

Automaation hyödyntäminen sairaaloiden lääkehuollossa nyt ja tulevaisuudessa

→ Riikka Metsämuuronen*

Proviisori, nuorempi tutkija
Farmasian laitos,
sosiaalifarmasia
Terveystieteiden tiedekunta
Itä-Suomen yliopisto
riikka.metsamuuronen@uef.fi

→ Minna Kurttila

Proviisori
Kuopion yliopistollisen sairaalan
sairaala-apteekki
minna.kurttila@kuh.fi

→ Toivo Naaranlahti

FaT, dosentti
Farmasian laitos
Terveystieteiden tiedekunta
Itä-Suomen yliopisto
toivo.naaranlahti@elisaneet.fi

*Kirjeenvaihto

TIIVISTELMÄ

Johdanto: Suomalaisissa sairaaloissa on käynnissä merkittäviä lääkehuollon uudistuksia, joissa lääkehuollon toimivuutta, prosessien tehokkuutta ja potilasturvallisuutta pyritään parantamaan automaation ja teknologian keinoin. Sairaala-apteekkien lääkevarastoissa on otettu käyttöön keräilyvarastorobotteja, osastoilla lääkkeiden säilytystä ja varastonhallintaa on automatisoitu älylääkekaapeilla ja lääkkeenvalmistuksen tueksi on kehitetty solunsalpaajien tai antibioottien käyttökuntoon saattamisessa käytettyjä robottisovellutuksia.

Automaation yksi merkittävin tavoite ja samalla yksi suurimmista haasteista on saada eri tietojärjestelmät keskustelemaan keskenään ja luoda lääkehoitoketju, jossa tietojärjestelmät on integroitu toisiinsa. Tietojärjestelmien integraatiolla voidaan varmistaa katkeamaton lääke- ja lääkitystiedon kulku osastojen ja apteekin sekä potilastietojärjestelmien välillä. Lääkehuollon automaatiouudistukset aiheuttavat usein myös suuria muutoksia osastojen ja apteekin toimintakulttuurissa, ja siksi on tärkeää ottaa henkilöstö mukaan muutokseen jo suunnitteluvaiheessa.

Suomalaisissa sairaaloissa käytössä olevista lääkehuollon automaatiiosovelluksista ei ole saatavilla koottua tietoa. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, mitä lääkehuollon automaatioratkaisuja sairaaloissa on otettu tai ollaan lähivuosina ottamassa käyttöön.

Aineisto ja menetelmät: Lääkehuollon automaatiotilannetta kartoitettiin sähköisellä Surveypal-kyselyllä, joka lähetettiin 23 sairaala-apteekille marraskuussa 2017.

Tulokset: Yhteensä 21 (91 %) sairaala-apteekkia vastasi kyselyyn. Vastauksista käy ilmi, että automaation hyödyntäminen lisääntyy kasvavaa vauhtia sairaaloiden lääkehuollon kehittämisessä. Keräilyvarastorobotti on käytössä yhdeksällä, multi dose -annosjakelulaite kahdeksalla, antibioottirobotti kolmella ja solunsalpaajarobotti yhdellä sairaalalla 21 sairaalasta. Erityisesti älylääkekaappien määrä tulee lähivuosina kasvamaan. Älylääkekaappeja on jo käytössä seitsemässä sairaalassa, ja lopuista 14 sairaalasta 13 sairaalaa suunnittelee ottavansa niitä käyttöön viiden vuoden sisällä. Kehittämistyö kohti katkeamatonta lääkehoitoketjua on täydessä vauhdissa, ja nähtäväksi jää, missä sairaalassa se onnistutaan ensimmäisenä toteuttamaan.

Johtopäätökset: Lääkehuollon uudistaminen automaation ja teknologian keinoin on lisääntynyt merkittävästi kymmenen viime vuoden aikana, ja tämän tutkimuksen perusteella sama suunta jatkuu myös lähivuosina.

Avainsanat: Sairaala, lääkehuolto, automaatio, älylääkekaappi, keräilyvarastorobotti, antibioottirobotti, katkeamaton lääkehoitoketju

JOHDANTO

Sairaaloiden lääkehuolto on monen eri toimijan ja toiminnon muodostama kokonaisuus, jossa jokaisen osa-alueen – lääkkeiden tilaamisen, säilyttämisen, osastoille toimittamisen, omavalmistuksen, käyttökuntoon saattamisen ja potilaalle antamisen – on toimittava asianmukaisesti. Toimiva lääkehuolto on edellytys turvallisen ja tehokkaan lääkehoidon toteutumiselle. Lääkehuollon ja -hoidon prosessit ovat monimutkaisia ja alttiita inhimillisille virheille, jotka voivat pahimmillaan johtaa vakaviin potilashaittoihin. Virheet aiheuttavat myös merkittäviä lisäkustannuksia terveydenhuoltojärjestelmälle.

Viime vuosien aikana maamme sairaaloissa automaatiota on yhä laajemmin sovellettu potilasturvallisuuden parantamiseen ja prosessien tehostamiseen. Siitä ovat esimerkkejä leikkausrobotit, tarkkaan sädehoitoon tarkoitettu CyberKnife-robotti, työasuautomaatit sekä erilaiset automaatiikkaa hyödyntävät sisälogistiikan kuljetusjärjestelmät. Myös sairaala-apteekkeissa kehitystä on seurattu valppaasti, ja automaatio onkin noussut keskeiseksi keinoksi edistää sairaaloiden lääkehuollon toimivuutta, vähentää virheiden riskiä ja siten parantaa potilasturvallisuutta.

Koneellinen annosjakelu ja erilaiset parenteraalisten ravitsemusliuosten valmistamiseen tarkoitettujen pumpput ovat toimineet automaation tienraivaajina. Varsinaisen automaatioaikakauden ovat käynnistäneet sairaala-apteekkeihin hankitut keräilyvarastorobotit ja osastojen älylääkekaapit. Viimeisimpiä käyttöön otettuja teknologiasovellutuksia ovat antibiootteja ja solunsalpaajia käyttökuntoon saattavat robotiikkajärjestelmät. Seuraavassa taustoituksessa kuvataan lyhyesti tärkeimmät jo käytössä tai suunnittelun alla olevat sairaaloiden lääkehuollon automaatiosovellukset.

Sairaala-apteekkien keräilyvarastorobotit

Keräilyvarastoroboteilla automatisoidaan lääkkeiden hyllytystä, varastointia, inventointia ja keräilyä sairaala-apteekkien lääkevarastoissa. Keräilyvarastorobotiikkaa on laajasti käytössä myös yksityisillä apteekkeilla. Keräilyvarastorobotti voidaan integroida apteekin toiminnanohjausjärjestelmään, mikä mahdollistaa reaaliaikaisen varastonvalvonnan ja kestoajkojen seurannan. Viivakooditeknologiaa hyödyntävä varastorobotiikka parantaa lääkelogistiikan oikeellisuutta ja tehokkuutta sekä optimoi tilankäyttöä. Manuaalisten työvaiheiden vähentäessä resursseja vapautuu esimerkiksi osastofarmasiaan tai muihin potilaiden hoitoa tukeviin palve-

luihin. Samalla työntekijöiden ergonominen rasitus vähenee.

Unit dose- ja multi dose -jakelujärjestelmät

Tavallisesti sairaala-apteekkeihin sijoitetut koneelliset unit dose- ja multi dose -annosjakelulaitteet jakavat, pakkaavat ja etiketöivät lääkkeet potilaskohtaisesti tai anonyymeihin kerta-annospusseihin (Lehnborn ym. 2013). Unit dose -annosjakelulaitteet jakavat yhteen annospussiin yhtä lääkettä yhden lääkeannoksen verran. Multi dose -annosjakelulaitteella voidaan jakaa samaan annospussiin kaikki kyseisen antoajan kohdan eri lääkkeet. Ensimmäinen annosjakelulaitte otettiin Suomessa käyttöön 1990-luvun alussa. Julkisessa terveydenhuollossa tabletti- ja kapselimuotoisia lääkkeitä on jaettu koneellisesti annospusseihin lähinnä pitkäaikaispotilaille. Nykyisillä unit dose -laitteistoilla voidaan pakata tablettien ja kapselien lisäksi myös muita lääkemuotoja. Unit dose- ja multi dose -jakelujärjestelmät mahdollistavat potilaskohtaisen lääkejakelun. Yksittäispakattu lääke voidaan tunnistaa annettaessa potilaalle, mikä on yksi edellytys katkeamattoman lääkehoidon luomiselle. Kyseiset järjestelmät vähentävät lääkehävikkiä, parantavat lääkejakelun tarkkuutta ja pienentävät osastojen lääkevarastointitarvetta (sosiaali- ja terveysministeriö 2016).

Robotiikka lääkkeenvalmistuksessa

Lääkkeenvalmistuksen tueksi kehitetyn robotiikan avulla pyritään keskittämään esimerkiksi yleisimmin käytettyjen, laskimonsisäisesti annosteltavien (i.v.) antibioottien käyttökuntoon saattaminen sairaala-apteekkiin. Yhdysvaltojen ja Euroopan markkinoilla on muutamia solunsalpaaja- ja antibioottirobotteja, joista suuri osa perustuu isolaattoriteknikkaan. Antibioottiroboteista löytyy myös kotimainen innovaatio, jonka ensimmäinen versio otettiin käyttöön Suomessa vuonna 2015. Ensimmäinen solunsalpaajia käyttökuntoon saattava laitteisto on hankittu Suomeen vuonna 2017.

Vaikka lääkkeet tulisi Fimean määräyksen 6/2012 mukaan saattaa käyttökuntoon sairaala-apteekissa erillisessä, tähän käyttötarkoitukseen suunnitellussa työtalassa ja kyseiseen toimintaan soveltuva suojakaapissa tai isolaattorissa, lääkkeitä saatetaan käyttökuntoon kuitenkin vielä yleisesti osastoilla, joissa ei välttämättä ole laminaari-ilmavirtauskaappia. Tällöin lääkkeitä joudutaan käsittelemään lääke- tai potilashuoneen pöydällä, jolloin valmisteluun liittyy suurempi kontaminaatoriski verrattuna apteekin puhdistiloissa tapahtuvaan prosessiin. I.v.-lääkkeitä käyttökuntoon saattavan

robotin on osoitettu suojaavan ympäristöä ja lääkevalmistetta kontaminaatiolta ja henkilöstöä lääkeaineille altistumiselta (Sessink ym. 2015).

Lääkkeiden manuaaliseen käyttökuntoon saattamiseen liittyy lääkeaineille altistumisen lisäksi myös staattisista työasennoista ja toistuvista käsi- ja ranne- liikkeistä aiheutuvia ergonomisia ongelmia (OHSAH 2004, Choi ym. 2010, Metsämuuronen ym. 2016). Robotin hoitaessa raskaat työvaiheet, kuten sekoittamisen ja ruiskuun vedon, työntekijöiden ergonomisten ongelmien odotetaan vähenevän. I.v.-lääke-robotin tarkoituksena on vähentää myös käyttökuntoon saattamiseen liittyviä inhimillisiä virheitä, joita voivat olla esimerkiksi laskuvirheistä johtuvat väärät lääkeainepitoisuudet tai väärän liuottimen tai laimennusliuoksen käyttö (Dehmel ym. 2011). Robotin valmistamien lääkeannosten on osoitettu olevan myös pitoisuuskiltaan tasalaatuisempia verrattuna manuaalisesti käyttökuntoon saatettuihin lääkeannoksiin (Dehmel ym. 2011, Seger ym. 2012).

Infuusioliuosten purkuautomaatti

Infuusioliuosten purkurobotiikka on esimerkki raskaan työvaiheen automatisoinnista. Siinä infuusiosteiden pahvisten tukkupakkausten purku siirretään osastoilta apteekkiin, mikä vähentää työstä ja riskialtista pahvilaatikoiden käsittelyä ja niistä leviäviä partikkeleita osastolla. Robottisolu kuljettimieen asettelee pahvilaatikoista puretut infuusioliuos pussit ja -pullot rullakoihin, joilla ne toimitetaan osastolle. Ensimmäinen purkuautomaatti otettiin käyttöön Suomessa syksyllä 2016, ja se on ja tiettävästi ensimmäinen laatuaan koko maailmassa.

Älylääkekaapit

Älylääkekaapit ovat yksi merkittävimmistä teknologisista uudistuksista sairaaloiden lääkehuollossa. Suomessa ensimmäiset älylääkekaapit otettiin käyttöön vuonna 2011, mutta Yhdysvalloissa niitä on ollut käytössä jo 1980-luvulta lähtien (Harolds ja Harolds 2016). Vuonna 2014 älylääkekaappeja oli jo 97 prosentilla yhdysvaltalaisista sairaaloista (Pedersen ym. 2015). Älylääkekaapit ovat potilas- tai lääkehuoneisiin sijoitettuja lääkkeiden säilytysjärjestelmiä, joihin kuuluu tyypillisesti käyttäjähallinta ja lääkkeiden viivakooditunnistus. Käyttäjähallinta takaa, etteivät ulkopuoliset henkilöt pääse ottamaan lääkkeitä kaapista ja viivakooditunnistuksella voidaan varmistua, että otettu lääke ja vahvuus ovat oikeat. Älylääkekaapit integroidaan yleensä sekä sairaala-apteekin että osastojen tietojärjestelmiin.

Älylääkekaappien tarkoituksena on parantaa potilasturvallisuutta, tehostaa varastonvalvontaa ja taata lääkkeiden nopea saatavuus lähellä potilasta (Grissinger 2012, Lehnborn ym. 2013, Cottney 2014, Fanning ym. 2016, Harolds ja Harolds 2016, Naaranlahti ja Kurttila 2017). Varastonvalvontaa on mahdollista tehostaa liittämällä osastojen lääkevarastojen hallintaa osaksi sairaala-apteekin lääkevarastoa, jolloin apteekilla on reaaliaikainen tieto osastoilla olevista lääkkeistä. Älylääkekaappien on kansainvälisissä tutkimuksissa osoitettu vähentävän lääkitysvirheitä, mutta eri tutkimusten välillä on eroja siinä, mitä virhetyyppäjä (esimerkiksi väärä lääke, väärä annos) älylääkekaapit ovat onnistuneet vähentämään (Borel ja Rascati 1995, Chapuis ym. 2010, Cottney 2014, Cousein ym. 2014, Fanning ym. 2016).

Katkeamaton lääkehoitoketju

Sairaaloiden lääkehuollon automaatiouudistusten ja lääkehoitoprosessin kehittämisen tavoitteena on katkeamaton lääkehoitoketju, josta käytetään myös nimitystä suljettu lääkekierto (closed loop medication administration, CLMA). Siinä eri tietojärjestelmät on integroitu toisiinsa mahdollistaen reaaliaikaisen ja saumattoman lääke- ja lääkitystiedon kulun osastojen ja apteekin sekä potilastietojärjestelmien välillä. Suljettuun lääkekiertoon kuuluu viivakooditeknologian hyödyntäminen myös lääkkeen annon yhteydessä, jolloin viivakoodinlukijalla tunnistetaan sekä potilas että hänelle annettava lääke. Lääkkeen antokirjaus tapahtuu sähköisesti esimerkiksi mobiililaitteen avulla potilaan vieressä. Prosessin eri vaiheisiin sijoittuvat automaatiiosovellutukset, kuten osastojen älylääkekaapit ja sairaala-apteekin robotiikka, tukevat katkeamatonta lääkehoitoketjua. Sähköisen lääkemääräyksen automatisoitu muuttaminen tilaukseksi on välttämätön edellytys suljetulle lääkekierrolle. Automaatiikan lisäksi farmaseuttinen tarkastus varmistaa ketjun oikeellisuutta. Katkeamattoman lääkehoitoketjun toteutuessa tietojärjestelmiin tallentuu koko lääkehoidon prosessi lääkkeen määräämisestä ja jakelusta lääkkeen antoon ja vaikutusten seurantaan.

Koottua tietoa suomalaisissa sairaaloissa käytössä olevista lääkehuollon automaatiotarkoituksista ei ole saatavilla. Tämän kyselyyn perustuvan tutkimuksen tavoitteena oli selvittää sairaaloiden lääkehuollon automaation nykytila Suomessa sekä tulevaisuuden näkymät. Kyselyn tulosten esittämisen jälkeen pohditaan, mitä haasteita automaation käyttöönottoon liittyy ja mitä sen suunnittelussa kannattaa ottaa huomioon.

AINEISTO JA MENETLMÄT

Tutkimusaineisto kerättiin sähköisellä kyselyllä, joka lähetettiin sähköpostitse 23 sairaala-apteekille marraskuussa 2017 (**taulukko 1**). Sotilasapteekki rajattiin kyselyn lähettämisen jälkeen tutkimuksen ulkopuolelle, ja siten tutkimuksessa mukana olevien apteekkien määrä oli 22. Vastausaikaa annettiin kolme viikkoa, ja sinä aikana lähetettiin kolme muistutusviestiä. Vastaaminen tapahtui SurveyPal-kyselyohjelmiston

kautta. Sähköinen kysely valittiin aineistonkeruumenetelmäksi, koska se säästää perinteiseen postikyselyyn ja haastattelututkimukseen verrattuna aikaa ja resursseja ja koska vastaukset ovat valmiiksi sähköisessä muodossa. Kysymyksillä selvitettiin, mitä lääkehuollon automaatiouudistuksia kyseisessä sairaalassa on otettu tai ollaan lähivuosina ottamassa käyttöön. Tulokset on esitetty frekvensseinä yleisellä tasolla profiloimatta yksittäisiä sairaaloita.

Taulukko 1. Sairaalat ja sairaanhoitopiirit, joiden sairaala-apteekkeihin kysely lähetettiin.

Yliopistosairaalat (sairanhoitopiirit)

- Helsingin seudun yliopistollinen keskussairaala, HYKS (Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri, HUS)
- Kuopion yliopistollinen sairaala, KYS (Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri)
- Oulun yliopistollinen sairaala, OYS (Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri)
- Tampereen yliopistollinen sairaala, TAYS (Pirkanmaan sairaanhoitopiiri)
- Turun yliopistollinen keskussairaala, TYKS (Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri)

Muut sairaalat (sairanhoitopiirit)

- Etelä-Karjalan keskussairaala, Lappeenranta (Etelä-Karjalan sosiaali- ja terveyspiiri, Eksote)
- Kainuun keskussairaala, Kajaani (Kainuun sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymä, Kainuun sote)
- Kanta-Hämeen keskussairaala, Hämeenlinna (Kanta-Hämeen sairaanhoitopiirin kuntayhtymä)
- Keski-Pohjanmaan keskussairaala, Kokkola (Keski-Pohjanmaan sosiaali- ja terveyspalvelukuntayhtymä, Soite)
- Keski-Suomen keskussairaala, Jyväskylä (Keski-Suomen sairaanhoitopiiri)
- Kymenlaakson keskussairaala, Kotka (Kymenlaakson sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymä, Carea)
- Lapin keskussairaala, Rovaniemi (Lapin sairaanhoitopiiri)
- Länsi-Pohjan keskussairaala, Kemi (Länsi-Pohjan sairaanhoitopiiri)
- Mikkelin keskussairaala (Etelä-Savon sosiaali- ja terveyspalvelujen kuntayhtymä, Essote)
- Pohjois-Karjalan keskussairaala, Joensuu (Pohjois-Karjalan sosiaali- ja terveyspalvelujen kuntayhtymä, Siun sote)
- Puolustusvoimat, sotilasapteekki, Riihimäki
- Päijät-Hämeen keskussairaala, Lahti (Päijät-Hämeen hyvinvointikuntayhtymä)
- Satakunnan keskussairaala, Pori (Satakunnan sairaanhoitopiiri)
- Savonlinnan keskussairaala (Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä, Sosteri)
- Seinäjoen keskussairaala (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri)
- Turun kaupungin sairaala (Turun kaupungin hyvinvointitoimiala)
- Vaasan keskussairaala (Vaasan sairaanhoitopiiri)
- Ålands hälso- och sjukvård, Ahvenanmaa

Kysymykset on jaoteltu osastojen ja apteekin lääkehuollon automaatiota käsitteleviin kysymyksiin. Osastojen lääkehuollon automaatioon liittyen selvitettiin, onko sairaalassa käytössä älylääkekaappeja tai onko sairaalan suunnitelmissa hankkia niitä viiden vuoden sisällä. Sairaala-apteekkien lääkehuollon automaatio -osiossa selvitettiin, onko sairaalassa otettu käyttöön keräilyvarastoautomaatiota, unit dose- tai multi dose -annosjakelulaitteita, lääkkeiden käyttökuntoon saattamisessa käytettyä robotiikkaa, infuusionesteiden purkuautomaatiikkaa, putkipostia tai lääkkeiden automaattiseen kuljetukseen tarkoitettuja vihivaunuja. Automaatioratkaisujen ominaisuuksia selvitettiin tarkentavilla kysymyksillä. Lisäksi selvitettiin, onko sairaalassa käytössä muita automaatio- tai teknologiaratkaisuja, kuten älylääkekärryjä, lääkkeenannon mobiilikirjausta ja lääkkeiden keräilyssä tai lääkkeenvalmistuksessa käytettäviä kämmenmikroja. Neljällä kysymyksellä selvitettiin, käytetäänkö lääkkeiden keräilyssä, toimituksessa ja valmistuksessa tai potilaan tunnistamisessa viivakooditunnistusta. Viimeisen osion kysymykset koskivat suljettua lääkekiertoa. Kysymysten määrä vaihteli sen mukaan, vastasiko vastaaja tiettyihin kysymyksiin ”kyllä” vai ”ei”, koska jatkokysymykset olivat näille kahdelle vas-

tausvaihtoehdolle erilaiset.

TULOKSET

Kyselyyn vastasi 21 sairaala-apteekkia (91 %). Vastajien joukossa oli kaikki yliopistosairaaloiden viisi sairaala-apteekkia. Sotilasapteekki rajattiin kyselyn lähettämisen jälkeen tutkimuksen ulkopuolelle. Muista 17 sairaala-apteekista yksi jätti vastaamatta, ja vastajien määrä oli siten 16.

Keräilyvarastorobotit

Yliopistosairaaloista kolmella (3/5) ja muista sairaaloista kuudella (6/16) on käytössään keräilyvarastorobotti (**taulukko 2**). Ensimmäinen keräilyvarastorobotti on otettu käyttöön vuonna 2013. Seitsemäs sairaalassa yhdeksästä on käytössään Mega-Fixu-keräilyvarastorobotti (Newlcon, Suomi) ja kahdessa sairaalassa Rowa-keräilyvarastorobotti (CareFusion-Becton, Dickinson and Company, USA). Keräilyvarastorobottien varastointikapasiteetti vaihteli 20 000 pakkauksesta 150 000 pakkaukseen. Niistä sairaaloista, joissa keräilyvarastorobottia ei vielä ole käytössä, yhdeksän (9/12) suunnitelmissa on hankkia sellainen noin viiden vuoden sisällä.

Taulukko 2. Uuden teknologian hyödyntäminen kyselyyn vastanneissa sairaaloissa (n=21).

	Automaatiosovellus on käytössä		Automaatiosovellus ei ole käytössä, mutta se on tarkoitus ottaa käyttöön noin 5 vuoden sisällä
	Yliopistosairaalat (n=5)	Muut sairaalat (n=16)	Yliopistosairaalat ja muut sairaalat (n=21)
Keräilyvarastorobotti	3/5	6/16	9/12
Unit dose -annosjakelulaite	0/5	0/16	5/21
Multi dose -annosjakelulaite	2/5	6/16	1/13
Solunsalpaajarobotti	1/5	0/16	5/20
Antibioottirobotti	1/5	2/16	9/18
Infuusioliuosten purkuautomaatti	1/5	0/16	6/20
Älylääkekaapit	4/5	3/16	13/14
Kämmenmikrot lääkkeiden keräilyssä	4/5	6/16	8/11
Putkiposti lääkkeiden kuljettamiseen	3/5	5/16	7/13
Vihivaunut	0/5	2/16	3/19
Älylääkekärryt	0/5	0/16	9/21
Viivakoodi-tekniologia potilaan tunnistamiseksi	1/5	4/16	11/16
Lääkkeen annon mobiilikirjaus	1/5	3/16	9/17

Unit dose- ja multi dose -annosjakelulaitteet

Varsinaista unit dose -annosjakelulaitetta ei ole käytössä vielä missään Suomen sairaaloista (**taulukko 2**). Viidellä sairaalalla (5/21) on suunnitelmassa hankkia kyseinen järjestelmä noin viiden vuoden sisällä.

Multi dose -annosjakelulaite on käytössä kahdessa yliopistosairaalassa ja kuudessa muussa sairaalassa (**taulukko 2**). Tabletteja ja kapseleita uudelleen pakkaavat laitteet ovat japanilaisen Toshon tai yhdysvaltalaisen/hollantilaisen Baxterin valmistamia. Potilaiden määrä, jolle annosjakelulaitteen jakamia annospusseja toimitetaan, vaihteli sairaalasta riippuen alle 100 potilaasta 1 900 potilaaseen. Niistä 13 sairaalasta, joilla koneellista multi dose -annosjakelulaitetta ei ollut käytössä, yhdellä oli suunnitelmassa hankkia annosjakelulaite viiden vuoden sisällä.

I.v.-lääkkeitä käyttökuntoon saattavat robotit

Solunsalpaajia käyttökuntoon saattava robotti (Kiro Grifols, Espanja) on tällä hetkellä käytössä yhdessä yliopistosairaalassa, jossa se on otettu käyttöön loppuvuodesta 2017 (**taulukko 2**). Lisäksi viidellä sairaalalla on suunnitelmassa ottaa solunsalpaajarobotti käyttöön noin viiden vuoden sisällä.

Antibiootteja käyttökuntoon saattava robotti on käytössä yhdessä yliopistosairaalassa ja kahdessa muussa sairaalassa (**taulukko 2**). Kaikki antibioottirobotit ovat Newlconin valmistamia IV ICON- tai IV ICON Twins -robotteja. Ensimmäinen niistä otettiin käyttöön vuonna 2015. Robotit saattavat tällä hetkellä käyttökuntoon kefuroksiimiannoksia maksimikapasiteetin vaihdellissa 60 annoksesta 240 annokseen tunnissa riippuen muun muassa siitä, kuinka valmiiksi lopputuote käsitellään. Kaikkien kolmen sairaalan suunnitelmassa on laajentaa robotin toimintaa myös piperasilliini-tatsobaktaami-annoksiin. Lopusta 18 sairaalasta yhdeksän suunnitelmassa on hankkia

antibioottirobotti viiden vuoden sisällä.

Infuusioliuosten purkuautomaatti

Infuusioliuosten purkuautomaatti (Newlcon, Suomi) on tällä hetkellä käytössä yhdessä yliopistosairaan sairaala-apteekissa. Purkuautomaatin kautta toimitetaan noin 40 rullakkoa, eli noin 8 000 infuusioliuospuussia ja -pulloa kuukaudessa. Kuuden sairaalan suunnitelmassa on hankkia infuusioliuosten purkuautomaatti, mutta tarkka ajankohta ei ole vielä selvillä.

Älylääkekaapit

Älylääkekaappeja on käytössä neljällä yliopistosairaalalla ja kahdella muulla sairaalalla (**taulukko 2**). Lisäksi yhdellä sairaalalla on yksi älylääkekaappi pilotoitavana. Ensimmäinen älylääkekaappi on otettu käyttöön vuonna 2011. Niistä 14 sairaalasta, joilla älylääkekaappeja ei vielä ole käytössä, 13 sairaalalla on tarkoituksena hankkia älylääkekaappeja viiden vuoden sisällä. Viidellä sairaalalla (5/7), joilla älylääkekaappeja on jo käytössään tai pilotoitavana, on tarkoitus hankkia niitä lisää viiden vuoden sisällä.

Älylääkekaappien määrä vaihteli yhdestä älylääkekaapista 63 älylääkekaappiin per sairaala. Suomalaisen Newlconin valmistamia eMED ICON -älylääkekaappeja on käytössä neljässä sairaalassa, yhdysvaltalaisen CareFusion-Becton, Dickinson and Companyn valmistamia Pyxis-älylääkekaappeja kahdessa sairaalassa ja norjalaisen Health Technin valmistamia älylääkekaappeja yhdessä sairaalassa. Älylääkekaappeja on otettu käyttöön sekä erilaisilla vuodeosastoilla että tehohoidon osastoilla, leikkausosastoilla, päivystyspoliklinikalla/yhteispäivystyksessä ja naisten akuuttikeskuksessa. Käytössä olevien älylääkekaappien ominaisuuksia on koottu **taulukoon 3**.

Taulukko 3. Käytössä olevien älylääkekaappien ominaisuuksia.

Älylääkekaapin ominaisuus	Yliopistolliset sairaalat (n=4)	Muut sairaalat (n=3)	Yht. (n=7)
Älylääkekaappien sijainti			
Sekä keskitetysti että hajautetusti*	1/4	1/3	2/7
Keskitetysti lääkehuoneeseen	3/4	1/3	4/7
Avoin tila osastolla	0/4	1/3	1/7
Viivakoodia on mahdollisuus käyttää sekä älylääkekaappeja täytettäessä että lääkkeitä otettaessa	4/4	3/3	7/7
Älylääkekaappien omistus			
Apteekki	2/4	1/3	3/7
Hoitoyksikkö	2/4	2/3	4/7
Älylääkekaapeissa olevien lääkkeiden omistus			
Apteekki	3/4	3/3	6/7
Hoitoyksikkö	1/4	0/3	1/7
Älylääkekaappien täyttö			
Sairaanhoitajat	0/4	1/3	1/7
Farmaseutit	1/4	1/3	2/7
Lääketyöntekijät	2/4	1/3	3/7
Sekä farmaseutit että lääketyöntekijät	1/4	0/3	1/7
Integrointi apteekin toiminnanohjausjärjestelmään			
Kyllä	2/4	3/3	5/7
Ei, eikä ole tiedossa, tullaanko tekemään	0/4	0/3	0/7
Suunnitelmissa 5 vuoden sisällä	2/4	0/3	2/7
Integrointi käyttäjähallintajärjestelmään			
Kyllä	3/4	0/3	3/7
Ei, eikä ole tiedossa, tullaanko tekemään	0/4	2/3	2/7
Suunnitelmissa 5 vuoden sisällä	1/4	1/3	2/7
Integrointi potilashallintajärjestelmään			
Kyllä	3/4	0/3	3/7
Ei, eikä ole tiedossa, tullaanko tekemään	0/4	2/3	2/7
Suunnitelmissa 5 vuoden sisällä	1/4	1/3	2/7
Integrointi potilastietojärjestelmään			
Kyllä	0/4	0/3	0/7
Ei, eikä ole tiedossa, tullaanko tekemään	0/4	0/3	0/7
Suunnitelmissa 5 vuoden sisällä	4/4	3/3	7/7

*Älylääkekaapit on sijoitettu sekä keskitetysti lääkehuoneisiin että hajautetusti potilashuoneisiin/leikkaussaleihin.

Muut automaatiotratkaisut

Neljässä yliopistosairaalaassa ja kuudessa muussa sairaalassa käytetään kämmenmikroja lääkkeiden keräilyssä (**taulukko 2**). Ensimmäiset kämmenmikrot lääkkeiden keräilyssä otettiin käyttöön vuonna 2012. Kahdessa sairaalassa arviolta yli 70 prosenttia apteekista toimitettavista tuotteista keräillään kämmenmikrojen avulla. Kahdessa sairaalassa kämmenmikrojen avulla keräiltävien tuotteiden osuus on 31–70 %, viidessä sairaalassa 10–30 % ja yhdessä sairaalassa alle 10 %. Kahdeksan sairaalaa suunnittelee kämmenmikrojen käyttöönottoa lääkkeiden keräilyssä.

Kolmella yliopistosairaalalla ja viidellä muulla sairaalalla on käytössään putkiposti lääkkeiden kuljettamiseen (**taulukko 2**). Näistä kahdeksasta sairaalasta kahdessa sairaalassa putkipostin kautta toimitetaan myös solunsalpaajia. Lopuista 13 sairaalasta seitsemän suunnitelmissa on hankkia putkiposti lääkkeiden kuljettamiseen.

Lääkkeiden automaattiseen kuljetukseen tarkoitetut viivaunut ovat käytössä kahdessa ei-yliopistosairaalassa (**taulukko 2**). Lisäksi kolme sairaalaa suunnittelee niiden hankkimista. Älylääkekärryjä ei ole vielä käytössä missään sairaalassa, mutta yhdeksän sairaalan suunnitelmissa on hankkia sellaiset. Tarkkoja suunnitelmia älylääkekärryjen käyttöönoton aikatauluista ei ole, mutta ensimmäiset älylääkekärryt otettaneen käyttöön vuoteen 2020 mennessä.

Yhdessä yliopistosairaalassa ja neljässä muussa sairaalassa käytetään lääkkeen annon yhteydessä viivakooditunnistusta potilaan tunnistamiseksi. Jäljelle jäävistä 16 sairaalasta yhdessätoista potilaan viivakooditunnistus on tarkoitus ottaa käyttöön viiden vuoden sisällä. Lääkkeen annon mobiilikirjaus on käytössä tai kokeilussa neljällä sairaalalla, ja yhdeksän sairaalan suunnitelmissa on ottaa se käyttöön muutaman vuoden sisällä.

Muita lääkehuollon automaatiotratkaisuja, joita sairaaloilla ei vielä ole käytössä, mutta joiden kehitystyö on meneillään ja joita suunnitellaan otettavan käyttöön lähivuosina, ovat älykkäät lääkkeenjakolustat ja lääkkeenvalmistuksessa hyödynnettävät vaakaintegraatiot. Tarkempia aikatauluja lääkkeenjakolustojen ja vaakaintegraatioiden käyttöönotosta ei vielä ole tiedossa.

POHDINTA

Kyselyyn vastasi 21 sairaala-apteekkia (91 %), joten tulokset antavat kattavan kuvan suomalaisten sairaaloiden lääkehuollon automaatiouudistuksista. Kyselystä käy ilmi, että Suomessa on viime vuosina panostettu ja tullaan lähitulevaisuudessa yhä enemmän panostamaan lääkehuollon kehittämiseen ja uudistamiseen automaation ja teknologian keinoin.

Erityisesti älylääkekaappien hyödyntäminen lääkkeiden säilytyksen ja varastonhallinnan automatisoinnissa on lisääntymässä. Älylääkekaappeja on jo käytössä seitsemässä sairaalassa ja 18 sairaalaa suunnittelee ottavansa niitä käyttöön tai hankkivansa lisää viiden vuoden sisällä. Yhtä sairaalaa lukuun ottamatta älylääkekaappien sisältämät lääkkeet olivat apteekin omistuksessa, mikä on merkittävä muutos perinteisiin lääkekaappeihin verrattuna. Apteekin omistaessa älylääkekaappin lääkkeet osastot maksavat vain käyttämistään lääkkeistä, eikä osastojen pääomaa ole enää sidottu suuriin lääkevarastoihin. Kaikkien sairaaloiden älylääkekaapeissa oli mahdollisuus käyttää viivakooditunnistusta lääkkeistä älylääkekaappeihin laitettaessa ja niitä sieltä pois otettaessa. Viivakooditunnistuksen avulla on mahdollista pienentää väärän lääkkeen ottamisen riskiä ja siten parantaa potilasturvallisuutta (Paoletti ym. 2007).

Viiden sairaalan älylääkekaapit oli integroitu apteekin toiminnanohjausjärjestelmään, mikä mahdollistaa reaaliaikaisen varastonvalvonnan, ostotapahtumien hallinnoinnin ja lääkekulutuksen seurannan. Potilastietojärjestelmään älylääkekaappeja ei sen sijaan ole integroitu vielä missään sairaalassa, mutta integraatio on kaikkien sairaaloiden tavoitteena, sillä se on edellytys katkeamattoman lääkehoitoketjun toteutumiselle.

Sairaalan lääkehuollon automatisointi on haasteellista: se edellyttää innovatiivisuutta ja rikkoo vanhoja rakenteita ja toimintamalleja. Uutena toimintana siihen sisältyy myös riskejä. Seuraavassa on peilattu kyselyn tuloksia KYSin apteekin automaatioprojektista saatuihin kokemuksiin ja siinä esiintyneisiin haasteisiin, joihin automaation käyttöönottaja voi arjessaan törmätä. Samalla pohditaan käytännön keinoja ja strategioita, joilla haasteet voidaan kääntää voitoksi.

Suunnittelun merkitys

Päätös automaatiotratkaisuun hyödyntämisestä edellyttää aina huolellista suunnittelua. Ensimmäinen kysymys on, miksi tarvitaan automaatiota. Hae taanko sillä prosessiin tehokkuutta vai ovatko virhei-

den ehkäisy ja turvallisuus tärkeämpiä? Toiminnan volyymi on hyvin tärkeä tekijä, sillä kalliita laitteistoja ei kannata asentaa pienen mittakaavan tuotantoon.

Suunnittelun alkuvaiheessa joudutaan aina miettimään tilaresurssija: esimerkiksi sijoitetaanko robotiikkaa puhdastiloihin. Puhdastiloihin asennettava laitteistosta itsestään ei saa irrota partikkeleita ympäröivään tilaan, ja laitteiden huolto ja puhdistus on mietittävä tarkasti. Keräilyvarastoautomaatin robotisolua suunniteltaessa on otettava huomioon kuljettimien ja muiden oheislaitteiden vaatimaa tilaa. Osastoilla älylääkekaappien sijoittelu on usein haasteellista tila- ja hoitoaluevaatimusten takia.

Viimeistään siinä vaiheessa, kun ideointia vaatinut tila- ja laitesuunnittelu on edennyt, alkaa rahoituksen järjestäminen, mikä vaatii pitkäjänteistä investointisuunnittelua. Suunnittelun merkitys on niin suuri, että sairaala-apteekissa pitäisikin olla lääkehuollon automaatiostrategia.

Uudistusten läpiviennin onnistuu usein helpommin rakentamis- ja saneerausprojektien tai muiden isojen kehityshankkeiden yhteydessä kuin normaalissa toiminnan kehittämistyössä. KYSillä sairaala-apteekin ja operatiiviseen toimintaan erikoistuneen Kaarisairaalan samanaikainen rakentaminen avasi ovet lääkehuollon automaatiolle. Tämä ilmiö näkyy selvästi myös maamme muiden sairaala-apteekkien kehityshankkeissa.

Työnkuvamuutokset

Automaatio vaikuttaa aina henkilöstörakenteeseen ja -tarpeeseen. Se vapauttaa henkilöstöä tietyissä prosesseissa hyvinkin paljon. Esimerkiksi logistiikasta vapautuvat resurssit voidaan siirtää keskitettyyn käyttökuntoon saattamiseen tai osastopalveluihin. Automaatiikka vaatii toisaalta osaajia. KYSin apteekille talotekniikan ylläpitoon rekrytoitujen teknisen asiantuntijan työpanosta on entistä enemmän käytetty robotiikan huoltoon ja prosessien kehittämiseen. Yhdysvalloissa puhutaankin uudesta ammattinimikkeestä ”pharmacy technologist” (Rinehart 2016).

Automaatio ja lean

Automaatiolla korvataan aina jokin manuaalinen työvaihe. Näin tapahtuu myös lääkehuollossa. Silloin ei ole kyse pelkästään jostakin uudesta laitteesta tai robotista, vaan prosessista, joka on osa laajempaa toiminnallista kokonaisuutta. Automaation suunnittelu ja rakentaminen muistuttavat monessa kohdin leanajattelua; siinäkin pyritään vähentämään hukkaa, ot-

tamaan huomioon koko tuotantoketju ja tuomaan asiakkaille lisäarvoa. Automaatio ja lean ovat yhdessä oivallisia tuotannon kehitysvälineitä.

Uusi herättää vastustusta

Automaation käyttöönoton haasteena voi olla uudistuksia kohtaan esiintyvä muutosvastarinta (Stenvall ja Virtanen 2007). Muutosten onnistunut läpivieminen vaatii henkilökunnalta ja osastojen loppukäyttäjiltä sitoutumista ja uusien toimintatapojen hyväksymistä. Jos uudistukset koetaan hankalina ja yhteisiä pelisääntöjä ei noudateta, on hyvästäkin automaatoratkaisusta vaikea saada esiin kaikkea sitä potentiaalia, jota sillä on tarjota. Uusien toimintatapojen oppiminen ja uuden toimintakulttuurin omaksuminen vievät oman aikansa, ja siksi onkin erittäin tärkeää ottaa henkilöstö mukaan suunnitteluun alusta asti. Riittämätön kommunikaatio ja henkilökunnan puutteellinen perehdytys ovat usein muutosten epäonnistuneen läpiviennin taustalla, joten riittävä koulutus uuden teknologian käyttöön on tärkeää (Lorenzi ja Riley 2000). Keskusteleva, avoin ja luottamuksellinen ilmapiiri ja tiivis moniammatillinen kehitystyö luovat hyvät edellytykset automaation onnistuneelle käyttöönotolle.

Automaatio syntyy yhteistyön tuloksena

Lääkehuollossa automaation rakentaminen on aina yhteistyön tulosta. Apteekki tarvitsee kumppaneikseen sairaalan tietohallinnosta ja tietotekniikasta vastaavien yksiköiden edustajat. Varsinkin, jos suunnitellaan osastoautomaatiota, ns. ”loppukäyttäjien” eli hoitohenkilökunnan mukanaolo on välttämätöntä. Näin varmistetaan, että uusi teknologia on käyttäjävälillä ja että uusi prosessi on todella sujuvampi kuin vanha. Realiteetti on myös se, että toimivaa automaatiota on hyvin vaikea rakentaa ilman tiivistä yhteistyötä ohjelmisto- ja laitetuottajien kanssa.

Tietojärjestelmien tärkeä rooli

Yksi merkittävimmistä haasteista lääkehuollon automaatiossa on eri tietojärjestelmien integroiminen toisiinsa, mikä on puolestaan edellytys katkeamatoman lääkehoitoketjun luomiselle. Tavoitteena on integroida automaatiosovellusten käyttöjärjestelmät, potilastieto- ja potilashallintajärjestelmät, apteekin toiminnanohjausjärjestelmä ja osastojen älykkäiden lääkevarastojen käyttäjähallintajärjestelmä toisiinsa. Tätä työtä tehdään Suomessakin useassa sairaalassa (**taulukko 3**), mutta monista eri järjestelmistä johtuen se on erittäin hidasta. Tosiasia on, että varsina-

sesta keinoälystä tai älykkäistä roboteista voidaan puhua vasta, kun nämä integraatiot ovat valmiita. Tällä hetkellä sairaaloiden lääkehuollon automaatiosovellukset vaativat lähes joka kohdassa ihmisen ohjausta ja valvontaa tai operaattoreita, jotka tekevät työtä robottisolun vierellä.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Informaatioteknologia ja automaatiosovellukset ovat tulleet jäädäkseen sairaaloiden lääkehuoltoon. Ne tukevat toimintojen keskittämistä ja potilaskohtaista lääkejakelua. Kansainvälisistä kokemuksista päätellen niiden myötä luodaan kokonaan uutta kulttuuria, joka edistää rationaalista lääkehoitoa ja siten potilasturvallisuutta. Automaatio on hyvä keino parantaa lääkitysturvallisuutta ja tehostaa prosesseja, mutta itseisarvo se ei saa olla. Tutkimusta automaatiouudistusten vaikutuksista tarvitaan, jotta laitteita ja järjestelmiä voidaan kehittää ja virheistä oppia. Digitaalisation myötä kertyvää suurta tietomäärää voidaan hyödyntää riskien hallinnassa, resurssien suunnittelussa ja päätöksenteossa – eli ylipäänsä prosessien optimoinnissa. Vaikka lääkehuollon automaatioon tuleekin ilmestymään keinoälyn piirteitä, sen tueksi tarvitaan kuitenkin aina ihmisen viisautta ja harkintakykyä. Digitaalinen muutos sairaala-apteekkeissa on jo hyvässä vauhdissa, ja se etenee lähivuosina.

SUMMARY

The utilisation of automation in medicine supply process in hospitals – now and in the future

→ Riikka Metsämuuronen*

MSc (Pharm), PhD student
School of Pharmacy, Social Pharmacy
Faculty of Health Sciences
University of Eastern Finland
riikka.metsamuuronen@uef.fi

→ Minna Kurttila

MSc (Pharm)
Kuopio University Hospital Pharmacy
minna.kurttila@kuh.fi

→ Toivo Naaranlahti

PhD (Pharm), docent
School of Pharmacy
Faculty of Health Sciences
University of Eastern Finland
toivo.naaranlahti@elisinet.fi

*Correspondence

In Finnish hospitals, the utilisation of automation technology in pharmaceutical service and drug storage and distribution system has increased in recent years to rationalise the medication process, improve patient safety and enhance medicine supply. In hospital pharmacies, drug storage and storage management have been automated with storage and retrieval robots, and on wards, with automated dispensing cabinets. Robots for compounding intravenous medication, such as antibiotic or cytostatic doses, enable centralised, safe and efficient compounding of medicines in cleanrooms.

One of the most significant aims and at the same time one of the greatest challenges with automation is to integrate different information systems to create so called Closed Loop Medication Administration System. The integration of automated systems and information systems secures the continuous flow of medication information between wards, pharmacy and patient data managements, and closes the inpatient medication management and administration loop.

The overall picture of automation technology used in Finnish hospitals does not exist. In this study, we investigated which automation innovations of medicine supply process have been and will be introduced in Finnish hospitals. The data was gathered using an online survey. The questionnaire was distributed to 23 hospital pharmacies in November 2017.

The response rate was 91% (21/23). The utilisation of automation technology in medicine supply process of hospitals has increased. A storage and retrieval robot has been introduced in nine, a multi dose dispensing system in eight, a robot for compounding cytostatic doses in one and a robot for compounding antibiotic doses in three hospitals out of 21 hospitals. Especially the frequency of automated dispensing cabinets will increase. Automated dispensing cabinets have been introduced in seven hospitals and 13 out of the rest 14 hospitals are planning to introduce them within five years. The development of Closed Loop Medication Administration System is in full flow.

Key words: hospital, medicine supply process, automation, automated dispensing cabinet, storage and retrieval robot, robot for compounding intravenous medication, Closed Loop Medication Administration

KIRJALLISUUS

Borel JM, Rascati KL: Effect of an automated, nursing unit-based drug-dispensing device on medication errors. *Am J Health-Syst Pharm.* 52: 1875–1879, 1995

Chapuis C, Roustit M, Bal G ym.: Automated drug dispensing system reduces medication errors in an intensive care setting. *Critical Care Medicine* 38: 2275–2281, 2010

Choi IS, Han ER, Lim SW ym.: Beta-lactam antibiotic sensitization and its relationship to allergic diseases in tertiary hospital nurses. *Allergy Asthma Immunol Res.* 2: 114–122, 2010

Cottney A: Improving the safety and efficiency of nurse medication rounds through the introduction of an automated dispensing cabinet. *BMJ Qual Improv Rep* 3(1), 2014, doi: 10.1136/bmjquality.u204237.w1843

Cousein E, Mareville J, Leroy A ym.: Effect of automated drug distribution systems on medication error rates in a short-stay geriatric unit. *J Eval Clin Pract* 20: 678–684, 2014

Dehmel C, Braune SA, Kreymann G ym.: Do centrally pre-prepared solutions achieve more reliable drug concentrations than solutions prepared on the ward? *Intensive Care Med* 37: 1311–1316, 2011

Fanning L, Jones N, Manias E: 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: 156–163, 2016

Grissinger M: Safeguards for Using and designing automated dispensing cabinets. *Pharm Therapeutics* 37: 490–491, 530, 2012

Harolds JA, Harolds LB: Quality and Safety in Health Care, Part X: Other Technology to Reduce Medication Errors. *Clinical Nuclear Medicine* 41: 376–378, 2016

Lehnborn EC, Oliver KV, Baysari MT, Westbrook JI: Evidence Briefings on Interventions to Improve Medication Safety, Automated dispensing systems. Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, volume 1, 2013. www.safetyandquality.gov.au/wp-content/uploads/2013/12/Evidence-briefings-on-interventions-to-improve-medication-safety-Automated-dispensing-systems-PDF-832KB.pdf

Lorenzi NM, Riley RT: Managing change: an overview. *J Am Med Inform Assoc* 7: 116–124, 2000

Metsämuuronen R, Vilmunen MT, Kokki H ym.: Ergonomics and skin and respiratory tract reactions related to antibiotic reconstitution among nurses and ward pharmacists. *Drugs & Therapy Perspectives* 32: 351–356, 2016

Naaranlahti T, Kurttila M: Älylääkekaapit osana KYSin leikkaustoiminnan lääkehuolto- ja lääkehoitoprosesseja. *Spirium* 52: 16–19, 2017

OHSAA, Occupational Health and Safety Agency for Healthcare: An Ergonomics Guide for Hospital Pharmacies, 2004. www.mtpinnacle.com/pdfs/PharmacyHandbook.pdf

Paoletti RD, Suess TM, Lesko MG ym.: Using bar-code technology and medication observation methodology for safer medication administration. *Am J Health-Syst Pharm* 64: 536–543, 2007

Pedersen CA, Schneider PJ, Scheckelhoff DJ: ASHP national survey of pharmacy practice in hospital settings: Dispensing and administration—2014. *Am J Health Syst Pharm* 72: 1119–1137, 2015

Rinehart J: A new Pharmacy Position: The Pharmacy Technologist. *Pharmacy Purchasing & Products* 13: 54, 2016

Seger AD, Churchill WW, Keohane CA ym.:
Impact of robotic antineoplastic preparation
on safety, workflow and costs. *Journal of
Oncology Practice* 8: 344–349, 2012

Sessink PJM, Leclercq GM, Wouters DM,
Halbardier L, Hammad C, Kassoul N:
Environmental contamination, product
contamination and workers exposure using
a robotic system for antineoplastic drug
preparation. *Journal of Oncology Pharmacy
Practice* 21: 118–127, 2015

Sosiaali- ja terveysministeriö: Lääkkeiden
potilaskohtaisen annosjakelun hyvät
toimintatavat, Helsinki 2016,
[http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/
handle/10024/74744/RAP_2016_01_L%a4
%a4kkeidenAnnosjakelu.pdf?sequence=2](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/74744/RAP_2016_01_L%a4%a4kkeidenAnnosjakelu.pdf?sequence=2)
(Luettu 19.9.2017)

Stenvall J, Virtanen P: Muutosta johtamassa.
Edita Publishing Oy, Helsinki 2007

Dosis – alansa ainoa suomenkielinen tieteellinen julkaisu

Dosiksessa julkaistaan farmasian ja sen lähialojen alkuperäistutkimuksia, katsauksia, tieteellisiä kommentteja ja referaatteja sekä väitöskirjojen tiivistelmiä.

Dosis on avoin verkkolehti ja se ilmestyy neljä kertaa vuodessa osoitteessa www.dosis.fi

Sitä kustantaa ja julkaisee Suomen Farmasialiitto.

Dosiksen julkaisut löytyvät myös Terveysportin kautta Duodecimin lääketietokannasta:
http://www.terveysportti.fi/terveysportti/dlr_laake.koti



FARMASIA
LIITTO