo-syyskuussa 2021 ennen yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönottoa. Kaksi havainnoitsijaa (HA ja osastofarmaseutti)

seurasivat osaston aamulääkkeiden jakoa. Lääkkeet jaettiin äylääkekaapista viivakoodilukua hyödyntäen. Aiempien tutkimusten pohjalta yli 1000 jaetun lääkkeen määrän arvioitiin näyttävän otantojen eron poikkeamien määrässä ja lääkkeiden jakoajassa (Taxis ym. 1999, Cousein ym. 2014). Aamun lääkemäärän arvioitiin olevan noin viisi lääketta per potilas. Yksikössä oli 24 potilaspaikkaa, joten 10 päivää laskettiin riittävän havainnointijaksojen pituudeksi. Havainnoinnin aikana seuraavia muuttujia seurattiin ja ne merkittiin havainnointilomakkeelle (Julkaisu III: *Supplementary file, Appendix 1*): lääkkeenjakoön kulutettu työaika (aloitus ja lopetusajat), tunnistetut lääkepoikkeamat (väärä potilas, lääke/lääkemuoto, annos, määräys, antoaika ja jakamatta jätetty lääke, sekä menettelypoikkeamat (hygieniaohteista poikkeaminen, poikkeamat viivakoodiluvussa, sairaalan ohjeistuksista poikkeaminen lääkevaihdon yhteydessä ja muut poikkeamat). Potilaiden tietoja ei kerätty havainnoinnin aikana. Havainnointilomake pilotoitiin ennen ensimmäistä havainnointijaksoa. Jos vakava lääkepoikkeama (väärä potilas, lääke tai annos) huomattiin havainnoinnin yhteydessä, siitä sanottiin hoitajalle, ja poikkeama korjattiin ennen antoa potilaille.



Kuva 18 Tutkimuksen kulku. Tutkimukseen sisältyi kaksi havainnointijaksoa (1. ja 2.) sekä näiden välissä ollut yksikköpakattujen (UD) lääkkeiden käyttöönotto vaihe.

4.3.4 Hoitajille suunnattu kysely

Erillinen hoitajille (n=25) suunnattu kysely toteutettiin kahden viikon aikana syyskuussa 2021 ennen yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönottoa. Kysely toistettiin joulukuussa 2021 yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönoton jälkeen (kuva 18). Anonyymien kyselyn alussa taustoitettiin tutkimusta, kerrottiin

tutkimusnumero ja informoitiin vastaamisen vapaaehtoisuudesta ja luottamuksellisuudesta. Kysely koottiin Zaidanin ym. (2016) älylääkekaappeihin liittyvän kyselyn pohjalta ja sitä kehitettiin vastaamaan tämän tutkimuksen tarpeisiin. Tutkimusyksikön sairaanhoitaja pilotoi Microsoft Forms -ohjelmistolla laaditun lomakkeen ja kysymyksiä muokattiin ennen lopullisen kyselyn lähetystä yksikön hoitajille. Kysely (Julkaisu III: *Supplementary file, Appendix 2*) ja kaksi muistutusta lähetettiin yksikön hoitajille sähköpostitse. Kysely koostui hoitajien taustatiedoista, lääkitysturvallisuuteen ja lääkehoitoprosessiin liittyvistä strukturoiduista kysymyksistä (5-portainen Likert-asteikko) sekä avoimista kysymyksistä lääkkeenjaon vahvuuksista, heikkouksista ja kehityskohteista.

4.3.5 Aineiston analyysi

Havainnointilomakkeiden aineisto koottiin Microsoft Excel 365 -tauluktoon. Lääkitys- ja menettelypoikkeamiin sekä lääkkeiden jakoon kuluneeseen aikaan liittyviä tuloksia vertailtiin havainnointijaksojen välillä khiin neliö (χ^2) ja t-testeillä ($p < 0.05$) hyödyntäen IBM SPSS Statistics -ohjelmistoa (versio 25). Pienempien frekvenssien aineisto analysoitiin Fisherin tarkalla testillä. Kyselyn aineisto analysoitiin kuvailevin tilastomenetelmin. Frekvenssit esitettiin lukumäärinä ja prosenttiosuuksina. Avoimien kysymysten vastaukset analysoitiin ja luokiteltiin aineistolähtöisesti Microsoft Excel 365 -ohjelmistoa apuna käyttäen ja vastausten frekvenssit raportoitiin.

5 Tulokset

5.1 Automatisoidut ja puoliautomatisoidut lääkkeiden jakomallit: järjestelmällinen kirjallisuuskatsaus (I)

Kirjallisuushaussa toukokuussa 2016 löydettyistä 3137 viitteestä 30 täytti sisäänottokriteerit (ks. luku 4.1.2, kuva 12). Tutkimuksia oli tehty eri puolilla maailmaa: Yhdysvalloissa (n=7), Yhdistyneessä kuningaskunnassa (n=5), Kanadassa (n=4), Ranskassa (n=4), Espanjassa (n=3), Australiassa (n=2), Qatarissa (n=1), Palestiinalaisalueella (n=1), Saudi Arabiassa (n=1), Ghanassa (n=1) ja Suomessa (n=1). Mukaan otettujen artikkeleiden tutkimusmenetelmät vaihtelivat, ja yleisimpiä menetelmiä olivat ennen ja jälkeen -tutkimukset (n=9), havainnointitutkimukset (n=6), poikittaistutkimukset (n=4), kyselyt (n=3), systemaattiset kirjallisuuskatsaukset (n=2) ja muut yksittäiset tutkimustyyppit (n=6). Näihin lukeutuivat esimerkiksi rahavirtalaskelma (*cash flow analysis*), vertailututkimus (*comparison study*), potilaskertomusten tarkastelututkimus (chart review) ja virhe-vaikutusanalyysi (*Failure mode, Effects and Criticality analysis*). Systemaattisten kirjallisuuskatsausten laatu arvioitiin korkeaksi (n=2), kun taas muiden artikkelien laatu arvioitiin GRADE-järjestelmää käyttäen kohtalaiseksi (n=10), matalaksi (n=17) tai erittäin matalaksi (n=1), koska tutkimuksista puuttui kontrolliasetus tai tutkimusasetelmassa oli muutoin puutteita (Guyatt ym. 2008). Vanhin julkaisu oli vuodelta 2005 (Romero ja Malone 2005). Julkaisuissa oli kuvattu tutkimusyksikössä käytetty lääkkeiden jakomalli (Julkaisu I: *Supplementary file, Appendix 2*).

5.1.1 Lääkkeiden jakojärjestelmät

Tutkimukset (n=30) jaettiin kolmeen ryhmään, joissa automaatiota hyödynnettiin eri tavoin lääkkeiden jakomalleissa: hajautetusti osastoilla (n=19), keskitetysti sairaala-apteekissa (n=6) ja näiden yhdistelmänä, eli hybridimallina (n=5) (taulukko 7, Julkaisu I: *Table 3, 4* ja *Supplementary file, Appendix 1*). Hajautettua lääkkeiden jakomallia käsittelevistä tutkimuksista (n=19) suurin osa käsitteli älylääkekaappeja (n=18). Sairaala-apteekkiin keskitettyä jakomallia koskevat

tutkimukset (n=6) käsittelivät pääasiallisesti automaattista lääkkeiden jakoa (n=5) (Dussart ym. 2009, Lahtela ym. 2010, Temple ja Ludwig 2010, Al Adham ja Abu Hamad 2011, Rochais ym. 2013, Oldland ym. 2015). Hybridimallia käsittelevät tutkimukset (n=5) yhdistelivät ominaisuuksia keskitetystä ja hajautetusta mallista (Jiménez Muñoz ym. 2011, Gray ym. 2013, Acheampong ym. 2014, Cousein ym. 2014, Lathrop ym. 2014). Tutkimuksen päälöydökset on esitetty taulukossa 7 (täydentävää tietoa ks. julkaisu I: *Table 3*). Seuraavissa kappaleissa käsitellään eri lääkkeiden jakomallien vaikuttavuutta lääkitysturvallisuuden (5.1.2), terveydenhuollon henkilökunnan työajan käytön (5.1.3) ja kustannusten (5.1.4) näkökulmasta.

Taulukko 7 Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen sisällytettyjen tutkimusten (n=30) päätyökset automaation vaikutuksista lääkiturvallisuuteen, työajan käyttöön ja kustannuksiin. **V** = positiivinen vaikutus, **P** = negatiivinen vaikutus, **K** = ei vaikutusta tai ristiriitainen tulos.

Jakomallin tyyppi	Keskitetty malli (n=6)						Hybridimalli (n=5)						Hajautettu malli (n=19)																			
	2	11	18	20	21	28	1	9	15	17	19	3	4	5	6	7	8	10	12	13	14	16	22	23	24	25	26	27	29	30		
Automaation havaitut vaikutukset /																																
Lähde	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TURVALLISUUS^a																																
Lääkityspoikkeamat vähenivät	V			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Poikkeamien vakavuus väheni																																
Lääkehaittapahtumat vähenivät																																
Kliininen farmasia lisääntyi	V																															
TYÖAIKA^a	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lääkehoitoon käytetty työaika väheni	P	K	K						V					P	V	V	P			P	V	V										
Työn kuormittavuus väheni																																
Tehokkuus lisääntyi																																
KUSTANNUKSET^a	-	X	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Kustannusvaikuttavuus lisääntyi																																
Lääke- ja varastokustannusten hallinta tehostui																																
MUUT^b																																
Varastoinnin turvallisuus lisääntyi	V																															

^a yhteenveto tutkimuksista, joissa ko. muuttujaa X = on tutkittu tai - = ei ole tutkittu, ^b katso tarkemmat tiedot Julkaisuihin: Table 3.

Taulukon lähdeviittaukset: 1 Acheampong ym. 2014, 2 Al Adham ja Abu Hamad 2011, 3 Ardern-Jones ym. 2009, 4 Balka ym. 2007, 5 Barber ym. 2007, 6 Chapuis ym. 2010, 7 Chapuis ym. 2015, 8 Cottney 2014, 9 Couslein ym. 2014, 10 Dib ym. 2006, 11 Dussart ym. 2009, 12 Fanning ym. 2016, 13 Franklin ym. 2007a, 14 Franklin ym. 2008, 15 Gray ym. 2013, 16 Hull ym. 2010, 17 Jiménez Muñoz ym. 2011, 18 Lahtela ym. 2010, 19 Lathrop ym. 2014, 20 Oldland ym. 2015, 21 Rochais ym. 2013, 22 Rochais ym. 2014, 23 Rodriguez-Gonzalez ym. 2012, 24 Rodriguez-Gonzalez ym. 2015, 25 Roman ym. 2016, 26 Romero ja Malone 2005, 27 Skibinski ym. 2007, 28 Temple ja Ludwig, 2010, 29 Tsao ym. 2014, 30 Zaidan ym. 2016.

5.1.2 Lääkitysturvallisuus

Tutkimuksissa oli eniten (n=29/30) tutkittu lääkkeenjaon teknologian vaikutuksia lääkitysturvallisuuteen (Julkaisu I: *Supplementary file, Appendix 1*). Turvallisuutta oli pääasiassa arvioitu lääkityspoikkeamien esiintymisenä ja muutoksina kliinisen farmasian toiminnoissa, kuten farmasian ammattilaisten osallistumisena ja työtehtävinä lääkehoitoprosessissa tutkimusyksiköissä (Dib ym. 2006, Balka ym. 2007, Barber ym. 2007, Franklin ym. 2007a, Franklin ym. 2008, Ardern-Jones ym. 2009, Dussart ym. 2009, Chapuis ym. 2010, Hull ym. 2010, Lahtela ym. 2010, Temple ja Ludwig 2010, Al Adham ja Abu Hamad 2011, Jiménez Muñoz ym. 2011, Rodriguez-Gonzalez ym. 2012, Rochais ym. 2013, Acheampong ym. 2014, Cottney 2014, Cousein ym. 2014, Lathrop ym. 2014, Rochais ym. 2014, Tsao ym. 2014, Chapuis ym. 2015, Oldland ym. 2015, Fanning ym. 2016, Roman ym. 2016, Zaidan ym. 2016).

Suuri osa tutkimuksista (n=27/30) raportoi lääkitysturvallisuuden parantumisesta automaation myötä (Julkaisu I: *Supplementary file, Appendix 1*) (Romero ja Malone 2005, Balka ym. 2007, Franklin ym. 2007a, Franklin ym. 2008, Ardern-Jones ym. 2009, Chapuis ym. 2010, Hull ym. 2010, Rodriguez-Gonzalez ym. 2012, Cottney 2014, Rochais ym. 2014, Tsao ym. 2014, Chapuis ym. 2015, Fanning ym. 2016, Roman ym. 2016, Zaidan ym. 2016). Lääkityspoikkeamien ja lääkehaittatapahtumien vähenemisestä raportoitiin kaikissa malleissa, joskin hajautetun mallin kohdalla muutamassa tutkimuksessa raportoitiin, ettei käytetyllä teknologialla ollut lääkityspoikkeamiin merkitystä (taulukko 7). Yhdessä mallissa raportoitiin lisääntyneistä lääkityspoikkeamien määristä (Dib ym. 2006). Samansuuntaisia tuloksia nousi esille myös päivitetystä kirjallisuushaussa (ks. luku 5.1.6).

Lääkkeiden jaon tarkkuus parantui, kun automaatiota, kuten karusellitekniologiaa tai UD-järjestelmiä (UDS) yhdistettiin sairaala-apteekin älylääkekaappeihin. Tutkimuksissa järjestelmiin yhdistettiin viivakoodiluku ja sähköinen potilastietojärjestelmä, johon oli yhdistetty päätöksentekoa tukevia tietoja potilaasta ja hoito-ohjeistuksia (CPOE/DSS) (Oldland ym. 2010, Temple ja Ludwig 2010, Acheampong ym. 2014).

Vähentyneiden lääkityspoikkeamien määrä ja vakavuus vaihtelivat kaikissa kolmessa mallissa. Osa tutkimuksista osoitti, että kaikki poikkeamatyypit vähenivät hybridimallissa ja hajautetussa mallissa, kun taas toiset tutkimukset osoittivat, että poikkeaman vakavuudella ja tyypillä ei ollut vaikutusta keskitetyssä ja hajautetussa mallissa (Dussart ym. 2009, Rodriguez-Gonzalez ym. 2012, Cousein ym. 2014, Fanning ym. 2016).

Keskitetyssä mallissa, jossa tietojen siirto järjestelmien välillä ei tapahtunut saumattomasti, lääkkeiden manuaalisia valintavirheitä UD-jaossa saattoi

tapahtua, jos väärä valmiste valittiin jakolaitteiston tietokoneen ruudulta (Oldland ym. 2015). Pelkästään lääkekärkyjen käyttöönotto ei yksinään vähentänyt lääkityspoikkeamia (Julkaisu I: *Table 3*) (Temple ja Ludwig 2010, Rochais ym. 2013, Oldland ym. 2015). Hybridimalli ei vähentänyt tiettyjä poikkeamatyyppisiä, kuten määräämispoikkeamia tai puuttuvia lääkkeitä (Cousein ym. 2014). Hajautetussa mallissa tutkimukset (n=6) osoittivat lääkityspoikkeamien virhemahdollisuuden vähenemistä (esim. 18,6 %:sta 13,5 %:iin; 2,0 %:sta 0,7 %:iin), antopoikkeamien vähenemistä (7,0 %:sta 4,3 %:iin; 6,4 %:sta 2,3 %:iin) ja lääkehaittatapahtumien vähenemistä (-27 %) (Dib ym. 2006, Franklin ym. 2007a, Franklin ym. 2008, Chapuis ym. 2010, Rochais ym. 2014, Tsao ym. 2014, Fanning ym. 2016). Yksi tutkimus ei osoittanut merkittävää eroa lääkkeen antopoikkeamissa, mikä saattoi johtua siitä, että järjestelmään ei ollut kytketty sähköistä määräysjärjestelmää (Cottney 2014). Yksi tutkimus jopa osoitti lisääntyntä antopoikkeamien määrää (+33 %), mikä johtui pääosin väärään aikaan tai väärää reittiä pitkin annetuista lääkkeistä (Dib ym. 2006). Automaatio ei vaikuttanut yleisimpiin poikkeamatyyppisiin, kuten väärään antotekniikkaan. Myös jakeluautomaattien ulkopuolisten lääkkeiden valintapoikkeamat pysyivät ennallaan (Chapuis ym. 2010, Rodriguez-Gonzalez ym. 2012, Fanning ym. 2016).

Automaatio muutti lääkealan ammattilaisten tehtäviä sairaaloissa. Farmaseuteilla oli parempi mahdollisuus suorittaa kliinisiä tehtäviä, kuten tarkastaa lääkemääräyksiä ja kontrolloida lääkkeiden käyttöä, sillä logistiset tehtävät vähenivät. Tämän takia lääkityspoikkeamia huomattiin aiempaa enemmän ennen lääkityksen päättymistä potilaalle edesauttaen näin turvallista ja rationaalista lääkkeiden käyttöä (Dib ym. 2006, Barber ym. 2007, Franklin ym. 2007a, Dussart ym. 2009, Chapuis ym. 2010, Al Adham ja Abu Hamad 2011, Zaidan ym. 2016).

Automaatio kehitti myönteisesti lääkehoitoprosessia (n=12) (Dib ym. 2006, Balka ym. 2007, Barber ym. 2007, Skibinski ym. 2007, Hull ym. 2010, Temple ja Ludwig 2010, Cottney 2010, Lahtela ym. 2010, Acheampong ym. 2014, Lathrop ym. 2014, Tsao ym. 2014, Zaidan ym. 2016). Lääkehoitoprosessi ja lääkkeiden jako tehostuivat keskitetyssä mallissa (Lahtela ym. 2010, Temple ja Ludwig 2010). Hajautetussa mallissa tehokkuus ja tarkkuus lisääntyivät, toimintamalleja yhdenmukaistettiin ja lääkehoidon laatu parani (Skibinski ym. 2005, Dib ym. 2006, Balka ym. 2007, Barber ym. 2007, Hull ym. 2010, Cottney 2014, Tsao ym. 2014, Zaidan ym. 2016). Lääkemääräykset (n=2) tarkentuivat malleissa, joissa hyödynnettiin katkeamatonta lääkehoitoprosessia tai sen osaa, kuten sähköistä lääkemääräystä, automaattista lääkejakelua, viivakooditekniikkaa potilaan tunnistuksessa ja lääkityshistorian automaattista kirjautumista sähköiseen potilastietojärjestelmään (eMAR) (Barber ym. 2007, Franklin ym. 2007a). Se myös helpotti riskitekijöiden tunnistamista (n=3) lääkehoitoprosessissa, kuten potilaan tunnistamista, riskilääkkeitä ja väärän tekniikan IV-laimennoksia (Balka

ym. 2007, Rodriguez-Gonzalez ym. 2012, Rodriguez-Gonzalez ym. 2015). Ongelmien tunnistamisen jälkeen oli mahdollista korjata hoitajien menettelytapa ja parantaa lääketietoutta tai implementoida viivakooditekniikkaa potilaan tunnistuksessa ja lääkkeen annossa antovaiheessa (Rodriguez-Gonzalez ym. 2012, Rodriguez-Gonzalez ym. 2015).

5.1.3 Työaika

Lääkkeiden jakojärjestelmien vaikutuksia ajankäyttöön, kuten työaikaan, työntekijöiden työtaakkaan tai muutoksiin prosesseissa, oli tutkittu suuressa osassa tutkimuksia (n=24/30) (Romero ym. 2005, Dib ym. 2006, Balka ym. 2007, Barber ym. 2007, Franklin ym. 2007a, Skibinski ym. 2007, Franklin ym. 2008, Dussart ym. 2009, Hull ym. 2010, Chapuis ym. 2010, Lahtela ym. 2010, Temple ja Ludwig 2010, Al Adham ja Abu Hamad 2011, Rodriguez-Gonzalez ym. 2012, Gray ym. 2013, Rochais ym. 2013, Acheampong ym. 2014, Cottney 2014, Lathrop ym. 2014, Rochais ym. 2014, Tsao ym. 2014, Chapuis ym. 2015, Roman ym. 2016, Zaidan ym. 2016). Tulokset olivat ristiriitaisia työajan käytön suhteen (taulukko 7). Uusien teknologioiden tuonti osaksi toimintaprosesseja aiheutti etenkin alkuvaiheessa muutosvastarintaa. Tästä huolimatta, hoitajat kokivat automaation mukanaan tuoman muutoksen vähentävän työtaakkaa ja parantavan työoloja sekä keskitetyssä että hajautetussa mallissa (Dussart ym. 2009, Chapuis ym. 2010, Rochais ym. 2013, Rochais ym. 2014). Keskitetty lääkkeiden jakojärjestelmä lisäsi sairaala-apteekin teknisen henkilökunnan työmäärää ja tarvetta lisätä teknistä henkilökuntaa (Julkaisu I: *Table 3*) (Dussart ym. 2009, Temple ja Ludwig 2010). Lääkekärryn täyttöprosessi oli nopeampi ennen karusellitekniikan käyttöönottoa sairaala-apteekissa (Temple ja Ludwig 2010). Kuitenkin työaikasäästöjä saatiin tietyissä työtehtävissä, mikä mahdollisti työntekijöiden uudelleenorganisointia muihin tehtäviin.

Hajautettu lääkkeiden jakojärjestelmä lisäsi farmaseuttisen henkilöstön ja hoitajien työn tuottavuutta (Julkaisu I: *Table 3*) (Dib ym. 2006, Chapuis ym. 2015). Farmaseuttisella henkilöstöllä oli enemmän aikaa tehdä yhteistyötä hoitajien kanssa, varmentaa lääkärin tekemiä lääkemääräyksiä, ajantasaistaa lääkitystietoja, osallistua lääkärinkierrolle ja antaa potilaille lääkeneuvontaa. Hoitajilla taas oli enemmän aikaa seurata potilaiden vointia (Franklin ym. 2008, Chapuis ym. 2015, Zaidan ym. 2016). Älylääkekaapit mahdollistivat nopeammat lääkehaittatapahtumaraportit, vähensivät farmaseuttisen henkilöstön lääkkeiden jakoon kuluvaa aikaa ja työaika kului vähemmän mm. N-lääkkeiden ja muiden PKV-lääkkeiden jäljittämiseen (Romero ja Malone 2005, Franklin ym. 2008, Hull ym. 2010, Tsao ym. 2014, Roman ym. 2016, Zaidan ym. 2016). Muutamissa tutkimuksissa (n=5) tarvittiin implementaation myötä lisää henkilökuntaa lääkkeiden jaon suorittamiseen (Julkaisu I: *Supplementary file, Appendix 1*)

(Franklin ym. 2007a, Skibinski ym. 2007, Hull ym. 2010, Tsao ym. 2014, Chapuis ym. 2015). Yleensä apteekin teknistä henkilökuntaa tarvittiin lisää täyttämään laitteita ja hallinnoimaan varastoja (Franklin ym. 2007a, Skibinski ym. 2007, Hull ym. 2010, Tsao ym. 2014, Chapuis ym. 2015). Tulokset olivat kuitenkin ristiriitaisia, sillä joissain tutkimuksissa raportoitiin, että lääkkeisiin liittyviin työtehtäviin käytettävä aika lisääntyi (n=3) ja toisissa taas väheni (n=3) (Barber ym. 2007, Franklin ym. 2007a, Cottney 2014, Chapuis ym. 2015, Roman ym. 2016, Zaidan ym. 2016).

Hybridimalli säästi aikaa verrattuna hajautettuun malliin, jossa tekninen henkilökunta joutui käyttämään enemmän aikaa varastonhallintaan (Franklin ym. 2007a, Hull ym. 2010, Gray ym. 2013, Chapuis ym. 2015). Hybridimallissa automaatio vähensi farmaseuttisen henkilöstön vastuuta lääkkeen jaosta ja vapautti teknikkojen aikaa varastonhallinnasta muihin työtehtäviin (Julkaisu I: *Table 3*) (Acheampong ym. 2014, Lathrop ym. 2014).

5.1.4 Kustannukset

Kaiken kaikkiaan 7/30 tutkimusta käsitteli lääkkeiden jakomalleihin liittyviä kustannuksia ja mahdollisia taloudellisia säästöjä (Julkaisu I: *Table 3 & 4*) (Dib ym. 2006, Dussart ym. 2009, Lahtela ym. 2010, Temple ja Ludwig 2010, Gray ym. 2013, Tsao ym. 2014, Chapuis ym. 2015). Keskitetyssä jakomallissa kustannusten kontrollointi parani tuoden säästöjä tai kustannukset pysyivät vähintään samalla tasolla kuin ennen implementaatiota (taulukko 7) (Dussart ym. 2009, Lahtela ym. 2010). Amerikkalaistutkimuksessa karusellit vähensivät varastokustannuksia ja nopeuttivat varastonkiertoa (Temple ja Ludwig 2010). Hajautetussa mallissa, kustannuksia oli helpompi kontrolloida (n=1) tai ne jopa vähenivät (n=2) älylääkekaappien myötä (Dib ym. 2006, Tsao ym. 2014, Chapuis ym. 2015). Esimerkiksi varastokustannusten säästöt Ranskassa kolmella teho-osastolla olivat yhteensä 44 298 €/vuosi ja Saudi-Arabissa kuudella teho-, hemodialyysi- ja vuodeosastolla olivat 9 932 USD/kk). Ranskalaisessa tutkimuksessa osoitettiin, että älylääkekaappien käyttöönotto oli taloudellisesti kannattavaa etenkin tehohoidon yksiköissä, lääkekustannusten ja hoitajien työajan vähennyttä (Chapuis ym. 2015). Hybridimalli oli paras henkilöstöresurssien ja työntekijöiden taitovalikoiman näkökulmasta ja toi laskennallisia kustannussäästöjä verrattuna hajautettuun malliin (Gray ym. 2013).

5.1.5 Automaation muut vaikutukset

Automaation avulla hyötyjä saavutettiin lääkkeiden säilytyksessä (n=9), pienentyneissä varastoissa, tehostuneessa varastonhallinnassa ja varastointiin liittyvissä vähentyneissä poikkeamamäärässä (Arden-Jones ym. 2009, Chapuis

ym. 2010, Lahtela ym. 2010, Temple ja Ludwig 2010, Al Adham ja Abu Hamad 2011, Gray ym. 2013, Acheampong ym. 2014, Tsao ym. 2014, Chapuis ym. 2015). Teknologia paransi turvallisuutta järjestelmän herätteillä, edisti lääkkeiden turvallista ja kontrolloitua varastointia sekä vapautti terveydenhuollon ammattihenkilöiden aikaa hoitotyöhön (Julkaisu I: *Table 4*) (Jiménez Muñoz ym. 2011, Acheampong ym. 2014). Lääkejätteen ja vanhentuneiden lääkkeiden määrä vähentyi, kun käyttämättömät lääkkeet palautuivat apteekkiin tehokkaammin (Al Adham ja Abu Hamad 2011, Lathrop ym. 2014, Chapuis ym. 2015). Inventaari helpottui ja turvallisuus lääkkeen varastoinnissa lisääntyi automaation myötä (Franklin ym. 2008, Ardern-Jones ym. 2009, Temple ja Ludwig 2010, Al Adham ja Abu Hamad 2011, Rochais ym. 2013, Cousein ym. 2014). Älylääkekaappien käyttö ja elektroninen seuranta tehosti N-lääkkeiden hallintaa, varastointivirheet vähenivät, lääkkeiden manuaalinen laskeminen vähentyi ja turvatoimet paranivat (Rochais ym. 2014, Zaidan ym. 2016).

Tekniikka toi mukanaan myös haasteita lääkkeiden jakoon (n=13) (Balka ym. 2007, Barber ym. 2007, Ardern-Jones ym. 2009, Dussart ym. 2009, Chapuis ym. 2010, Al Adham ja Abu Hamad 2011, Rochais ym. 2013, Acheampong ym. 2014, Rochais ym. 2014, Tsao ym. 2014, Oldland ym. 2015, Rodriguez-Gonzalez ym. 2015, Zaidan ym. 2016). Tekniset ongelmat liittyivät tyypillisesti hajautetun mallin käyttöönottovaiheeseen (Franklin ym. 2007a, Tsao ym. 2014). Kaikissa kolmessa jakomallissa suositeltiin muiden teknisten ratkaisujen (esim. viivakooditunnistus ja -kirjaaminen lääkkeen annossa, BCMA, eMAR) yhdistämistä automaattiseen lääkkeiden jakojärjestelmään turvallisuuden lisäämiseksi lääkkeiden jaossa (Acheampong ym. 2014, Oldland ym. 2015, Rodriguez-Gonzalez ym. 2015).

Edellisen kappaleen löydösten lisäksi uuden lääkkeiden jakojärjestelmän käyttöönotossa on suositeltavaa kiinnittää huomiota asianmukaiseen riskienhallinnan arviointiin sekä henkilökunnan kouluttamiseen ja informointiin uudesta teknologiasta ja muutoksista lääkehoitoprosessissa (Lahtela ym. 2010, Jiménez Muñoz ym. 2011, Lathrop ym. 2014, Oldland ym. 2015). Myös hoitajien tietoa lääkkeiden oikeasta käytöstä ja lääkitysturvallisuudesta täytyy lisätä (Lahtela ym. 2010, Rodriguez-Gonzalez ym. 2012, Oldland ym. 2015). Erilaiset järjestelmät voivat joko helpottaa tai hankaloittaa kommunikointia terveydenhuollon ammattilaisten välillä. Tämän takia potilasturvallisuuden parantamiseksi on tiedonvaihtoa tehostettava ammattilaisten välillä uuden järjestelmän käyttöönoton yhteydessä (Dussart ym. 2009, Lathrop ym. 2014, Chapuis ym. 2015). Tutkimusten (n=30) tärkeimmät johtopäätökset ja suositukset koottiin taulukkoon (Julkaisu I *Table 4*).

5.1.6 Päivitetty järjestelmällinen kirjallisuushaku (01/2016–08/2025)

Järjestelmällisen kirjallisuushaun päivityksessä ajalta tammikuu 2016 – elokuu 2025 löytyi 785 artikkelia, joista 35 täytti sisäänottokriteerit (kuva 13). Artikkeleiden päälöydökset on esitetty tarkemmin liitteessä 3. Sisäänottokriteerit täyttävistä artikkeleista 17 (49 %, n=35) oli julkaistu tammikuun 2023 ja elokuun 2025 välisenä aikana, mikä osoittaa aihealueeseen liittyvien julkaisujen suhteellisen määrän kasvaneen viime vuosina. CINAHL- ja Scopus-tietokannoista suoritettiin täydentäviä lisähakuja, joissa haettiin ainoastaan järjestelmällisiä kirjallisuuskatsauksia. Lisäartikkeleita ei kuitenkaan löytynyt. Sisäänottokriteerit täyttävissä artikkeleissa oli mukana 6 järjestelmällistä kirjallisuuskatsausta ja yksi kartoittava katsaus (*scoping review*), joista tehtiin tarkempi analyysi (taulukko 8). Mukaan analyysiin ei otettu osatyön I systemaattista kirjallisuuskatsausta. Kirjallisuuskatsaukset oli julkaistu vuosien 2020–2025 aikana, ja ne käsittelivät sairaala-apteekkiin keskitettyä unit dose -lääkkeenjakoja (n=2, Hänninen ym. 2023, Gallina ym. 2025) sekä osastoille hajautettuja älylääkekaappeja (n=4, Carvalho ym. 2020, Zheng ym. 2021, Borrelli ym. 2024, Jung ym. 2025). Hybridimallisia ratkaisuja ei ollut mukana tutkimusartikkeleissa. Yksi tutkimus kartoitti yleisesti automaation vaikutuksia lääkkeiden jakoon kattaen osastoille hajautetut älylääkekaapit ja sairaala-apteekkiin keskitetyt varastorobotit ja jakolaitteistot (Batson ym. 2021). Artikkelien päälöydökset turvallisuuteen, käytettyyn työaikaan ja kustannuksiin on koostettu taulukoihin 8 ja 9.

Taulukko 8 Päivitettyssä kirjallisuushaussa tammikuu 2016 – elokuu 2025 löydettyjen järjestelmällisiin kirjallisuushakuihin perustuvien katsausartikkelien (n=7) päälöydökset (n=6 systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja n=1 kartoittava katsaus).

Lähde

Malli: K/H/M
Artikkelien
määrä ja
julkaisuvuodet

Sisäänottokriteerit ja menetelmä

Päälöydökset

Lähde	Sisäänottokriteerit ja menetelmä	Päälöydökset
Gallina ym. 2025	Sairaalapotilaita käsittelevät tutkimukset, jotka arvioivat automaattisen UD-jaon vaikutuksia	1) UD-jako parantaa lääkitysturvallisuutta vähentämällä lääkityspoikkeamia 45–70 %, merkitsevä muutos. Vahinkoa aiheuttavat lääkityspoikkeamat vähenivät 3,0 %:sta 0,3%:iin.
K	lääkityspoikkeamiin, lääkahoitoon ja lääkkeiden varastonhallintaan.	2) Lääkkeiden käsittelyyn ja jakoon kuluva aika väheni 50 %.
4	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	3) UD yhdistettynä viivakoodilukuun paransi kustannusvaikuttavuutta (17,69 €/MAE, 30,23 €/vahinkoa aiheuttavat MAE; säästöjä 800 000€ vuodessa)
2019–2024		

Lähde

Malli: K/H/M
Artikkelien
määrä ja
julkaisuvedet

Sisäänottokriteerit ja menetelmä**Päälöydökset**

Jung ym. 2025	ADC:n hyötyihin ja rajoituksiin keskittyvät tutkimukset.	1) Lääkityspoikkeamat vähenivät. Ohitus-toiminnon käyttö vaarantaa potilasturvallisuutta. 2) Aika lääkkeen antamiseen väheni. Hoitajilla ja farmaseuteilla oli enemmän aikaa klinisiin tehtäviin. 3) Säästöjä saavutettiin: varaston arvo ja vanhenevien lääkkeiden määrä väheni. Henkilöstökustannukset vähenivät. 4) ADC:t paransivat PKV-lääkkeiden valvontaa, mutta eivät yksinään riitä estämään väärinkäyttöä.
H 54 1994–2023	Kartoittava katsaus	
Borrelli ym. 2024	Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa erilaisissa kirurgisissa yksiköissä (leikkaussalit, perioperatiiviset ja päiväkirurgiset yksiköt) ADC:n käytöstä raportoivat tutkimukset. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	1) Lääkityspoikkeamat vähentyivät (n=2) 23–100 % ADC:n käyttöönoton myötä. 2) Työtunnit vähenivät. 3) Positiivinen vaikutus käyttäjäkokemuksiin, 81–100 % terveydenhuollon ammattilaisista oli tyytyväisiä ADC:n käyttöön. 4) Varastonhallinta parani. Tutkimuksissa (n=6) PKV-lääkkeisiin liittyvät epäselvyydet vähenivät 16–63 %.
H 9 1995–2022		
Hänninen ym. 2023	Sairaaloiden automaattista potilaskohtaista UD-jakoa käsittelevät artikkelit, jotka tutkivat järjestelmän toiminnallisuutta (lääkitysturvallisuus, kustannustehokkuus ja varastonhallinta). Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	1) UD lisäsi potilasturvallisuutta vähentämällä lääkityspoikkeamia. Automaattisesti tehty jako on erittäin tarkka. 2) UD on kallis investointi ja implementointi monimutkaista ja aikaa vievää. Potilaskohtainen UD-jako on kustannustehokkain ja ADC:in yhdistetty UD-jakomalli kallein, johtuen suuremmista investointi- ja käyttökustannuksista. 3) Yksikään tutkimus ei ensisijaisesti tarkastellut läikehoitoprosessin tehokkuutta, kustannuksia tai varastonhallintaa.
K 8 2009–2019		
Batson ym. 2021	Kaikki sairaaloiden apteekeissa ja osastoilla automaattisia jakojärjestelmiä tutkivat artikkelit sisällytettiin mukaan. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	1) Automaattiset järjestelmät sairaala-apteekissa ja osastoilla vähensivät lääkitysvirheitä, lääkkeen antoon käytettyä aikaa ja kustannuksia. 2) Kustannussäästöjä saavutettiin, etenkin työaikasäästöissä, nopeampana lääkkeenjakena ja täydennyksinä, mutta myös varaston ja hävikin vähentämisenä. 3) Automaattisten järjestelmien optimointi on tärkeä hoidollisten ja taloudellisten hyötyjen saavuttamiseksi. Automaatio parantaa läikehoitoprosessin luotettavuutta ja tehokkuutta.
M 48 2009–2018		

Lähde

Malli: K/H/M
 Artikkelien
 määrä ja
 julkaisuvuodet

Sisäänottokriteerit ja menetelmä**Päälöydökset**

Zheng ym. 2021 H 16 200–2019	Englanninkieliset kvalitatiiviset, kvantitatiiviset ja näitä yhdistelevät empiiriset tutkimukset, jotka käsittelivät ADC:n, BCMA:n ja/tai suljetun EMMS:n vaikutuksia PKV-lääkkeisiin sairaaloissa. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	1) ADC:n myötä täyttö- ja dokumentointipikkeamat vähenivät, mutta uusia poikkeamatyyppejä ilmaantui (ohituspoikkeamat). BCMA:n käyttöönoton myötä lääkityspoikkeamat vähenivät, mutta väärät etiketit ja huonosti luettavat viivakoodit johtivat sekaannuksiin ja antopoikkeamiin. 2) ADC:t vähensivät manuaalisia työtehtäviä (PKV-lääkkeiden laskenta työvuoron päättyessä, haku ja dokumentointi) ja lääkehoitoon liittyviin tehtäviin käytettyä aikaa.
Carvalho ym. 2020 H 15 2003–2015	Sairaalapotilaiden lääkityspoikkeamat ADC:n ja manuaaliseen jakomalliin välillä. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	1) Eroja tehokkuudessa ADC:n ja manuaalisen UD jaon välillä ei löydetty [OR 1.03 95 %CI (0,12–8,99)]. ADC:t voivat potentiaalisesti vähentää poikkeamia 88 %, pahimmassa tapauksessa lisäävät niitä dramaattisesti. ADC:n myötä syntyi uusia poikkeamatyyppejä, kuten täyttö- ja ohituspoikkeamat, joilla oli yhteys käyttäjän toimintaan. 2) Kustannussäästöjä syntyi kokonaistyömäärään liittyen. ADC:t sitoivat lääketeknikoita, mutta vapauttivat hoitajia muihin työtehtäviin.

K = keskitetty malli, H = hajautettu malli, M = molemmat mallit huomioitu; UD = yksikköpakattu lääke, unit dose; MAE = Lääkkeen antopoikkeama; ADC = älylääkekaappi, PKV = pääasiassa keskushermostoon vaikuttava lääke; BCMA = viivakooditunnistus lääkkeen annossa potilaalle; EMMS = Sähköinen lääkehoidon tiedonhallintajärjestelmä; OR = ristitulosuhde, odds ratio, CI = luottamusväli, confidence interval.

Taulukko 9 Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen sisällytetyissä vuosien 2019–8/2025 kirjallisuuskatsauksissa havaitut automaation vaikutukset lääkitysturvallisuuteen, työajan käyttöön ja kustannuksiin. **V** =positiivinen vaikutus, **P** =negatiivinen vaikutus, **K**=ei vaikutusta tai tulokset ristiriitaisia, NA = ei raportoitu.

Jakomallin tyyppi	Keski- tetty malli (n=2)		Hajautettu malli (n=4)				Molem- mat mallit (n=1)
	Gallina ym. 2025	Hänninen ym. 2023	Jung ym. 2025	Borrelli ym. 2024	Zheng ym. 2021	Carvalho ym. 2020	Batson ym. 2021
Lähde/ Automaation havaitut vaikutukset							
Turvallisuus							
Lääkityspoikkeamat vähenivät	V	V	V P	V	V P	V P	V
Poikkeamien vakavuus väheni	NA	NA	V	NA	V P	NA	NA
Lääkehaittatapahtumat vähenivät	V	V	NA	NA	NA	NA	NA
Työaika							
Lääkkeiden jakoon käytetty työaika väheni	V	NA	V	V	NA	V	V
Työn kuormittavuus väheni	NA	NA	NA	V	NA	V	V
Tehokkuus lisääntyi	V	NA	V	V	V	V	V
Kustannukset							
Kustannusvaikuttavuus lisääntyi	V	K	V	NA	NA	V	V
Lääke- ja varastokustannusten hallinta tehostui	V	NA	V	V	NA	V	V
Muut							
Varastoinnin turvallisuus lisääntyi	V	NA	V	V	V	NA	V

UD-lääkkeenjakaan keskittyvät Hännisen ym. (2023) ja Gallinan ym. (2025) systemaattiset kirjallisuuskatsaukset koostuivat eri aikoina julkaistuista artikkeleista ajanjaksoilta 2009–2019 (n=8) ja 2021–2024 (n=4). UD-jakomallin tärkeimpänä hyötynä oli potilasturvallisuuden paraneminen. Lääkityspoikkeamat vähenivät merkittävästi, tutkimusten mukaan 45–70 %, kliinisissä poikkeamissa jopa 94 % (Hänninen ym. 2023, Gallina ym. 2025). Yhdessä tutkimuksessa 570-paikkaisessa sairaalassa pystyttiin vuositasolla välttämään yhteensä 102 210 poikkeamaa ja 59 830 haitallista poikkeamaa UD-jaolla (Jessurun ym. 2022). Systemaattisissa kirjallisuuskatsauksissa todettiin poikkeamien välttämisen tuovan säästöjä organisaatiossa (Hänninen ym. 2023, Gallina ym. 2025). Vältetyn poikkeaman hinnaksi oli laskettu 17,69 € ja vakavan vältetyn poikkeaman hinnaksi 30,23 € (Gallina ym. 2025). Eräissä tutkimuksissa vältetyn poikkeaman kustannukset vaihtelivat 2,01–19,38 € välillä, käytössä olevan järjestelmän

mukaan (Risør ym. 2017). Vaikka systemaattisissa kirjallisuuskatsauksissa todettiin UD-laitteistojen korkeat investointikustannukset, vältetyt poikkeamat huomioiden kustannukset koettiin kohtuullisina (Hänninen ym. 2023, Gallina ym. 2025).

Keskitetyn lääkkeenjaon tutkimuksissa tarkasteltiin myös työaikaan liittyviä muutoksia ja kuluja (Gallina ym. 2025) (taulukot 8 ja 9). Etenkin käyttöönottovaiheen todettiin olevan monimutkainen ja henkilöstön koulutustarpeen suuri (Hänninen ym. 2023, Gallina ym. 2025). Järjestelmän käyttöönoton myötä lääkkeenjako ja käsittelyyn käytetty työaika kuitenkin väheni noin 50 % (Gallina ym. 2025). Yhdessä tutkimuksessa lääkkeenjako käytetty aika väheni potilaskohtaisesti $4,52 \pm 0,35$ minuutista $1,67 \pm 0,15$ minuuttiin/päivä/potilas (Herrmann ym. 2024). Tämä tarkoittaisi potilaskohtaisesta jaosta päivittäin työajan säästöä 2,85 minuuttia/potilas vastaten 63 % vähennystä lääkkeenjako käytetystä ajasta.

Neljä kirjallisuuskatsausta keskittyi älylääkekaappien toiminnan arviointiin sairaalassa (Carvalho ym. 2020, Zheng ym. 2021, Borrelli ym. 2024, Jung 2025) (Taulukot 8 ja 9). Jung ym. (2021) artikkeli oli tutkimustyybiltään kartoittava kirjallisuuskatsaus ja muut olivat systemaattisia kirjallisuuskatsauksia. Carvalho ym. (2020) ja Jung ym. (2025) syventyivät yleisesti älylääkekaappien hyötyihin ja haasteisiin sairaaloissa. Borrelli ym. (2024) keskittyivät tutkimuksessaan kirurgisiin yksiköihin ja Zheng ym. (2021) raportoivat älylääkekaappien vaikutuksista pääasiallisesti keskushermostoon vaikuttavien (PKV), lisäseurantaa vaativien lääkkeiden käsittelyyn. Tutkimuksiin sisällytetyt artikkelit oli julkaistu vuosien 1992 ja 2022 välillä. Julkaisujen ajallisesti laaja vaihteluväli heijastuu käytettävissä olevien teknologioiden hyödyntämiseen tutkimussairaloissa, mikä tekee tutkimusten vertailtavuudesta hankalaa.

Hajautetussa mallissa lääkityspoikkeamien todettiin kaikissa tutkimuksessa vähenevän (Carvalho ym. 2020, Zheng ym. 2021, Borrelli ym. 2024, Jung 2025) (taulukot 8 ja 9). Carvalhon ym. (2020) meta-analyysissä muutoksen ei kuitenkaan todettu olevan tilastollisesti merkitseviä. Osaltaan tätä selittää se, että älylääkekaapit toivat mukanaan uusia poikkeamatyyppejä, joiden lisääntynyt määrä nosti poikkeamien kokonaismäärää (Carvalho ym. 2020, Zheng ym. 2021, Jung 2025). Kaapin täyttöön liittyvät poikkeamat nousivat esille poikkeamaraporteissa, samoin lääkkeen otto kaapista ohitustoimintaa käyttäen. Artikkelissa todettiin, että ohitustoiminnon käyttö kiiretilanteessa voi johtaa väärän lääkkeen valintaan ja edelleen vakavaan poikkeamaan (Carvalho ym. 2020).

Työaikasäästöjä saavutettiin lääkkeen jakoon, valmisteluun ja antoon sekä varaston hallintaan liittyen (Carvalho ym. 2020, Zheng ym. 2021, Borrelli ym. 2024, Jung. 2025) (taulukot 8 ja 9). Varastohallinnan hyötyjä raportoitiin etenkin PKV-lääkkeisiin liittyen (Zheng ym. 2021, Borrelli ym. 2024, Jung ym. 2025). Aikaa kului vähemmän PKV-lääkkeiden inventaareihin ja poikkeamien

korjaamiseen, samalla kun lääkkeiden jäljitettävyys ja dokumentointi tehostuivat (Zheng ym. 2021). Portellin ym. (2019) tutkimuksessa PKV-lääkkeiden kirjaamiskäytäntöihin kuluva työaika väheni hoitajilla 36 tunnista 2 tuntiin kuukaudessa ja apteekin henkilökunnalla 9 tunnista 1 tuntiin kuukaudessa. Hoitajien työaikaa raportoitiin säästyvän lääkkeiden jakamiseen ja valmisteluun liittyvissä tehtävissä 32 minuuttia 8 tunnin työpäivän aikana (Metsämuuronen ym. 2020). Chapuis ym. (2015) tutkimuksessa saatiin yhteensä 14,7 tunnin päivittäiset työaikasäästöt kolmessa tehohoidon yksikössä. Aikasäästöjä syntyi lääkkeiden tilaamisesta, keräilystä, valmistelusta ja vanhenevien tuotteiden poistosta. Kustannussäästöjä raportoitiin käytetyn työajan lisäksi myös varaston hallinnassa (Jung ym. 2025). Varastoitujen tuotteiden määrää ja kustannuksia saatiin älylääkekaappien avulla vähennettyä, varaston kiertoa tehostettua ja vanhentuvia tuotteita vähennettyä (McCarthy ym. 2016, Wai ym. 2022, Almalki ym. 2023). Almalkin ym. (2023) tutkimuksessa varastoitujen tuotteiden määrää ja vanhentuvia tuotteita saatiin vähennettyä jopa yli 70 %.

Batsonin ym. (2021) systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa todettiin sekä sairaala-apteekin että osastojen automaatiojärjestelmien vähentävän lääkityspoikkeamia manuaalisen malliin verrattuna (taulukko 9). Muina hyötyinä nähtiin kustannussäästöt lääkevarastoihin liittyen, hävikin vähentyminen ja työaikasäästöt. Kustannusvaikuttavuusanalysejä ei ollut suoritettu. Kuitenkin automaatiojärjestelmien hyödyt paranivat, mikäli ne olivat yhteydessä muihin lääkehoitoprosessin sähköisiin järjestelmiin, kuten sähköiseen lääkemääräykseen ja antokirja

5.2 Lääkkeiden keskitettyyn jakomalliin siirtyminen sairaalan sisätautiosastolla (II)

Lääkkeiden keskitetyn jakomallin pilottiin osallistui yhteensä 29 potilasta, joita hoidettiin Pohjois-Kymen Sairaalan sisätautiosastolla 12 arkipäivää kestäneen keskitetyn lääkkeenjaon pilottijakson aikana. Lääkityslistoja seurattiin 13 arkipäivää ennen pilottia (n=100 hoitajaksoa, keskimäärin 12,4 lääkettä/potilas) ja 12 arkipäivää pilotin aikana (n=29 hoitajaksoa, keskimäärin 14,2 lääkettä/potilas).

5.2.1 Lääkityslistoissa havaitut kirjaamispoikkeamat

Lääkityslistoissa ennen pilottia ja sen aikana havaitut kirjaamispoikkeamat ovat kuvattuina taulukossa 10. Keskitetyn lääkkeiden jaon myötä lääkityslistojen kirjaamispoikkeamien määrä laski 1,1 prosenttiyksikköä (9,1 % → 8,0 %) suhteutettuna tutkimusjakson lääkityslistojen lääkkeiden määrään.

Osastofarmaseutti korjasi ennen pilottia 42 % (n=47/112) lääkityslistojen poikkeamista ja pilotin aikana 58 % (n=19/33) poikkeamista. Kaikkia lääkityslistojen poikkeamia farmaseutti ei voinut korjata itsenäisesti, sillä tietyissä tapauksissa vaadittiin hoitajan tai lääkärin toimia. Tarvittaessa annettavien lääkkeiden vuorokauden maksimiannokset merkittiin lääkityslistalle näkyviin lähes yhtä usein ennen pilottia (24 %, n=70/295) kuin pilotin aikana (26 %, n=29/100). Osa tarvittaessa annettavien lääkkeiden puuttuvista maksimiannoksista liittyi astman avaaviin valmisteisiin, nitrosuihkeisiin ja morfiinivalmisteisiin (n=19/70 ennen pilottia ja n=17/26 pilotin aikana). Muiden tarvittaessa otettavien lääkkeiden kohdalta maksimiannos puuttui ennen pilottia 73 %:sta (n=51/70) lääkityslistan T-valmisteista, joista lähes kolmannes (n=15/51) oli PKV-lääkkeitä (diatsepaami n=5, oksatsepaami n=2, tsolpideemi n=2, parasetamoli/kodeiini n=2, oksikodoni n=2, tsopikloni n=1 ja loratsepaami n=1). Pilotin aikana maksimiannos puuttui muiden tarvittaessa annettavien lääkkeiden osalta 35 %:sta (n=9/26) lääkityslistan T-valmisteista (moklobemidi n=4, parasetamoli n=3, klonidiini n=1 ja oksikodoni n=1). Oksikodoni oli näistä ainoa PKV-valmiste (n=1/26). PKV-valmisteissa esiintyvät puutteelliset merkinnät vähenivät pilotin aikana 21 %:sta (n=15/70) 4 %:iin (n=1/26) T-lääkkeistä.

Taulukko 10 Lääkityslistojen lääkemäärät ja lääkityslistojen kirjaamispoikkeamat ennen pilottia ja keskitetyn lääkkeidenjaon pilotin aikana.

Seurattu muuttuja	Ennen pilottia (100 hoitojaksoa)	Pilotin aikana (29 hoitojaksoa)
Lääkityslistojen lääkkeet tutkimusjakson aikana, n	1237	413
Lääkityslistojen määrä, joissa poikkeamia, n (% hoitojaksoista)	44 (44 %)	9 (31 %)
Poikkeamien kokonaismäärä, n (% lääkkeistä)	112 (9 %)	33 (8 %)
joista farmaseutti korjasi itsenäisesti, n (% poikkeamista)	47 (42 %)	19 (58 %)
joista jäi hoitajan tai lääkärin korjattavaksi, n (% lääkkeistä)	65 (5 %)	14 (3 %)
T-lääkkeiden määrä, n (% lääkityslistojen lääkkeistä)	295 (24 %)	100 (24 %)
T-lääkkeen maksimiannos puuttuu, n (% T-lääkkeistä)	70 (24 %)	26 (26 %)
T-lääkkeen maksimiannoksen pitäisi näkyä ^b , n (% T-lääkkeistä)	51 (17 %)	9 (9 %)
T-lääkkeen (PKV) maksimiannos puuttuu, n (% T-lääkkeistä)	15 (5 %)	1 (1 %)

T-lääke = tarvittaessa annettava lääke; ^b vuorokauden maksimiannoksen pitäisi näkyä lääkityslistalla = muu kuin astman avaava valmiste, nitrosuihke tai morfiinivalmiste tietyissä kiputiloissa.

5.2.2 Hoitajien kokemukset lääkkeiden keskitetystä jakomallista

Valtaosa kaikista pilottiin osallistuneista hoitajista suhtautui lääkkeiden keskitettyyn jakomalliin myönteisesti (83 %, n=10/12). Yhtä moni hoitajista (83 %, n=10) koki, että keskitetty lääkkeenjako malli paransi potilas- ja lääkitysturvallisuutta (taulukko 11). Lääkkeiden sekaantumisriski pieneni, kun potilaiden ja lääkkeiden tiedot olivat näkyvissä lääkepakkauksissa. Lääkehoitoprosessi muuttui yksinkertaisemmaksi keskitetyn lääkkeiden jakomallin myötä, jolloin hoitajat pystyivät suorittamaan lääkkeiden annon yhdellä kerralla (insuliinit, huumausaineiksi luokiteltavat lääkkeet, tarvittaessa annettavat lääkkeet ym.), eikä useita käyntejä potilaan luo tarvinnut tehdä. Hoitajat viettivät pidemmän ajan potilaan vieressä ja tietokoneen kautta potilastiedot olivat nähtävissä koko ajan. Osa hoitajista (33 %, n=4) koki tämän mahdollistavan paremmin hoitoon liittyvän informaation annon potilaalle ja paremman vuorovaikutuksen. Hoitajien mukaan potilaatkin huomasivat (25 %, n=3) vuorovaikutuksen lisääntymisen. Myös lääkemääräykset saatiin tietokoneelle nopeasti kierron jälkeen ja viivästyksiltä välttyttiin.

Keskitetyn lääkkeiden jakomallin suurimpana haittana hoitajat kokivat lääkekärryn koon. Se koettiin isoksi ja kömpelöksi käyttää nykyisissä potilashuoneissa (83 %, n=10). Hoitajat tiesivät, että mallia testattiin uutta sairaalaa varten, joten kritiikki kohdistui osittain myös tilojen ahtauteen. Osastolla toimittiin rinnakkain sekä kärryn kanssa että vanhan osastolla käytössä olevan lääkkeiden jakomallin mukaan, mikä hankaloitti joitain lääkehoitoprosessin työvaiheita. Kyselyn tulokset on koottu yksityiskohtaisemmin taulukkoon 11.

Taulukko 11 Yhteenvedo kyselyn tuloksista pilottiin osallistuneille hoitajille (n=12) lääkkeiden keskitetyn jakomallin koetusta hyödyistä ja haitoista. Suluissa vastanneiden hoitajien määrä ja prosenttiosuus kaikista kyselyyn osallistuneista hoitajista.

HYÖDYT	HAITAT
Lääkitysturvallisuus Lääkitys- ja potilasturvallisuus lisääntyy (n=10, 83 %) Potilaiden ja lääkkeiden nimetiedot ovat näkyvissä, jolloin sekaantumisriski pienenee ja lääkitysturvallisuus lisääntyy (n=7, 58 %) Tietokone mahdollistaa lääkityksen välittömän tarkastuksen, seurannan ja kirjaamisen (n=4, 33 %) Lääkehoidon laatu paranee (n=4, 33 %) Kärryn automaattinen lukkiutuminen estää väärinkäytöt (n=4, 33 %)	Lääkitysturvallisuus Huoli, miten lääkitysmuutokset toteutetaan viikonloppuna ja yöaikaan (farmaseutin tarve 24 h) (n=5, 42 %)

HYÖDYT	HAITAT
<p>Ajankäyttö Vähentää hoitajan työaika lääkkeiden käsittelystä muuhun potilastyöhön (n=8, 67 %) Lääkkeenantokierros onnistuu yhdellä kerralla. Hoitajan ei tarvitse hakea mm. insuliineja tai IV-valmisteita erikseen ja N-lääkkeen antaminen ja kirjaus onnistuu heti potilaan vierellä (n=6, 50 %) Puuttuvien lääkkeiden ja tarvikkeiden hakemiseen kuluu vähemmän aikaa (n=5, 42 %) Tarvittaessa annettavien lääkkeiden antaminen ja kirjaus onnistuvat lääkekierroksen yhteydessä, kun kaikki lääkkeet löytyvät kerralla lääkekärrystä (n=5, 42 %) Lääkkeiden jakoon kuluu vähemmän aikaa (n=4, 33 %) Potilastietojen tarkistaminen, arvojen mittaaminen ja kirjaaminen sekä potilasinformaatio onnistuvat lääkekierrolla lääkekärryssä olevien tarvikkeiden ja tietokoneen ansiosta (n=4, 33 %) Lääkemääräykset siirretään nopeammin koneelle lääkärin kierron jälkeen (n=2, 17 %)</p>	<p>Ajankäyttö Lääkkeiden tarkistaminen on hitaampaa (n=8, 67 %) Lääkemuutosten tekeminen annosjakelu-pusseihin vie enemmän aikaa (n=4, 33 %) Kärryn käytön opettelu alkuvaiheessa vie työaika (n=3, 25 %) Osaston omat käytännöt, jossa esim. insuliinit ja IV-lääkkeet kirjataan seinäliistoille sekä pilotin potilaille että osaston muille potilaille, vaikka pilottipotilaiden lääkitystietojen kirjaaminen ei mallin myötä ole enää tarpeen (n=3, 25 %) Enemmän aikaa kuluu potilashuoneissa, kun lääkkeenantokierros kestää lääkekärryn kanssa kauemmin (n=2, 17 %) Kärryn valmistelu viikonloppuna hidastaa lääkkeiden jakoa (n=2, 17 %)</p>
<p>Lääkekärry Kärrystä löytyy kaikki tarpeellinen (n=7, 58 %) Mekaaninen toiminta on hyvä, kärry on nykyaikainen ja lääkkeille on riittävästi tilaa (n=6, 50 %) Lukitus hyvä (n=2, 17 %)</p>	<p>Lääkekärry Liian iso (n=10, 83 %) Hankala liikutella ahtaassa potilashuoneessa (n=8, 67 %) Nykyiset tilat koetaan vanhanaikaisina ja pieninä (n=4, 33 %) Kärry lukittuu liian nopeasti (n=4, 33 %)</p>
<p>Hygienia Parempi hygienia: PO-lääkkeet hygieenisissä annospusseissa, henkilökohtaiset insuliinit, käsidesi aina mukana (n=8, 67 %) Neulajäteastia lääkekärryssä mukana, jolloin pistotapaturmien riski vähenee, kun neuloja ei tarvitse viedä lääkehuoneeseen tai neulajäteastia potilashuoneeseen (n=2, 17 %) Hyvä jätahuolto (n=2, 17 %)</p>	<p>Hygienia Annospussit/läpipainopakkaukset hankala käsitellä, lääkkeet tyhjennettiin lääkekuppiin (n=7, 58 %)</p>
<p>Potilaisiin liittyvät huomiot Potilaiden positiivinen palaute, kiinnostus lääkekärryä ja annosjakelupusseja kohtaan (n=4, 42 %) Mielikuva turvallisuudesta ja hyvästä hoidosta (n=3, 25 %) Hoitajan pidempi läsnäolo, vuorovaikutus mm. laboratoriotuloksista ja hoidosta paikan päällä (n=3, 25 %)</p>	<p>Potilaisiin liittyvät huomiot Ei raportoituja haittoja</p>
<p>Muuta Positiivinen yleisvaikutelma (n=10, 83 %)</p>	<p>Muuta Ei raportoituja haittoja</p>

5.3 Yksikköpakattujen lääkkeiden vaikutus lääkitysturvallisuuteen ja lääkkeiden jakoon kuluneeseen aikaan (III)

Havainnointijaksojen aikana lääkkeet jaettiin tutkimusosastolla 208 potilaalle (n=1359 lääkettä) ennen ja 221 potilaalle (n=1171) jälkeen yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönottoa (taulukko 12). Yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönoton jälkeen 45,3 % (n=530/1171) hoitoyksikön jaetuista lääkevalmisteista käsiteltiin yksikköpakkauksina. Poikkeamia, joihin kuului lääkitys- ja menettelypoikkeamat, esiintyi 40,7 %:ssa (n=553/1359) jaetuista lääkkeistä ennen yksikköpakattuja lääkkeitä ja 15,6 %:ssa (n=183/1171) yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönoton jälkeen (muutos tilastollisesti merkitsevä $p < 0,001$). Päivittäiseen lääkkeenjakoan kulunut aika ei muuttunut tilastollisesti merkitsevästi havainnointijaksojen välillä. Kuitenkin yhden lääkkeen jakoon kulunut aika kasvoi 6 sekunnilla (42 sekunnista 48 sekuntiin, taulukko 12).

Taulukko 12 Lääkkeenjaon aikana seurattujen muuttujien vertailu 10 päivän havainnointijaksojen aikana, ennen (1. Havainnointi) ja jälkeen (2. Havainnointi) UD-pakattujen lääkkeiden käyttöönottoa.

Muuttuja	Havainnointi- jakso 1 (ennen UD pakkauksia)	Havainnointi- jakso 2 (jälkeen UD pakkauksen)	P T testi (tai χ^2)
Havainnointipäivien määrä (n)	10	10	-
Potilaiden määrä (n)	208	221	-
Jaettujen lääkkeiden kokonaismäärä (n)	1359	1171	-
Jaettujen aamulääkkeiden keskiarvo / havainnointipäivä (mediaani; min–max)	136 (139; 110–155)	117 (117; 84–151)	0,029 ^a
Potilaalle jaettujen lääkkeiden keskiarvo (min, mediaani; min–max)	6,5 (6; 1–16)	5,3 (5; 1–13)	<0,001 ^a
Päivittäin lääkkeenjakoan kulutetun ajan keskiarvo (min, mediaani; min–max)	95 (91; 76–127)	92 (93; 61–118)	NS
Laskettu potilaskohtainen jako aika (min, mediaani, min–max)	4:35 (4:17; 3:15– 8:06)	4:10 (4:23; 2:37– 5:33)	NS
Laskettu lääkekohtainen jako aika (min, mediaani; min–max)	0:42 (0:41; 0:33– 1:01)	0:48 (0:47; 0:37– 1:02)	0,021 ^a
Poikkeamat (n, % jaetuista lääkkeistä)	553 (40,7 %)	183 (15,6 %)	<0,001 ^{ab}
Lääkityspoikkeamat (n, % jaetuista lääkkeistä)	44 (3,2 %)	20 (1,7 %)	0,015 ^{ab}
Menettelypoikkeamat (n, % jaetuista lääkkeistä)	509 (37,5 %)	163 (13,9 %)	<0,001 ^{ab}

^aP-arvon merkitsevyysraja <0.05, ^b χ^2 testi, UD = yksikköpakkaus, unit dose; NS = ei merkitsevä.

5.3.1 Lääkityspoikkeamat

Lääkityspoikkeamat vähenivät tilastollisesti merkitsevästi 3,2 %:sta 1,7 %:iin ($p=0,015$; taulukot 12 ja 13) yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönoton myötä. Väärä lääkemääräys oli tyypillisimmin havaittu lääkityspoikkeama, ja ne vähenivät merkitsevästi yksikköpakattujen lääkkeiden avulla (1,6 %:sta 0,5 %:iin, $p=0,008$; taulukko 13). Havainnointiaineiston perusteella määräyspoikkeamat liittyivät tyypillisimmin sairaalan peruslääkevalikoiman noudattamatta jättämiseen. Muissa lääkityspoikkeamatyypeissä, kuten annospoikkeamissa, ei tilastollisesti merkitsevää muutosta havaittu.

Taulukko 13 Lääkityspoikkeamisen määrät ja frekvenssit alatyypeittäin ennen yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöä (havainnointijakso 1) ja niiden käyttöönoton jälkeen (havainnointijakso 2).

Lääkityspoikkeamatyyppi	Havainnointijakso 1 (ennen UD pakkauksia)		Havainnointijakso 2 (jälkeen UD pakkausten)		P F-testi (tai χ^2)
	n	% ^a	n	% ^a	
Lääkityspoikkeamat yhteensä	44	3,2	20	1,7	0,015 ^{b,c}
Väärä potilas	0	0,0	0	0,0	N/A
Väärä lääke	3	0,2	5	0,4	NS
Väärä annos	3	0,2	0	0,0	NS
Väärä antoaika	11	0,8	5	0,4	NS ^c
Annoksen puuttuminen	5	0,4	4	0,3	NS
Väärä määräys	22	1,6	6	0,5	0,008 ^{b,c}

Annoksen puuttuminen = lääkeannos jätettiin jakamatta potilaalle, tyypillisimmin tilanteissa, joissa tuotetta ei ollut saatavilla hoitoyksikön lääkevarastossa.

^aProsenttiosuus poikkeamat/jaettujen lääkkeiden määrä (Havainnointijaksolla 1 $n=1359$; havainnointijaksolla 2 $n=1171$), ^bP-arvon merkitsevyysraja $<0,05$, ^c χ^2 testi. UD = unit dose, yksikköpakattu lääke; N/A, ei määriteltävissä; NS = ei tilastollisesti merkitsevä.

5.3.2 Menettelypoikkeamat

Menettelypoikkeamat (esim. poikettu sairaalan lääkkeiden jakoon liittyvistä ohjeistuksista) vähenivät tilastollisesti merkitsevästi 37,5 %:sta 13,9 %:iin ($p<0,001$, taulukko 14) yksikköpakattujen lääkkeiden myötä. Lähtötilanteessa suurin osa menettelypoikkeamista liittyi viivakoodilukuun (esim. viivakoodia ei ollut mahdollista lukea, sillä se puuttui tai viivakoodi luettiin irtonaisesta paperinpalasta alkuperäisen lääkepakkauksen sijaan). Yksikköpakattujen lääkkeiden myötä viivakoodilukuun liittyvät poikkeamat vähenivät tilastollisesti merkitsevästi (21,4 %:sta 1,8 %:iin, $p<0,001$). Hygieniaohjeistusten

noudattamatta jättämiseen liittyvät poikkeamat vähenivät myös ($p < 0,001$), kun yksikköpakattujen lääkkeiden avulla suora kontakti paljaaseen lääkkeeseen vältettiin useammin. Sen sijaan muut menettelypoikkeamat lisääntyivät (2,1 %:sta 3,6 %:iin, $p = 0,027$), sillä potilastietojärjestelmän ja älylääkekaapin välillä oli teknisiä ongelmia, jotka liittyivät kahteen yksikköpakattuun lääkevalmisteeseen, asetyylisalisyylihappoon ja D-vitamiinivalmisteeseen. Asetyylisalisyylihapo-tabletteihin liittyvä ongelma saatiin korjattua toisen havainnointijakson aikana, mutta D-vitamiinivalmisteeseen liittyvä tekninen ongelma ei ratkennut tutkimuksen aikana.

Taulukko 14 Menettelypoikkeamien määrät ja frekvenssit alatyypeittäin ennen yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöä (havainnointijakso 1) ja niiden käyttöönoton jälkeen (havainnointijakso 2).

Menetelmäpoikkeamatyyppi	Havainnointijakso 1 (ennen UD pakkauksia)		Havainnointijakso 2 (jälkeen UD pakkausten)		p (tai χ^2)
	n	% ^a	n	% ^a	
Menettelypoikkeamat yhteensä	509	37,5	163	13,9	<0,001 ^b
Viivakodeihin liittyvät menettelypoikkeamat	292	21,5	21	1,8	<0,001 ^b
<i>Irrallinen viivakoodi</i>	250	18,4	0	0,0	<0,001 ^b
<i>Puuttuva viivakoodi</i>	42	3,1	21	1,8	0,037 ^b
Poikkeama hygieniaoheiden noudattamisessa	186	13,7	99	8,5	<0,001 ^b
<i>Suora kontakti lääkevalmisteeseen (likaiset, paljaat kädet)</i>	126	9,3	40	3,4	<0,001 ^b
<i>Puhdistamaton jakoväline (lusikka tai atulat)</i>	18	1,3	23	2,0	NS
<i>Puhdistamaton tabletinpuolittaja</i>	40	2,9	36	3,1	NS
<i>Ei tiedossa</i>	2	0,1	0	0	NS
Poikettu määräyksestä osaston ohjeen mukaan	2	0,1	1	0,1	NS
Muu	29	2,1	42	3,6	0,027 ^b

^a poikkeama/jaettujen lääkkeiden määrä (Havainnointijakso 1 n=1359; havainnointijakso 2 n=1171); ^bP-arvon merkitsevyysraja <0,05. UD = unit dose, yksikköpakattu lääke; NS = ei tilastollisesti merkitsevä.

5.3.3 Kyselyn tulokset

Yksikössä työskentelevistä 25 hoitajasta 56 % (n=14) vastasi kyselyyn ennen ja 48 % (n=12) jälkeen yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönoton. Vastausten perusteella 7 % ensimmäiseen kyselyyn vastanneista hoitajista ennen UD-lääkkeiden käyttöönottoa (n=1/14) ja 83 % toiseen kyselyyn vastanneista niiden käyttöönoton jälkeen (n=10/12) kertoi lukevansa lääkepakkausten viivakoodit aina alkuperäispakkauksesta. Lisäksi 50 % hoitajista (n=6/12) raportoi, että

viivakoodit olivat helpommin skannattavissa yksikköpakkauksista kuin alkuperäisistä lääkepakkauksista.

Kaikki ensimmäiseen kyselyyn vastanneet hoitajat raportoivat, että hygieniaohteita noudatettiin aina tai usein lääkkeiden jaossa. Vastaava osuus toisessa kyselyssä oli 75 % (n=9/12).

Toisessa kyselyssä suurin osa hoitajista (83 %, n=10/12) raportoi yksikköpakattujen lääkkeiden olevan hankalia käsitellä (pussit olivat hankala ottaa pois älylääkekaapin lokeroista, pussit repeytyivät ja olivat sähköisiä). Toisaalta hoitajat raportoivat, että yksikköpakatut lääkkeet oli aina tai usein helppo löytää älylääkekaapista (92 %, n=11/12). Neljännes hoitajista (25 %, n=3/12) raportoi yksikköpakattujen lääkkeiden jaon olevan hitaampaa ja pussien vaativan enemmän säilytystilaa kuin tavallisten lääkepakkausten. Vastaavasti muutama hoitaja oli kokenut, että yksikköpakatut puolitetut tabletit nopeuttivat lääkkeenjakoja (17 %, n=2/12). Varsin moni hoitaja oli huolissaan yksikköpakatuista lääkkeistä syntyvän muovijätteen määrästä (67 %, n=8/12).

6 Pohdinta

Järjestelmällisen kirjallisuuskatsauksen (I) ja sen päivityksen perusteella hajautettu lääkkeiden jakomalli yhdistettynä älylääkekaappien käyttöön on ollut kansainvälisesti eniten sairaalaympäristössä tutkittu teknologia arvioitaessa eri lääkkeiden jakomallien vaikuttavuutta lääkitysturvallisuuteen, työaikaan ja kustannuksiin. Hajautetun mallin hyödyt eivät kuitenkaan ole selkeät suhteessa keskitettyyn ja hybridimalliin. Teknologia lisää lääkitysturvallisuutta poikkeamia vähentämällä ja helpottaa manuaalisten tehtävien työtaakkaa. Kustannuksia ja taloudellista vaikuttavuutta on tutkittu vähiten.

Empiirisissä tutkimuksissa arvioitiin kahden lääkkeenjako mallin soveltuvuutta ja vaikutuksia suomalaisessa sairaalaympäristössä. Toinen oli sairaala-apteekkiin keskitettyyn lääkkeidenjakoon perustuva malli (II), jossa potilaskohtaisesti jaetut lääkkeet toimitettiin osastoille lääkekärryissä potilaille annettaviksi. Mallissa farmaseutti korjasi lääkelistojen kirjaamispoikkeamia enemmän kuin perinteisessä mallissa, ja poikkeamien kokonaismäärä väheni. Hoitajat kokivat mallin sujuvoittavan työtä, vaikka kärryn käyttö ahtaissa potilashuoneissa olikin kömpelää.

Viimeisessä osatutkimuksessa (III) tutkittiin UD-lääkkeiden käyttöönoton vaikutuksia lääkkeiden hajautettuun jakoprosessiin osaston älylääkekaapista. Malli lisäsi lääkitysturvallisuutta vähentämällä sekä lääkitys- että menettelypoikkeamia ja lisäämällä lääkkeiden viivakoodien lukua, joka on edellytys katkeamattoman lääkehoitoprosessin toteutumiseksi. Mallilla ei ollut vaikutuksia hoitajien lääkkeenjakoön käyttämään kokonaistyöaikaan.

6.1 Automatisoitujen ja puoliautomoitujen lääkkeenjako mallien vaikuttavuus ja hyödyt (I)

Järjestelmällisen kirjallisuuskatsauksen (I) ja sen päivityksen perusteella hajautettu lääkkeiden jakomalli yhdistettynä älylääkekaappeihin on ollut kansainvälisesti eniten tutkittu sairaaloiden lääkkeenjaossa hyödynnettävä teknologia. Sairaala-apteekkiin keskitettyä lääkkeiden jakoa on tutkittu eniten yksittäispakkauksiin (UD) perustuvassa jakomallissa. Muita edellistä

marginaalisempia järjestelmiä ovat lääkeautomaatit ja karusellit, joihin voidaan yhdistää potilaskohtainen tarjotinjakelu.

Älylääkekaappijulkaisujen runsasta määrää selittänee niiden runsas käyttö sairaaloissa. Yhdysvalloissa hajautettu lääkkeidenjakomalli on eniten käytetty malli (Pedersen ym. 2021). Vuonna 2020 Yhdysvaltalaisista sairaaloista 74,5 % käytti älylääkekaappeja, kun taas automatisoitu lääkkeenjako oli käytössä vain 4,1 %:ssa kaikista sairaaloista. Pienissä alle 200 potilaan sairaaloissa automatisoitu lääkkeenjako oli käytössä vain alle 0,9 %:ssa sairaaloista, ja suuremmissa sairaaloissa jopa 14 %:ssa. Sveitsissä vuonna 2021 tehdyssä kyselytutkimuksessa 28 % sairaaloista hyödynsi automaatiota, ja näistä 44 % käytti hajautettua jakomallia (Hufschmid Thurnherr ym. 2025). Vaikka hajautetun lääkkeiden jakomallin käytön on nähty lisääntyvän merkittävästi, sen hyödyt eivät ole selvät muihin jakomalleihin verrattuna. Lisätutkimusta aiheeseen liittyen tarvitaan.

Merkittävää kehitystä on tapahtunut lääkkeenjaon automaatioissa 2000-luvun aikana. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineistohaku ja sen päivitys toi kehityksen esille lisääntyneillä julkaisumäärillä. Laitteistot ovat kehittyneet vain osaa sairaalan lääkevalikoimaa käsittelevistä puoliautomatisoiduista laitteistoista yhä laajempaa valikoimaa käsitteleviksi roboteiksi. Myös käytetty termistö on kokenut evoluutiota. Järjestelmällisen kirjallisuuskatsauksen (I) hakukriteeristöä määriteltessä MeSH-termistön *distribution*-sana, joka kuvaa lääkkeiden jakelua logistisesta näkökulmasta, näkyi vahvasti julkaisuissa käytetyissä termistöissä. Päivitetystä haussa esille nousi vahvemmin *dispensing*-sanana käyttö, mikä kuvaa tarkemmin lääkkeiden jakoa ja annostelua potilaskohtaisesti.

6.1.1 Jakomallin vaikutukset lääkitysturvallisuuteen

Tässä tutkimuksessa tehdyn systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaan erilaiset teknologiat, kuten automaattinen lääkkeiden jako, karuselliautomaatio, älylääkekaapit ja viivakooditeknologia, lisäsivät kaikki lääkitysturvallisuutta vähentämällä lääkityspoikkeamia. Järjestelmällinen kirjallisuuskatsaus osoittaa, että lääkkeiden jakoprosessin automaatio vähentää sekä jako- että varastointipoikkeamia lääkkeillä, jotka soveltuvat automatisoituun prosessiin lääkemuotonsa, ATC-luokkansa tai fyysisen kokonsa perusteella. Sekä osastoille hajautetuissa lääkkeenjakoille, sairaala-apteekkiin keskitetyissä jakomalleissa ja hybridimalleissa esiintyi tutkimuksia, joissa raportoitiin lääkityspoikkeamien, ja jopa lääkehaittatapahtumien, vähenemistä. Teknologisten ratkaisujen nähtiin vähentävän poikkeamia, mutta eri järjestelmillä todettiin olevan erilainen vaikutus poikkeamatyyppisiin (Risør ym. 2018a).

Päivitetyn järjestelmällisen kirjallisuushaun perusteella (ajalla 1/2016–8/2025) näyttää siltä, että keskitetty automatisoitu potilaskohtainen UD-

lääkkeenjako malli pystyy parantamaan tehokkaasti potilasturvallisuutta vähentämällä lääkityspoikkeamia (Hänninen ym. 2023, Gallina ym. 2025). Lääkkeenjaon tarkkuus, pakkausten tarkat merkinnät ja käytetyt viivakoodit vähentävät poikkeamia lääkkeenjaossa ja annossa potilaalle.

Hajautetun mallin tutkimuksissa raportoitiin myös poikkeamien vähenemistä, mutta esille nostettiin etenkin älylääkekaappien käyttöönottoon liittyvien uusien poikkeamatyyppien synty, jotka lisäsivät jopa poikkeamien kokonaismäärää tutkimusyksiköissä (Carvalho ym. 2020, Zheng ym. 2021, Jung 2025). Ruuhkaa älylääkekaapeille saattoi tietyissä tilanteissa syntyä, ja tällöin lääke otettiin älylääkekaapista ohitustoiminnolla, jonka käyttö lisäsi riskimahdollisuuksia lääkkeen valinnassa. Tämäntyyppistä havaintoa ei tehty UD-jakoon keskittyvissä viimeaikaisissa systemaattisissa kirjallisuuskatsauksissa (Hänninen ym. 2023, Gallina ym. 2025). Viime hetkellä tulevien lääkemuutosten todettiin kuitenkin UD-mallissa altistavan poikkeamien synnylle (Hänninen ym. 2023). Näiden karsimiseksi olisikin tarpeellista sisällyttää järjestelmään viivakoodivarmenteita tai potilaan lääkitysmuutoksiin liittyviä hälytteitä.

Myös hybridimallissa oli näyttöä siitä, että lääkitysturvallisuus parani ja lääkehoitoprosessi nopeutui automaation myötä. Kuitenkin hybridimallien toteutus sairaaloissa vaihteli suuresti, mikä hankaloitti tulosten vertailtavuutta (Jiménez Muñoz ym. 2011, Cousein ym. 2014, Lathrop ym. 2014, de-Carvalho ym. 2017, Gray ym. 2018, Batson ym. 2021). Tämän takia esitettyjä tuloksia ei voida yleistää kaikille hybridimalleille sopiviksi ja lisätutkimusta tarvitaan hyötyjen ja etenkin kustannusvaikuttavuuden osoittamiseksi.

Ennen lääkkeiden potilaskohtaista jakoa tapahtuviin vaiheisiin, kuten määräämispoikkeamiin, automaatiolla ei ollut vaikutusta (Aspden ym. 2007, Franklin ym. 2008). Katkeamattomaan lääkehoitoprosessiin liittyvillä työnkuluilla voidaan kuitenkin saavuttaa etuja myös lääkemääräysten poikkeamia hallitsemalla (Kohn ym. 2000, Aspden ym. 2007, Franklin ym. 2008, Garagiola ym. 2023). Automaatioprosessin myötä vapautuvia farmaseuttisen henkilöstön resursseja pystytään kohdentamaan esimerkiksi lääkemääräyksen farmaseuttiseen varmentamiseen, lääkityksen turvatarkastukseen tai muihin lääkitysturvallisuutta tukeviin työtehtäviin (Al Adham ym. 2011, Shermok ym. 2023). Myös hoitajien kouluttamisen lääkityksiin ja lääkehoitoon liittyen todettiin tutkimuksissa lisäävän potilasturvallisuutta parantamalla jaon tarkkuutta ja vähentämällä lääkityspoikkeamia (Barber ym. 2007, Franklin ym. 2007a, Skibinski ym. 2007, Lahtela ym. 2010, Jiménez Muñoz ym. 2011, Rodriguez-Gonzalez ym. 2012, Acheampong ym. 2014, Oldland ym. 2015). Järjestelmien toimintaa tulisi kehittää ja samalla ohjata henkilökuntaa toimimaan oikeiden työnkulkujen mukaisesti poikkeamia välttääkseen. Esimerkiksi älylääkekaappien käytössä kiiretilanteissa väärän lääkkeen valinta ohitustoiminnolla ja viivakoodiluvun sivuuttaminen, voi johtaa vakavaan poikkeamaan (Carvalho

2020). Hoitohenkilökunnan sitoutuminen oikeisiin työnkulkuihin on tärkeä osa turvallisuuden kehittämistä.

Lääkehoitoprosessin turvallisuutta kehittäessä on tärkeä, että työnkulkujen ja jakojärjestelmien optimoinnin lisäksi myös muut teknologiset sovellukset tukevat katkeamatonta lääkehoitoprosessia. On tärkeä varmistua, että käytössä on sähköiset määräykset, lääketilaukset, viivakoodiin perustuvat lääkkeen antokirjaukset sekä tiedon saumaton kulkeminen eri vaiheiden välillä, jotka yhdessä tukevat katkeamatonta lääkehoitoprosessia (Paoletti ym. 2007, Poon ym. 2012, Acheampong ym. 2014, Rochais ym. 2014, Jessurun ym. 2021, Shermock ym. 2023). Lääkityspoikkeamien systemaattisen estämisen on perustuttava muutoksiin järjestelmissä ja lääkehoitoprosessissa (Jiménez Muñoz ym. 2011). Katkeamatonta lääkehoitoprosessia tulee vahvistaa potilastietojärjestelmän rakenteisuudella, joka myös osaltaan mahdollistaa automatisoidun lääkkeenjaon ilman tietojen siirtoa järjestelmien välillä (Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö 2020).

6.1.2 Jakomallin vaikutukset työaikaan

Kaikki järjestelmälliseen katsaukseen valikoidut lääkkeiden automaattiset ja puoliautomaattiset jakomallit muuttivat työajan jakautumista eri ammattiryhmien välillä. Keskitetty ja hybridimalli säästivät hoitajien työaika siirtämällä logistisia toimintoja sairaala-apteekkeihin (Gray ym. 2013, Cottney 2014, Chapuis ym. 2015). Kuitenkin keskitetyissä malleissa lisätyövoimaa tarvittiin, pääasiassa apteekin teknistä henkilökuntaa, käyttämään jakolaitteistoja ja huolehtimaan lääkevarastosta (Franklin ym. 2007a, Skibinski ym. 2007, Hull ym. 2010, Tsao ym. 2014, Chapuis ym. 2015). Uusimpien tutkimustulosten mukaan automatisoidun potilaskohtaisen UD-jaon myötä lääkkeenjako ja käsittelyyn kuluva työaika väheni puoleen (Herrmann ym. 2024, Gallina ym. 2025, Steindl-Schönhuber ym. 2025). Herrmann ym. (2024) tutkimuksessa vain kiinteät suun kautta otettavat lääkkeet jaettiin koneellisesti potilaskohtaisiin annoksiin. Suomessa lääkkeenjaon on todettu vievän aikaa potilaskohtaisesti noin 4:08 minuuttia/päivä äylälääkekaapista ja 5:01 minuuttia/päivä perinteisestä lääkevarastosta sairaalan sisätautipotilailla (Balthasar ym. 2023). Jopa alle puoleen vähenevä potilaskohtaisesti lääkkeenjako käytettävä työaika on merkittävä säästö hoitajien työajassa sairaalatasolla. Työaika voidaan säästää potilaspaiikkojen määrän mukaan muutamista jopa kymmeneen henkilötyövuosiin.

Keskitetyssä ja hajautetussa mallissa hoitajat kokivat automaation helpottavan työtaakkaa (Chapuis ym. 2010, Rochais ym. 2013, Rochais ym. 2014). Tämä johtui apteekin teknisen henkilökunnan suurentuneesta vastuusta varastohallinnallisista tehtävistä. Kahdessa tutkimuksessa kustannukset henkilöstön suhteen arviointiin hybridimallissa optimaalisemmaksi kuin hajautetussa mallissa (de-Carvalho ym. 2017, Gray ym. 2018). Hybridimallissa ja

hajautetussa mallissa varastointi osastoilla helpottui ja tehostui (Dib ym. 2006, Franklin ym. 2008, Ardern-Jones ym. 2009, Acheampong ym. 2014, Lathrop ym. 2014, Fanning ym. 2016, Roman ym. 2016). Äylääkekaappien myötä varastohallinta ja tilausten tekeminen lääkevarastojen täydentämiseksi helpottuvat. Hoitajien työaikaa säästyy myös seurantaa vaativien lääkkeiden, kuten opioidien, käsittelystä ja dokumentaatiosta (Zheng ym. 2021, Borrelli ym. 2024, Jung ym. 2025). Varastohallinnan helpottumisen ohella raportoitiin kuitenkin myös jonottamista äylääkekaapeille (Skibinski ym. 2007, Rochais ym. 2014 ja Zaidan ym. 2016, Carvalho ym. 2020). Jonoutuminen voi johtua uuden prosessin käyttöönotosta, järjestelmän teknisiin haasteisiin tai liiallisesta potilasmäärästä suhteessa äylääkekaapin kapasiteettiin (Skibinski ym. 2007, Craswell ym. 2021, Korhonen ym. 2025). Jonoutumisen hallitsemiseksi työnkuluja on tärkeä optimoida ja varata riittävä määrä äylääkekaappeja.

Kaikki kolme automaattista lääkkeiden jakomallia paransivat potilashoidon laatua siirtämällä farmaseuttisen henkilöstön työaikaa teknisistä tehtävistä kliiniseen työhön (Gray ym. 2013, Cottney 2014, Tsao ym. 2014, Chapuis ym. 2015). Farmaseuteilla oli enemmän aikaa tarkastaa lääkemääräyksiä ja poikkeamat pystytään huomaamaan useammin ennen lääkkeen antoa potilaalle (Barber ym. 2007, Franklin ym. 2007a, Zaidan ym. 2016). Uusia lääkkeenjakoallia käyttöönotettaessa voidaankin siis suositella sairaaloita luomaan strategioita farmaseuttien työpanoksen siirtämisestä kliiniseen työhön lääkitysturvallisuuden lisäämiseksi.

6.1.3 Jakomallin vaikutukset kustannuksiin

Kustannuksia oli tutkittu lääkkeiden jakomallien vaikutuksista vähiten. Tutkimuksia eri mallien välillä ei ollut tehty ja selkeää näyttöä ei löytynyt siitä, erosivatko jakomallit toisistaan kustannusten ja kustannusvaikuttavuuden suhteen. Nämä löydökset voivat viitata siihen, että säästöjä voidaan saavuttaa hyvin suunnitellulla automaation käyttöönotolla, ei niinkään yksittäisen jakelutyyppin myötä. Jatkossa lääkkeiden jakomallien kustannukset ja kustannusvaikuttavuus muodostavat tärkeän tutkimuskohteen käyttöönoton harkinnan perusteeksi.

Kustannuksiin kohdistuvissa tutkimuksissa (n=11/30) oli tarkasteltu lähinnä varastohallintaan liittyviä kuluja. Näissä todettiin lääkityskustannusten hallinnan helpottuneen ja kustannusten jopa vähentyneen automaation myötä (Dib ym. 2006, Dussart ym. 2009, Gray ym. 2013, Chapuis ym. 2015, Batson ym. 2021, Gallina ym. 2025). Hybridimalli ja äylääkekaappien käyttö säästi kustannuksia henkilökulussa, sillä varastohallintaan kului vähemmän työaikaa (Gray ym. 2013, de-Carvalho ym. 2017). Hajautettu lääkkeiden jakomalli osoitti

säästöjä pienempien varastomäärien myötä ja vähentyneenä lääkekulutuksena tehohoidon yksiköissä ja hemodialyysissä (Dib ym. 2006, Chapuis ym. 2015).

Päivitetystä kirjallisuushausta löytyi julkaisuja, joissa oli tarkemmin tutkittu kustannuksia ja taloudellista vaikuttavuutta. Risør ym. 2018b tutkimuksen perusteella automatisoitu potilaskohtainen UD-jako oli vältetyn poikkeaman kustannusten suhteen kustannustehokkain, verrattuna muihin UD-jakoa hyödyntäviin malleihin. Kalleimpana mallina (15-kertainen hinta) tutkimusryhmä piti hoitajan älylääkekaapista tekemää UD-jakoa, jossa automaattista potilaskohtaista jakoa ei huomioitu. Ryhmä keskittyi kuitenkin tutkimuksessaan UD-jakoon, eikä niinkään erilaisiin keskitettyihin ja hajautettuihin malleihin erilaisine variaatioineen.

Keskitetystä jakomallissa UD-jaon aiheuttamien kustannusten perusteella laskettiin hinta vältetyille lääkityspoikkeamille, joka asettui noin 2,01–30,23 € välille jakelutyypistä ja tutkimuksesta riippuen (Risør ym. 2017, Jessurun ym. 2022, Gallina ym. 2025). Tarkempaa kannattavuusanalyysiä vapautunut työaika huomioiden ei kuitenkaan tutkimuksissa oltu tehty. Epäselvistä kustannushyödyistä huolimatta, parannukset hoidon laadussa ja turvallisuudessa ovat ajaneet automatisoituja malleja manuaalisten edelle useissa maissa (Risør ym. 2017, Gallina ym. 2025). Tehokkaimman lääkkeiden jakojärjestelmän löytämiseksi on tärkeä muokata mallia sairaalan tarpeita vastaavaksi. Parhaan hyödyn aikaansaamiseksi sairaalan järjestelmien tulee tukea katkeamatonta lääkehoitoprosessia potilaskohtaisessa lääkkeiden jaossa.

6.1.4 Suositukset riskienhallintamenetelmiksi lääkkeiden jakomallia käyttönotettaessa

Automaattiset lääkkeiden jakojärjestelmät on suunniteltu parantamaan lääkitysturvallisuutta ja lisäämään tehokkuutta lääkkeiden jakoprosessissa (Pedersen ym 2009, European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare 2018). Teknologiaa hyödyntämällä lääkkeiden jakoprosessissa voidaan lisätä turvallisuutta ja helpottaa työnkuluja.

Implementaation yhteydessä sairaaloiden lääkehoitoprosessiin voi kuitenkin syntyä uusia riskikohtia prosessin ja päivittäisen työn muutosten myötä (Julkaisu I: *Table 4*; Balka ym. 2007, Barber ym. 2007, Chapuis ym. 2010, Rodriguez-Gonzalez ym. 2012, Rochais ym. 2013, Rochais ym. 2014, Rodriguez-Gonzalez ym. 2015). Balka ym (2007) ja Rochais ym. (2014) totesivat tutkimuksissaan, että hajautetut lääkkeiden jakomallit voivat heikentää potilasturvallisuutta tai jopa luoda väärän turvallisuudentunteen henkilökunnalle. Nämä riskit tulisi kyetä tunnistamaan uuden mallin kehityksessä ja implementaatiossa, jotta poikkeamat pystytään estämään ennakoivasti (European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare 2018). Jos riskejä ei tunnisteta etukäteen, malli voi luoda

uusia poikkeamia, aiheuttaen lisäkustannuksia kasvattamalla hoitajaksojen pituutta tai lisäämällä työtä lääkehoitoprosessin uudelleen organisoinnissa.

Aikaisemmista tutkimuksista ja julkaisuista I–III on pääteltävissä, että lääkehoitoprosessin saumattomuus vähentää riskejä ja lisää automaatiojärjestelmien hyötyjä. Käyttöönoton yhteydessä on tärkeä investoida myös uuden jakomallin implementaatioon, kouluttaa kaikki käyttäjät, varmistaa kommunikaatio terveydenhuoltohenkilöstön välillä tiedonpuutteen välttämiseksi ja järjestellä riittävästi henkilökuntaa muutostilanteeseen (Cottney 2014, European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare 2018).

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa löydettyjen artikkeleiden perusteella on vaikea päätellä uuden järjestelmän aiheuttamia kokonaiskustannuksia suhteessa järjestelmästä saataviin kokonaisyötyihin pitkällä aikavälillä ja koko organisaation kattavalla volyymillä. Teknologiaan liittyy aina investointi- ja käyttökustannuksia ja lääkkeiden jakojärjestelmän kustannukset suhteessa vaikuttavuuteen olisi hyvä pystyä arvioimaan etukäteen. On kuitenkin selvää, että lääkkeiden jakojärjestelmät kaipaavat lisäkehitystä ja menetelmällisesti korkeatasoista vaikuttavuustutkimusta ja taloudellisen vaikuttavuuden evaluaatiota.

6.2 Lääkkeiden keskitettyyn jakomalliin siirtyminen sairaalan sisätautiosastolla: vaikutukset ja hyödyt (II)

Väitöskirjan toisessa osatutkimuksessa tutkittiin lääkkeiden keskitetyn jakomallin hyötyjä ja vaikutuksia lääkkeiden jakoprosessiin. Hoitoyksikköön toimitettiin sairaala-apteekissa potilaskohtaisesti jaetut lääkkeet, joiden jako suoritettiin suun kautta otettavien kiinteiden lääkevalmisteiden osalta koneellisesti MD-laitteistolla ja jakoa täydennettiin muiden lääkkeiden osalta manuaalisesti. Kyselytutkimuksen perusteella hoitajat olivat tyytyväisiä malliin ja kokivat sen lisäävän lääkitysturvallisuutta ja hoidon laatua. Osaston lääkehoitoprosessi selkeytyi keskitetyn lääkkeiden jaon ja lääkekärryn käytön myötä. Hoitajat kulkivat vähemmän lääkehuoneen ja potilashuoneen välillä ja potilaan vierellä viivytettiin pidempään. Hoitajat saivat myös annettua tarvittavat lääkkeet, kirjattua lääkkeenannon ja tarkastettua laboratorioarvot potilaan vierellä. Tällöin potilaan hoitoon liittyviä työtehtäviä jäi hoitajille vähemmän muistettavaksi ja myöhemmin hoidettavaksi. Nämä löydökset ovat linjassa kansainvälisten tutkimusten kanssa, joissa hoitajien on havaittu kokeneen automaation lisäävän turvallisuutta ja hoidon laatua (Rochais ym. 2013, Foglia ym. 2024).

Ajantasainen lääkityslista on keskeinen lääkityspoikkeamien riskiä vähentävä suojaus potilaan hoidossa (Jiménez Muñoz ym. 2011, World Health Organization 2017, Sosiaali- ja terveysministeriö 2018, Schepel ja Kuitunen 2020).

Osastofarmaseutin osallisuus ja ammattitaidon hyödynnettävyys lääkehoidon turvallisuuden varmistamisessa parani keskitetyn lääkkeiden jakomallin myötä. Tässä tutkimuksessa lääkityslistoissa esiintyneiden kirjaamispoikkeamien havaittiin vähenevän farmaseutin tekemien korjausten jälkeen. Tämä on tutkimuksen keskeinen löydös, sillä kirjaamispoikkeamat edustavat yhtä tyypillisimmistä lääkityspoikkeamiin johtavista riskeistä (Holmström ym. 2019, Schepel ja Kuitunen 2020, World Health Organization 2023). Vaikka kirjaamispoikkeamia esiintyi myös uudessa jakomallissa, pystyttiin mahdolliset antopoikkeamat ja yliannokset välttämään sairaala-apteekkiin keskitetyllä tarjotinjaolla, jonka yhteydessä lääkeannoksia jaettiin tarjottimelle valmiiksi vain turvallinen määrä. Suurimmat muutokset pilotin myötä saavutettiin potilaalle tarvittaessa annettavien PKV-valmisteiden maksimiannosten kattavampana kirjaamisena lääkityslistoihin. Lääkitysturvallisuuden kannalta tämä on merkittävä kehitysaskel, sillä PKV-lääkkeet ovat riskilääkkeitä ja voivat väärin annettuna aiheuttaa merkittävän potilasvahingon (Saedder ym. 2014, Lääkealan turvallisuus ja kehittämiskeskus 2025). Näin ollen maksimiannosten kirjaaminen lääkityslistalle on tärkeä lääkityspoikkeamien riskiä vähentävä tekijä.

Saavutetuista hyödyistä huolimatta, keskitetyn lääkkeiden jaon prosessia ja sen käyttöönottoa yhdessä hoitajien kanssa on tarpeen kehittää edelleen. Esimerkiksi hoitajien tietoisuutta tulisi lisätä siitä, että annospussin avaamisesta ja lääkkeiden siirtämisestä lääkekuppiin syntyy lääkkeenantoon ylimääräisiä riskialttiita vaiheita. Lääkehoitoprosessin turvallisuuden takia hoitajien sitoutuminen uuden prosessin kaikkiin vaiheisiin, sekä perustietoisuus järjestelmälähtöisestä riskienhallinnasta tulee varmistaa (Reason 2000, World Health Organization 2017, Sosiaali- ja terveysministeriö 2022). Tämä on tärkeää etenkin sairaaloissa, joissa hyödynnetään automatisoitua potilaskohtaista UD-jakoa ja viivakoodilukua tavoitteena vähentää manuaalisesta lääkkeenjaosta ja antamisesta potilaalle aiheutuvia poikkeamia (Cousein ym. 2014). Tällöin lääkkeenanto on pystyttävä toteuttamaan suoraan annospussista potilaalle. Annospussien avaamista tulisi helpottaa siten, että lääkkeen antaminen potilaalle suoraan pussista on mahdollista ja hoitajien olisi sitouduttava lääkkeiden uudenaikaiseen antotapaan turvallisuuden saavuttamiseksi.

Toteutuessaan suunnitellusti, keskitetty lääkkeiden jako voi vähentää osastoilla lääkkeiden sekaantumisriskiä. Keskitetyn lääkkeiden jaon myötä potilaiden tiedot näkyvät annospusseissa ja lääkekärryn tarjottimella. Kaikkien lääkkeiden nimet ja vahvuudet on merkitty asianmukaisesti lääkkeiden kerta-annoksiin ja laimennuksiin. Lääkeannosten sekaantumisriskiä voidaan vähentää edelleen pyrkimällä kohti lääkehoidon katkeamatonta prosessia ottamalla käyttöön mm. viivakoodi- tai RFID-tekniikka potilas- ja lääketietojen tunnistuksessa (Aspden ym. 2007, Franklin ym. 2007a, Pruitt ym. 2023). Teknologian avulla lääketietojen kirjaaminen potilastietojärjestelmään saadaan

automatisoitua. Lisäksi tietojärjestelmien integraatiota tulee lisätä, jotta lääketietojen manuaalista siirtoa potilastietojärjestelmän ja lääkkeiden jakolaitteiston välillä ei tarvita ja sen tuomilta poikkeamamahdollisuuksilta ja työmäärältä pystytään välttymään (Franklin ym. 2007a, Hänninen ym. 2023).

6.3 Yksikköpakattujen lääkkeiden jako sisätautiosastolla: vaikuttavuus ja hyödyt (III)

Väitöskirjan kolmannessa osatutkimuksessa havaittiin, että yksikköpakatut lääkkeet lisäsivät lääkitysturvallisuutta vähentämällä lääkitys- ja menettelypoikkeamia. Viivakoodien luku lisääntyi yksikköpakkausten myötä, mikä tukee katkeamattoman lääkehoitoprosessin toteutumista sairaalassa. Lääkkeenjakoan kuluvaan aikaan yksikköpakkauksilla ei ollut selkeää vaikutusta.

6.3.1 Yksikköpakattujen lääkkeiden vaikutus lääkitysturvallisuuteen

Yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönotto vähensi tilastollisesti merkitsevästi lääkitys- ja menettelypoikkeamia. Yksikköpakkausten käyttöönotto lisäsi merkitsevästi viivakoodien lukua, mikä on todettu myös aiemmissa tutkimuksissa (Poon ym. 2010, Jessurun ym. 2021). Viivakoodien hyödyntäminen lääkkeiden jaossa vähentää lääkityspoikkeamien määrää. Aiemmissä tutkimuksissa viivakoodilukua on tutkittu pääosin lääkkeiden antovaiheessa, eikä jakovaiheessa kuten tässä tutkimuksessa (Shah ym. 2016). Tämän väitöskirjatutkimuksen tulokset vahvistavat näyttöä siitä, että viivakoodiluku on tärkeä lääkitysturvallisuutta edistävä tekijä. Viivakoodiluku sekä lääkkeen jako- että antovaiheissa on tärkeä järjestelmälähtöinen suojausmekanismi, joka vahvistaa katkeamatonta lääkehoitoprosessia ja vähentää lääkkeiden jako- ja antovirheitä (Poon ym. 2010, Bhatti 2019 ja Jessurun ym. 2021).

Katkeamattoman lääkehoitoprosessin toteutumiseksi viivakoodien tulisi aina olla saatavilla lääkepakkauksissa. Viivakoodien puuttuessa (esim. irrallaan älylääkekaapissa säilytettävät läpipainopakkaukset) poikkeamille on suurempi mahdollisuus. Vaikka lääkkeiden uudelleenpakkaus sairaala-apteekeissa on tehokas keino viivakoodiluvun parantamiseksi, lääketeollisuuden tulisi systemaattisesti tuottaa viivakoodeja lääkkeiden primaaripakkauksiin, eikä jättää viivakoodeja pelkästään uloimpien kartonkipakkausten tasolle. Sairaaloitten lääkevalikoimissa tulisi suosia tuotteita, joista viivakoodit löytyvät primaaripakkauksista. Katkeamattoman lääkehoitoprosessin parhaan hyödyn saavuttamiseksi myös hoitajien tulee tiedostaa viivakoodiluvun avainrooli systeeminä suojauksena lääkkeenjako- ja antovirheiden hallinnassa (Oldland ym. 2015).

Hoitajia on tärkeä kouluttaa viivakoodilukuun ja järjestelmälähtöiseen riskienhallintaan.

Yksikköpakkausten käyttöönoton myötä lääkitysvirheet vähenivät tilastollisesti merkitsevästi 3,2 %:sta 1,7 %:iin. Virheet vähenivät siitäkin huolimatta, että mikrobilääkkeitä, purutabletteja, ampulleja, ruiskuja ja muita pienen kulutuksen tuotteita ei pakattu yksikköpakkauksiin. Jopa osittainen yksikköpakkausten käyttöönotto näyttäisi siten parantavan turvallisuutta. Kuitenkin yksikköpakkauksiin perustuvien lääkkeenjakojärjestelmien monimuotoisuus ja erilaisuus tekee mallien välisen vertailun haastavaksi (Taxis ym. 1999, Cousein ym. 2014, Risør ym. 2016, Hänninen ym. 2023).

Cousein ym. (2014) tutkivat lääkityspoikkeamia yksikköpakkauksiin pohjautuvassa lääkkeidenjakomallissa, jossa lääkityspoikkeamien määrä oli 5,0 %. Heidän yleisin poikkeamatyyppinsä oli lääkeannoksen puuttuminen, joka oli puolestaan julkaisussa III hyvin harvinaista (4,1 % vs. 0,3 %). Couseinin ym. (2014) mallissa lääkkeet jaettiin automaattisesti potilasannoksiin 24 tunnin ajalle, kun taas julkaisussa III hoitajat jakoivat lääkeannokset aikaperusteisesti sairaalan ohjeen mukaan kahden tunnin aikana ennen lääkkeen antoaikaa. Lääkkeen jaon yhteydessä potilastietojärjestelmä muistutti, mikäli lääkeannos puuttui tai jos lääkettä oltiin jakamassa väärin. Nämä seikat selittävät julkaisun III matalammat poikkeamamäärät lääkeannosten puuttumisessa. Tulos myös tukee katkeamattoman lääkehoitoprosessin ja viivakoodiluvun käyttöä lääkkeenjako- ja prosessissa.

Tutkimuksia on myös tehty täysin automatisoiduista järjestelmistä (Risør ym. 2016, Risør ym. 2018a, Hänninen ym. 2023). Näitä tuloksia ei voitu kuitenkaan verrata tähän tutkimusasetelmaan, sillä sairaalan nykyinen järjestelmä ei mahdollistanut yksikköpakkausten jakoa automaattisesti edelleen potilaskohtaisiksi annoksiksi.

Väärä lääkemääräys oli yleisin lääkityspoikkeamatyyppi kummankin havainnointijakson aikana, vaikkakin näiden poikkeamien määrä väheni merkitsevästi yksikköpakkausten avulla. Tämä oli yllättävää, sillä yksikköpakkaukset eivät suoraan vaikuta lääkkeiden määräämiseen, vaan määräykset tehdään samalla tavalla riippumatta siitä, onko yksikössä käytössä yksikköpakkaukset vai ei. Suurin osa lääkemääräyksiin liittyvistä poikkeamista liittyi valikoiman ulkopuolisten lääkkeiden määräämiseen. Vähentynyt määräysvirheiden määrä johtuneesta huomiosta noudattaa sairaalan peruslääkevalikoimaa. Kun näitä poikkeamia ensimmäisen havainnointijakson aikana huomattiin, lääkemääräyksiä pyrittiin korjaamaan. Lisäksi osastofarmaseutit informoivat lääkäreitä poikkeamista ja samantyyppiset poikkeamat pystyttiin osittain välttämään toisella havainnointijaksolla.

Nykyisellään potilastietojärjestelmän kliininen päätöksenteon tuki ei tue lääkäreitä sairaalan peruslääkevalikoiman käytössä optimaalisimmalla tavalla.

Määräysvaiheessa ei ole mahdollista tietää, mikä lääkevalmiste on sairaalan peruslääkevalikoimassa tai saatavilla kyseisen yksikön älylääkekaapissa. Koska lääkehoitoprosessin seuraavat vaiheet pohjautuvat lääkemääräyksiin, on lääkemääräysten varmentaminen tärkeä osa katkeamatonta lääkehoitoprosessia (Bhatti 2019, ks. myös kuva 7). Kansainvälinen tutkimuskirjallisuus esittää toimintamalleja, joissa farmaseutit varmentavat kaikki peruslääkevalikoiman ulkopuoliset lääkemääräykset (Chang ym. 2017, Pedersen ym. 2020). Farmaseuttisen varmennuksen lisäksi myös automaattista varmennusta käytetään sen sujuvuuden vuoksi (American Society of Health-System Pharmacists 2025, Assabahi ym. 2025, Kanene ym. 2025). Automaattivarmennusta tulisi optimoida ja samalla lisätä farmaseuttista varmennusta prosessin kriittisimpiin kohtiin. Näillä keinoin voisi olla mahdollista vähentää määräysvirheitä ja lisätä turvallisuutta lääkehoitoprosessissa.

6.3.2 Hygieniaohteiden lisääntynyt noudattaminen

Parantuneen viivakoodiluvun lisäksi lääkkeiden koskettaminen paljain käsin (menettelypoikkeama) väheni UD-mallissa tilastollisesti merkitsevästi yksikköpakkausten käyttöönoton jälkeen. Hoitajat kokivat muutoksen positiivisena seurauksena, sillä oikeat lääkkeenjakoajat ovat tärkeitä sekä hygienia- että turvallisuuskäytännöistä (Spivey 2012). Tiettyjä lääkeaineita, kuten kemoterapeuttiset lääkeaineet ja immunosuppressantit, tulisi aina käsitellä huolella, sillä niille altistuminen voi aiheuttaa terveydellisiä ongelmia lääkkeiden jakajalle ja muille potilaille (Goodin ym. 2011, Suvikas-Peltonen 2017). UD-pakatut lääkkeet yhdistettynä ohjeistusten lisääntyneeseen noudattamiseen ja hygieniaohjeiden seurantaan lääkkeiden jaossa parantavat sekä potilaiden että ammattilaisten turvallisuutta ja luovat perustan korkealaatuiselle hoidolle. Jatkotutkimuksia kuitenkin tarvitaan siitä, miten yksikköpakkaukset vaikuttavat jakohygieniaan. Tutkimuksen ensimmäinen kysely, jossa hygienia-asioita kartoitettiin, on saattanut vaikuttaa hoitajien lääkkeiden käsittelytapoihin ja herätellä heitä noudattamaan hygieniaohjeita aiempaa tarkemmin.

6.3.3 Vaikutukset lääkkeenjakoajan kuluneeseen aikaan

Yksikköpakkauksilla ei ollut selkeää vaikutusta aamulääkkeiden jakoon kuluneeseen aikaan. Yksikköpakattujen lääkkeiden jakoon kuluva aika ei ole tutkittu laajasti, ja viimeisimmät tutkimukset ovat keskittyneet täysin automatisoituihin järjestelmiin, jossa robotti suorittaa potilaskohtaisen lääkkeenjaon (Hänninen ym. 2023). Tämän tutkimuksen havainnointijaksojen aikana lähes sama kokonaisaika käytettiin aamulääkkeiden jakoon potilaskohtaisen jakoajan ollessa hieman nopeampi toisen havainnointijakson

aikana. Yhden lääkkeen jakoon kulunut aika kuitenkin lisääntyi merkittävästi toisen havainnointijakson aikana. Tulosta selittänee se, että toisen havainnointijakson aikana potilailla oli keskimäärin vähemmän lääkkeitä käytössään. Älylääkekaapista lääkkeitä jaettaessa tulee suorittaa tietyt vaiheet riippumatta siitä, jaetaanko lääkkeitä yksi vai useampi. Esimerkiksi potilaan lääketiedot tulee aina avata potilastietojärjestelmästä, ja tämä vie tietyn ajan ennen kuin ensimmäisen lääkkeen pääsee jakamaan potilaalle. Riippumatta siitä, että yhden lääkkeen jakamiseen toisella havainnointijaksolla kului aikaa muutama sekunti enemmän, lääkitysturvallisuus parantui havainnointien aikana viivakoodiluvun yleistyttyä merkittävästi.

Tutkimuksessa hoitajat jakoivat lääkkeitä potilasannoksiin. Hoitajien työajan säästämiseksi tulisi ottaa käyttöön täysin automatisoituja potilaskohtaisia lääkkeiden jakojärjestelmiä sillä hoitajapula on haasteena sekä kansallisesti että kansainvälisesti (Risør ym. 2018a, Työ- ja elinkeinoministeriö 2022, Haddad ym. 2023, Hänninen ym. 2023). Hoitajien työajan vapauttaminen lääkkeiden jaosta muihin tehtäviin on tärkeä kehityskohde korkealaatuudessa hoitotyössä ja myös lääkkeiden jakojärjestelmien kehityksessä.

6.3.4 Yksikköpakkausten haasteet

Katkeamaton lääkehoitoprosessi lisää lääkehoitoprosessin turvallisuutta, mutta voi tuoda tullessaan uusia turvallisuusriskejä (Balka ym. 2007, Carvalho ym. 2020). Teknologiaan liittyvät riskit tulisi selvittää jo käyttöönottoaiheessa (Kinlay ym. 2021, Lindén-Lahti ym. 2022). Tämän tutkimuksen yhteydessä yksikköpakattujen pussien käyttöönoton aikana havaittiin, että älylääkekaapin ja potilastietojärjestelmän välillä esiintyi teknisiä ongelmia tiettyjen yksikköpakkausten kohdalla. Esimerkiksi D-vitamiini- ja asetyyylisalisyyli-happotabletit aiheuttivat hoitajille lisätyötä lääkkeiden jaon yhteydessä. Teknisten ongelmien ilmaantuminen uusien mallien käyttöönotossa on tyypillistä (Chapuis ym. 2010, Rochais ym. 2013, Carvalho ym. 2020, Jung ym. 2025). Niihin liittyvä ongelmien selvittely vie työaikaa ja resursseja, joka tulee ottaa huomioon järjestelmän käyttöönotossa (Cottney ym. 2014, Lindén-Lahti ym. 2022).

Yksikköpakkausten käyttöönoton jälkeen toteutetussa kyselyssä hoitajat toivat esille lisääntyneen muovijätteen määrän, jota UD-pakkauksista syntyi. Vaikka pusseista syntyvän muovijätteen määrä on näennäisesti suuri, kolme pussia painaa vastaavan määrä kuin yksi lääkekuppi kansineen. Kun hoitajat tyypillisesti käyttävät potilaalle yhdestä kolmeen lääkekuppia jakokertaa kohden, syntyvä muovimäärä on pääpiirteissään sama kuin UD-pusseista tuleva muovijättemäärä. Kuitenkin UD-pussien kokoa tulisi tulevaisuudessa optimoida pienemmäksi ja näin vähentää syntyvän jätteen määrää.

Tutkimustietoa UD-järjestelmiin liittyvästä muovijätteen määrästä ei kirjallisuudesta löytynyt. Laitetoimittajat ovat kuitenkin jo alkaneet kehittää pakkausmateriaaleja luomalla kompostoituvia liittimiä potilaskohtaisiin UD-pakkausihin (Clark 2025). Tulevissa tutkimuksissa olisikin tärkeää saada lisätietoa UD-pakkausten tuottamien muovimäärien vaikutuksista kestävään kehitykseen. Tämä on tärkeää, sillä terveydenhuollossa lisääntyneen muovijätteen määrän on tunnistettu kuormittavan ympäristöä (Rizan ym. 2020). On myös ehdotettu, että sairaaloiden tulisi parantaa muovijätteiden kierrätystä (Blessy ym. 2021). Tyhjä UD-pussit ovat hyvä esimerkki ei-tartuntavaarallisesta, tasalaatuisesta muovijätteestä, joka olisi helposti kerättävissä sairaaloissa kierrätykseen. Myös biohajoavia materiaaleja tulisi tutkia osana UD-prosessin kehitystä.

6.4 Tutkimuksen menetelmällinen arviointi (I-III)

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus (I) käsitteli automatisoitujen lääkkeenjakoallien vaikuttavuutta ja haasteita sairaaloissa. Vaikuttavuusmittareina käytettiin lääkitysturvallisuutta, työaikaa ja kustannuksia. Menetelmällisesti systemaattisen katsauksen laadinnassa noudatettiin PRISMA-suositusta. Tutkimusten hakustrategia ja sisäänotto- ja poissulkukriteerit laadittiin huolella. Tutkimuksia haettiin keskeisistä tietokannoista käyttäen pitkää julkaisuaikaväliä, päivitetyn haun myötä aina elokuuhun 2025 saakka.

Keskeisin heikkous systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa oli tutkimusjulkaisujen heterogeenisuus ja heikko menetelmällinen laatu. Tutkimus toi esille sen, että lääkkeenjakoautomaatio lisää lääkitysturvallisuutta. Kuitenkin lääkkeenjakoallien keskinäinen vertaileminen niiden monimuotoisuuden vuoksi oli menetelmällisesti haastavaa. Haastavuutta jo julkaistujen tutkimusten vertailussa lisäsi se, että tutkimuksissa oli käytetty hyvin erilaisia vaikuttavuusmittareita. Sisällytettyjen artikkeleiden laatu oli heikko: Suurin osa artikkeleista arvioitiin laadultaan heikoiksi tai hyvin heikoiksi, sillä ne käyttivät menetelminä pääasiassa havainnointi-, vertailu- ja kyselytutkimuksia. Kuitenkaan tutkimuksia ei hylätty niiden heikon laadun vuoksi, vaikka se olisi voinut lisätä tulosten luotettavuutta.

Tutkimuksen päivitys (1/2016–8/2025) toi mukanaan uutta tutkimustietoa ja osoitti julkaisujen lisääntyneen automaattisista lääkkeenjakoallista sairaaloissa. Päivitetyn haun yhteydessä löydetty järjestelmälliseen kirjallisuushakuun perustuvat katsausartikkelit (n=7) olivat laadullisesti hyvätasoisia ja antoivat osaltaan pohjaa päätelmille eri jakomallien vaikuttavuudesta ja hyödyistä. Kaikkineen tutkimustieto lääkkeenjaon teknologioista on viimeisen viiden vuoden aikana lisääntynyt. Silti menetelmällisesti vahvoja tutkimuksia standardoidummilla

vaikuttavuusmittareilla tarvitaan edelleen lisää, jotta voidaan luotettavasti vertailla kokonaiskustannuksia, käytettyä työaikaa ja turvallisuutta etenkin keskitetyn ja hybridimallin välillä. Näihin malleihin liittyy potentiaali työaikasäästöissä, mutta tyypillisesti niissä on korkeat investointikustannukset. Luotettavia tutkimustuloksia tarvittaisiin tukemaan automaatioinvestointeja koskevia päätöksiä.

Järjestelmälliseen kirjallisuuskatsaukseen sisällytetyt artikkelit vaihtelivat interventioiltaan, tutkimusasetelmiltaan ja -menetelmiltään sekä vaikuttavuusmittareiltaan, minkä vuoksi kvantitatiivista meta-analyysia ei pystytty suorittamaan. Tutkimukseen sisällytettyjen artikkeleiden tulokset olivat hyvin organisaatiokohtaisia, sillä jakojärjestelmät ja niiden integraatiot sekä farmaseuttien ja proviisorien tehtävät, vastuut ja osallistuminen jakoprosessiin vaihtelivat. Tämä hankaloittaa tulosten yleistettävyyttä ja siirtoa yksiköistä toiseen. Eri tutkimuksissa oli myös käytetty eri vaikuttavuusmittareita, mikä vaikeutti päätelmien tekemistä intervention vaikuttavuudesta.

Keskitetyn lääkejaon pilottiprojektissa (II) pilottivaiheen potilasmäärä jäi alkuperäistä suunnitelmaa pienemmäksi. Malli oli tarkoitus laajentaa käyttöön koko osastolle, mutta organisaatiossa tapahtuneiden muutosten takia annosjakelulaitteisto siirrettiin toiseen sairaalaan ja logististen haasteiden vuoksi mallista jouduttiin luopumaan. Hoitojaksojen vähäisen määrän vuoksi lääkityslistojen poikkeamamäärien erojen tilastollista merkitsevyyttä ennen pilottia ja pilotin aikana ei ollut mahdollista määrittää. Osatutkimuksessa keskityttiin kuitenkin pääasiallisesti uuden lääkkeiden jakomallin kehittämiseen ja siitä saatujen kokemusten kartoittamiseen.

Yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönottotutkimuksessa (III) vain osa kiinteistä suun kautta otettavista lääkevalmisteista toimitettiin osastolle yksikköpakkauksissa. Jo tällä osittaisella yksikköpakattujen lääkkeiden käyttöönotolla havaittiin merkittäviä parannuksia lääkitysturvallisuudessa. Työaikaohyötyjä ei UD-pakkausten avulla saavutettu, sillä hoitajat jakoivat edelleen lääkkeet yksikön älylääkekaapista eikä potilaskohtaisen lääkkeenjaon automaatiota mallissa hyödynnetty. Juuri automaattisen jaon on todettu säästävän hoitajien työaikaa (Risør ym. 2017, Herrman ym. 2024). Ilman automaatiota hoitajien työaikaa kuluu merkittävästi lääkkeenjako riippumatta siitä, käytetäänkö yksikössä yksikköpakattuja lääkkeitä vai ei.

Toisen havainnointijakson aikana potilaiden saama keskimääräinen lääkemäärä oli pienempi. Tulosten analysoinnissa arvioitiin, että tällä ei ollut merkitystä tuloksiin, sillä lääke- ja menettelypoikkeamien määrä ei riipu potilaskohtaisesta lääkemäärästä. Kuitenkin se on saattanut hidastaa lääkkeiden jakoa ja siten vaikuttaa lääkkeiden jakoon kuluneeseen aikaan toisessa havainnoinnissa, sillä älylääkekaapilta uutta potilasta avattaessa aikaa kuluu

järjestelmän pakollisiin toimintoihin. Yhden lääkkeen jako yhdelle potilaalle on suhteessa hitaampaa kuin kuuden lääkkeen jako yhdelle potilaalle.

6.5 Tutkimustulosten hyödyntäminen (I-III)

Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää sairaaloiden lääkitysturvallisuutta ja etenkin lääkkeiden jakoprosessia kehittäessä. Teknologiaa, kuten lääkkeenjaon automaatiota, viivakoodilukua ja katkeamattoman lääkehoitoprosessin mukanaan tuomia etuja kannattaa hyödyntää sairaaloiden ajankäyttöä ja resursseja optimoitaessa. Viivakoodiluvun käyttöönottoon liittyvät hyödyt lääkityspoikkeamien hallinnassa ovat merkittävät. Lisäksi lääkitysturvallisuuden lisääntyminen yhdistettynä automaattisen lääkkeenjaon mukanaan tuomaan työaikaäästöpotentiaaliin luo perusteita UD-lääkkeiden käyttöönotolle. Uutta teknologiaa implementoitaessa tulee kuitenkin huomioida muutostilanteisiin liittyvät riskit, ja pyrkiä hallitsemaan niitä henkilökunnan koulutuksella, tehokkaalla viestinnällä ja lisäresursseilla käyttöönoton yhteydessä.

6.6 Jatkotutkimukset (I-III)

Lääkitysturvallisuuden toteutuminen on keskeinen tavoite sairaaloiden lääkehoitoprosesseissa. Nopeasti kehittyvät teknologiat luovat uusia mahdollisuuksia koko lääkehoitoprosessin, sekä lääkkeiden jaon-, annon- ja kirjaamiskäytäntöjen kehittämiseen osana kokonaisuutta. Tärkeää on, että kehitystyössä pyritään kokonaiskustannuksiltaan mahdollisimman edullisiin ratkaisuihin, joilla saavutetaan mahdollisimman hyvä potilasturvallisuus ja sujuva arki käytännön työskentelyssä. Viivakoodien käyttö on hyvä esimerkki toimivasta suojauksesta, jolla on pystytty merkittävästi lisäämään potilasturvallisuutta.

Teknologioiden vaikutuksia ja kustannusvaikutuksia lääkityspoikkeamien ja lääkehaittatapahtumien esiintymiseen ja ehkäisemiseen tulisi tutkia lisää hyödyntäen kontrolloituja vertailututkimusasetelmia ja muita luotettavia menetelmiä. Menetelmien tulisi ottaa huomioon myös lääkehoitoprosessiin liittyvät työaika- ja kustannustekijät erilaisilla jakomalleilla. Täysin automatisoidun jakomallin vaikutusta lääkkeenjakoan kuluvaan työaikaan ja syntyviin kustannuksiin tulisi tutkia lisää. Lisäksi yksikköpakkauksista syntyvän muovijätteen määrän rajoittamiseen ja kierrättämiseen tulisi suunnata huomiota, sekä uusien pakkausmateriaalien ja -innovaatioiden kehittämiseen. Lääkkeiden jakojärjestelmien kustannusvaikuttavuutta erikokoisissa sairaaloissa on tarpeen tutkia, sillä yksi malli ei sovi kaikkiin hoitoyksiköihin, eikä kaikki teknologiset ratkaisut ole taloudellisesti kannattavia eri kokoisissa yksiköissä. Siitä huolimatta paineet hoitohenkilöstön ja sairaala-apteekin resurssien optimaalisimpaan käyttöön on samankaltaiset sekä suurissa että pienissä yksiköissä.

7 Johtopäätökset (I-III)

Teknologian hyödyntäminen lääkkeiden jaossa voi lisätä lääkitysturvallisuutta ja parantaa hoidon laatua sairaalan lääkehoitoprosessissa. Silti yksikään tutkituista malleista ei ole yksiselitteisesti muita parempi. Älylääkekaappien avulla lääkkeiden varastointia pystytään hallitsemaan paremmin ja saavuttamaan työaikasäästöjä, mutta prosessiin syntyy tyypillisesti uusia poikkeamatyyppisiä.

Yksikköpakattujen (UD) lääkkeiden käyttöönotto lisää merkittävästi lääkitysturvallisuutta lääkehoitoprosessissa. Syynä tähän on viivakoodiluvun lisääntynyt käyttö. Osaston lääkkeenjakaan kulunut aika ei kuitenkaan vähene, ellei prosessia automatisoida potilaskohtaisen jaon osalta. Lääkkeenjaon automatisoinnilla ja keskittämisellä sairaala-apteekkiin saadaan sujuvoitettua hoitoyksikön henkilökunnan työtä. Automaattisella potilaskohtaisella yksikköpakattujen lääkkeiden jaolla hoitohenkilökunnan työaika saadaan säästymään lääkkeenjaosta, mutta mallin implementointi on kallis ja monimutkainen prosessi.

Tämän tutkimuksen pohjalta voidaan esittää seuraavat yksityiskohtaisemmat johtopäätökset:

- Keskitetyn, hajautetun ja hybridimallin vaikuttavuutta on tutkittu lisääntyvässä määrin. Näyttö eri tutkimusten välillä vaihtelee ja on vaikeasti vertailtavissa menetelmällisten eroavaisuuksien vuoksi. (I)
- Erilaiset teknologiat, kuten automaattinen lääkkeiden jako, karuselliautomaatio, älylääkekaapit ja viivakooditeknologia, lisäävät lääkitysturvallisuutta. Teknologian hyödyntäminen lääkkeen jaossa vähentää lääkityspoikkeamien määrää, etenkin kirjaamisessa, lääkkeiden jaossa ja antamisessa potilaalle. (I)
- Lääkkeenjaketeknologioidella ei pystytä vaikuttamaan kaikkiin poikkeamatyyppisiin, kuten määräysvaiheen poikkeamiin. On myös huomioitava, että uudet toimintatavat ja muutokset sairaalan lääkehoitoprosessissa voivat altistaa uudentyyppisille poikkeamille. (I)
- Potilaskohtainen automatisoitu lääkkeiden jako vapauttaa henkilökunnan työaika. Kuitenkin muutokset lääkehoitoprosessissa sitovat sairaalan

henkilökunnan työaikaa, etenkin uuden teknologian käyttöönoton yhteydessä ja sen käytön alkuvaiheessa. (I)

- Tutkimus ei osoittanut selkeää eroa eri lääkkeiden jakomallien vaikutuksissa kustannuksiin. Varastokustannukset vähenivät hajautetussa mallissa älylääkekaappien myötä pääasiassa korkeiden lääkekustannusten yksiköissä, mutta pienemmissä yksiköissä kustannussäästöjä ei ole tutkittu. (I)
- Hyvin suunniteltu lääkehoidon prosessi mahdollistaa lääkityslistojen farmaseuttisen tarkastuksen osana automatisoitua lääkkeenjakoja, mikä osaltaan lisää lääkitysturvallisuutta. (I, II)
- Sairaala-apteekkiin keskitetyn lääkkeiden jakomallin hyötyinä ovat myönteiset muutokset hoitajan työkuvassa, kuten keskittyminen oman ydinosaamisen mukaisiin työtehtäviin, lääkehoitoprosessin selkeytyminen ja sujuvoittaminen sekä sitoutuminen muutokseen ja uusiin työskentelymalleihin turvallisen lääkehoitoprosessin takaamiseksi. (II)
- Yksikköpakkaukset tukevat katkeamatonta lääkehoitoprosessia. Niiden avulla saadaan lisättyä lääkitysturvallisuutta vuodeosastoilla. Turvallisuuden pohjautuu vahvasti viivakoodiluvun lisääntymiseen lääkkeenjaon yhteydessä ja samalla poikkeamien vähenemiseen. (III)
- Yksikköpakkaukset eivät vaikuta lääkkeenjakoan kuluvaan työaikaan. Aamulääkkeiden jakoon kuuluva kokonaisaika ei vähentynyt tilastollisesti merkittävästi. Lääkekohtainen jakoaika sen sijaan lisääntyi hieman, mutta tällä pystyttiin saavuttamaan etuja lääkitysturvallisuudessa. (III)
- Hygienian lääkkeenjaossa lisääntyi yksikköpakkausten käyttöönoton myötä. Lääkevalmisteiden ja käsien suora kontakti vältettiin useammin. Yksikköpakattujen pussien käsittely oli kuitenkin haastavaa pussien repeämisen ja sähköisyyden takia. (III)
- Lääkehoidon kirjaamiseen liittyvät haasteet ovat sairaaloiden lääkitysturvallisuuden keskeinen riskitekijä. Lääketiedon ajantasaisuuteen ja tarvittaessa annettavien lääkkeiden maksimiannosten asianmukaiseen kirjaamiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Rakenteisen kirjaamisen käyttöönotto ja tiedon automaattinen siirtyminen rajapintojen välillä muodostaa varteenotettavan suojauksen kansallisella tasolla sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioissa. (II)

Lähteet

- Acheampong F, Anto BP, Koffuor GA, 2014. Medication safety strategies in hospitals - A systematic review. *Int J Risk Saf Med* 26(3):117–131. <https://doi.org/10.3233/jrs-140623>
- Afaya A, Konlan DK, Kim Do H, 2021. Improving patient safety through identifying barriers to reporting medication administration errors among nurses: an integrative review. *BMC Health Serv Res* 21(1):1156. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-07187-5>
- Ahmed Z, Garfield S, Jani Y, Jheeta S, Franklin BD, 2016. Impact of electronic prescribing on patient safety in hospitals: implications for the UK. *Clinical Pharmacist* 2016;8
- Al Adham M, Abu Hamad B, 2011. Drug dispensing systems in Gaza hospitals: a comparative study. *East Mediterr Health J* 17(10):722–729. <https://doi.org/10.26719/2011.17.10.722>
- Aljabari S, Kadhim Z, 2021. Common Barriers to Reporting Medical Errors. *World Journal TS* 6494889. <https://doi.org/10.1155/2021/6494889>
- Almalki A, Jambi A, Elbehiry B, Albuti H, 2023. Improving Inpatient Medication Dispensing with an Automated System. *Glob J Qual Saf Healthc* 6(4):117–125. <https://doi.org/10.36401/JQSH-23-15>
- Alshehri G, Keers RN, Ashcroft DM, 2017. Frequency and Nature of Medication Errors and Adverse Drug Events in Mental Health Hospitals: a Systematic Review. *Drug Saf* 40(10):871–886. <https://doi.org/10.1007/s40264-017-0557-7>
- American Society of Health-System Pharmacists, 2010. ASHP guidelines on the safe use of automated dispensing devices. *Am J Health Syst Pharm* 67:483–4. <https://doi.org/10.2146/sp100004>
- American Society of Health-System Pharmacists, 2025. Proceedings of the ASHP Autoverification Work Group: Findings and Guidance. *Am J Health-Syst Pharm* 2025:zxaf170 <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxaf170>
- Anacleto TA, Perini DM, Rosa MB, César CC, 2005. Medication errors and drug-dispensing systems in a hospital pharmacy. *Clinics* 60(4):325–332. <https://doi.org/10.1590/s1807-59322005000400011>
- Apotti, 2020. Miten asiakas- ja potilastietojärjestelmä Apotti voi parantaa asiakas- ja potilasturvallisuutta. Tiedote 20.8.2020. www.apotti.fi/miten-asiakas-ja-potilastietojarjestelma-apotti-voi-parantaa-asiakas-ja-potilasturvallisuutta/
- Apotti, 2021. Apotti-järjestelmän kehittäminen jatkuu. Tiedote 3.6.2021. www.apotti.fi/apotti-jarjestelman-kehittaminen-jatkuu/
- Ardern-Jones J, Hughes DK, Rowe PH, Mottram DR, Green CF, 2009. Attitudes and opinions of nursing and medical staff regarding the supply and

- storage of medicinal products before and after the installation of a drawer-based automated stock-control system. *Int J Pharm Pract* 17(2):95–99.
- Aspden P, Wolcott J, Bootman JL ym. 2007. Preventing medication errors. The National Academies Press, Washington DC.
- Assabahi A, Ma C, Culli S ym. 2025. Development and implementation of autoverification best practices. *Am J Health-Syst Pharm* 82(19):e819–e826. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxaf057>
- Austin JA, Smith IR, Tariq A, 2018. The impact of closed-loop electronic medication management on time to first dose: a comparative study between paper and digital hospital environments. *Int J Pharm Pract* 26:526–533. <https://doi.org/10.1111/ijpp.12432>
- Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021. Evidence Briefings on Interventions Improve Medication Safety – Closed-loop medication management systems. Australian Commission on Safety and Quality in Health Care 2(4): July 2021. www.safetyandquality.gov.au/sites/default/files/2021-08/evidence_briefings_on_interventions_to_improve_medication_safety_4_closed-loop_medication_management_systems_july_2021.pdf
- Ayanaw M, Lim A, Khera H, Vu T, Goordeen D, Malone D, 2025. How do interruptions and distractions affect pharmacy practice? A scoping review of their impact and interventions in dispensing. *Res Social Adm Pharm* 21(9):667–678. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2025.05.001>
- Bagattini ÂM, Borges JLA, Riera R, de Carvalho DCMF, 2022. Automation of a tertiary hospital pharmacy drug dispensing system in a lower-middle-income country: A case study and preliminary results. *Explor Res Clin Soc Pharm* 6:100151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcsop.2022.100151>
- Balthasar HM, Ahtainen H, Schepel L, 2023. Katkeamaton lääkehoitoprosessi: lääkkeiden jakamiseen kuluva työaika älylääkekaappia vs. perinteistä lääkevarastoa käyttäen. Poster, Farmasian Päivät 2023.
- Balka E, Kahnamoui N, Nutland K, 2007. Who is in charge of patient safety? Work practice, work processes and utopian views of automatic drug dispensing systems. *Int J Med Inform* 76(Suppl 1):S48–S57. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2006.05.038>
- Barber N, Cornford T, Klecun E, 2007 Qualitative evaluation of an electronic prescribing and administration system. *Qual Saf Health Care* 16(4):271–278. <https://doi.org/10.1136/qshc.2006.019505>
- Bates DW. 2000. Using information technology to reduce rates of medication errors in hospitals. *BMJ* 320(7237):788–791. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7237.788>
- Bates DW, Cullen DJ, Laird N ym. 1995. Incidence of adverse drug events and potential adverse drug events. *JAMA* 274(1):29–34. doi:10.1001/jama.1995.03530010043033
- Batson S, Herranz A, Rohrbach N, Canobbio M, Mitchell SA, Bonnabry P, 2021. Automation of in-hospital pharmacy dispensing: a systematic review. *Eur J Hosp Pharm* 28(2):58–64. <http://dx.doi.org/10.1136/ejhpharm-2019-002081>
- Berdot S, Gillaizeau F, Caruba T, Prognon P, Durieux P, Sabatier B, 2013. Drug Administration Errors in Hospital Inpatients: A Systematic Review. *PLoS ONE* 8(6):1–11(e68856). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068856>

- Berdot S, Blanc C, Chevalier D, Bezie Y, L  LMM, Sabatier B, 2019a. Impact of drug storage systems: a quasi-experimental study with and without an automated-drug dispensing cabinet. *Int J Qual Health Care* 31(3):225–230. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzy155>
- Berdot S, Boussadi A, Vilfaillot A ym. 2019b. Integration of a Commercial Barcode-Assisted Medication Dispensing System in a Teaching Hospital. *Appl Clin Inform* 10:615–624. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1694749>
- Bhatti S. 2019. Adoption of closed loop medicines administration into the NHS. *The Pharmaceutical Journal*. 8.8.2019. www.pharmaceutical-journal.com/news-and-analysis/opinion/blogs/adoption-of-closed-loop-medicines-administration-into-the-nhs/20206864.blog
- Blessy J, Jemy J, Nandakumar K, Sabu T, 2021. Recycling of medical plastics. *Adv Ind Eng Poly Res* 4(3):199 –208. <https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2021.06.003>
- Borrelli EP, Telinoiu M, Nelkin H, Dumitru D, Lucaci JD, 2024. Appraising the clinical, operational, and economic impacts of automated medication dispensing cabinets in perioperative and surgical settings: A systematic literature review. *J Am Pharm Assoc* 64:102143 <https://doi.org/10.1016/j.japh.2024.102143>
- Burkoski V, Yoon J, Solomon S, ym. 2019. Closed-Loop Medication System: Leveraging Technology to Elevate Safety. *Nurs Leadersh (Tor Ont)* 32(SP):16-28. <https://doi.org/10.12927/cjnl.2019.25817>
- Carvalho MF, Marques JM, Marta CB, Peregrino AAF, Schutz V, Silva RCLD, 2020. Effectiveness of the automated drug dispensing system: systematic review and meta-analysis. *Rev Bras Enferm* 73(5):e20180942 <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0942>
- Celikkayalar E, Myllyntausta M, Grissinger M, Airaksinen M, 2016. Adapting and remodelling the US Institute for Safe Medication Practices' Medication Safety Self-Assessment tool for hospitals to be used to support national medication safety initiatives in Finland. *Int J Pharm Pract* 24(4):262–270. <https://doi.org/10.1111/ijpp.12238>
- Celikkayalar E, 2022. Developing safe medication practices within a regional health care district in Finland. *Väitöskirja. Helsingin yliopisto*. <http://hdl.handle.net/10138/343705>
- Chang E, Kinkade A, Tung ACH, Tejani AM, 2017. Going through the Motions: A Time-and-Motion Study of Workload Associated with Nonformulary Medication Orders. *Can J Hosp Pharm* 70(2):133-137. <https://doi.org/10.4212/cjhp.v70i2.1646>
- Chapuis C, Roustit M, Bal G ym. 2010. Automated drug dispensing system reduces medication errors in an intensive care setting. *Crit Care Med* 38(12):2275–81. <https://doi.org/10.1097/ccm.0b013e3181f8569b>
- Chapuis C, Bedouch P, Detavernier M ym. 2015. Automated drug dispensing systems in the intensive care unit: a financial analysis. *Crit Care Med* 19:318. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-1041-3>
- Clark C. 2025. Revolutionising medication distribution: Oulu University Hospital's smart unit dose system. *Pharmacy Update Online, Is Discussion With*, 22.4.2025. <https://pharmacyupdate.online/2025/04/revolutionising-medication-distribution-oulu-university-hospitals-smart-unit-dose-system/>

- Clinical Excellence Commission, 2019. A Guide to Medication Reviews for NSW Health Services. Clinical Excellence Commission, Sydney.
https://www.cec.health.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0016/554110/A-Guide-to-Medication-Reviews-for-NSW-Health-Services-2019.PDF
- Costello J, Barras M, Foot H, Cottrell N. The impact of hospital-based post-discharge pharmacist medication review on patient clinical outcomes: A systematic review. *Explor Res Clin Soc Pharm* 2023;11:100305.
<https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2023.100305>
- Cottney A, 2014. Improving the safety and efficiency of nurse medication rounds through the introduction of an automated dispensing cabinet. *BMJ Qual Improv Rep* 3(1):1–4. <https://doi.org/10.1136/bmjquality.u204237.w1843>
- Council of Europe, 2006. Creation of a better medication safety culture in Europe: Building up safe medication practices. Expert Group on Safe Medication Practices. 2006. http://optimiz-sih-circ-med.fr/Documents/Council_of_Europe_Medication_Safety_Report_19-03-2007.pdf
- Cousein E, Mareville J, Lerooy A ym. 2014. Effect of automated drug distribution systems on medication error rates in a short-stay geriatric unit. *J Eval Clin Pract* 20(5):678–684. <https://doi.org/10.1111/jep.12202>
- Craswell A, Bennett K, Dalgliesh B ym. 2020. The impact of automated medicine dispensing units on nursing workflow: A cross-sectional study. *Int J Nurs Stud* 111:103773 <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103773>
- Craswell A, Bennett K, Hanson J, Dalgliesh B, Wallis M, 2021. Implementation of distributed automated medication dispensing units in a new hospital: Nursing and pharmacy experience. *J Clin Nurs* 30(19–20):2863–2872. <https://doi.org/10.1111/jocn.15793>
- Crawford SY, Cohen MR, Tafesse E, 2003. Systems factors in the reporting of serious medication errors in hospitals. *J Med Syst* 27(6):543–551. <https://doi.org/10.1023/a:1025985832133>
- de Boer M, Kiewiet JJ, Boeker EB ym. 2013. A targeted method for standardized assessment of adverse drug events in surgical patients. *J Eval Clin Prac* 19(6):1073–1082. <https://doi.org/10.1111/jep.12033>
- de-Carvalho D, Alvim-Borges JL, Toscano CM, 2017. Impact assessment of an automated drug-dispensing system in a tertiary hospital. *72(10):629–636*. [https://doi.org/10.6061/clinics/2017\(10\)07](https://doi.org/10.6061/clinics/2017(10)07)
- de Vries EN, Ramrattan MA, Smorenburg SM, Gouma DJ, Boermeester MA, 2008. The incidence and nature of in-hospital adverse events: a systematic review. *Qual Saf Health Care* 17(3):216–223. <https://doi.org/10.1136/qshc.2007.023622>
- Dib JG, Abdulmohsin SA, Farooki MU, Mohammed K, Iqbal M, Khan JA, 2006. Effects of an automated drug dispensing system on medication adverse event occurrences and cost containment at SAMSO. *Hosp Pharm* 41(12):1180–1185. <https://doi.org/10.1310/hpj4112-1180>
- Douglas C, Desai N, Aroh DAM ym. 2017. Automated dispensing cabinets and nurse satisfaction. *Nurs Manage* 48(11):21–24. <https://doi.org/10.1097/01.numa.0000526064.53973.54>
- Drennan JC, Sheehan TO, Schroeder T, Haller JT. Implementation of a Nurse-Initiated Protocol to Improve Enteral Medication Administration Documentation in Stroke Patients. *J Neurosci Nurs* 2024;56(6):214–218. <https://doi.org/10.1097/jnn.0000000000000785>

- Duodecim, 2026. Päätöksentuki. Haettu internertistä 6.1.2026
<https://www.duodecim.fi/ebmeds/paatoksentuki/>
- Dupree LH, Schmittgen J, Taylor TH Jr., 2022. Experiences in Teaching and Learning: Teaching pharmacy students a systematic approach to medication order verification. *Curr Pharm Teach Learn* 14(8):1015–1020.
<https://doi.org/10.1016/j.cptl.2022.07.004>
- Dussart C, Dussart S, Almeras D, Camal I, Grelaud G, 2009. Assessing user satisfaction and hospital pharmacy practice: application to an individualized dispensing system in a French military teaching hospital. *J Eval Clin Pract* 15(2):252–256. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2753.2008.00990.x>
- Ehrenstein V, Kharrazi H, Lehman H, Taylor CO, 2019. Obtaining Data From Electronic Health Records. Kirjassa: Tools and Technologies for Registry Interoperability, Registries for Evaluating Patient Outcomes: A User's Guide. 3. painos. s. 52–79. Toim. Gliklich RE, Leavy MB, Dreyer NA. Addendum 2, Rockville (MD), Yhdysvallat.
www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551878/
- Elliott M ja Liu Y, 2010. The nine rights of medication administration: an overview. *Br J Nurs* 19(5):300–305.
<https://doi.org/10.12968/bjon.2010.19.5.47064>
- Elo S, Kyngäs H, 2008. The qualitative content analysis process. *J Adv Nurs* 62(1):107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>
- European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare (EDQM), 2018. Automated dose dispensing (ADD). Guidelines on best practice for the ADD process, and care and safety of patients.
https://freepub.edqm.eu/publications/AUTOPUB_30/detail
- Fan M, Tscheng D, Hamilton M, Hyland B, Reding R, Trbovich P, 2019. Diversion of Controlled Drugs in Hospitals: A Scoping Review of Contributors and Safeguards. *J Hosp Med* 14(7):419–428.
<https://doi.org/10.12788/jhm.3228>
- Fanning L, Jones N, Manias E, 2016. Impact of automated dispensing cabinets on medication selection and preparation error rates in an emergency department: a prospective and direct observational before-and-after study. *J Eval Clin Pract* 22:156–63. <https://doi.org/10.1111/jep.12445>
- Fimvo Suomen Lääkevarmennus 2025. Lääkevarmennusjärjestelmä – Väärennetyt lääkkeet ovat riski terveydelle. Haettu internetistä 4.9.2025
<https://www.laakevarmennus.fi/laakevarmennusjarjestelma>
- Foglia E, Asperti F, Antonacci G ym. 2024. Automated Drugs Dispensing Systems in Hospitals: a Health Technology Assessment (HTA) Study Across Six European Countries. *Clinicoecon Outcomes Res* 16:679–696.
<https://doi.org/10.2147/CEOR.S468417>
- Fox E, Misko J, Cheaib A ym. 2021. An evaluation of automated dispensing cabinets and inventory robots for centralised distribution of medication in an Australian hospital. *Aust Health Rev* 45:597–600.
<https://doi.org/10.1071/AH20331>
- FitzGerald RJ, 2009. Medication errors: the importance of an accurate drug history. *Brit J Clin Pharmacol* 67(6):671–675.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2009.03424.x>

- Flynn AJ, 2009. Opportunity cost of pharmacists' nearly universal prospective order review. *Am J Health Syst Pharm* 66(7):668–670.
<https://doi.org/10.2146/ajhp070671>
- Franklin BD, O'Grady K, Donyai P, Jacklin A, Barber N, 2007a. The impact of a closed-loop electronic prescribing and administration system on prescribing errors, administration errors and staff time: a before-and-after study. *Qual Saf Health Care* 16:279–84.
<https://doi.org/10.1136/qshc.2006.019497>
- Franklin BD, O'Grady K, Paschalides C ym. 2007b. Providing feedback to hospital doctors about prescribing errors;a pilot study. *Pharm World Sci* 29:213–220. <https://doi.org/10.1007/s11096-006-9075-x>
- Franklin BD, Jacklin A, Barber N, 2008. The impact of an electronic prescribing and administration system on the safety and quality of medication administration. *Int J Pharm Pract* 16(6):375–379.
<https://doi.org/10.1211/ijpp.16.6.0006>
- Gallina M, Testagrossa M, Provenzani A, 2025. Unit dose drug dispensing systems in hospitals: a systematic review of medication error reduction and cost-effectiveness. *Eur J Hosp Pharm* 0:1–8 <https://doi.org/10.1136/ejhpharm-2024-004444>
- Garagiola E, Foglia E, Asperti F ym. 2023. Automated Drugs Dispensing Systems in Hospital Pharmacies and Wards: A Systematic Literature Review. *Biomed J Sci Tech* 50(3):45094–45103.
<http://dx.doi.org/10.26717/BJSTR.2023.53.008454>
- Goodin S, Griffith N, Chen B ym. 2011. Safe Handling of Oral Chemotherapeutic Agents in Clinical Practice: Recommendations from an International Pharmacy Panel. *J Oncol Pract* 7(1):7–12.
<https://doi.org/10.1200/jop.2010.000068>
- Gray JP, Ludwig B, Temple J, Melby M, Rough S, 2013. Comparison of a hybrid medication distribution system to simulated decentralized distribution models. *Am J Health Syst Pharm* 70(15):1322–1335.
<https://doi.org/10.2146/ajhp120512>
- Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Schünemann HJ, 2008. What is "quality of evidence" and why is it important to clinicians? *BMJ* 336:995–998. <https://doi.org/10.1136/bmj.39490.551019.BE>
- Haddad LM, Annamaraju P, Toney-Butler TJ, 2023. Nursing Shortage. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL). Päivitetty 13.2.2023.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493175/>
- Hakoinen S, Laitinen-Parkkonen P, Airaksinen M, 2017. Lääkekaoksen hallinta sote-muutoksessa – nykytila, haasteet ja ratkaisuehdotukset. KAKS – Kunnallissalan kehittämissätiö. Tutkimusjulkaisu nro 106. Otavan Kirjapaino Oy. Keuruu.
- Haw C, Stubbs J, Dickens G, 2007. An observational study of medication administration errors in old-age psychiatric inpatients. *Int J Qual Health Care* 19(4):210–216. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzm019>
- Hayes C, Jackson D, Davidson PM, Power T, 2015. Medication errors in hospitals: a literature review of disruptions to nursing practice during medication administration. *J Clin Nurs* 24(21–22):3063–3076.
<https://doi.org/10.1111/jocn.12944>
- Hearson J, 2025. Electronic Medical Records (EMRs) Explained. 19.5.2025.
www.oracle.com/health/electronic-medical-record-emr/

- Heininen S, 2022. Kohti katkeamatonta lääkehoitoprosessia sairaalassa - Lääkkeenjaon poikkeamien ja ajankäytön kartoitus ennen unit dose - jakelun pilotointia HUSin vuodeosastolla. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. <http://hdl.handle.net/10138/341767>
- Helsingin kaupunki, 2021. Asiakas- ja potilasturvallisuusraportti v. 2021. www.hel.fi/static/sote/toimiala/sosiaali--ja-terveystoimen-asiakas--ja-potilasturvallisuusraportti-2021.pdf
- HEMA-instituutti ja Aalto-yliopisto, 2019. DiRVa - Terveystieteiden digitaalisten ratkaisujen vaikuttavuuden osoittaminen. DiRVA-hankkeen loppuraportti. https://www.aalto.fi/sites/default/files/2019-04/DiRVa-loppuraportti_o.pdf
- Hepler CD, Strand LM, 1990. Opportunities and responsibilities in pharmaceutical care. *Am J Hosp Pharm* 47(3):533–543. <http://dx.doi.org/10.1093/ajhp/47.3.533>
- Herrmann S, Giesel-Gerstmeier J, Steiner T, Lendholt F, Fenske D, 2024. Introduction of Unit-Dose Care in the 1,125 Bed Teaching Hospital: Practical Experience and Time Saving on Wards. *J Multidiscip Healthc* 17:1137–1145. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S450203>
- Hohl CM, Wickham ME, Sobolev B ym. 2015. The effect of early in-hospital medication review on health outcomes: a systematic review. *Br J Clin Pharmacol* 80(1):51–61. <https://doi.org/10.1111/bcp.12585>
- Holmström AR, Laaksonen R, Airaksinen M, 2015. How to make medication error reporting systems work – Factors associated with their successful development and implementation. *Health Policy* 119:1046–1054. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2015.03.002>
- Holmström AR, 2017. Learning from medication errors in healthcare: how to make medication error reporting systems work? Väitöskirja. Helsingin yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-3087-7>
- Holmström AR, Järvinen R, Laaksonen R, Keistinen T, Doupi P, Airaksinen M, 2019. Inter-rater reliability of medication error classification in a voluntary patient safety incident reporting system HaiPro in Finland. *Res Social Adm Pharm* 15(7):864–872. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2018.11.013>
- Hufschmid Thurnherr E, Dahmke H, Voirol P, Waldspühl Suter B, Lutters M, Vonbach P, 2025. Automation of the medication process in Swiss hospitals: results of a survey. *Eur J Hosp Pharm* 32:46–50. <https://doi.org/10.1136/ejhpharm-2023-003829>
- Hull T, Czirr L, Wilson M, 2010. Impact of medication storage cabinets on efficient delivery of medication and employee frustration. *J Nurs Care Qual* 25(4):352–357. <https://doi.org/10.1097/ncq.0b013e3181d795a7>
- HUS laatu ja potilasturvallisuus, 2024. HUS-Yhtymän laatu ja potilasturvallisuus: Raportti 2023 – Suunnitelma 2024. www.hus.fi/sites/default/files/2024-06/laatu-ja-potilasturvallisuussuunnitelma-2024-ja-raportti-2023.pdf
- Hwang Y, Yoon D, Ahn EK, Hwang H, Park RW, 2016. Provider risk factors for medication administration error alerts: analyses of a large-scale closed-loop medication administration system using RFID and barcode. *Pharmacoepidemiol Drug Saf* 25(12):1387–1396. <https://doi.org/10.1002/pds.4068>

- Hänninen K, Ahtiainen HK, Suvikas-Peltonen EM, Tötterman AM, 2023. Automated unit dose dispensing systems producing individually packaged and labelled drugs for inpatients: a systematic review. *Eur J Hosp Pharm* 30(3):127–135. <http://dx.doi.org/10.1136/ejhpharm-2021-003002>
- Härkänen M, 2014. Medication-related Adverse Outcomes and Contributing Factors among Hospital Patients. Väitöskirja. Itä-Suomen yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-61-1636-5>
- Härkänen M, Turunen H, Saano S, Vehviläinen-Julkunen K, 2015. Detecting medication errors: analysis based on a hospital's incident reports. *Int J Nurs Pract* 21(2):141–146. <https://doi.org/10.1111/ijn.12227>
- Härkänen M, Turunen H, Vehviläinen-Julkunen K, 2020. Differences Between Methods of Detecting Medication Errors: A Secondary Analysis of Medication Administration Errors Using Incident Reports, the Global Trigger Tool Method, and Observations. *J Patient Saf* 16(2):168–176. <https://doi.org/10.1097/pts.000000000000261>
- Identi Medical Data Sensing, 2025. What is virtual inventory management in healthcare? Haettu internetistä 3.9.2025 <https://identimedical.com/what-is-virtual-inventory-management-in-healthcare/>
- Insani WN, Zakiyah N, Puspitasari IM ym. 2024 Digital Health Technology Interventions for Improving Medication Safety: Systematic Review of Economic Evaluations. *J Med Internet Res* 27:e65546. <https://doi.org/10.2196/65546>
- Institute for Safe Medication Practices, 2011. ISMP Medication Safety Self Assessment for Hospitals 2011. www.ismp.org/sites/default/files/attachments/2018-01/2011%20ISMP%20Medication%20Safety%20Self%20Assessment_Full.pdf
- Institute for Safe Medication Practices Canada, 2013: Designing effective recommendations. *Ontario Critical Incident Learning* 4:1–2. https://ismpcanada.ca/wp-content/uploads/ISMPCONCIL2013-4_EffectiveRecommendations.pdf
- Institute for Safe Medication Practices, 2021. ISMP Medication Safety Self Assessment® for Perioperative Settings. <https://home.ecri.org/blogs/ismp-resources/medication-safety-self-assessment-for-perioperative-settings>
- Institute for Safe Medication Practices, 2024. ISMP Targeted Medication Safety Best Practices for Hospitals. <https://www.ismp.org/guidelines/best-practices-hospitals>
- Institute of Medicine, 2001. Crossing the quality chasm: a new health system for the 21st century. National Academies Press, Washington (DC). <https://doi.org/10.17226/10027>
- International Medication Safety Network (IMSN), 2019. IMSN Global Targeted Medication Safety Best Practices. *IMSN* 6/2019. www.intmedsafe.net/imsn-global-targeted-medication-safety-best-practices/
- International Pharmaceutical Federation, 2009. The Basel Statements on the future of hospital pharmacy. *Am J Health Syst Pharm* 66(Suppl 3):61–66. <https://doi.org/10.2146/ajhpo80666>
- International Pharmaceutical Federation, 2014. Revised FIP basel statements on the future of hospital pharmacy.

- ISO 2025. Electronic health records explained. Haettu internetistä 13.10.2025
<https://www.iso.org/healthcare/electronic-health-records>
- Jain K, 2017. Use of failure mode effect analysis (FMEA) to improve medication management process. *Int J Health Care Qual Assur* 30(2):175–186.
<https://doi.org/10.1108/ijhcqa-09-2015-0113>
- Jeffrey E, Dalby M, Walsh Á, Lai K, 2024a. Automated dispensing cabinets and their impact on the rate of omitted and delayed doses: A systematic review. *Explor Res Clin Soc Pharm* 14:100451.
<https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2024.100451>
- Jeffrey E, Walsh Á, Hague J, Lai K, 2024b. Comparing nursing medication rounds before and after implementation of automated dispensing cabinets: A time and motion study. *Explor Res Clin Soc Pharm* 16:100504
<https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2024.100504>
- Jeffrey E, Walsh Á, Lai K, 2025. Automated dispensing cabinets and the effect on omitted doses of ward stock medicines; can implementation reduce delays to first dose antimicrobials? *Explor Res Clin Soc Pharm* 18:100583.
<https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2025.100583>
- Jessurun JG, Hunfeld NGM, Van Rosmalen J, Van Dijk M, Van Den Bemt PMLA, 2021. Effect of automated unit dose dispensing with barcode scanning on medication administration errors: an uncontrolled before-and-after study. *Int J Qual Health Care* 33(4):1-8.
<https://doi.org/10.1093/intqhc/mzab142>
- Jessurun JG, Hunfeld NGM, van Dijk M, van den Bemt PMLA, Polinder S, 2022. Cost-effectiveness of central automated unit dose dispensing with barcode-assisted medication administration in a hospital setting. *Res Social Adm Pharm* 18(11):3980–3987.
<https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2022.07.006>
- Jiménez Muñoz AB, Muiño Miguez A, Rodríguez Pérez MP, Durán Garcia ME, Sanjurjo Saez M, 2011. Comparison of medication error rates and clinical effects in three medication prescription-dispensation systems. *Int J Health Care Qual Assur* 24(3):238–248.
<https://doi.org/10.1108/09526861111116679>
- Jodoin J ym. 2005. Les systèmes automatisés et robotisés utilisés pour la distribution des médicaments dans les établissements de santé au Québec. Rapport et recommandations du groupe de travail. Ministère de la Santé et des Services Sociaux. 4/2005.
<https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-001234/>
- Johnson A, Guirguis E, Grace Y, 2015. Preventing medication errors in transitions of care: A patient case approach. *J Am Pharm Assoc* 55(2):e264–274. <https://doi.org/10.1331/japha.2015.15509>
- Joint Commission International, 2025. Joint Commission International Accreditation Standards for Hospitals. 8th Edition. USA.
- Jones J, Treiber L, Shabo R, ym. 2021. Just Culture, medication error prevention, and second victim support: a better prescription for preparing nursing students for practice. Kennesaw State University, Kennesaw, GA.
www.ismp.org/system/files/resources/2021-05/White-Paper-A-Better-Prescription-for-Preparing-Nursing-Students.pdf

- Jumeau M, Francois O, Bonnabry P, 2023. Impact of automated dispensing cabinets on dispensing errors, interruptions and pillbox preparation time. *Eur J Hosp Pharm* 30(4):237–241. <https://doi.org/10.1136/ejhpharm-2021-002849>
- Jung YY, Walsh Á, Patel J, Lai K, 2025. Benefits and challenges associated with implementation and ongoing use of automated dispensing cabinet for medicines: A scoping review. *Explor Res Clin Soc Pharm* 18:100599 <https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2025.100599>
- Juurinen K, Hänninen K, 2023. Lääkkeiden koneellinen annosjakelu julkisessa terveydenhuollossa. *Dosis* 2023;39:265–269.
- Kanene N, Waldron K, Vest MH, Eckel SF, 2025. Developing an autoverification framework for medication orders at UNC Health. *Am J Health-Syst Pharm* zxafo81. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxafo81>
- Kanta, 2025. Kanta-palvelut vuonna 2026: Sosiaalihuollon asiakastietovarannon ja lääkityslistan käyttöönnotot ajankohtaisia. Tiedote 12.12.2025. https://www.kanta.fi/ammattilaiset/tiedote/-/asset_publisher/HFU2lnkQbmnX/content/kanta-palvelut-vuonna-2026-sosiaalihuollon-asiakastietovarannon-ja-laakityslistan-kayttoonotot-ajankohtaisia
- Kaplina T, Jaurakkajärvi M, Kauppinen H, Heikkilä R, 2022. Kohti katkeamatonta lääkehoitoprosessia – Sairaala-apteekkareiden näkemykset ja tulevaisuuden visiot lääkehuollon automaatiosta ja integraatioista. *Dosis* 38:470–489.
- Kaukovuori J, 2021. Potilastiedon toissijainen hyödyntäminen rationaalisen lääkehoidon tutkimisessa: esimerkkinä opioidien käyttö Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä. Pro Gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. <http://hdl.handle.net/10138/337705>
- Keers R, Williams SD, Cooke J, Ashcroft DM, 2013a. Causes of medication administration errors in hospitals: a systematic review of quantitative and qualitative evidence. *Drug Saf* 36(11):1045 – 1067. <https://doi.org/10.1007/s40264-013-0090-2>
- Keers R, Williams SD, Cooke J, Ashcroft DM, 2013b. Prevalence and Nature of Medication Administration Errors in Health Care Settings: A Systematic Review of Direct Observational Evidence. *Ann Pharmacother* 47:237–256. <https://doi.org/10.1345/aph.1r147>
- Kinlay M, Ho LMR, Zheng WY ym. 2021. Electronic Medication Management Systems: Analysis of Enhancements to Reduce Errors and Improve Workflow. *Appl Clin Inform* 12(5):1049–1060. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1739196>
- Kohn KT, Corrigan JM, Donaldson MS (toim.), 2000. To err es human: Building a safer health system. Institute of Medicine. National Academies Press, Washington DC.
- Korhonen J, Viitanen J, Lahdenne P, Sandell A, Ahtiainen H, Tolonen H, 2025. User Experiences with Automated Dispensing Cabinets in Hospital Wards: Field Study with Three Professional Groups. *Stud Health Technol Inform* 326:121–125. <https://doi.org/10.3233/SHTI250251>
- Kraus S, Schiavone F, Pluzhnikova A, Invernizzi AC, 2021. Digital transformation in healthcare: Analyzing the current state-of-research. *J Bus Res* 123:557–567. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.030>

- Kuiper S, McCreddie SR, Mitchell JF, Stevenson JG, 2007. Medication errors in inpatient pharmacy operations and technologies for improvement, *Am J Health Syst Pharm* 64(9):955–959 <https://doi.org/10.2146/ajhp060267>
- Kuitunen S, Niittynen I, Airaksinen M, Holmström AR, 2021. Systemic Defenses to Prevent Intravenous Medication Errors in Hospitals: A Systematic Review. *J Patient Saf* 17(8): e1669–e1680. <https://doi.org/10.1097/pts.0000000000000688>
- Kuitunen S, 2022. Medication safety in intravenous drug administration: error causes and systemic defenses in hospital setting. Väitöskirja. Helsingin yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-8563-1>
- Kuitunen S, Laakkonen L, Janhunen K, Kvarnström K, Linden-Lahti C, 2025. Facilitators and Barriers Associated With the Use of Barcode Technologies in Drug Preparation and Administration in Hospital Settings—A Narrative Review of Qualitative Studies. *J Patient Saf* 21(8):511–520. <https://doi.org/10.1097/pts.0000000000001381>
- Kurttila M, 2025. Improving fluid therapy safety for critically ill patients Evaluating fluid therapy incidents and developing safeguards at the national level. Väitöskirja. Helsingin yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-84-1240-3>
- Kvarnström K ja Linden-Lahti C, 2020. Lääkemääräyksen kliininen kaksois-tarkistus – uusi toimintatapa sairaalassa. *Lääkärilehti* 75(45):2386–2388.
- Kvarnström K, Niittynen I, Kallio S, Linden-Lahti C, Airaksinen M, Schepel L. Developing an In-House Comprehensive Medication Review Training Program for Clinical Pharmacists in a Finnish Hospital Pharmacy. *Int J Environ Public Health* 2023;20:6158. <https://doi.org/10.3390/ijerph20126158>
- Kähkönen A, Eestilä S, Kvarnström K, Nevala R, 2023. A pilot study about methods to reduce prescription errors in a chemotherapy day unit - Aspects to consider in pharmacist verification process. *J Oncol Pharm Pract* 29:276–282. <https://doi.org/10.1177/10781552211066500>
- Laatikainen O, Miettunen J, Sneck S, Lehtiniemi H, Tenhunen O, Turpeinen M, 2017. The prevalence of medication-related adverse events in inpatients—a systematic review and meta-analysis, *Eur J Pharmacol* 73(12):1539–1549. <https://doi.org/10.1007/s00228-017-2330-3>
- Lahtela A, Jylhä V, Saranto T, Naaranlahti T, 2010. Effects of automated dose-dispensing system on medication management process. 3rd International Conference on Advances in Human-Oriented Personalized Mechanisms. Technologies and Services, Nice 56–60. <https://doi.org/10.1109/CENTRIC.2010.13>
- Larson CM, Saine D, 2013. Medication safety officer’s handbook. American Society of Health-System Pharmacy. Bethesda.
- Lathrop K, Lund J, Ludwig B, Rough S, 2014. Design, implementation, and evaluation of a thrice-daily cartfill process. *Am J Health Syst Pharm* 71(13):1112–1129. <https://doi.org/10.2146/ajhp130411>
- Leape LL, Brennan TA, Laird N ym. 1991. The nature of adverse events in hospitalized patients: Results of the Harvard Medical Practice Study II. *N Engl J Med* 324(6):377–384. <https://doi.org/10.1056/nejm199102073240605>
- Leape LL, Bates DW, Cullen DJ ym. 1995. Systems analysis of adverse drug events. *JAMA* 274(1):35–43. doi:10.1001/jama.1995.03530010049034

- Li T, Higgins JPT, Deeks JJ, 2021. Chapter 5: Collecting data. Kirjassa: Higgins JPT, Thomas J, Chandler J ym. (toim.). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* version 6.2 (päivitetty 2/2021). Cochrane. www.training.cochrane.org/handbook
- Lichtner V, Prgomet M, Gates P, Franklin BD, 2023. Automatic dispensing cabinets and governance of controlled drugs: an exploratory study in an intensive care unit. *Eur J Hosp Pharm* 30(1):17–30
<https://doi.org/10.1136/ejhpharm-2020-002552>
- Lin AC, Gamble JM, Gabriel MK, Hong TY, 2025. Evaluating the impact of an automated drug retrieval cabinet and robotic dispensing system in a large hospital central pharmacy. *Am J Health-Syst Pharm* 82(1):32–43.
<https://doi.org/10.1093/ajhp/zxae225>
- Linden-Lahti C, Kivivuori SM, Lehtonen L, Schepel L, 2022. Implementing a New Electronic Health Record System in a University Hospital: The Effect on Reported Medication Errors. *Healthcare* 10(6):1020–32.
<https://doi.org/10.3390/healthcare10061020>
- Linden-Lahti C 2023. Severe medication errors – a Challenge for patient safety. Väitöskirja. Helsingin yliopisto. <http://hdl.handle.net/10138/565918>
- Lindholm T, Lias N, Kvarnström K ym. 2025. Identifying Medication Review Topics to Be Documented in a Structured Form in Electronic Health Record Systems: Delphi Consensus Survey. *J Med Internet Res* 27:e70133
<https://www.jmir.org/2025/1/e70133>
- Liou J, Wang SC, Hou YC ym. 2023. Effect of an automated dispensing cabinet system on drug distribution effectiveness in a surgical unit. *Heliyon* 9(11):e21668. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21668>
- Liu HC, 2019. *Healthcare Risk Management from a Proactive Perspective*. Kirjassa: Liu HC (toim.). *Improved FMEA Methods for Proactive Healthcare Risk Analysis*. Springer, Singapore.
https://doi.org/10.1007/978-981-13-6366-5_1
- Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus, 2016. Moniammatillisuus ikäihmisten lääkkeiden järkevän käytön edistämisessä - Kansallinen selvitys ja suositukset. Toim. Kumpusalo-Vauhkonen A, Järvensivu T, Mäntylä A. Fimea kehittää, arvioi ja informoi -julkaisusarja 8/2016.
<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-5624-65-6>
- Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus, 2021. Lääkkeen käyttäjä lääkeinformaation keskiöön. Kansallinen lääkeinformaatiostrategia 2021–2026. Toim. Kiviranta P, Hämeen-Anttila K. Fimea kehittää, arvioi ja informoi 2/2021. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-7299-16-6>
- Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus, 2022. Lääkkeiden koneellisen annosjakelun nykytila ja kehittämistarpeet. Toim. Mikkola H, Hämeen-Anttila K, Laukkanen E, Reinikainen L. Fimea kehittää arvioi ja informoi 7/2022. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-7299-37-1>
- Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus, 2025. Kansallinen riskilääkeluokitus. Haettu internetistä 27.10.2025
https://fimea.fi/laakehaut_ ja_luettelot/kansallinen-riskilaakeluokitus
- Martin-Delgado J, Martínez-García A, Aranaz JM, Valencia-Martín JL, Mira JJ, 2020. How Much of Root Cause Analysis Translates into Improved Patient Safety: A Systematic Review. *Med Princ Pract* 29(6):524–531.
<https://doi.org/10.1159/000508677>

- McCahon D, Denholm RE, Huntley AL, Dawson S, Duncan P, Payne RA, 2021. Development of a model of medication review for use in clinical practice: Bristol medication review model. *BMC Med* 19(1):262. <https://doi.org/10.1186/s12916-021-02136-9>
- McCarthy BC Jr., Ferker M, 2016. Implementation and optimization of automated dispensing cabinet technology. *Am J Health Syst Pharm* 73(19):1531–1536, <https://doi.org/10.2146/ajhp150531>
- McBride-Henry K, Foureur M, 2006. Medication administration errors: Understanding the issues. *Aust J Adv Nurs* 23(3):33–41. <https://doi.org/10.37464/2006.233.1933>
- McLeod M, Ahmed Z, Barber N, Franklin BD, 2014. A national survey of inpatient medication systems in English NHS hospitals. *BMC Health Serv Res* 14:93. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-14-93>
- Mekonnen A, McLachlan AJ, Brien JA, 2016. Pharmacy-led medication reconciliation programmes at hospital transitions: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Pharm Ther* 41(2):128–144. <https://doi.org/10.1111/jcpt.12364>
- Metsämuuronen J, 2011. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä: tutkijalaitos. International Methelp, Helsinki.
- Metsämuuronen R, Kurttila M, Naaranlahti T, 2018. Automaation hyödyntäminen sairaaloiden lääkehuollossa nyt ja tulevaisuudessa. *Dosis* 34(2):104–119.
- Metsämuuronen R, 2018. Lääkehuollon automaatio yliopistollisessa sairaalassa. Kuopion yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-61-3175-7>
- Metsämuuronen R, Kokki H, Naaranlahti T, Kurttila M, Heikkilä R, 2020. Nurses' perceptions of automated dispensing cabinets – an observational study and an online survey. *BMC Nurs* 19:27. <https://doi.org/10.1186/s12912-020-00420-2>
- Meyer LD, Raymond CB, Rodrigue CM, 2011. Development and Evaluation of a Checklist for Medication Order Review by Pharmacists. *Can J Hosp Pharm* 64(3):199–206. <https://doi.org/10.4212/cjhp.v64i3.1023>
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med* 151(4):264–269. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- Morrison M, Cope V, Murray M, 2018. The underreporting of medication errors: A retrospective and comparative root cause analysis in an acute mental health unit over a 3-year period. *Int J Ment Health Nurs* 27(6):1719–1728. <https://doi.org/10.1111/inm.12475>
- Mulac A, Mathiesen L, Taxis K, Gerd Granås A, 2021. Barcode medication administration technology use in hospital practice: a mixed-methods observational study of policy deviations. *BMJ Qual Saf* 30(12):1021–1030. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2021-013223>
- Mustakallio J, 2025. Vieraskynä: Unto Unit Dose-annosjakelu OYS2030 sairaalassa. 16.1.2025 <https://eskosystems.fi/vieraskyna-unto-unit-dose-annosjakelu-oys2030-sairaalassa/>
- National Coordination Council for Medication Error Reporting and Prevention, 2025. About medication errors. Haettu internetistä 7.10.2025 www.nccmerp.org/about-medication-errors

- National Library of Medicine, 2025. MeSH (Medical Subject Headings). Haettu internetistä 30.9.2025 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>
- NewIcon, 2025. Sairaala Nova valmistautuu lääkehuollon automaatioon: ”Päämääränämme on katkeamaton lääkehoitoprosessi”. Haettu internetistä 24.10.2025 <https://newicon.fi/fi/caset/sairaala-nova-valmistautuu-laakehuollon-automaatioon-paamaanamme-on-katkeamaton-laakehoitoprosessi>.
- Niittynen I, 2018. Katkeamaton lääkehoidon prosessi laskimonsisäisessä lääkehoidossa – järjestelmällinen katsaus. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-201811223560>
- Niiranen K, 2017. Turvallista lääkehoitoa sairaaloissa uudistuvan lääkehoitoprosessin, suljetun lääkekierron ja tietotekniikan avulla. *Dosis* 33:210–215.
- Noparatayaporn P, Sakulbumrungsil R, Thaweethamcharoen T, Sangseenil W, 2017. Comparison on human resource requirement between manual and automated dispensing systems. *Value Health Reg Issues* 12:107–111. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2017.03.007>
- Nuckols T, Smith-Spangler C, Morton SC ym. 2014. The effectiveness of computerized order entry at reducing preventable adverse drug events and medication errors in hospital settings: a systematic review and meta-analysis. *Syst Rev* 3:56. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-3-56>
- Ohja P, Anderson BJ, Draper EW ym. 2024. Design and evaluation of an electronic prospective medication order review system for medication orders in the inpatient setting. *JAMIA Open* 7(1):00ae003. <https://doi.org/10.1093/jamiaopen/ooae003>
- Ojala R, 2011. Lääkehoitoprosessin ongelmakohdat sairaalassa. Seminaariesitys. Fimean ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL). Haettu internetistä 8.1.2026. https://fimea.fi/documents/147152901/159465419/20187_Raimo_Ojala_Fimean_ja_THL_seminaariesitys.pdf/a7ca1c51-f457-4e6a-9a49-1782foaf2869/20187_Raimo_Ojala_Fimean_ja_THL_seminaariesitys.pdf?t=1616752366641
- Ojeleye O, Avery A, Gupta V, Boyd M, 2013. The evidence for the effectiveness of safety alerts in electronic patient medication record systems at the point of pharmacy order entry: a systematic review. *BMC Med Inform Decis Mak* 13:69. <https://doi.org/10.1186/1472-6947-13-69>
- Oksa E, Olin K, Airaksinen M, Celikkayalar E, 2021. Lääkitysturvallisuuden itsearviointi sairaalassa – itsearviointityökalun päivitys. *Dosis* 37:16–55. https://dosis.fi/wp-content/uploads/2021/03/016-055_Dosis_1-2021_Oksa_Olin.pdf
- Oldland AR, Golightly LK, May SK, Barber GR, Stolpman NM, 2015. Electronic inventory systems and barcode technology: impact on pharmacy technical accuracy and error liability. *Hosp Pharm* 50(1):34–41. <https://doi.org/10.1310/hpj5001-34>
- Oyanik E, Nevala S, 2023. Teknologia osana uudistuvaa lääkehoidon toteutusta – Perehdytysvideo Oulun yliopistollisen sairaalan muuttuvasta lääkehoidon toteutuksesta. Opinnäytetyön raportti. Oulun ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023052614880>

- Panesar SS, deSilva D, Carson-Stevens A ym. 2016. How safe is primary care? A systematic review. *BMJ Qual Safe* 25(7):544–553.
<http://dx.doi.org/10.1136/bmjqs-2015-004178>
- Paoletti RD, Suess TM, Lesko MG ym. 2007. Using bar-code technology and medication observation methodology for safer medication administration. *Am J Health Syst Pharm* 64(5):536–543.
<https://doi.org/10.2146/ajhp060140>
- Patient Safety Network, 2024. Culture of safety. Haettu internetistä 4.2.2026
<https://psnet.ahrq.gov/primer/culture-safety>
- Pedersen CA, Schneider PJ, Scheckelhoff DJ, 2009. ASHP national survey of pharmacy practice in hospital settings: dispensing and administration--2008. *Am J Health Syst Pharm* 66(10):926–946.
<https://doi.org/10.2146/ajhp080715>
- Pedersen CA, Schneider PJ, Scheckelhoff DJ, 2015. ASHP national survey of pharmacy practice in hospital settings: Dispensing and administration--2014. *Am J Health Syst Pharm* 72(13):1119–1137.
<https://doi.org/10.2146/ajhp150032>
- Pedersen CA, Schneider PJ, Ganio MC, Scheckelhoff DJ, 2020. ASHP national survey of pharmacy practice in hospital settings: Prescribing and transcribing—2019. *Am J Health Syst Pharm* 77(13):1026–1050.
<https://doi.org/10.1093/ajhp/zxaa104>
- Pedersen CA, Schneider PJ, Ganio MC, Scheckelhoff DJ, 2021. ASHP national survey of pharmacy practice in hospital settings: Dispensing and administration--2020. *Am J Health Syst Pharm* 78(12):1074–1093.
<https://doi.org/10.1093/ajhp/zxab120>
- Pepper GA, 1995. Errors in drug administration by nurses. *Am J Health Syst Pharm* 52(4):390–395. <https://doi.org/10.1093/ajhp/52.4.390>
- Pharmaca, 2018. Kolme hyödyllistä tietoa lääkepakkausten 2D-datamatriisista. 13.11.2018. <https://pharmaca.fi/kolme-hyodyllista-tietoa-uudistuvien-laakepakkausten-2d-datamatriisista/>
- Poon EG, Keohane CA, Yoon CS ym. 2010. Effect of bar-code technology on the safety of medication administration. *N Engl J Med* 362(18):1698–1707.
<https://doi.org/10.1056/nejmsa0907115>
- Portelli G, Canobbio M, Bitonti R, Constanza CD, Langella R, Ladiza V, 2019: The Impact of an Automated Dispensing System for Supplying Narcotics in a Surgical Unit: The Experience of the National Cancer Institute Foundation of Milan. *Hosp Pharm* 54(5):335–342.
<https://doi.org/10.1177/0018578718797265>
- Pruitt ZM, Kazi S, Weir C ym. 2023. A Systematic Review of Quantitative Methods for Evaluating Electronic Medication Administration Record and Bar-Coded Medication Administration Usability. *Appl Clin Inform* 14(1):185–198. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1761435>
- Pullam T, Russell CL, White-Lewis S, 2023. Frequency of Medication Administration Timing Error in Hospitals: A Systematic Review. *J Nurs Care Qual* 38(2):126–133.
<https://doi.org/10.1097/ncq.0000000000000668>
- Rauhala A, Kinnunen M, Kuosmanen A ym. 2018. Mitä vapaaehtoiset vaaratapahtumailmoitukset kertovat? *Lääkärilehti* 73(46):2716–2721.
- Reason, J, 1990. Human Error. Cambridge University Press. Cambridge.

- Reason J, 1997. *Managing the Risk of Organizational Accidents*. Ashgate. London.
- Reason J, 2000. Human error: models and management. *BMJ* 320:768–770. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7237.768>
- Redley B, Douglas T, Botti M, 2020. Methods used to examine technology in relation to the quality of nursing work in acute care: A systematic integrative review. *J Clin Nurs* 29(9–10):1477–1487. <https://doi.org/10.1111/jocn.15213>
- Risør BW, Lisby M, Sørensen J 2016. An automated medication system reduces errors in the medication administration process: results from a Danish hospital study. *Eur J Hosp Pharm* 23(4):189–96. <http://dx.doi.org/10.1136/ejhpharm-2015-000749>
- Risør BW, Lisby M, Sørensen J 2017. Cost-Effectiveness Analysis of an Automated Medication System Implemented in a Danish Hospital Setting. *Value Health* 20(7):886–893. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2017.03.001>
- Risør BW, Lisby M, Sørensen J 2018a. Complex automated medication systems reduce medication administration errors in a Danish acute medical unit. *Int J Qual Health Care* 30(6):457–65. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzy042>
- Risør BW, Lisby M, Sørensen J 2018b. Comparative cost-effectiveness analysis of three different automated medication systems implemented in a Danish hospital setting. *Appl Health Econ Health Policy* 16(1):91–106. <https://doi.org/10.1007/s40258-017-0360-8>
- Rizan C, Mortimer F, Stancliffe R, Bhutta MF, 2020. Plastics in healthcare: time for re-evaluation. *J R Soc Med* 113(2):49–53. <https://doi.org/10.1177/0141076819890554>
- Rochais É, Atkinson S, Bussièrès JF, 2013. Nursing perception of the impact of medication carts on patient safety and ergonomics in a teaching health care center. *J Pharm Pract* 26(2):131–137. <https://doi.org/10.1177/0897190012451908>
- Rochais É, Atkinson S, Guilbeault M, Bussièrès JF 2014. Nursing perception of the impact of automated dispensing cabinets on patient safety and ergonomics in a teaching health care center. *J Pharm Pract* 27(2):150–157. <https://doi.org/10.1177/0897190013507082>
- Rodriguez-Gonzalez CG, Herranz-Alonso A, Martin-Barbero ML ym. 2012. Prevalence of medication administration errors in two medical units with automated prescription and dispensing. *J Am Med Inform Assoc* 19(1):72–78. <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2011-000332>
- Rodriguez-Gonzalez CG, Martin-Barbero ML, Herranz-Alonso A, ym. 2015. Use of failure mode, effect and criticality analysis to improve safety in the medication administration process. *J Eval Clin Pract* 21(4):549–59. <https://doi.org/10.1111/jep.12314>
- Roman C, Poole S, Walker C, Smit de V, Dooley MJ 2016. A 'time and motion' evaluation of automated dispensing machines in the emergency department. *Australas Emerg Nurs J* 19(2):112–117. <https://doi.org/10.1016/j.aenj.2016.01.004>
- Romero AV ja Malone DC, 2005. Accuracy of adverse-drug-event reports collected using an automated dispensing system. *Am J Health Syst Pharm* 62(13):1375–1380. <https://doi.org/10.2146/ajhp040345>

- Rotta I, Salgado TM, Silva ML, Correr CJ, Fernandez-Llimos F, 2015. Effectiveness of clinical pharmacy services: an overview of systematic reviews (2000-2010). *Int J Clin Pharm* 37(5):687–697. <https://doi.org/10.1007/s11096-015-0137-9>
- Roumeliotis N, Sniderman J, Adams-Webber T ym. 2019. Effect of Electronic Prescribing Strategies on Medication Error and Harm in Hospital: a Systematic Review and Meta-analysis. *J Gen Intern Med* 34(10):2210–2223. <https://doi.org/10.1007/s11606-019-05236-8>
- Ruuhilehto K, Kaila M, Keistinen T, Kinnunen M, Vuorenkoski L, Wallenius J, 2011. HaiPro – millaisista vaaratapahtumista terveydenhuollon yksiköissä opittiin vuosina 2007–2009? *Duodecim* 127(10):1033–1040.
- Ruutiainen H, Holmström AR, Kunnola E, Kuitunen S, 2024. Use of Computerized Physician Order Entry with Clinical Decision Support to Prevent Dose Errors in Pediatric Medication Orders: A Systematic Review. *Paediatr Drugs* 26(2):127-143. <https://doi.org/10.1007/s40272-023-00614-6>
- Saha E ja Rathore P, 2024. A smart inventory management system with medication demand dependencies in a hospital supply chain: A multi-agent reinforcement learning approach. *Comput Ind Eng* 191:110165 <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110165>
- Schardt C, Adams MB, Owens T, Keitz S, Fontelo P 2007. Utilization of the PICO framework to improve searching PubMed for clinical questions. *BMC Med Inform Decis Mak* 7:16. <https://doi.org/10.1186/1472-6947-7-16>
- Schepel L, 2018. Strategies for medication safety: an organization-based approach focusing on high-alert medications and clinical pharmacy services in helsinki university hospital. Väitöskirja. Helsingin yliopisto. <http://hdl.handle.net/10138/266766>
- Schepel L, Aronpuro K, Kvarnström K ym. 2019. Strategies for improving medication safety in hospitals: Evolution of clinical pharmacy services. *Res Social Adm Pharm* 15(7):873–882. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2019.02.004>
- Schepel L ja Kuitunen S, 2020. Lääkitysturvallisuus sairaalassa. *Duodecim* 136(2):212–222.
- Schneider PJ, Pedersen CA, Scheckelhoff DJ, 2018. ASHP national survey of pharmacy practice in hospital settings: Dispensing and administration—2017. *Am J Health-Syst Pharm* 75(16):1203–1226. <https://doi.org/10.2146/ajhp180151>
- Schneider PJ, Pedersen CA, Ganio MC, Scheckelhoff DJ, 2024. ASHP National Survey of Pharmacy Practice in Hospital Settings: Operations and Technology—2023. *Am J Health-Syst Pharm* 81(16):684–705. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxae118>
- Shah K, Lo C, Babich M, Tsao NW, Bansback NJ, 2016. Bar Code Medication Administration Technology: A Systematic Review of Impact on Patient Safety When Used with Computerized Prescriber Order Entry and Automated Dispensing Devices, *Can J Hosp Pharm* 69(5):394–402. <https://doi.org/10.4212/cjhp.v69i5.1594>
- Shermock SB, Shermock KM, Schepel LL, 2023. Closed-Loop Medication Management with an Electronic Health Record System in U.S. and Finnish Hospitals. *Int J Environ Res Public Health* 20(17):6680. <https://doi.org/10.3390/ijerph20176680>

- Sinnemäki J, 2020. Automated dose dispensing service for primary care patients and its impact on medication use, quality and safety. Väitöskirja. Helsingin yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-6537-4>
- Skibinski KA, White BA, Lin LI, Dong Y, Wu W, 2007. Effects of technological interventions on the safety of a medication-use system. *Am J Health Syst Pharm* 64(1):90–96. <https://doi.org/10.2146/ajhp060060>
- Sloss EA, Jones TL, 2020. Alert Types and Frequencies During Bar Code–Assisted Medication Administration. *J Nurs Care Qual* 35(3):265–269. <https://doi.org/10.1097/ncq.0000000000000446>
- Sosiaali- ja terveysministeriö, 2006. Turvallinen lääkehoito. Valtakunnallinen opas lääkehoidon toteuttamisesta sosiaali- ja terveydenhuollossa. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2005:32 <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201504226645>
- Sosiaali- ja terveysministeriö, 2008. Terveydenhuollon vaaratapahtumien raportointijärjestelmän käyttöönotto. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2008:16. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201504223648>
- Sosiaali- ja terveysministeriö, 2011. Lääkepolitiikka 2020. Kohti tehokasta, turvallista, tarkoituksenmukaista ja taloudellista lääkkeiden käyttöä. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2011:2. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3101-5>
- Sosiaali- ja terveysministeriö, 2016. Lääkkeiden potilaskohtaisen annosjakelun hyvät toimintatavat. Sosiaali- ja terveysministeriön raportteja ja muistioita 2016:1. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3692-8>
- Sosiaali- ja terveysministeriö, 2018. Rationaalisen lääkehoidon toimeenpano-ohjelma. Loppuraportti. Toim. Hämeen-Anttila K, Närhi U ja Tahvanainen H. Sosiaali- ja terveysministeriön raportteja ja muistioita 2018:15. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3915-8>.
- Sosiaali- ja terveysministeriö, 2019. Lääkehoidon tiedonhallinnan kokonaisarkkitehtuurin esiselvitys. Työryhmämuistio. Toim. Palojoki S, Tahvanainen H, Kaskinen T, Siira T, Vuokko R. Sosiaali- ja terveysministeriön raportteja ja muistioita 2019:58. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-4109-0>
- Sosiaali- ja terveysministeriö 2020. Katkeamaton lääkehoito. Työryhmämuistio toimintamalleista sairaalassa. Toim. Ikäheimo R, Uusitalo M, Kallio M, Vuokko R ja Palojoki S. Sosiaali- ja terveysministeriön raportteja ja muistioita 2020:23 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-5433-5>.
- Sosiaali- ja terveysministeriö 2021. Turvallinen lääkehoito - Opas lääkehoitosuunnitelman laatimiseen. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2021:6. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-8682-4>
- Sosiaali- ja terveysministeriö 2022. Asiakas- ja potilasturvallisuusstrategia ja toimeenpanosuunnitelma 2022–2026. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2022:2. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-8464-6>
- Sova PM, Holmström AR, Airaksinen M, Sneck S, 2024. Using Healthcare Failure Mode and Effect Analysis in prospective medication safety risk management in secondary care inpatient wards. *Eur J Hosp Pharm* 31:227–233. <http://dx.doi.org/10.1136/ejhpharm-2021-003109>
- Spivey P. 2012. Ensuring good dispensing practices. Kirjassa: Toim. Embrey M, Ryan M. MDS-3 Managing Access to Medicines and Health Technologies. Arlington, VA.: Management Sciences for Health. <https://msh.org/wp-content/uploads/2014/01/mds3-jan2014.pdf>

- Stakes ja Lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto, 2006. Potilas- ja lääkehoidon turvallisuussanasto. Toim. Outinen M, Idänpää-Heikkilä U. Stakesin Työpapereita 28/2006. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201204193072>.
- Steindl-Schönhuber T, Drechsel T, Gittler G, Weidmann AE, 2025. Hospital pharmacy implementation of a unit dose dispensing system: A qualitative interview study to determine experiences, views and attitudes of nursing staff. *Explor Res Clin Soc Pharm* 17:100566. <https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2025.100566>
- Stepanovic M, Dabliz R, Moss RJ ym. 2025. The 2024 updated Basel Statements on the future of hospital pharmacy. *Am J Health Syst Pharm* 31:zxaf131. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxaf131>
- Suikkanen A, 2008. Keskussairaalan lääkityspoikkeamat ja niihin yhteydessä olevat tekijät. Pro gradu -tutkielma. Kuopion yliopisto. <https://erepo.uef.fi/items/a8b3b125-3f3d-49d6-9447-4d865d97a64d>
- Sulkava S-S, 2024. Lääkitystiedon ajantasaistamisen, lääkityksen tarkistuksen ja lääkehoidon arvioinnin käytäntöjen yhtenäistäminen lääkitysturvallisuuden parantamiseksi Satakunnan hyvinvointialueella. Maisterintutkielma. Helsingin yliopisto. <http://hdl.handle.net/10138/577174>
- Suvikas-Peltonen E, 2017. Lääkkeiden turvallisen käyttökuntoon saattamiseen edistäminen sairaaloiden osastoilla. Väitöskirja. Helsingin yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-3547-6>
- Svirsko AC, Norman BA, Hostetler S, Parry B, 2022. Optimizing the Medication Distribution Process for Inpatient Units. *J Med Syst* 46:32. <https://doi.org/10.1007/s10916-022-01822-2>
- Taxis K, Dean B, Barber N, 1999. Hospital drug distribution systems in the UK and Germany-a study of medication errors. *Pharm World Sci* 21(1):25–31. <https://doi.org/10.1023/a:1008616622472>
- Tchijevitch O, Hansen SMB, Hallas J ym. 2025. Methodological Approaches for Analyzing Medication Error Reports in Patient Safety Reporting Systems: A Scoping Review. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 51:46–73. <https://doi.org/10.1016/j.jcjq.2024.10.005>
- Teinilä T, Halmepuro-Jaatinen S, Yritys K, Manni K, Airaksinen M, 2012. Adapting the US Institute for Safe Medication Practices' Medication Safety Self Assessment tool for community pharmacies in Finland. *Int J Pharm Pract* 20(1):15–24. <https://doi.org/10.1111/j.2042-7174.2011.00158.x>
- Temple J ja Ludwig B, 2010. Implementation and evaluation of carousel dispensing technology in a university medical center pharmacy. *Am J Health Syst Pharm* 67(10):821–829. <https://doi.org/10.2146/ajhp090307>
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2015. Turvallinen lääkehoito – Opas lääkehoitosuunnitelman tekemiseen sosiaali- ja terveydenhuollossa. Toim. Inkinen R, Volmanen P, Hakoinen S ym. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 14/2015. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-302-577-6>.
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2024. Lääkehoidon tiedonhallinnan konsepti v2.0. Toim. Virkkunen H, Palvimo J. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 12/2024. <https://yhteistyotilat.fi/wiki08/display/JULLAAKE>
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2025a. Potilastiedon kirjaamisen yleisopas 7.0. Toim. Kauvo T, Virkkunen H, Ålander A. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL) 6/2025. <https://yhteistyotilat.fi/wiki08/display/JULPOKY>

- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2025b. Kanta-lääkityslistan toimintamalli v1.0. Toim. Palvimo J, Virkkunen H. Terveyden ja hyvinvoinninlaitos 1/2025. <https://yhteistyotilat.fi/wiki08/display/JULKLLTM>
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2025c. Terveys- ja sosiaalipalvelujen henkilöstö 2022: Yhä useampi sosiaali- ja terveydenhuollon työntekijä työskentelee yrityksissä. Suomen virallinen tilasto 22/2025. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2025042430361>
- Tolonen H, Kaukovuori J, Airaksinen M, Holmström AR, 2025. Are electronic health record big data ready for secondary use in research? Exploring potential limitations with opioids as a case study. *Health Informatics J* 31(3):14604582251363501. <https://doi.org/10.1177/14604582251363501>
- Tsao NW, Lo C, Babich M, Shah K, Bansback NJ, 2014. Decentralized automated dispensing devices: Systematic review of clinical and economic impacts in hospitals. *Can J Hosp Pharm* 67(2):138–148. <https://doi.org/10.4212/cjhp.v67i2.1343>
- Tu H, Shan TH, Wu YC ym. 2023. Reducing Medication Errors by Adopting Automatic Dispensing Cabinets in Critical Care Units. *J Med Syst* 47(1):52. <https://doi.org/10.1007/s10916-023-01953-0>
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK), 2019. Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019. https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden_eettisen_ennakoarvioinnin_ohje_2020.pdf
- Työ- ja elinkeinoministeriö, 2022. Ammattibarometri: Työvoimapulan kasvu on hidastunut – pulan kärjessä jatkavat sosiaali- ja terveystalan ammatit. Työ- ja elinkeinoministeriö, tiedote 1.11.2022. <https://tem.fi/-/ammattibarometri-tyovoimapulan-kasvu-on-hidastunut-pulan-karjessa-jatkavat-sosiaali-ja-terveysalan-ammattit>
- Valtioneuvosto 2025. Lähi- ja sairaanhoitajat pääosin jo töissä sote-alalla – lisäreserviä voi löytyä alanvaihtajista ja eläkeläisistä. Työterveyslaitos ja sosiaali- ja terveysministeriö, uutinen 21.5.2025. https://valtioneuvosto.fi/en/-/1271139/most-registered-nurses-and-practical-nurses-are-already-working-in-the-social-and-health-care-sector-career-changers-and-pensioners-are-a-possible-extra-reserve?languageId=fi_FI
- Wai DF, Merchant RF, Donneyong MM, 2022. Optimizing Medication Distribution in Automated Dispensing Cabinets: Dashboard Implementation and Evaluation. *J Pharm Pract* 36(6):1404–1411. <https://doi.org/10.1177/08971900221118159>
- Wang YC, Tsan CY, Chen MC, 2021. Implementation of an Automated Dispensing Cabinet System and Its Impact on Drug Administration: Longitudinal Study. *JMIR Form Res* 5(9):e24542. <https://doi.org/10.2196/24542>
- Westbrook JI, Li L, Lehnbohm EC ym. 2015. What are incident reports telling us? A comparative study at two Australian hospitals of medication errors identified at audit, detected by staff and reported to an incident system. *Int J Qual Health Care* 27(1):1–9. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzu098>
- Williams CT, 2004. Inside a closed-loop medication strategy – Medication management targets in which errors occur, step by step. *Nurs Manage* 35(Suppl5):8–9.

- Wimpenny P, Kirkpatrick P, 2010. Roles and systems for routine medication administration to prevent medication errors in hospital-based, acute care settings: a systematic review. *JBI Libr Syst Rev* 8(10):405–446. <https://doi.org/10.11124/01938924-201008100-00001>
- World Health Organization, 2005. World alliance for patient safety: WHO draft guidelines for adverse event reporting and learning systems: from information to action. www.who.int/publications/i/item/WHO-EIP-SPO-QPS-05.3
- World Health Organization, 2009. Surgical Safety Checklist. Haettu internetistä 22.10.2025 <https://www.who.int/teams/integrated-health-services/patient-safety/research/safe-surgery/tool-and-resources>
- World Health Organization, 2010. WHO Technical Report Series No. 957. Haettu internetistä 30.9.2025 <https://www.who.int/publications/m/item/annex-2-trs-957>
- World Health Organization, 2017. Medication without harm – WHO global patient safety challenge on medication safety. Geneve. Haettu internetistä 22.10.2025 <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HIS-SDS-2017.6>
- World Health Organization, 2019. Medication Safety in Transitions of Care - Technical Report. Haettu internetistä 22.10.2025 <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-UHC-SDS-2019.9>
- World Health Organization, 2020. Patient safety incident reporting and learning systems: technical report and guidance. Haettu internetistä 14.10.2025 <https://www.who.int/publications/i/item/9789240010338>
- World Health Organization 2021. Global patient safety action plan 2021–2030: Towards eliminating avoidable harm in health care. Geneva. Haettu internetistä 14.10.2025 <https://www.who.int/teams/integrated-health-services/patient-safety/policy/global-patient-safety-action-plan>
- World Health Organization, 2023. Global burden of preventable medication-related harm in health care - A systematic review. Geneve. Haettu internetistä 25.9.2025 <https://www.who.int/publications/i/item/9789240088887>
- Wulff K, Cummings GG, Marck P, Yurtseven O, 2011. Medication administration technologies and patient safety: a mixed-method systematic review. *J Adv Nurs* 67(10):2080–2095. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2011.05676.x>
- Zaidan M, Rustom F, Kassem N, Al Yafei S, Peters L, Ibrahim MI, 2016. Nurses' perceptions of and satisfaction with the use of automated dispensing cabinets at the heart and cancer centers in Qatar: a cross-sectional study. *BMC Nurs* 15:4. <https://doi.org/10.1186/s12912-015-0121-7>
- Zheng WY, Lichtner V, Van Dort BA, Baysari MT, 2021. The impact of introducing automated dispensing cabinets, barcode medication administration, and closed-loop electronic medication management systems on work processes and safety of controlled medications in hospitals: A systematic review. *Res Social Adm Pharm* 17(5):832–841 <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2020.08.001>

Liitteet

Liite 1: Esimerkkejä kansainvälisesti sairaaloiden osastoilla käytössä olevista älykkäistä varastohallintajärjestelmistä toimittajineen

Toimittaja	Ohjelman nimi (lähde)	Ominaisuudet
Epic Systems	Willow Inventory	Integroitavissa potilastietojärjestelmään (Epic). Varaston reaaliaikainen hallinta, tilausehdotus, vanhenevien seuranta, viivakoodit.
BD	HealthSight inventory Optimisation	Integroitavissa BD:n älylääkekaappeihin. Varastohallinta, tilausrajojen päivitys, vanhenevien seuranta, viivakoodit.
CardinalHealth	Inventory Management Solution	Integroitavissa potilastietojärjestelmään. Varastohallinta, tilausehdotus, vanhenevien seuranta, viivakoodit ja RFID.
Omnicell	MedXpert	Integroitavissa Omnicell:n älylääkekaappeihin. Varastohallinta, tilausehdotus, vanhenevien seuranta, viivakoodit ja RFID.
Hybrent	Hybrent	Integroitavissa muihin järjestelmiin. Varastohallinta, tilausehdotus, vanhenevien seuranta, viivakoodit.

RFID = radiotaajuinen etätunnustus, radio-frequency identification

Liite 2: Lääkkeenjako­prosessissa hyödynnettävien laitteiden tietoja ja valmistaja

LAITE (linkki lähteeseen)	YRITYS	MAA	UD/MD; pakattavien lääketyyppi	LISÄTIETOA
Älylääkekaappi				
eMED ICON	Newlcon	Suomi	N/A	
iMADC	Imedtac	Taiwan	N/A	
INTIPharm	JVM	Etelä- Korea	N/A	
MedDispense	TouchPoint Medical	Yhdysvallat	N/A	
MedSelect Flex	ARxIUM	Kanada	N/A	
MedSMART	Swisslog	Sveitsi	N/A	
Omnicell XT	Omnicell	Yhdysvallat	N/A	
Pyxis MedStation	BD Becton Dickson	Yhdysvallat	N/A	Integroitavissa BD:n varastonhallinta- järjestelmän kanssa
Älylääkekärry				
AMIS-PRO	Omnicell	Yhdysvallat	N/A	
All-in-1 Trolley	Deenova	Italia	N/A	ks. All-in-1-sarja
medDispense EDU	TouchPoint Medical	Yhdysvallat	N/A	
Jakelurobotti				
ACCED	Deenova	Italia	UD; K	UD-pakkaaminen, varastointi ja potilaskohtainen jako
AIDE-sarja	Deenova	Italia	UD; B, M	Cut UD-pakkaaminen, Pick potilaskohtainen jako
All-in-1	Deenova	Italia	UD; K, M	UD-pakkaaminen, kaikille lääkemuo­doille. ks. All-in-1 Station.
All-in-1 Station	Deenova	Italia	UD	Varastointi ja potilaskohtainen jako. ks. All-in-1 Trolley.
AccuFlex Single	Omnicell	Yhdysvallat	UD/MD; K	UD-pakkaaminen. Ks. XR2
XR2	Omnicell	Yhdysvallat	UD	Varastointi ja potilaskohtainen UD-jako. ks. AccuFlex Single.
Calypto-sarja	Sinteco	Italia	UD; B, K, M	UD-pakkaaminen, eri lääkemuo­doille. ks. Pegasys.
Pegasus	Sinteco	Italia	UD	Varastointi ja potilaskohtainen UD-jako. ks. Calypso.
Pharmyx CP-90	Pharmyx	Yhdysvallat	UD; K	Varastointi ja potilaskohtainen UD-jako. Ei tietoa UD-pakkaamisesta.
PillPick	Swisslog Healthcare	Sveitsi	UD; B, K, M	UD-pakkaaminen, varastointi ja potilaskohtainen jako.
AutoPack	Swisslog	Sveitsi	MD; K	
AlixRX	AlixRX	Yhdysvallat	MD; K	
MENITH	JVM	Etelä- Korea	MD; K	
PROUD*	Baxter	Yhdysvallat	MD; K	Yhteistyössä Yuyaman kanssa.
LITREA*	Baxter	Yhdysvallat	MD; K	Yhteistyössä Yuyaman kanssa.
Litrea-sarja*	Yuyama	Japani	MD; K	Yhteistyössä Baxterin kanssa
PROUD-sarja*	Yuyama	Japani	MD; K	Yhteistyössä Baxterin kanssa
Parata-sarja	BD	Yhdysvallat	MD; K	
Xana-sarja	Tosho	Japani	MD; K	

N/A = ei sovellettavissa; UD = unit dose, lääkkeiden yksikköpakkaaminen; MD = multi dose, lääkkeiden jakaminen antoajankohdan mukaisesti moniannospusseihin; K = kiinteät suun kautta otettavat valmisteet, B = blisterit, läpypainopakauksissa olevat lääkkeet, M = muut kuin kiinteät suun kautta otettavat valmisteet

Liite 3: Included studies (n=35) about automated- and semi-automated drug distribution systems (updated search) sorted by distribution type and GRADE.^a

Reference	Country & setting	Objectives	Design & GRADE	Materials and Methods	Keyfindings*
DECENTRALIZED DRUG DISTRIBUTION SYSTEM (n=21)					
Jung et al., 2025	United Kingdom: Hospital setting	To map existing literature focusing on the benefits and challenges of ADC use with medicines.	Scoping review HIGH	Literature search was conducted in Medline, PubMed, CINAHL, Embase, Global Health, and Web of Science in May 2024. Publications were included if authors studied the benefits or limitations of ADC use where ADCs were the primary intervention being studied. Among 234 articles identified from the search, 54 articles were included for full data extraction.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Medication errors reduced. However, overriding compromises patient safety. 2) Administration time reduced. Nurses and pharmacists had more time for clinical tasks. 3) Cost savings were gained: stock value and expired medications decreased. Reduction in staffing costs. 4) ADCs improved control of controlled drugs, they were not sufficient alone to prevent misuse
Borrelli et al., 2024	United States of America: Hospital setting	To assess the documented impact of ADCs in ambulatory surgery centers, perioperative, and surgical care areas.	Systematic review HIGH	Literature search was conducted in PubMed and Google Scholar in November 2022. Studies were included if they reported empirical data on ADCs in surgical, perioperative, or ambulatory surgery settings. Included studies were performed in North America or Europe, written in English and published since 1992. Outcomes of the studies (n=9) were categorized as medication errors, controlled substance discrepancies, inventory management, user experience, and cost effectiveness.	<ol style="list-style-type: none"> 1) ADC implementation in surgical settings was found to decrease medication errors (n=2), 23% reduction and even up to 100% after ADC implementation. 2) Reduce in labor hours after ADC implementation. 3) Positive impact on user experience, with a range of 81% to 100% of health care providers across these settings being satisfied with ADC usage. 4) Improved inventory management. Reductions were found (n=6) in controlled-substance discrepancies ranging from 16% to 62.5%.
Zheng et al., 2021	Australia: Hospital setting	To determine the impact of ADCs, BCMA and closed-loop EMMS on clinical work processes, medication safety, and drug diversion associated with controlled medications.	Systematic review HIGH	Eight databases (Medline, Pubmed, Embase, Scopus, Web of Science, PsycINFO, CINAHL, and ScienceDirect) were searched for relevant papers published between January 2000 and May 2019. Qualitative, quantitative, and mixed-methods empirical studies published in English that reported findings on the impact of ADCs, BCMA and/or closed-loop EMMS on controlled medications in the inpatient setting were included (n=16).	<ol style="list-style-type: none"> 1) Three quantitative studies reported reductions in medication errors after implementing BCMA, but medications labelled with wrong barcodes and unreadable barcodes led to confusion and administration errors. 2) ADCs reduced manual tasks (manual end-of-shift counts of controlled medications, medication retrieval and documentation) and time spent on medication-related duties.

Reference	Country & setting	Objectives	Design & GRADE	Materials and Methods	Keyfindings*
Carvalho et al., 2020	Brazil: Hospital setting	To compare the effectiveness of the decentralized ADD system with pockets in relation to the reduction of medication errors in hospitalized adult patients.	Systematic review and meta-analysis HIGH	An effectiveness study based on a systematic review guided by the question: for patients admitted to hospital units, is the use of ADD effective for reducing medication errors when compared to manual UD dispensing? The evidence of 15 studies (published between 2003 and 2015) was evaluated by the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation and the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses instrument, used in the report.	1) There is no difference in effectiveness between ADCs and manual UD dispensing [OR 1.03 95%CI (0.12 – 8.99)]. ADS may potentially reduce errors by 88%, but could increase them dramatically in the worst-case scenario. ADCs use introduced new types of errors, such as refill and override errors, often linked to human factors. The recommendation in favor of the ADD system is weak. 2) Cost reduction may be associated with lower costs with personnel, as the ADCs required more pharmacy technicians and fewer nurses.
Ahtaiainen et al., 2025	Finland: A university hospital with 3000 beds, an internal hospital ward with 24 beds	To explore the effects of introduced UDs on medication safety and time spent on medication dispensing	Observational study (not assessed)	Before-and-after observations (10 weekdays) in study ward assessed prevalence of medication and procedural errors and nurses' dispensing time before and after introducing UDs of selected medications. Medications were dispensed for 208 patients (n=1359 medications) before and 221 patients (n = 1171) after introducing UDs. After implementation, 45.3% (n=530/1171) of the medications were dispensed as UDs. A survey was conducted to investigate nurses' perceptions of medication dispensing. Quantitative analysis was performed.	UDs decreased medication and procedural errors (from 3.2% to 1.7% and 37.4% to 13.9%; p<0.05). BC scanning improved, as scanning-related problems decreased from 21.4% to 1.8% (p<0.05) after implementation. This supported electronic closed-loop medication management in the study hospital. UDs did not change the median dispensing time per patient, although the time used to dispense a single medication increased. Nurses reported improvements in BC scanning but also indicated problems with handling UDs and were worried about increased plastic waste.
Jeffrey et al., 2025	United Kingdom: A teaching hospital with 1041 beds	To assess the impact of ADC implementation on the rate of omitted doses due to unavailability of ward stock medicines and the effect of ADCs on omitted doses of first dose antimicrobials.	Service evaluation (not assessed)	Due doses data from ten wards was collected from electronic prescribing and medicines administration system for July and September 2022 (pre-ADC) and July and September 2023 (post-ADC). Omitted doses were selected and filtered for those marked 'drug not available' and compared with ward stock list. A secondary analysis Focused on omitted doses of systemically administered antimicrobials. The overall number of prescribed doses were similar before and after implementation.	There was a total of 393 omitted doses (n=479 153) of ward stocked medicines due to unavailability pre-ADC implementation, and 817 post-ADC implementation (n=463 399). Results 0.08 % vs 0.18 % showed no statistical significance (p = 0.1655). There was also no statistical difference in omitted doses of ward stocked antimicrobials pre- vs post-ADC implementation, 0.003% vs. 0.005% respectively (p = 0.3363). It has been identified that a potential way to reduce rates of omitted doses is by optimising stock stored in each cabinet.

Reference	Country & setting	Objectives	Design & GRADE	Materials and Methods	Keyfindings*
Korhonen et al., 2025	Finland: Three wards of university hospital	To investigate the use and user experience of modern ADCs integrated into EHR systems within hospital inpatient wards	Field study (not assessed)	The study involved interviews and observations with six nurses, three ward pharmacists, and two pharmacy technicians. Data were collected in spring 2023 through 20–60-minute interview sessions, transcribed and pseudonymized, then analyzed thematically using Atlas.ti to explore user experiences with ADCs. Observations were performed during morning medication dispensing, as the nurses' usage of the ADCs was monitored.	Most participants had positive experience with the ADCs: improved the safety of the medication-dispensing process and improved stocking (improved inventory management, monitoring, and locating medicines). Main challenges were related to slowness of the ADCs, lack of space, human errors and technical difficulties. Streamlining the medication process is crucial to facilitate the implementation of ADCs.
Jeffrey et al., 2024	United Kingdom: Teaching hospital with 1041 beds	To evaluate the time taken to undertake a medication round including the number of locations visited to retrieve medicines, across four different clinical specialties before and after ADC implementation.	Descriptive time and motion study (not assessed)	Researchers observed nurses during medication rounds on five inpatient wards (haematology, liver, surgery, acute medicine, and gerontology), both before and after the implementation of ADCs.	Nurses spent less time retrieving medications during drug rounds with ADCs. On average, the time per medication dropped from 83.3 seconds to 62.6 seconds (not significant). On the surgical ward, the time dropped from 98.1 seconds to 47.2 seconds (significant). The number of locations nurses had to visit to collect all medications per patient decreased from 1.73 to 1.04 (significant) locations. This suggests that ADCs helped streamline the medication retrieval process. Interruptions during medication rounds remained common both before and after ADC implementation.
Almalki et al., 2023	Saudi Arabia: Eight wards in study hospital	To decrease 1) the time from ordering medication to administration, 2) the monthly inpatient total medication consumption and 3) ward medication stock items.	Evaluation study, quality improvement project (not assessed)	A Six-Sigma approach was applied to eliminate deficiencies throughout the medication management process. Failure mode effect analysis and staff surveys were used to evaluate implementation of ADCs and reengineered workflows for expensive, misused, and restricted medications.	The turnaround time from ordering medication to administration was reduced by 83%. Most nurses (64%) and pharmacists (67%) stated that ADCs increased their productivity by more than 40%. Monthly medication consumption was reduced by 24%, with an estimated annual saving of 4,100,000 USD. The number of returned items per month was reduced by 72%, and the estimated annual savings from loss of expired medications was 750,000 USD.

Reference	Country & setting	Objectives	Design & GRADE	Materials and Methods	Keyfindings*
Jumeau et al., 2023	Switzerland: 16 wards (internal medicine and surgery departments) in University hospital with 1800 beds	To compare dispensing error rates, types and interruptions among wards during dispensing and the time taken to prepare pillboxes using ADCs and TWS.	Prospective observational study (not assessed)	The study compared eight wards using ADCs connected to CPOE and eight using a TWS. A disguised observation technique was used to compare occurrences of dispensing errors and interruptions and pillbox preparation times. The proportion of errors was calculated by dividing the number of doses with one or more errors by the total number of opportunities for error. Wards participating in Lean-based project were compared to others. The potential severity of intercepted errors was assessed.	2924 opportunities for error was recorded in the preparation of 570 pillboxes by 132 nurses. 1) lower overall error rate (1.0% vs 5.0%, p=0.0001) 2) fewer interruptions per hour (3.2 vs 5.7, p=0.008) 3) and faster mean preparation time per drug (32 s vs 40 s, p=0.0017) among ADC wards than among TWS wards, respectively. A significantly lower overall error rate (1.4% vs 4.4%) and a non-significantly lower number of interruptions per hour (3.8 vs 5.1) was found among wards participating in the Lean-project.
Lichtner et al., 2023	Australia: ICU in Children's hospital	To explore whether and how storing controlled drugs, CD, in an ADC contributes to the effectiveness and efficiency of CD governance.	Mixed-methods exploratory study (not assessed)	Study comprised observations, interviews and audits, 3 months after ADC implementation. Medications activities were observed 54 hours in the ICU medication room; interviewed nurses (n=19), management (n=1) and pharmacy staff (n=3); reviewed 6 months of ICU incident reports pertaining to CD governance; audited 6months of CD register data and extracted logs of all ADC transactions for the 3months following implementation. Analysis focused on four CD governance areas: access control, documentation, monitoring, and reporting.	Nurses and pharmacists perceived that ADC reduced time spent on CD governance. The ADC improved automated documentation, 'blind counts'; automated count discrepancy checks; electronic alerts and reporting functionalities. The ADC eliminated the need for keys and shifted tasks from ward-based to digital workflows, making monitoring continuous rather than periodic. However, it wasn't suitable for all CDs, leading to workarounds and continued use of a safe plus paper registers.
Liou et al., 2023	Taiwan: A surgical unit in a general hospital	To assess the effectiveness of an ADC that uses integrated information technology in the drug distribution process in a surgical unit at study hospital in 2019.	Retrospective study (not assessed)	The outcomes include medicine delivery time, working time of healthcare professionals, transportation manpower, dispensing errors, and satisfaction of nursing staff with the medication distribution process.	ADC reduced dispensing errors, simplified drug delivery, and improved timeliness. The average waiting time of standing orders decreased for both on and off duty periods (40.0 ± 27.6 to 3.0 ± 3.9 min; 45.2 ± 25.8 to 2.9 ± 2.9 min, P < 0.001; respectively) and immediate or temporary medication orders (54.4 ± 31.5 to 2.0 ± 3.0 min and 64.0 ± 47.5 to 1.5 ± 1.8 min, P < 0.001). Nurses' communication time for medication delivery dropped by 47 hours/month, and pharmacists' dispensing time for urgent orders decreased by 5.6 hours/month. Nurses satisfaction with the drug delivery process improved after ADCs.

Reference	Country & setting	Objectives	Design & GRADE	Materials and Methods	Keyfindings*
Tu et al., 2023	Taiwan: ICUs in University hospital with 1200 beds	To compare the rates of medication errors, including prescription, dispensing, and administrative, before and after using ADCs in ICU	Comparative study (not assessed)	The prescription, dispensing, and administrative error data before and after the adoption of ADCs were retrospectively collected from the medication error report system. The severity of medication errors was classified according to the National Coordinating Council for Medication Error Reporting and Prevention guidelines. The study outcome was the rate of medication errors.	Rates of prescription and dispensing errors reduced from 3.03 to 1.75 per 100,000 prescriptions and 3.87 to 0 per 100,000 dispensations, respectively. The administrative error rate decreased from 0.046 to 0.026%. The ADCs decreased category B and D errors by 75% and category C errors by 43%. Human errors could not be eliminated with the ADC.
Craswell et al., 2021	Australia: University hospital with 450 beds	To explore the structures, processes and outcomes involved in an AMD system implementation and its impact on patient safety.	Qualitative study (not assessed)	Twenty-six registered nurses and pharmacy assistants from ADC units were interviewed. In-depth, thematic analysis explored the structures and processes. Together with interview data, content analysis of text data generated by internal risk management and critical incident reporting systems was undertaken to evaluate outcomes. Findings were interpreted using the Interactive Sociotechnical Analysis framework. The COREQ checklist was followed.	Pharmacy assistants were more satisfied with ADCs than nurses. Training provided for nurses and their involvement in implementation was reported as insufficient; however, satisfaction improved over time. ADCs affected efficiency and processes. ADCs caused queuing, prompting nurses to develop individual workarounds to speed up processes. This impacted work productivity and compromised patient safety.
Fox et al., 2021	Australia: Quaternary hospital with 783 beds	To investigate the impact of ADCs and inventory robots in medication distribution within the study hospital.	Observational study (not assessed)	A prospective observational study of pharmacy technician medication supply to clinical areas was conducted over a 2-week period pre- and post-implementation of ADCs and inventory robots. Information was collected on the time taken to perform all tasks required to provide a weekly medication supply service for medication other than drugs of addiction	There was no significant reduction of total duration for medication supply (73.08 min before vs. 68.59 min after implementation (P = 0.567)). One automation downtime period occurred post-implementation, requiring manual procedures. Without downtime, overall time decreased significantly (74.25 min vs. 63.18 min, P = 0.019). Pharmacy medication selection errors were reduced after implementation of inventory robots, (0.43% vs. 0.21%, P = 0.090 non-significant).

Reference	Country & setting	Objectives	Design & GRADE	Materials and Methods	Keyfindings*
Wang et al., 2021	Taiwan: Three units in University hospital	To determine the impact of an ADC system on medication administration by nurses as well as safety before and after ADC implementation.	Longitudinal observational study (<i>not assessed</i>)	Clinical observations and questionnaires were used to evaluate the time differences in drug preparation, delivery, and returns in the inpatient ward by nurses before and after using the ADC. Drug errors recorded in the Medical Incident Events system were assessed the year before and after ADC implementation.	Drug preparation time increased significantly across all wards, averaging 2 minutes per patient. Only one unit showed a non-significant increase in drug return time. ADEs slightly decreased after ADC implementation (not statistically significant). Nurses rated the system positively overall, especially appreciating reduced wait times for pharmacy medications. Despite increased workload, nurses remained supportive of ADC benefits for patient care and medication safety.
Craswell et al., 2020	Australia: University hospital with 450 beds	To evaluate the impact of ADCs on the nursing workflow. To explore the acceptability and utility of ADCs in a variety of clinical settings as well as similarities and differences in the use of the ADCs across different clinical areas.	Cross-sectional study (<i>not assessed</i>)	The study involved 174 registered nurses and 12 pharmacy assistant staff from general ward and specialty areas who were using the ADCs. Methods included a hospital-wide survey of users and an observation study of nursing workflow around the ADCs in specific clinical areas.	Most staff felt ADCs safe and secure. Key concerns related to access delays, and increased time needed due to walking distance and interruptions from other staff. Staff perceived that the ADCs slowed medication administration processes because of queuing, and it also had other impacts on workflow. The system was found to expedite processes around controlled drug administration. Re-stocking requirements presented operational issues; pharmacy assistants were observed waiting for opportunities to complete re-stocking tasks in the face of competing clinical requirements.
Metsämuuronen et al., 2020	Finland: Two study units (ICU and OR) in tertiary care University hospital	To investigate nurses' perceptions of ADCs and the impacts of ADCs on nurses' work.	Observational study with survey (<i>not assessed</i>)	The observational study consisted of two 5-day observation periods in both units, one before (2014) and the other after (2016) the introduction of ADCs. An online questionnaire was distributed to 346 nurses in April 2017. The data were analysed using descriptive statistics including frequencies and percentages and the Chi-Square test	The majority (n = 68/81) of the respondents were satisfied with ADCs and stated it made their work easier (Nearly 80% ICU nurses and 42% OR nurses). Instruction compliance was higher among ICU nurses. In the ORs, time spent on dispensing and preparing medications decreased by 32 min per 8-h shift, allowing more time for patient care. Most nurses (62%) believed ADCs enhanced patient safety, especially through barcode scanning and clear labeling. Some resistance to change and technical issues were observed, mostly in the ORs.

Reference	Country & setting	Objectives	Design & GRADE	Materials and Methods	Keyfindings*
Berdot et al., 2019	France: Two teaching hospitals with 814 beds (43 ADCs) and 643 beds (38 TWS)	To compare the costs and benefits of an ADC versus TWS system	Quasi-experimental study (<i>not assessed</i>)	In one hospital, all drugs are stored in secure ADCs accessed by nurses via login. In the other, drugs are kept in open TWS, with narcotics stored separately. Both hospitals use the same EHR and pharmacy software, with weekly refills and occasional urgent deliveries. Outcomes combined cost and benefit measures, including storage costs, drug stock value, technician labor, drug quantities, refill frequency and time, nurse satisfaction, and reported MEs. Data was analyzed by standard statistical tests.	ADC systems had a higher initial cost (574 006€ for 41 ADCs) than TWS (190 305€ for 30 TWS), but offered long-term benefits like faster preparation time, fewer medication process errors, and security in medication process. The mean number of costly drugs and units were higher for ADCs ($P < 0.001$), though the mean number of overall drugs and units was similar. Urgent global deliveries were fewer, nurses' satisfaction high and the prevalence of medication process errors was low with ADC. No storage errors reported for ADCs vs. nine with TWS.
de-Carvalho et al., 2017	Brazil: Tertiary care hospital with 36 beds	To evaluate the costs and patient safety of a pilot implementation of an ADC in a critical care unit.	Before-after observational study (<i>not assessed</i>)	This study considered pre- (January-August 2013) and post- (October 2013-October 2014) intervention periods. We considered the time and cost of personnel, number of adverse events, audit adjustments to patient bills, and urgent requests and returns of medications to the central pharmacy. Costs were evaluated based on a 5-year analytical horizon and are reported in Brazilian Reals (R\$) and US dollars (USD).	The mean number of events reported decreased with ADCs (not significant). Nurses' and administrative assistants' working time decreased, whereas pharmacist assistants' increased, resulting 6.5 hours of work saved/day and a reduction of USD 14,444 during the first year. The initial investment (USD 88,592) would have been paid off in 5 years considering only personnel savings. Other findings included significant reductions of audit adjustments to patient hospital bills and urgent requests (-71%) and returns (-30%) of medications to the central pharmacy.
Douglas et al., 2017	United States of America: Medical center	To evaluate the impact of the new ADC on medication administration processes and nurse satisfaction	Retrospective/prospective study (<i>not assessed</i>)	Impact of the ADC process and nurses satisfaction was studied by Medication Administration System—Nurses Assessment of Satisfaction Scale, focusing efficacy, safety, and access. A total of 25,238 medication administrations, 12,619 from the previous ADC and 12,619 from the new ADC, were compared to assess administration processes; 120 nurses with experience in both the previous and new ADCs completed the questionnaire 6 mth apart.	The median time difference between scheduled and actual administration decreased significantly across all units with the new ADC system. Overall reduction was 40% ($p > 0.0001$). Alerts about missing medications decreased significantly. Nurse satisfaction improved in several areas: Efficiency of administration, error prevention, access to medication information, drug alerts, reduced need to stash medications.

Reference	Country & setting	Objectives	Design & GRADE	Materials and Methods	Keyfindings*
CENTRALIZED DRUG DISPENSING SYSTEM (n=9)					
Gallina et al., 2025	Italy: Hospital setting	To summarize and evaluate the existing literature reporting the medication error reduction and cost-effectiveness of UDDS hospitals.	Systematic review HIGH	A literature search (2019 – September 2024) in PubMed, Scopus, and Web of Science identified 4 studies from 3346 references. Studies in inpatient hospital settings evaluating automated UDDS effects on medication errors, therapy management and inventory control were included. Outcomes focused on patient safety, cost-effectiveness and inventory management. Results were synthesised qualitatively.	<p>1) UDDS improves medication safety by significantly reducing medication errors (45-70%). Harmful MAEs decreased from 3.0 to 0.3%.</p> <p>2) Medication handling and dispensing time was reduced by 50%.</p> <p>3) UDDS combined with BCMA improved cost-effectiveness (17,69€/MAE; 30,23€/harmful MAE → 800 000€ savings per year)</p> <p>4) Best results were achieved as UDDS was combined with BCMA, CPOE and CDSS.</p>
Hänninen et al., 2023	Finland: Hospital setting	To identify and evaluate the literature on automated UDDS producing individually packaged and labelled drugs for inpatients.	Systematic review HIGH	The search was conducted on eight electronic databases, including Scopus, Medline Ovid, and Cinahl, and limited to peer reviewed articles with English abstracts published 2000–2020. Studies (n=8) were included in the review if drug dispensing was performed by an automated UDDS where individually packaged and labelled UDS were subsequently assembled patient specifically for inpatients. All outcomes related to UDDS functionality were included with specific interest in medication safety, cost-efficiency and stock management. Outcomes were categorised (MAEs, dispensing errors, costs and cost-effectiveness) and data synthesised qualitatively.	<p>1) Automated UDDS improves patient safety by reducing significantly MAEs of inpatients compared with traditional TWS system, especially when UDS were dispensed patient specifically by UD dispensing robot, which was highly accurate.</p> <p>2) Automation is a costly investment and the implementation process is complex and time consuming. The <i>patient specific</i> AMS was the most cost-effective and <i>complex</i> AMS (with ADCs) the most expensive system across all error types due to the higher investments and operation costs of.</p> <p>3) None of the studies primarily investigated the impact on the medication management process such as efficiency, costs and stock management.</p>
Lin et al., 2025	United States of America: Tertiary care hospital with 555 beds.	To evaluate the impact of implemented Pharmacy Carousel and/or Omnicell XR2 on medication dispensing processes by reducing manual workload, preventing errors, and increasing efficiency	Evaluation study <i>(not assessed)</i>	Workload distribution, dispensing error rates and time spent by pharmacists and technicians were studied in different phases of implementation. Dispensing data was gathered from electronic health record system (Epic), Barcode scanning logs and time-motion studies using stopwatch method. Statistical analysis was performed using ANOVA to compare results across phases, with significance set at $\alpha = 0.05$.	<p>Automation shifted workload away from manual processes, e.g. medication retrieval decreased significantly from 2,479 to 864 orders (Phase I → III) and XR2 handled 70.6% of the workload in Phase III. Time savings allow staff to focus more on patient-centered tasks. XR2 improved efficiency: 0.77 FTEs (pharmacists) and 1.76 FTEs (technicians) was saved as daily working time decreased (from 621 min to 259 min/day and from 2,020 min to 1,177 min/day, respectively). Dispensing errors eliminated and overall error rate decreased from 0.52% to 0.40%.</p>

Reference	Country & setting	Objectives	Design & GRADE	Materials and Methods	Keyfindings*
Steindl-Schönhuber et al., 2025	Austria: Five study units in a 331-bed hospital	To determine nurses' attitudes towards the implemented UDDS, examine perceptions of opportunities and barriers in everyday practice and explore experiences with its implementation.	Qualitative phenomenological interview study (not assessed)	A qualitative interview study with 23 nurses was conducted. The validated and piloted semi-structured interview guide was based on best practice guidelines for qualitative interview studies and the Consolidated Framework for Implementation Research. Interviews were transcribed verbatim and mapped against the Framework of Implementation of Services in Pharmacy by two researchers independently.	Nurses reported improved patient safety due to fewer dispensing errors. The time saving was estimated to be as high as 50 % on medication related tasks. This helped address staff shortages and allowed more focus on patient care. Patient's autonomy improved, as medication details are printed in UDs. Ease of use, improved collaboration, and a better facilitated discharge process. Nurses commented on a lack in standardised workflow, erosion of knowledge and sustainability. Nurses suggest a need to adapt to local conditions and full electronic integration into patient care.
Herrmann et al., 2024	Germany: Teaching hospital with 1125 beds	To evaluate the impact of implemented a UDDS effects on nursing workload, medication-related processes, drug stock levels on wards, and overall efficiency.	Observational study with survey (not assessed)	Nursing staff UDDS acceptance was determined via a validated online survey. For the evaluation of stock keeping on the wards, the delivery quantities were determined for a comparative period before and after the introduction of the UDDS. The time required for on-ward medication-related processes on ward before and after the introduction of UDDS was recorded based on a survey form and the nursing relief in FTE was calculated using the data obtained.	UDDS is well accepted by nurses and reduces wards' stock levels significantly. The UDDS reduces the time needed to dispense medications from 4.52 ± 0.35 min to 1.67 ± 0.15 min/day/patient. In relation to the entire medication process, this corresponds to a reduction of 50% per day per patient. Based on 40,000 patients/year and a supply of 1,125 beds with UD blisters, 7.36 FTE nursing staff can be relieved per year. In contrast, 6.5 FTE in the hospital pharmacy are required for supplying the hospitals. UDDS offers a key solution to the nursing shortage and improves medication safety.
Bagattini et al., 2022	Brazil: Tertiary hospital with 469 beds	To examine the describe the implementation of ADD system (PillPick® and BoxPicker®, @Swisslog Healthcare) and present the preliminary results of the system.	Case study (not assessed)	Data was collected at the pharmacy department using aggregate data from the hospital management system and risk reporting software, following WHO guidelines for classifying adverse events. The automation process began in 2011 with decentralized and centralized robotic systems. Outcomes compared pre- and post-automation periods, focusing on delivery delays, drug returns, losses, adverse events, errors, staff involvement, and overtime costs. Risk ratios and chi-square tests were used for analyses.	During the study period, between 2013 (pre-automation) and 2017 (post-automation) the number total of medication errors has not changed post-automation, but there was significant reduction in error in the dispensing phase with a relative risk of 0.84 (95% confidence interval: 0.70–0.99). System improved hospital pharmacy management with a reduction in the numbers of returned items, breakages, and loss of medications, although delivery times have increased.

Reference	Country & setting	Objectives	Design & GRADE	Materials and Methods	Keyfindings*
Jessurun et al., 2022	Netherlands: Six wards with 175 beds in university hospital	To estimate the cost-effectiveness of central automated UDD with BCMA compared to usual care.	Prospective before -after study <i>(not assessed)</i>	An economic evaluation was conducted alongside a before-and-after study comparing MAE rates pre- and post-UDD with BCMA, based on disguised observations in six clinical wards and extrapolated to the entire hospital. Costs over 12-months were analysed from the hospital's perspective, including the pharmaceutical service, nurse medication handling, wastage, and materials. The primary outcome was the cost per avoided MAE, obtained by dividing the annual incremental costs by the number of avoided MAEs. The secondary outcome was cost per avoided potentially harmful MAE.	Implementing UDD with BCMA reduced rate of medication errors, including harmful ones. MAEs decreased from 21,2% to 16,7% and potentially harmful MAEs from 3,0% to 0,3%. Based on 2,260,870 administered medications in the entire hospital annually, a total of 102,210 MAEs and 59,830 potentially harmful MAEs were estimated to be avoided. The implementation increased overall costs with €1,808,600 annually. Thus, the costs per avoided error are relatively low, as the cost-effectiveness ratio was €17.69 per avoided MAE and €30.23 per avoided potentially harmful MAE. Therefore, this intervention could be an important strategy to improve patient safety in hospitals.
Jessurun et al., 2021	Netherlands: Six study wards in university hospital	To assess the effect of central automated UDD with BCMA on the prevalence of MAEs, the type and potential severity of MAEs, barcode scanning rates and nursing staff satisfaction.	Prospective uncontrolled before-and-after study <i>(not assessed)</i>	The proportion of medication administrations with one or more MAEs and the type and potential severity of MAEs was observed. Also rates of compliance with patient identification and signing of administered medication by scanning and nursing staff satisfaction with the medication administration system was assessed. Multivariable mixed-effects logistic regression analyses were used.	UDD improved medication safety. MAEs decreased from 19.5% to 15.8% with a significant reduction in omissions (from 4.6% to 2.0%) and of wrong doses (from 3.8% to 2.1%). Potentially harmful MAEs fell from 3.0% to 0.3%. Barcode scanning rates of patients and medications were low (13.6% and 55.9%, respectively). More compliance with scanning procedures is needed. Nurses satisfaction remained moderate.
Noparatayaporn et al. 2017	Thailand: University hospital with 2100 beds	To compare human resource requirement among manual, automated, and modified automated dispensing systems.	Comparative study <i>(not assessed)</i>	Data regarding the duration of the medication distribution process were collected by using self-reported forms for 1 month. The data on the ADM system were obtained from 1 piloted inpatient ward, whereas those on the manual system were the average of other wards. Data on dispensing, returned unused medication, and stock management processes under the traditional manual system and the ADM system were from actual activities, whereas the modified ADM system was modeled.	The ADM system decreased the workload of pharmacy technicians (133 → 55 FTEs), whereas it required more time from pharmacists (47 → 118 FTEs), with added pharmacist roles on screening and verification duties. The increased workload of pharmacists was associated with more comprehensive patient care functions, which resulted from the redesigned work process. After the modified ADM system canceled the return unused medication process, FTEs requirement for pharmacists and pharmacy technicians decreased to 69.78 and 51.90 FTEs, respectively.

Reference	Country & setting	Objectives	Design & GRADE	Materials and Methods	Keyfindings*
HYBRID DRUG DISPENSING SYSTEM / BOTH SYSTEMS (n=5)					
Batson et al., 2021	United Kingdom: Hospital setting	To identify and summarise the published literature reporting on the clinical and economic value of automated in-hospital pharmacy services with a primary focus on systems supporting the dispensing of medicines.	Systematic review HIGH	Literature searches were conducted in MEDLINE, Embase and the Cochrane Library on 17 December 2017 to identify English-language publications investigating any automated dispensing systems (ADSs) in the inpatient setting to include central pharmacy and ward-based systems. Of 4320 publications 48 were eligible for inclusion.	1) ADS implementation in pharmacies and wards reduced medication errors, medication administration time and costs. 2) The studies showed economic benefits, mainly in labour savings, faster dispensing, and in refill but also reducing stock and waste. 3) Optimising ADS is required to ensure that clinical success and economic benefits are maximised. Evidence supports positive impacts of ADS and encourage hospitals to invest in automation, to improve reliability and the efficiency of the medication process.
Foglia et al., 2024	Italy: Hospital setting in Europe	To evaluate how ADD systems affect hospital operations and costs compared to manual, traditional systems.	Mixed method study, Health technology assessment (<i>not assessed</i>)	Qualitative data was gathered from hospitals of different sizes through surveys of healthcare professionals to assess safety, efficiency, legal, ethical, and organizational impacts. Study used real-world data to analyze both short-term (12 months) and long-term (36 months) effects. Quantitative data was collected using Activity-Based Costing Analysis, Cost-Effectiveness Analysis and Budget Impact Analysis.	Healthcare professionals saw benefits in ADDSs. Despite initial challenges due to costs and staff resistance, after 3 years it clearly outperforms manual methods. Hybrid systems saved 17.9–26.6% compared to manual approaches. In Belgium, automation significantly reduced the time staff spent on drug dispensing (up to 33,435 hours/year). Hybrid system received the highest ratings for safety and effectiveness, leading to fewer MEs and expired drugs. Logistics and patient safety improved, and care pathways became smoother and more efficient.
Svirsko et al., 2022	United States of America: Hospital with 560 beds	To minimize the average labor cost to distribute medication from the inpatient pharmacy to the inpatient units and to minimize the missing dose rate on each unit.	Modelling study (<i>not assessed</i>)	A mathematical model using hospital data was developed to optimize medication distribution to each unit. The model focuses on three primary distribution pathways: cart fill via pharmacy robot, cart fill via pharmacy technician, and ADCs. The problem is solved using a complete year of data from the study hospital. The model results demonstrate the trade-off between pharmacy technician and nurse workload and missing dose rates that occur as hospitals move from a centralized pharmacy to ADCs.	Results demonstrate the importance of evaluating the labor effort and missing dose rates when determining the best method to distribute medication. Doses which require urgent administration, are not suitable for robot dispensing because they are unscheduled and needs to be administered immediately, while workflows with robot takes longer time. Distributing medication via ADCs increases quality of care by decreasing the missing dose rate but increases workload of pharmacy technician effort and nurses.

Reference	Country & setting	Objectives	Design & GRADE	Materials and Methods	Keyfindings*
Ahtiainen et al., 2020	Finland: Hospital setting	To systematically review automated and semi-automated drug distribution systems in hospitals and to evaluate their effectiveness on medication safety, time and costs of medication care.	Systematic review (not assessed)	A systematic literature search was conducted in MEDLINE Ovid, Scopus, CINAHL and EMB Reviews published from 2005 to May 2016. Studies were included (n=30) that focused on drug distribution and administration technologies in acute care hospitals reporting outcomes on medication safety, time and costs. Key outcomes, conclusions and recommendations of the included studies were categorised according to the dispensing method: decentralised (n=19 studies), centralised (n=6) or hybrid system (n=5).	Patient safety improved (n=27) with automation, and reduction in medication errors was found in all three systems. Centralised and decentralised systems were reported to support clinical pharmacy practice in hospitals. The impact of the medication distribution system on time allocation such as labour time, staffing workload or changes in work process was explored in the majority of studies (n=24). Six studies explored economic outcomes.
Risør et al., 2018a	Denmark: Two acute medical units	To evaluate the effectiveness of two AMSs in reducing MAEs.	Prospective, controlled before-and-after study (not assessed)	The study included three observation periods with collection of data during a 3-week period as baseline and two follow-ups at 10 and 20 months. Two automated medication systems were implemented: (i) <i>complex</i> AMS consisting of an ADC, automated UDD and BCMA and (ii) <i>non-patient-specific</i> AMS consisting of automated UDD and BCMA. The occurrence of administration errors and sub-types; procedural and clinical errors were observed. The proportion of errors was calculated by dividing the number of doses with one or more errors with the number of opportunities for errors. Difference-in-difference analysis using logistic regression was used to assess changes in proportion of errors	Technological interventions in the medication administration process could reduce the occurrence of medication errors. Compared with control, the <i>complex</i> AMS reduced the overall risk of administration errors in the intervention unit, (odds ratio (OR) 0.53; 95% confidence interval (CI) 0.27–0.90) and procedural errors were significantly reduced as well (OR 0.44; 95% CI 0.126–0.94). The <i>non-patient-specific</i> AMS effectively reduced the clinical errors in the intervention ward (OR 0.38; 95% CI 0.15–0.96). No significant difference between the two systems, though <i>complex</i> AMS showed better overall performance.

*The key findings in the table are selected from the presented studies in relation to the focus of the systematic literature search.

^aAbbreviations (alphabetically): ADC = automated dispensing cabinet, ADE = adverse drug event, AMS = automated medication system, BCMA = bar code medication administration, CD = controlled drug, CPOE = computerized physician order entry, EHR = electronic health record, EMMS = electronic medication management system, FTE = full-time equivalent, ICU = intensive care unit, M(A)E = medication (administration) error, mth = month, OR = operating room, TWS = traditional ward stock, UD = unit dose, UDD = unit dose dispensing, UDDS = unit dose dispensing system, WHO = world health organization.