

Medication optimisation

Citation for published version (APA):

de Wit, H. (2016). *Medication optimisation: exploring the use of a clinical decision support system*. Maastricht University.

Document status and date:

Published: 01/01/2016

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Summary

This thesis aims to improve the process of medication optimisation by exploring the use of a clinical decision support system (CDSS) regarding evidence-based pharmacotherapy. The process of medication optimisation consists of carrying out medication surveillance and medication reviews. Medication surveillance is defined as routinely giving specific advice to the patient and the physician by a pharmacist. Medication review is defined as a structured evaluation of a patient's medication by a physician and a pharmacist taking into account both the patient's medical history and laboratory values. The Dutch Health Care Inspectorate (IGZ) expects all residents of nursing homes and homes for the elderly to receive a medication review by a physician and a pharmacist twice a year and yearly, respectively. A CDSS is a computer program designed to support healthcare professionals in clinical decision-making such as medication surveillance. The first generation CDSSs generated many false positive alerts, which limits their value in the daily performance of medication surveillance, and therefore to date a lack of optimally automated support for medication reviews remains.

In **chapter 1**, the introduction of the thesis, the study objectives of this thesis are introduced. The first objective, as described in chapter 2, was to identify the current execution as well as the extra efforts required to perform the above mentioned compulsory medication reviews, so that the need for automated support of the complex process of medication reviews could be properly identified.

The second study objective, as described in detail in chapter 3, was to determine which aspects are relevant for the improvement of the efficiency of an advanced CDSS used in medication surveillance.

The third objective of this thesis, as further described in chapter 5, was to explore the possibilities of using an advanced CDSS to support medication reviews. Finally, the fourth objective, as described in chapter 6, was to explore the possibilities of using a CDSS for the prediction of an important subacute illness in hospitalised patients, i.e. the development of a predictive algorithm for delirium in hospitalised older adults.

Chapter 2 provides an overview of the clinical practice of medication reviews for older people in Dutch residential and nursing homes which are performed by pharmacists. A web-based survey was sent to 87 hospital pharmacists and 270 community pharmacists which was used to answer the following research questions:

- 1) To what extent are medication reviews performed as required by the IGZ?
- 2) How much time is needed to perform the required medication reviews?
- 3) In the opinion of the pharmacist, is the current way of medication reviewing economically efficient and medically relevant?

On the basis of the reported number of annually reviewed patients from each pharmacy we calculated that in a best-case scenario 76% of the IGZ-required medication reviews are performed, while in a worst-case scenario 42% of the IGZ-required medication reviews are performed. The pharmacies that participated in the survey would need to

carry out a mean of 731 medication reviews per year and reported a mean of 29 minutes spent on one medication review. In each average pharmacy one pharmacist would therefore need to spend 2.5 months a year on medication reviews in order to comply with the IGZ requirements. Nevertheless, almost every pharmacist who filled out the survey, reported to regard the medication reviews as medically relevant, but only 47% considered them to be economically efficient at this moment. Due to the explorative nature of the survey and its limitation to pharmacists, the results do not provide a complete overview of the situation in the Netherlands and should be interpreted with caution. However, the results of the survey did show that the required medication reviews demand large amounts of time which means that more efficient methods are needed to be able to perform all the IGZ-required medication reviews adequately and feasibly. Automation of the medication review process might improve this efficiency.

Chapter 3 describes the first step in the automation of medication reviews, which consists of the identification and quantification of both the positive and the negative properties of a home grown advanced CDSS used in medication surveillance. The alerts generated by the home grown CDSS from the Zuyderland Medical Centre were extracted for the period September 2011 to December 2011. The number of generated alerts, the number of actions by pharmacists on the generated alerts, and the reasons why alerts had been classified as not relevant were analysed. The alerts that had been considered clinically relevant, were alerts which had prompted the pharmacist to contact the physician. The 4,065 alerts analysed from the chosen period were divided into three categories; 1,137 (28.0%) newly generated alerts, 2,797 (68.8%) repeat alerts and 131 (3.2%) double alerts. Only 3.6% of the total number of alerts had been considered to be clinically relevant. The reasons why 96.4% of the alerts had been classified as not clinically relevant were analysed, and these were grouped into: a) the dosage was correct or had already been adjusted, b) the drug had been (temporarily) stopped, c) the monitored laboratory value or drug dosage had already been reverted to a laboratory value within the reference limits or to a correct dosage. These reasons were linked to three categorical limitations of the home grown CDSS: 1) lack of criteria included in the algorithms leading to high amount of false positive alerts, 2) insufficient CDSS optimisation causing an inability to suppress alerts, and 3) manual data delivery to CDSS instead of continuous data delivery. These three categories have been identified as important for the development of an efficient advanced CDSS. Other requirements that we defined for the development of such a CDSS are: simple adjustment or implementation of criteria that would lead to the alerting of an algorithm, validation of the CDSS, easy implementation of the CDSS, use of recognised technical standards for sharing decision support content, easy use of the CDSS in daily practice, and supply of information by the CDSS on previous alerts and actions. The development and use of advanced CDSSs is a relatively new concept in hospitals and nursing homes, and therefore these CDSS requirements are not yet always integrated into the currently used CDSSs. Our study has

undoubtedly shown which categories are important for the increase of the efficiency of a CDSS.

Chapter 4 describes the development of an advanced CDSS by using the criteria identified in chapter 3. The newly developed CDSS aims to function independently of prescribing software, and to monitor all prescribed drugs while at the same time taking into account co-medication, laboratory-data and co-morbidities.

It seems reasonable to assume that a manual reviewing tool is only as good as the health care professional using it. Outcomes will be influenced by variables such as knowledge of evidence-based guidelines or perhaps the focus of the healthcare professional. A CDSS seems to be able to support medication reviews in a reproducible way, and thus also able to reduce the time needed to perform medication reviews. Therefore we aimed to develop a CDSS that would increase the efficiency of medication surveillance, thereby reducing the false positive alerts and also providing alerts that could be used to support medication reviews.

The CDSS development phases were part of a larger study and involved: 1) development of the computerised system, 2) development of the clinical rules, 3) validation of the CDSS, 4) randomised controlled trial, and 5) feasibility study for implementation in different nursing homes.

The steps 1 to 3 were part of this thesis. The idea to automate medication reviews was not new, but our approach which does not require the manual input of patients' characteristics to perform medication reviews, was to the best of our knowledge described for the first time. We have developed a knowledge-based CDSS, named the 'Clinical Rule Reporter' which contains algorithms that alert to pre-defined problems by using decision tree rules. The CDSS has been developed to support both advanced medication surveillance and medication reviews.

Chapter 5 describes the potential of the newly developed CDSS to support the manually performed medication reviews. The first aim was to estimate the added value of a CDSS in the performance of medication reviews in hospitalised elderly people. The second aim was to identify the limitations of the newly developed CDSS by an analysis of the identified drug related problems (DRPs) in both the manual medication reviews and in the CDSS. The DRP notifications generated by the CDSS were compared with those identified by the manual medication reviews, thus allowing further improvement of the CDSS. The medication reviews were performed for 33 patients who had been admitted to the geriatric ward of the Zuyderland Medical Centre. Parallel to these medication reviews electronically available patient information was introduced into the CDSS. A total of 223 DRP strategies were identified during the manual medication reviews while the CDSS generated a total of 70 DRP clinically relevant notifications. Of the DRP notifications generated by the CDSS, 63% (44) were also found during the manual medication reviews and 37% (26) were newly identified DRPs.

The CDSS generated DRPs conveyed 28% (70) of all 249 clinically relevant DRPs that were identified in the CDSS supported medication review. Classification according to the

type of medication error reported by the DRP notifications revealed that mainly the medication errors 'contraindications/interactions/side effects' and 'indication without medication' were identified by the CDSS while these had not been identified during the manual medication reviews. In contrast to these results, the error types 'medication without indication', 'double medication', and 'wrong medication' were found by the manual medication review while most of these were not identified by the CDSS. The fact that these medication error types were not found by the CDSS, seems to be the result of the lack of input of documented multi-morbidity information from electronic health records, the under-development of deprescribing algorithms, and the under-development of indicators that would enable a CDSS to interpret the progression or status of indications and adverse drug events. The newly developed CDSS used in this study is currently not able to replace the manual medication reviews, but it does offer added value for the manual medication reviews because certain DRPs that were not identified through the manual medication reviews, were indeed identified by the CDSS. It has become clear that the strengths and weaknesses of the current CDSS can be determined according to the medication error types, and these weaknesses (i.e. error types of unidentified DRPs) should be used to improve the CDSS.

Chapter 6 reports on the exploration of the use of a CDSS for other purposes than medication surveillance and medication reviews. A CDSS can also be used on an individual level for sub-acute disease risk prediction. If an individual's risk for a specific disease can be predicted and automatically presented, then personalised treatment strategies can be initiated on time. Delirium is a disorder of cognition and attention which may develop in older adults after hospitalisation, and an automated prediction model for delirium has clear relevancy for clinical practice. Delirium occurs frequently in hospitalised older adults and is associated with high costs and increased morbidity and mortality. Some important risk factors (e.g. cognitive disorders, vision impairment, lower functional status and illness severity) used in manual delirium prediction models, are currently not documented electronically for automation purposes. Nevertheless, it seems useful to develop an automated delirium risk prediction model which applies only the currently electronically available risk factors. In a retrospective cohort study we applied logistic regression to a database containing electronically available clinically relevant information on patients of 60 years or older who had developed a delirium during hospital admission. This study resulted in a "medication model" with an AUROC (area under the receiver operating characteristics curve) of 0.76. Since an AUROC higher than 0.75 is regarded as clinically relevant, the developed model can be regarded as clinically relevant. This study showed that a CDSS can be used to predict the risk of a delirium in individual hospitalised patients by using electronically available predictive variables. To improve the quality of these predictive models, clinical risk factors such as patient reported outcomes and patients' characteristics should be documented, ready and complete, to be used for automation. When integrated in the electronic patient records,

automated predictive medicine, such as this delirium prediction model, could in the future serve as a compass for the physician.

Chapter 7 provides a general discussion of the implications of the results presented in this thesis in relation to the current literature and with a view to future research and developments.

Samenvatting

In dit proefschrift wordt het gebruik van een digitaal systeem ter ondersteuning van klinische beslissingen (CDSS: Clinical Decision Support System) in het kader van rationele farmacotherapie onderzocht met als doel verbetering van het proces van optimalisatie van de medicatie. Het proces van medicatie-optimalisatie bestaat uit medicatiebewaking en medicatiebeoordelingen. Medicatiebewaking wordt gedefinieerd als het door een apotheker routinematig gepersonaliseerd advies geven aan de patiënt en de arts. Een medicatiebeoordeling wordt gedefinieerd als een gestructureerde evaluatie van de medicatie van een patiënt door arts en apotheker waarbij rekening wordt gehouden met de medische historie en laboratoriumgegevens van de patiënt. De Inspectie voor de Gezondheidszorg (IGZ) stelt verplicht dat alle bewoners van verpleeghuizen tweejaarlijks en alle bewoners van verzorgingshuizen jaarlijks een medicatiebeoordeling krijgen. Een CDSS is een computerprogramma dat ontworpen is om zorgverleners te ondersteunen bij beslissingen in de klinische praktijk zoals bij medicatiebewaking. De eerste generatie CDSS-en geven echter veel foutieve positieve meldingen bij de toepassing van medicatiebewaking waardoor de waarde van dit computerprogramma in de dagelijkse praktijk beperkt is. Er bestaat tot op heden dan ook nog geen optimaal werkend CDSS om medicatiebeoordelingen te ondersteunen.

In hoofdstuk 1, de introductie van dit proefschrift, worden de onderzoeksdoelstellingen uiteengezet. Het eerste doel, zoals beschreven in hoofdstuk 2, was het onderzoeken van het benodigde tijdsbeslag dat gemoeid is met het aantal hedendaags uitgevoerde medicatiebeoordelingen. De hier gevonden resultaten zullen worden gebruikt om de mate van inspanning die nodig is voor het uitvoeren van alle door de IGZ verplichte medicatiebeoordelingen te bepalen, om zo de noodzaak voor automatisering van medicatiebeoordelingen vast te stellen.

Het tweede doel, zoals beschreven in hoofdstuk 3, was het onderzoeken van de relevante aspecten voor de verbetering van een efficiënt tweede generatie (geavanceerd) CDSS toegepast voor medicatiebewaking.

Het derde doel van deze thesis, zoals beschreven in hoofdstuk 5, was het onderzoeken van de mogelijkheid voor het toepassen bij medicatiebeoordelingen van een efficiënt geavanceerd CDSS .

Het laatste, vierde doel, zoals beschreven in hoofdstuk 6, was het onderzoeken van de mogelijkheden om een efficiënt geavanceerd CDSS te gebruiken ter voorspelling van een ernstige subacute aandoening bij patiënten opgenomen in het ziekenhuis, waarbij specifiek de ontwikkeling van een algoritme is onderzocht dat een delirium kan voorspellen bij een populatie van patiënten met een hoge leeftijd.

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de klinische praktijk van apothekers die medicatiebeoordelingen uitvoeren bij ouderen die zijn opgenomen in Nederlandse verpleeghuizen en verzorgingshuizen. Een web-based vragenlijst is verstuurd naar 87 ziekenhuisapothekers en 270 openbare apothekers om de volgende onderzoeksvragen te beantwoorden:

- 1) In welke mate worden medicatiebeoordelingen uitgevoerd zoals verplicht door de IGZ?
- 2) Hoeveel tijd er nodig is om de IGZ verplichte medicatiebeoordelingen uit te voeren?
- 3) Zijn de huidige methodes van medicatiebeoordelingen economisch efficiënt en medisch relevant volgens de apotheker?

Op basis van de gerapporteerde jaarlijks beoordeelde patiënten is berekend dat door elke apotheek er maximaal 76% en minimaal 42% van de door de IGZ verplichte medicatiebeoordelingen worden uitgevoerd. De aan de vragenlijst deelnemende apotheken zouden gemiddeld genomen 731 medicatiebeoordelingen per jaar moeten uitvoeren waarbij gemiddeld genomen 29 minuten nodig is voor het uitvoeren van één medicatiebeoordeling.

In elke gemiddelde apotheek zou één apotheker 2.5 maanden nodig hebben om de door de IGZ verplichte medicatiebeoordelingen uit te voeren. Echter, bijna elke deelnemende apotheker achtte de medicatiebeoordelingen medisch relevant; maar slechts 47% oordeelde de medicatiebeoordelingen als economisch efficiënt.

Door de verkennende opzet van deze vragenlijst, die uitsluitend is uitgevoerd onder apothekers, geven de resultaten van dit onderzoek geen sluitend overzicht van de situatie van medicatiebeoordeling bij verpleeg- en verzorgingshuizen in Nederland. De resultaten moeten daarom met enige terughoudendheid worden geïnterpreteerd. Daarentegen laat deze vragenlijst wel zien dat de medicatiebeoordelingen een groot tijdsbeslag vergen. Om alle IGZ verplichte medicatiebeoordelingen adequaat en volledig uit te voeren is er een meer efficiënte methode nodig. Automatiseren van het proces van medicatiebeoordelingen kan mogelijk bijdragen aan die efficiëntie.

Hoofdstuk 3 beschrijft de eerste stap in de automatisering van medicatiebeoordelingen: de identificatie en kwantificering van de positieve en negatieve eigenschappen van een lokaal ontwikkeld geavanceerd CDSS ten behoeve van medicatiebewaking. De onderzochte signalen van het CDSS in het Zuyderland Medisch Centrum zijn afkomstig uit de periode september 2011 tot december 2011. Het aantal gegenereerde signalen, het aantal ondernomen acties van apothekers op deze signalen en de redenen waarom de signalen als niet klinisch relevant werden beschouwd, zijn geanalyseerd.

De signalen werden als relevant beschouwd zodra de apotheker de arts contacteerde. De 4065 geanalyseerde signalen zijn onderverdeeld in: 1137 (28.0%) nieuwe, gegenereerde signalen, 2797 (68.8%) herhaalde signalen en 131 (3.2%) dubbele signalen. Slechts 3.6% van het totaal aantal signalen werd als klinisch relevant beoordeeld. De redenen waarom 96.4% van de signalen werd geclassificeerd als niet klinisch relevant, zijn ook geanalyseerd en als volgt gegroepeerd: a) de dosering was correct of reeds aangepast, b) het geneesmiddel was (tijdelijk) gestopt, c) de van toepassing zijnde laboratoriumwaarde of de dosering was reeds teruggegaan naar de normale waarde. Deze

redenen zijn gekoppeld aan drie categorische beperkingen van het lokaal ontwikkeld geavanceerd CDSS: 1) tekortkoming van criteria in de algoritmen leidend tot een hoog aantal van foutieve positieve signalen. 2) onvoldoende mogelijkheden tot systeemoptimalisatie met als gevolg dat onnodige signalen niet kunnen worden onderdrukt, en 3) het handmatig inlezen van bulkdata in het systeem welke continue aangeleverd zouden moeten worden. Deze drie categorieën zijn geïdentificeerd als belangrijk voor de ontwikkeling van een efficiënt geavanceerd CDSS. Andere gedefinieerde voorwaarden voor de ontwikkeling van een efficiënt geavanceerd CDSS zijn: het eenvoudig kunnen aanpassen of implementeren van criteria die een signaal initiëren; validatie van een CDSS; de eenvoudige invoering van een CDSS; het gebruiken van erkende technische standaarden voor het delen van de inhoud die gebruikt is in de beslissingsondersteuning; het eenvoudig kunnen gebruiken van het CDSS in de dagelijkse praktijk en het informeren door het CDSS van eerder afgehandelde signalen.

De ontwikkeling en het gebruik van een geavanceerd CDSS is een relatief nieuw concept in ziekenhuizen en verpleeghuizen met als gevolg dat de bovenstaande voorwaarden nog niet (altijd) worden toegepast in het gebruikte CDSS. Dit onderzoek toont duidelijk aan welke categorieën van belang zijn om de efficiëntie van een CDSS te laten toenemen.

Hoofdstuk 4 beschrijft de ontwikkeling van een geavanceerd CDSS waarbij de criteria benoemd in hoofdstuk 3, zijn toegepast. Het nieuw te ontwikkelen CDSS beoogt onafhankelijk van verschillende voorschrijfsystemen alle voorgeschreven geneesmiddelen te monitoren, waarbij rekening wordt gehouden met co-medicatie, laboratoriumwaarden en comorbiditeiten.

Het lijkt redelijk om aan te nemen dat bij het uitvoeren van een handmatige medicatiebeoordeling, de kwaliteit wordt bepaald door de zorgverlener die de beoordeling uitvoert, al dan niet met een ondersteunend hulpmiddel. Resultaten van de medicatiebeoordeling zijn afhankelijk van variabelen zoals kennis van richtlijnen of zelfs de focus van de zorgverlener. Het lijkt mogelijk dat een geavanceerd CDSS de medicatiebeoordelingen op een reproduceerbare wijze kan ondersteunen, waarbij de benodigde tijd voor een dergelijke beoordeling ook wordt verminderd. Op basis hiervan hebben wij beoogd een CDSS te ontwikkelen dat het aantal fout-positieve en fout-negatieve signalen minimaliseert en dus de efficiëntie van de medicatiebewaking zal verhogen, welke tegelijkertijd een basis vormt voor het ondersteunen van medicatiebeoordelingen.

De ontwikkelingsfasen van het CDSS zijn onderdeel van een onderzoeksproject en omvatten: 1) de ontwikkeling van het computersysteem, 2) de ontwikkeling van de beslissingsondersteunende algoritmen (clinical rules), 3) validatie van het CDSS, 4) een gerandomiseerde studie, 5) een haalbaarheidsonderzoek voor implementatie in diverse verpleeghuizen. Stap 1 tot en met 3 zijn onderdeel van dit proefschrift.

Het concept om medicatiebeoordelingen te automatiseren is geen nieuw concept, echter onze aanpak, waarbij de handmatige invoer van patiënten gegevens niet nodig is, is door ons voor het eerst beschreven. We hebben een 'knowledge-based' CDSS

ontwikkeld, genaamd de 'Clinical Rule Reporter', dat algoritmen volgens het principe van een beslisboom bevat om daarmee vooraf gedefinieerde geneesmiddel-gerelateerde problemen te signaleren. Het CDSS is ontwikkeld om geavanceerde medicatiebewaking en medicatiebeoordelingen te ondersteunen.

Hoofdstuk 5 beschrijft het onderzoek naar de mogelijkheid van het nieuw ontwikkelde CDSS om de handmatig uitgevoerde medicatiebeoordelingen te ondersteunen. Het eerste doel was het bepalen van de toegevoegde waarde van het CDSS in het ondersteunen van medicatiebeoordelingen bij ouderen opgenomen in het ziekenhuis. Het tweede doel was het identificeren van de beperkingen van het nieuw ontwikkelde CDSS met behulp van een analyse van de geïdentificeerde geneesmiddel-gerelateerde problemen (DRPs) die zowel met de handmatige medicatiebeoordeling als met het CDSS zijn gevonden. De door het CDSS geïdentificeerde DRPs zijn vergeleken met de in de handmatige medicatiebeoordelingen vastgestelde DRPs, om een verdere verbetering van het CDSS mogelijk te maken.

De medicatiebeoordelingen zijn uitgevoerd bij 33 patiënten die waren opgenomen op de geriatrie afdeling van het Zuyderland Medisch Centrum. Gelijktijdig aan deze medicatiebeoordelingen is de aanwezige elektronische patiëntinformatie in het CDSS geladen. Een totaal van 223 DRP strategieën zijn vastgesteld tijdens de handmatige medicatiebeoordeling, terwijl het CDSS 70 klinisch relevante signalen heeft gegenereerd.

Van de door het CDSS gegenereerde signalen was 63% (44) ook vastgesteld tijdens de handmatige medicatiebeoordelingen, terwijl 37% (26) van de signalen, nieuwe, niet eerder vastgestelde geneesmiddel-gerelateerde problemen waren. De door het CDSS gegenereerde signalen vormen 28% (70) van alle 249 klinische relevante DRPs die zijn geïdentificeerd en vastgesteld door de combinatie van het CDSS en de handmatige medicatiebeoordeling.

Classificatie van de gevonden geneesmiddel-gerelateerde problemen aan de hand van het type medicatiefout onthulde dat met name 'contra-indicaties/interacties/bijwerkingen' en 'indicaties zonder voorgeschreven medicatie' werden geïdentificeerd door het CDSS, terwijl deze niet werden vastgesteld tijdens de handmatige medicatiebeoordeling.

De medicatiefouten 'medicatie voorgeschreven zonder aanwezige indicatie', 'voorgeschreven dubbele medicatie', 'voorgeschreven verkeerde medicatie' werden met name vastgesteld in de handmatige medicatiebeoordeling, terwijl deze meestal niet werd geïdentificeerd door het CDSS.

De tekortkomingen van het CDSS in het identificeren van medicatiefouten lijkt een gevolg van: te weinig inbreng van multimorbiditeiten uit het elektronische patiëntdossier (EPD) de afwezigheid van algoritmen die het stoppen van geneesmiddelen adviseren en de afwezigheid van indicatoren die de ontwikkeling van een morbiditeit of bijwerking meewegen. Het nieuw ontwikkelde CDSS dat is onderzocht in deze studie, kan momenteel nog niet de handmatige medicatiebeoordeling vervangen, echter het heeft wel toegevoegde waarde, omdat het CDSS wel DRPs heeft geïdentificeerd, die niet zijn vastgesteld tijdens de handmatige medicatiebeoordeling. Aangetoond is dat zowel de

sterke als de zwakke punten van het huidige CDSS kunnen worden bepaald met behulp van het type geïdentificeerde medicatiefouten. De zwakke punten van het CDSS, d.w.z. de medicatiefouten die niet zijn geïdentificeerd door het CDSS, kunnen worden gebruikt om het CDSS verder te verbeteren.

Hoofdstuk 6 beschrijft de verkenning van het gebruik van een CDSS voor andere doeleinden dan medicatiebewaking en medicatiebeoordelingen. Een CDSS kan ook worden gebruikt op een individueel niveau ten behoeve van de risicovoorspelling van subacute ziekten. Als het risico van een individu voor specifieke ziekten automatisch gesignaleerd kan worden, dan kunnen gepersonaliseerde behandelingsstrategieën tijdig geïnitieerd worden. Delier is een aandoening van de cognitie en aandacht. De geautomatiseerde voorspelling van een delier heeft overduidelijke voordelen in de klinische praktijk. Een delirium komt vaak voor onder ouderen opgenomen in het ziekenhuis en is geassocieerd met hoge kosten, toegenomen morbiditeit en mortaliteit. Hoewel sommige belangrijke risicofactoren voor het ontwikkelen van een delier, zoals cognitieve aandoeningen, visie beperkingen, verminderd functioneren en de mate van ziekte, gebruikt worden bij handmatige voorspellingsalgoritmen, worden deze tot op heden niet elektronisch vastgelegd ten behoeve van automatisering. Desondanks lijkt het zinvol om een geautomatiseerd deliriumrisico voorspellingsmodel te ontwikkelen dat exclusief gebruik maakt van de op dit moment voor automatiseringsdoeleinden aanwezige risicofactoren.

In een retrospectieve cohortstudie, hebben we logistische regressie analyse toegepast op een dataset met daarin patiënten van 60 jaar of ouder, die een delirium ontwikkelden tijdens de ziekenhuisopname. Dit heeft geresulteerd in een model met een AUROC (area under the receiver operating characteristics curve) van 0.76. Het ontwikkelde model kan worden beschouwd als klinisch relevant, omdat de AUROC hoger is dan 0.75.

Deze studie laat zien dat een CDSS kan worden gebruikt om het risico van een delier geautomatiseerd te voorspellen voor elke in een ziekenhuis opgenomen patiënt door uitsluitend de aanwezige elektronische beschikbare risicofactoren te gebruiken. Om de kwaliteit van voorspellingsmodellen te verbeteren zouden klinische risicofactoren zoals patiënt-gerapporteerde uitkomsten en relevante patiënteninformatie volledig moeten worden vastgelegd teneinde automatisering beter te ondersteunen. Het integreren van geautomatiseerde voorspellingen in een EPD, zoals een delirium voorspellingsmodel, kan in de toekomst als een kompas voor de zorgverlener dienen.

Hoofdstuk 7 beschrijft een algemene discussie waarbij de gevonden resultaten uit dit proefschrift in perspectief tot de huidige literatuur worden geplaatst, waarbij tevens mogelijkheden voor toekomstige ontwikkelingen en onderzoek worden besproken.