

Slimme infuuspompen binnen de medisch-specialistische zorg

Technische rapportage

Procesleider: Martijn Mahler

Auteurs: Mike Kusters, Lara Vreven, Jens ten Westenend, Marle Lokerse, Kevin Jenniskens

Onderzoekers: Mike Kusters, Lara Vreven, Jens ten Westenend, Demy Idema, Marle Lokerse, Rene Spijker, Kim Luijken, Kevin Jenniskens

In opdracht van Digizo.nu



Inhoud

Inhoud	2
1 Leeswijzer	3
2 Onderzoeksdoel	4
3 Methode	5
3.1 Zoekstrategie en screening	5
3.2 Inclusie- en exclusiecriteria	5
3.3 Data extractie	7
3.4 Data synthese	7
3.5 Kwaliteitsbeoordeling	8
4 Resultaten	9
4.1 Geïnccludeerde literatuur	9
4.2 Kwaliteit van studies	10
4.3 Studiekarakteristieken	11
4.4 Belangrijkste bevindingen	13
5 Discussie	20
6 Conclusie	22
Bijlagen	23
Bijlage A – Zoekstrategie	23
Bijlage B – Meetplan	24
Bijlage C – Stroomdiagram selectieproces (5)	25
Bijlage D – Referenties geïnccludeerde studies uitgewerkt in dit rapport (n = 15)	26
Bijlage E – Referenties geïnccludeerde studies niet uitgewerkt in dit rapport (n = 54)	27
Bijlage F – Overige referenties	31

1 Leeswijzer

In deze technische rapportage zijn de stappen van het waardebepalend onderzoek vastgelegd. Deze rapportage kan niet worden beschouwd als een wetenschappelijk artikel maar volgt wel de standaardstructuur van een wetenschappelijke publicatie.

Allereerst zijn het onderzoeksdoel en de methoden beschreven, die inzicht geven in de uitgevoerde onderzoek stappen volgens de [Digizo-methodiek voor waardebepalings](#).

In de resultatensectie zijn de geïncludeerde studies opgenomen en de studiekarakteristieken worden beschreven. Vervolgens wordt de kwaliteit van de studies beoordeeld. De studieresultaten worden per meetuitkomst van het meetplan besproken. Naast de belangrijkste bevindingen, wordt een beschrijving van de resultaten gegeven, en eveneens overzichtelijk middels tabellen voor de 'Must-have', 'Should-have' en 'Could-have' meetindicatoren weergegeven. Alle ruwe geëxtraheerde data zijn beschikbaar gesteld via het data-extractie bestand, en kunnen desgewenst worden opgevraagd.

In de discussie worden de resultaten kort samengevat, een reflectie gegeven op de evidence gap, en limitaties van deze waardebepalings besproken.

Deze rapportage zal worden afgesloten met een overstijgende conclusie t.a.v. de beschikbaarheid, kwaliteit, en richting van het beschikbare bewijs voor de belangrijkste meetindicatoren.

2 Onderzoeksdoel

Het doel van dit onderzoek was het evalueren van een nieuwe werkwijze waarin slimme infuuspompen worden ingezet binnen de medisch specialistische zorg (MSZ), waarin wordt gekeken naar acceptatie van de patiënt en van de zorgprofessional, impact op de administratieve last, medicatieveiligheid, inzicht in medicatiefouten, het beoordelen en afhandelen van alarmmeldingen, en de werkervaring van zorgprofessionals m.b.t. (visuele) alarmen.

3 Methode

De methodologische aanpak van dit onderzoek is gebaseerd op de [Digizo-methodiek voor waardebeoordeling](#).

3.1 Zoekstrategie en screening

De zoekstrategie is op 11 december 2025 uitgevoerd in OVID/Medline door een informatiespecialist en richtte zich op de inzet van slimme infuuspompen binnen de MSZ, zonder beperkingen ten aanzien van studiedesigns (zie Bijlage A voor de volledige zoekstrategie).

Alle artikelen zijn door twee onderzoekers onafhankelijk gescreend, eerst op titel en abstract en vervolgens op volledige tekst. Discrepanties werden opgelost middels interne discussie. Indien er geen consensus kon worden bereikt werd een 3e onderzoeker betrokken om de doorslaggevende beslissing te nemen. Grijze literatuur is voor dit proces niet opgevraagd.

3.2 Inclusie- en exclusiecriteria

Tabel 1 geeft weer welke populaties, interventies, vergelijkingen (comparatoren) en uitkomsten (PICO) in dit onderzoek zijn meegenomen. Artikelen moesten in full-text beschikbaar zijn en geschreven in het Engels of Nederlands. De volgende studietypen zijn niet meegenomen in dit onderzoek: commentaren, editorials, essays, nieuwsitems, opinieartikelen, research letters, en simulatie- en technische haalbaarheidsstudies. Scoping en systematische reviews dienden in dit proces als aanvullende bron van primaire studies. Indien deze aansloten bij de PICO, werden zij enkel in de finale set studies geïncludeerd als er ten minste resultaten op een 'Must-have' meetindicator werden gerapporteerd. Reviews werden geïncludeerd als zij een zoekstrategie in ten minste 2 databases hadden uitgevoerd. Slimme infuuspompen werden op interventie niveau geïncludeerd als zij voldeden aan ten minste één van de in Tabel 1 beschreven karakteristieken onder 'Interventie', of wanneer het vanuit het artikel zeer aannemelijk was dat zij hieraan voldeden.

Tabel 1: Selectiecriteria

	Inclusie criteria	Exclusie criteria
Populatie	- Zorgprofessionals binnen de MSZ (e.g. intramurale specialistische zorg. Medisch specialisten; verpleegkundigen in ziekenhuizen en klinieken) - Patiënten geholpen binnen de MSZ. (Bijvoorbeeld volwassenen, pediatrie, NICU)	- Zorgprofessionals buiten de MSZ (e.g. eerstelijnszorg; tweedelijnszorg buiten MSZ; verpleging, verzorging, thuiszorg, extramurale (langdurige) zorg) - Patiënten buiten de MSZ.
Interventie	- Slimme infuuspompen (Bijv. B. Braun [Space Plus serie]; BD [Alaris nexus of Bodyguard]), beschikken over: - Een medicatiebibliotheek met grenswaarden. <i>En/of</i> - Mogelijkheid voor netwerkkoppeling met het EPD voor automatische vastlegging en (voor)programming. <i>En/of</i> - Centrale en/of lokale logging en/of alarmering.	- Slimme infuuspompen gebruikt bij patiënt gecontroleerde pijnstilling - Epidurale infusie

	En/of – Mogelijkheid tot alarmering op mobiele devices. • IV met DERS (<i>dose error reduction software</i>)	
Vergelijking (Comparator)	• Huidige zorg • Reguliere infuuspompen zonder een of meer van bovenstaande interventie kenmerken • Pre-/Post-implementatie van de slimme infuuspomp	
Uitkomsten*	Must-have • Acceptatie – De houding van patiënten tegenover het gebruik van slimme infuuspompen is niet negatief. • Acceptatie – Zorgprofessionals zijn niet negatief over het gebruik van slimme infuuspompen. • Acceptatie – Zorgprofessionals ervaren minder registratielast en administratieve belasting door de inzet van slimme infuuspompen. Should-have • Effectiviteit korte termijn – Slimme infuuspompen versterken de medicatieveiligheid door nauwkeurigere toediening. • Effectiviteit korte termijn – Slimme infuuspompen verbeteren inzicht in mogelijke medicatiefouten. • Effectiviteit korte termijn – Slimme infuuspompen ondersteunen zorgprofessionals bij het effectiever beoordelen en afhandelen van alarmmeldingen. • Acceptatie – De werkervaring van zorgprofessionals m.b.t. (visuele) alarmen neemt toe. Could-have • Effectiviteit lange termijn – Slimme infuuspompen zorgen voor een betere prognose van patiënten. • Adoptie zorgverleners – Zorgprofessionals reageren positief op de verandering in het toedienen van medicatie door slimme infuuspompen. • Effectiviteit korte termijn – Zorgprofessionals ervaren een verbeterd welzijn. • Tijdigheid – Er is een nauwkeurige match tussen zorgbehoefte en zorgaanbod. • Kosten binnen de gezondheidszorg – (In)directe kosten binnen de gezondheidszorg nemen op korte termijn per persoon niet toe. • Bereik – Slimme infuuspompen zijn beschikbaar voor alle beoogde eindgebruikers. • Adoptie – Patiënten hebben toegang tot passende zorg. • Implementatie – Het implementeren van de slimme infuuspompen vergt minimale inzet van middelen. • Maatschappelijk perspectief – Kosten buiten de gezondheidszorg waaronder productiviteitskosten nemen af. • Beschikbaarheid en wachttijd – Slimme infuuspompen zijn direct beschikbaar en inzetbaar. • Bereik – Slimme infuuspompen worden volgens beoogd gebruik correct en consistent ingezet met een hoog nalevingspercentage. • Kenmerken van de technologie – De inzet van de slimme infuuspomp is voor iedere eindgebruiker toegankelijk, te begrijpen en inzetbaar.	

Setting	• MSZ (e.g. ziekenhuizen en klinieken)	• Buiten de MSZ (e.g. verzorging, thuiszorg, extramurale (langdurige) zorg)
Taal	• Engels en Nederlands	• Andere talen
Studietype	• Vergelijkende studies – Randomized controlled trials (RCT) – Pre-post studies – Observationale studies • Implementatiestudies • Kwalitatieve studies • Mixed-methods studies	• Simulatiestudies
Publicatietype	• Primaire studies • Systematische reviews, scoping reviews	• Preprints • Narratieve reviews • Editorials, commentaren

*De uitkomsten zijn in detail beschreven in het meetplan, te vinden in Bijlage B.

3.3 Data extractie

De data-extractie werd uitgevoerd door één onderzoeker (LV, JW, MK) en gecontroleerd door een tweede onderzoeker (LV, JW, KL). Algemene en additionele studiekenmerken van de geïncludeerde studies zijn geëxtraheerd (zie Tabel 2). Daarnaast zijn bevindingen m.b.t. alle "Must-have", "Should-have" en "Could-have" meetuitkomsten gedocumenteerd zoals die na afloop van de *designathon* in het meetplan zijn vastgelegd (zie Bijlage B).

Tabel 2: Studiekenmerken

Algemene studiekenmerken	Additionele studiekenmerken – Indien beschikbaar
Design/type onderzoek	Steekproefgrootte
Auteur(s)	Werving deelnemers
Jaartal	Populatie
Doel	% vrouw
Meetmethode	% hoog opgeleid
Interventie (type en karakteristieken)	Leeftijd
Land	Uitval uit de studie (dropouts)
Type publicatie	Vergelijkingsarm/comparator
Setting	

3.4 Data synthese

Vanwege de heterogeniteit in studiedesigns en operationalisatie van de meetuitkomsten is gekozen voor een narratieve samenvatting. In deze rapportage worden de meetuitkomsten samengevat op basis van het meetplan (zie Bijlage B). Hierbij worden eerst de 'Must-have' meetuitkomsten besproken, en vervolgens de 'Should-have' meetuitkomsten. Tot slot worden de 'Could-have' meetuitkomsten kort overstijgend besproken. Resultaten zullen volgens de Synthesis Without Meta-analysis (SWiM) methode in tabellen worden samengevat (1-3).

3.5 Kwaliteitsbeoordeling

Alle primaire studies werden door één onderzoeker (LV, JW, MK) beoordeeld middels de MMAT, en gecontroleerd door een tweede onderzoeker (LV, JW, KL). Discrepanties werden opgelost d.m.v. interne discussie. Indien er geen consensus kon worden bereikt werd een 3e onderzoeker betrokken om de doorslaggevende beslissing te nemen. Een beschrijving van het gebruikte kwaliteitsinstrument is terug te vinden in onderstaand kader.

MMAT (4)

De Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) is een gevalideerd instrument dat wordt gebruikt voor de kwaliteitsbeoordeling van wetenschappelijke studies met uiteenlopende onderzoeksdesigns, waaronder kwalitatieve, kwantitatieve en mixed-methods studies. Het unieke van de MMAT is dat het binnen één raamwerk toelaat om verschillende typen studies systematisch en op een consistente manier te evalueren.

Het instrument bestaat uit vijf specifieke beoordelingscriteria per studiedesign, die zich richten op aspecten zoals de helderheid van de onderzoeksvraag, geschiktheid van het design, de kwaliteit van de dataverzameling, de analysemethoden en de interpretatie van de resultaten.

De MMAT wordt vooral toegepast in systematische reviews waarin verschillende soorten studies worden geïncorporeerd. Het doel is om de methodologische kwaliteit van de afzonderlijke studies op een transparante en reproduceerbare manier in kaart te brengen, zodat de betrouwbaarheid van de conclusies uit de review beter kan worden ingeschat.

Kader 1

4 Resultaten

4.1 Geïnccludeerde literatuur

De zoekstrategie identificeerde 454 records in de OVID/Medline database. Vanuit systematische literatuur overzichten gevonden in deze zoekopdracht werden nog 4 additionele studies geïdentificeerd. Dit brengt het totaal geïdentificeerde aantal records op 458. Deze zijn op basis van titel en abstract gescreend aan de hand van inclusie-exclusie criteria (zie Tabel 3). 135 studies zijn geïnccludeerd voor de full-text screening fase. 66 van de 135 studies zijn vervolgens geëxcludeerd. Van 7 studies kon geen full-text worden gevonden, 10 studies zijn uitgesloten vanwege het publicatietype en 2 studies vanwege het studie design. Van de overige studies sluit de populatie ($n = 1$), de interventie of de controlegroep ($n = 29$) niet aan, of werden geen relevante uitkomsten gerapporteerd ($n = 17$).

Er werden in totaal 69 studies geïdentificeerd die voldeden aan de selectiecriteria. Omwille van het grote aantal primair geïnccludeerde studies, is om pragmatische redenen gekozen om binnen deze waardebeoordeling te prioriteren op studies die ten minste voor een 'Must-have' meetindicator resultaten rapporteren. 'Should-have' en 'Could-have' uitkomsten werden eveneens uit deze studies geëxtraheerd. Dit resulteert in de inclusie van 15 studies in het huidige waardebeoordelend onderzoek.

Een overzicht van het selectieproces is opgenomen in Bijlage C in de vorm van een Prisma (2020) stroomdiagram (5). Bijlage D en E presenteren respectievelijk de geïnccludeerde referenties die wel en niet zijn opgenomen in de synthese van deze technische rapportage.

Tabel 3: Slimme infuuspompen (MSZ) – Selectie wetenschappelijke literatuur

Reden	Aantal artikelen
1a. Zoekresultaten gevonden door informatiespecialist	454
1b. Zoekresultaten gekenmerkt als aanvullende primaire studies gevonden in geïnccludeerde reviews	4
2. Geïnccludeerd voor volledige beoordeling	135
Geëxcludeerd + redenen voor exclusie	66
Artikel niet beschikbaar	7
Publicatietype	10
Studietype	2
Populatie	1
Interventie/Controlegroep	29
Uitkomsten	17
Geïnccludeerd in onderzoek o.b.v. primaire selectiecriteria	69
Geïnccludeerd in onderzoek o.b.v. het ten minste rapporteren van originele 'Must-have' resultaten	15

4.2 Kwaliteit van studies

MMAT

Over het algemeen was de kwaliteit van de kwalitatieve studies goed (zie Tabel 4). Opvallend is dat de studie van Chaturvedi (6) de eerste screeningsvraag ('zijn duidelijke onderzoeksvragen gerapporteerd?') met 'nee' werd beantwoord, terwijl de specifieke vragen m.b.t. de kwalitatieve aspecten van de studie allen positief werden beantwoord.

Tabel 4: Kwaliteit van de kwalitatieve studies met MMAT

Studie	S1	S2	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
Blake (2022) (7)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Chaturvedi (2019) (6)	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Nemeth (2014) (8)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

Afkortingen: Y = yes, N = no, CT = can't tell

De kwaliteit van de beschrijvende kwantitatieve studies was over het algemeen goed (zie Tabel 5). Beide screeningsvragen werden voor alle studies met 'ja' beantwoord. Alle studies hadden ≥ 4 'ja' als antwoord op de specifieke vragen m.b.t. het type studie. 'Nee', is één keer als antwoord geven bij de vraag over non-response bias bij de studie van Beaudart (9). Voor vier studies was het niet duidelijk of er sprake was van een relevante sampling strategie om de onderzoeksvraag te beantwoorden (10-13).

Tabel 5: Kwaliteit van de beschrijvende kwantitatieve studies beoordeeld met MMAT

Studie	S1	S2	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
Al-Dossary (2025) (14)	Y	Y	Y	Y	Y	CT	Y
Beaudart (2023) (9)	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y
Bowcutt (2008) (15)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Carayon (2010) (16)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
DeLaurentis (2019) (17)	Y	Y	Y	CT	Y	Y	Y
Manrique-Rodriguez (2015) (10)	Y	Y	CT	Y	Y	Y	Y
Mason (2014) (11)	Y	Y	CT	Y	Y	Y	Y
Misko (2022) (12)	Y	Y	CT	Y	Y	CT	Y
Montague (2013) (18)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Perrigino (2016) (13)	Y	Y	CT	Y	Y	Y	Y

Afkortingen: Y = yes, N = no, CT = can't tell.

Beide screeningsvragen voor de mixed-methods studies werden voor alle studies met 'ja' beantwoord (zie Tabel 6). De studie van Dunford (19) werd bij meerdere vragen beoordeeld met 'nee'. Zo werd o.a. bevonden dat de kwalitatieve datacollectie niet adequaat werd uitgevoerd. Bij de studie van Longshore

(20) bestaat relatief veel onduidelijkheid over zowel het kwalitatieve als kwantitatieve deel van de MMAT.

Tabel 6: Kwaliteit van de mixed-methods studies beoordeeld met MMAT

Studie	Screening		Kwalitatief					Kwantitatief					Mixed-methods				
	S1	S2	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
Dunford (2017) (19)	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	CT	Y	N	Y	Y	Y	Y	CT	N
Longshore (2010) (20)	Y	Y	CT	CT	Y	CT	Y	CT	CT	Y	CT	Y	Y	Y	CT	CT	CT

Afkortingen: Y = yes, N = no, CT = can't tell.

4.3 Studiekarakteristieken

Van de 15 geïncludeerde studies kwamen 11 uit de Verenigde Staten en 1 uit Nederland (6-20). Het jaar van publicatie varieerde tussen 2008 en 2025. Het overgrote deel ($n = 14$) van de studies maakt expliciet gebruik van een vorm van een vragenlijst of interview. Deze vragenlijsten en interviews zijn in ten minste 14 studies afgenomen onder verpleegkundigen uit allerlei disciplines. De steekproefgrootte van deze studies varieert tussen 9 en 818 verpleegkundigen. Twaalf studies rapporteren dat de slimme infuuspomp gebruik maakt van een medicatiebibliotheek. Bowcutt en collega's (15) beschrijven de meest geavanceerde slimme infuuspomp. Deze slimme infuuspomp bevat een medicatiebibliotheek; volume en verhouding berekening; dosis limieten; zachte en harde alarmen; continue kwaliteitsverbetering rapportage; klinische adviezen; bolus dosis limieten inclusief draadloze connectiviteit met een medicatieveiligheid systeem. Zie Tabel 7 voor de algemene studiekarakteristieken per studie. Bijlage E geeft een compleet overzicht van de overige studies ($n = 54$) die voldoen aan de in- en exclusiecriteria, maar geen 'Must-have' meetindicator resultaten rapporteren (21-74).

Tabel 7: Algemene studiekarakteristieken primaire studies (n = 15)

Studie	Land, setting	Studietype	Populatie (n)	Interventie
Al-Dossary (2025) (14)	Saoedi-Arabië, (non)-overheid en private gezondheidsinstellingen	Descriptief, vragenlijst	Geregistreerde verpleegkundigen (249)	Slimme infuuspomp
Beaudart (2023) (9)	Nederland, intensive care voor volwassenen	Descriptief, vragenlijst	Intensive care verpleegkundigen (91)	Slimme infuuspomp met een medicatiebibliotheek; pre-geprogrammeerde protocollen voor concentratie en verdunningsverhoudingen; occlusie; accurate occlusie parameters
Blake (2022) (7)	Verenigde Staten, kritieke zorg	Kwalitatief, interviews	Kritieke zorg verpleegkundigen (15)	Intraveneuze slimme infuuspompen met een medicatiebibliotheek en 'drug error reduction software' (DERS)
Bowcutt (2008) (15)	Verenigde Staten, tertiair ziekenhuis	Kwantitatief, vragenlijst	Geregistreerde verpleegkundigen (691)	Intraveneuze medicatie infuuspomp systeem met medicatiebibliotheek; volume en verhouding berekening; dosis limieten; zachte en harde alarmen; continue kwaliteitsverbetering rapportage; klinische adviezen; bolus dosis limieten inclusief draadloze connectiviteit met een medicatieveiligheid systeem
Carayon (2010) (16)	Verenigde Staten, academisch ziekenhuis met een level 1 traumacentrum	Pre-post vragenlijst	Verpleegkundigen (190 – 399)	Slimme intraveneuze infuuspomp met medicatiebibliotheek
Chaturvedi (2019) (6)	Verenigde Staten, academisch medisch centrum	Kwalitatief, interviews	Intraveneuze klinische integratie (IVCI) personeel (33)	Slimme infuuspomp inclusief integratie met het elektronisch patiëntendossier
DeLaurentis (2019) (17)	Verenigde Staten, vijf gezondheidssystemen	Kwantitatief, vragenlijst	Belanghebbenden, e.g. verpleegkundigen, apothekers, biomedische ingenieurs (778)	BD Alaris slimme pomp met medicatiebibliotheek updates
Dunford (2017) (19)	Verenigde Staten, drie ziekenhuizen	Kwalitatieve en kwantitatieve vragenlijst	Verpleegkundigen (818)	Catalyze Care Infusion Pump inclusief een medicatiebibliotheek
Longshore (2010) (20)	Verenigde Staten, multi- ziekenhuis organisatie	Implementatie studie	Verpleegkundigen (NR)	Intraveneuze infuuspomp met draadloze medicatieveiligheid software
Manrique-Rodriguez (2015) (10)	Spanje, PICU van een kraamkliniek	Post-implementatie vragenlijst	Pediatrische Intensive Care Unit (PICU) verpleegkundigen (NR)	CareFusion Alaris Guardrails® met een medicatiebibliotheek
Mason (2014) (11)	Verenigde Staten, pediatrische verpleegkunde	Kwantitatieve vragenlijst	Pediatrische verpleegkundigen (79)	Slimme infuuspomp met een medicatiebibliotheek inclusief zachte en harde limieten; error reductiesoftware
Misko (2022) (12)	Australië, hematologie en oncologie verpleegkunde	Kwantitatief, vragenlijst	Hematologie- en oncologieverpleegkundigen (28 – 30)	BD Alaris Guardrails slimme infuuspomp met een medicatiebibliotheek
Montague (2013) (18)	Verenigde Staten, traumacentrum academisch ziekenhuis	Kwantitatief, vragenlijst	Verpleegkundigen (391)	Slimme infuuspomp met een medicatiebibliotheek
Nemeth (2014) (8)	Verenigde Staten, twee gezondheidssystemen	Mixed-methods	Verpleegkundigen (9), ingenieur (1), apotheker (1)	Slimme infuuspomp met een medicatiebibliotheek
Perrigino (2016) (13)	Verenigde Staten, twee gezondheidssystemen	Kwantitatief vragenlijst	Verpleegkundigen (657)	Slimme infuuspomp met een medicatiebibliotheek

4.4 Belangrijkste bevindingen

De literatuurselectie leverde resultaten op voor twee van de drie 'Must-have' meetindicatoren, alle 'Should-have' meetindicatoren, en zeven van de twaalf 'Could-have' meetindicatoren uit het meetplan. In Tabel 8 wordt per studie een overzicht gegeven van de richtingen van effecten van de gerapporteerde 'Must-have' en 'Should-have' meetindicatoren. De belangrijkste bevindingen worden hieronder per meetindicator narratief besproken.

In Tabel 9 worden deze weergegeven voor de 'Could-have' meetuitkomsten. De belangrijkste bevindingen worden overstijgend over de verschillende meetuitkomsten narratief besproken.

Samenvatting

Must-have 1: De houding van patiënten is niet negatief

Er werden geen studies gevonden die de houding van patiënten t.a.v. het gebruik van slimme infuuspompen beschreven.

Must-have 2: De houding van de zorgprofessional is niet negatief

Alle in dit rapport geïnccludeerde studies (n = 15) rapporteerden over de houding van de zorgprofessional t.a.v. de slimme infuuspomp. Twaalf studies vonden een positieve houding (7-16, 18, 19), één studie een negatieve houding (6), één studie rapporteerde gemixte resultaten (17) en één studie maakte geen expliciete statements m.b.t. slimme infuuspompen (20).

Must-have 3: Zorgprofessionals ervaren minder registratielast en administratieve belasting

Vijf studies keken naar de ervaren registratielast en administratieve belasting bij zorgprofessionals. Drie studies rapporteerden dat de registratielast of werkdruk toenam als gevolg van de implementatie van slimme infuuspompen (6, 8, 20). Eén studie vond doorgaans positieve resultaten (16) en één studie rapporteerde wisselende uitkomsten (18).

Should-have 1: Versterken medicatieveiligheid door nauwkeurige toediening

Drie studies rapporteerden over medicatieveiligheid en nauwkeurige toediening. Twee studies rapporteerden dat de medicatieveiligheid zou verbeteren d.m.v. slimme infuuspompen (15, 17). Tegelijkertijd werd in één studie (19) gerapporteerd dat medicatie soms ontbrak in de bibliotheek of dat de dosislimiet werd overschreden.

Should-have 2: Verbeteren inzicht in mogelijke medicatiefouten

Er werden geen studies gevonden die naar de inzichten in mogelijke medicatiefouten keken.

Should-have 3: Effectiever beoordelen en afhandelen van alarmmeldingen

Nemeth en collega's (8) beschreven het beoordelen en afhandelen van alarmmeldingen door de zorgprofessional. Zij gaven aan dat alarmen weinig specifieke informatie geven en dat alarmen blijven terugkeren als het onderliggende probleem niet werd opgelost.

Should-have 4: Werkervaring van zorgprofessional m.b.t. (visuele) alarmen neemt toe

Eén studie (8) rapporteerde over de werkervaring van zorgprofessionals met (visuele alarmen). Deze studie concludeerde dat alarmen zorgen voor ongewenste afleidingen en het werk van de verpleegkundigen verstoren.

Could-haves

Voor vijf van de twaalf 'Could-have' meetuitkomsten werden geen resultaten gerapporteerd in de 15 geïnccludeerde studies. Slimme infuuspompen werden doorgaans met een hoog percentage correct en consistent nageleefd. De resultaten m.b.t. de minimale inzet van middelen en de toegankelijkheid en begrijpbaarheid voor iedere eindgebruiker waren negatiever.

Beschrijvingen

Must-have 1: De houding van de patiënten is niet negatief

Er werden geen studies gevonden die de houding van patiënten t.a.v. het gebruik van slimme infuuspompen beschreven.

Must-have 2: De houding van de zorgprofessional is niet negatief

Alle in dit rapport geïnccludeerde studies (n = 15) rapporteerden over de houding van de zorgprofessional t.a.v. de slimme infuuspomp.

In de studie van Carayon (16) werd de acceptatie van slimme infuuspompen door gebruikers positief beoordeeld (gemiddelde van 6,53 tot 7,20 op een schaal van 10 punten). De acceptatie nam significant toe één jaar na implementatie in vergelijking met zes weken na implementatie ($p < 0,001$). Daarnaast werd een verbetering in efficiëntie tussen week zes en één jaar na de implementatie van slimme infuuspompen gevonden: 'verbetert de kwaliteit en veiligheid van zorg die ik lever' ($p < 0,05$; $p < 0,01$), 'verbetert de veiligheid van zorg die ik aan de patiënten lever', ($p < 0,001$), en 'de pomp functioneert zoals ik verwacht' ($p < 0,01$).

Vergelijkbare resultaten werden gevonden in de studie van Manrique-Rodriguez (10) waar 6 maanden na implementatie 94% van de deelnemers de slimme infuuspomp in andere afdelingen zou aanbevelen. Na 17 maanden zou 97,6% de slimme infuuspompen aanbevelen. Het verschil tussen beide periodes was niet statistisch significant ($p = 0,252$).

In de studie van Misko (12) was de algehele tevredenheid over de slimme infuuspompen na updaten van de medicatiebibliotheek hoger (92,8%) versus dan vóór het updaten van medicatiebibliotheek (83,3%) ($p < 0,05$).

Verder vonden alle pediatrie verpleegkundigen (n = 79) in de studie van Mason (11) het prettig om de slimme infuuspompen te gebruiken bij het toedienen van medicatie.

Vergelijkbare resultaten werden gevonden in de studie van Montague (18) waar de gemiddelde vertrouwensscore van 2,97 (SD = 1,49 op een schaal van 1 – 7 waarbij 1 'volledig eens' betekende) aangaf dat verpleegkundigen over het algemeen vertrouwen hadden in de slimme infuuspompen. Ongeveer 68% van de verpleegkundigen had meer vertrouwen in de slimme infuuspompen, terwijl 14% van de verpleegkundigen dit niet had.

In de studie van Perrigino (13) werd de tevredenheid over het gebruik van slimme infuuspompen door verpleegkundigen op twee onderzoek locaties beoordeeld met een 3,7 – 3,8 (SD = 0,8 op een schaal van 1 – 5).

In de studie van Dunford (19) gaf ongeveer 76% van de respondenten aan het eens te zijn met de stelling: *'Ik ben tevreden met slimme infuuspompen'*.

De studie van Al-Dossary (14) toonde aan dat verpleegkundigen over het algemeen een positieve perceptie hebben van slimme infuuspompen op het gebied van leerbaarheid, gebruiksvriendelijkheid, efficiëntie, foutenbeheer en prestaties bij medicatietoediening.

Blake (7) identificeerde vier thema's die belangrijk zijn voor verpleegkundigen, waaronder waardering voor een aantrekkelijk ontwerp, behoefte aan efficiëntie, het belang van intuïtief gebruik en aandacht voor patiëntuitkomsten. Over het algemeen laten deze thema's zien dat er een sterke voorkeur is voor een gebruiksvriendelijke interface voor slimme infuuspompen die beveiligingsfuncties integreert om de patiëntuitkomsten efficiënt te verbeteren.

In de studie van Beaudart (9) werd de medicatiebibliotheek als belangrijkste functie beschouwd met een gemiddelde van 5,58 (SD = 1,57 op een schaal van 1 – 7). Van alle pompfuncties werd de mogelijkheid om deze op afstand te besturen als minst belangrijk beoordeeld met een gemiddelde van 4,36 (SD = 1,68 op een schaal van 1 – 7). Alle vier veiligheidsaspecten van de slimme infuuspomp, waaronder 'Bar Code Medication Administration' en connectiviteit met medische apparaten, scoorden boven een 5,00 op een schaal van 1 – 7.

De verschillende percepties kwamen ook naar voren in de studie van Bowcutt (15) waar meer dan 93% (n = 573) aan gaf dat de pomp ontworpen was om veilige en effectieve verpleegkundige zorg te bevorderen. Werktevredenheid t.a.v. de pomp was hoger voor het senior managementteam, het verplegende personeel, hoger opgeleid personeel, en bij personen met de perceptie dat de infuuspomp veilige verpleegkundige praktijken bevordert.

In twee studies worden zorgen beschreven rondom het gebruik van slimme infuuspompen. Chaturvedi (6) rapporteert dat op de helft van het proces van implementatie het personeel aangaf dat ze het gebruik van slimme infuuspompen onveilig vonden. De werkprocessen en de indeling van de werkruimtes werden beschouwd als het onderliggende probleem.

DeLaurentis (17) rapporteert dat volgens eindgebruikers de kwaliteit van zorg (65,0%) en/of de patiëntveiligheid (68,1%) toeneemt dankzij het huidige proces rondom medicatiebibliotheek updates. Eindgebruikers waren het unaniem eens met stellingen over patiëntveiligheid (*'Het gebruik van een medicatiebibliotheek vermindert medicatiefouten; verbetert de patiëntveiligheid'*), maar waren het vaker oneens met stellingen over het algemene updateproces (*'Het werkproces voor het updaten van medicatiebibliotheeken is makkelijk te volgen'*).

Nemeth (8) concludeerde dat de implementatie van slimme infuuspompen tot nu toe een groot succes was. Verpleegkundigen gaven aan dat de slimme pomp een verbetering was ten opzichte van de pomp die voorheen op de onderzoek locatie werd gebruikt, met name met betrekking tot veiligheid. Dit was te danken aan het feit dat de pomp gebruik maakt van harde en zachte limieten, medicatiewaarschuwingen, exacte programmering van medicatie(concentraties), en automatische berekeningen o.b.v. patiëntgewicht.

Longshore (20) maakt duidelijk dat verpleegkundigen de apparaten gebruiken waarmee ze zich het meest comfortabel en bekwaam voelen. Om een technologische verandering teweeg te brengen is het noodzakelijk dat alles vervangen wordt om de beste werkwijzen te bevorderen.

Must-have 3: Zorgprofessionals ervaren minder registratielast en administratieve belasting

Na implementatie van slimme infuuspompen rapporteerden zorgprofessionals zowel een afname als een toename van de ervaren administratieve belasting.

De studie van Carayon (16) rapporteerde een verbetering in efficiëntie tussen week zes en één jaar na de implementatie van slimme infuuspompen op drie van de vier voor deze meetindicator relevante vragen. Een verbetering werd gevonden op de volgende vragen: *'het stelt mij in staat taken sneller uit te voeren'* ($p < 0,001$), *'verhoogt mijn effectiviteit op werk'* ($p < 0,01$), *'het maakt mijn werk makkelijker uit te voeren'* ($p < 0,001$). Antwoorden op de vraag of een taak op een eenvoudige manier kan worden uitgevoerd veranderden niet over de tijd.

In de studie van Montague (18) werden gemixte resultaten gevonden. Het eenvoudig uitvoeren van taken werd gemiddeld positief beoordeeld met een 5,77 (SD = 2,07 op een schaal 0 – 9). Het snel voltooien van een taak werd gemiddeld negatiever beoordeeld met een 3,30 (SD = 1,54 op een 1 – 7 schaal).

Tegelijkertijd rapporteerde Nemeth (8) dat slimme infuuspompen soms voor extra registratielast zorgde bij verpleegkundigen. Doordat informatie over medicatie dosering, toedieningssnelheid en type medicatie geprogrammeerd in de slimme infuuspomp niet overeenkwam met de medicatie op het etiket was het nodig om deze informatie zelf opnieuw in te voeren. Verpleegkundigen gaven aan dat deze actieve betrokkenheid routinematig gedrag ontmoedigde.

Verpleegkundigen in de studie van Longshore (20) gaven aan dat door implementatie van slimme infuuspompen de werkdruk toenam vanwege de tijd die het kost om de pomp te programmeren. De meeste verpleegkundigen gaven echter aan dat de extra tijdsinvestering om de software als tweede veiligheidscontrole te gebruiken de moeite waard was.

In de studie van Chaturvedi (6) werd door de verpleegkundigen opgemerkt dat de voltooiingstijden van de infusie handmatig gecontroleerd moesten worden, terwijl de toegediende volumes wél automatisch in het elektronisch patiëntendossier werden ingevoerd. Het niet automatisch rapporteren van de voltooiingstijden werd soms vergeten of niet zorgvuldig overwogen, wat leidde tot grote fouten in de geregistreerde volumes.

Should-have 1: Versterken medicatieveiligheid door nauwkeurige toediening

Drie studies rapporteerden over het versterken van medicatieveiligheid door nauwkeurige toediening. Vóór implementatie werd door 90,2% ($n = 436$) van de verpleegkundigen verwacht dat het gebruik van slimme infuuspompen de toediening van medicatie zou verbeteren (15). Op de vraag of men bezorgd is dat de pomp niet altijd accuraat gaat zijn en dus meer fouten zal maken, was slechts 12,5% ($n = 85$) het (sterk) eens; 57,4% ($n = 390$) het (sterk) oneens, en antwoordde 30,1% ($n = 205$) neutraal. In de studie van DeLaurentis (17) werd gerapporteerd dat 73,0% van de respondenten het eens is met de stelling *'het huidige gebruik van de medicatiebibliotheek voorkomt medicatiefouten'*. De studie van Dunford (19) merkte op dat benodigde medicatie vaak niet aanwezig was in de medicatiebibliotheek van de slimme infuuspomp of dat de daadwerkelijk voorgeschreven dosis de vastgestelde limieten overschreed.

Should-have 2: Verbeteren inzicht in mogelijke medicatiefouten

Er werden geen studies gevonden die naar de inzichten in mogelijke medicatiefouten keken.

Should-have 3: Effectiever beoordelen en afhandelen van alarmmeldingen

De studie van Nemeth (8) rapporteerde over het effectiever afhandelen van alarmmeldingen. De hoorbare alarmen informeerden de verpleegkundigen alleen dat er een probleem was met de pomp, maar niet over de aard van het specifieke probleem. De oorzaak van het alarm was daarbij lastiger te achterhalen wanneer een patiënt op meerdere pompen was aangesloten. Het alarm kon tijdelijk

worden uitgeschakeld, echter het alarm zou opnieuw luiden als het onderliggende probleem niet werd opgelost.

Should-have 4: Werkervaring van zorgprofessional m.b.t. (visuele) alarmen neemt toe

De studie van Nemeth (8) rapporteerde dat alarmen voor ongewenste afleidingen zorgden en zo het werk van de verpleegkundigen verstoorden. Het alarm voor bijvoorbeeld een bijna lege pomp zak paste vaak niet bij de werkvoorkeuren van verpleegkundigen. Het moeten reageren op alarmen kan verpleegkundigen afleiden van belangrijkere taken.

Could-haves

Voor vijf van de twaalf 'Could-have' meetuitkomsten werden geen resultaten gerapporteerd in de 15 geïnccludeerde studies (zie Tabel 9). De meest gerapporteerde 'Could-have' meetuitkomst is '*Slimme infuuspompen worden volgens beoogd gebruik correct en consistent ingezet met een hoog nalevingspercentage (i.e. juist gebruik en inzet van de pomp)*'. Deze meetuitkomst kwam in 5 van de 15 geïnccludeerde studies naar voren; 4 van de 5 studies rapporteerden een nalevingspercentage van ten minste 80%. Resultaten op de meetuitkomsten '*Het implementeren van de slimme infuuspompen vergt minimale inzet van middelen (e.g. tijd, training, geld, personeel)*' en '*De inzet van de slimme infuuspomp is voor iedere eindgebruiker toegankelijk, te begrijpen en inzetbaar*' zijn opvallend negatiever bevonden. Chaturvedi (6) beschreef dat het adequaat kunnen trainen van personeel het aannemen van aanvullend personeel vereist, om zo de weggevallen uren op te kunnen vangen. Daarnaast was de toegankelijkheid en begrijpbaarheid van de slimme infuuspompen onder andere afhankelijk van leeftijd, geslacht, opleiding, regio en hoe comfortabel en ervaren de eindgebruiker is met technologie (6, 14).

Tabel 8: Overzicht effectrichting 'Must-/Should-have' meetuitkomsten

Studie	Houding patiënt (M1)	Houding zorgprofessional (M2)	Ervaren registratielast zorgprofessional (M3)	Medicatieveiligheid door nauwkeurigere toediening (S1)	Inzicht in medicatiefouten (S2)	Beoordelen en afhandelen van alarmmeldingen (S3)	Werkervaring zorgprofessional m.b.t. alarmen (S4)
Al-Dossary (2025) (14)		△					
Beaudart (2023) (9)		△					
Blake (2022) (7)		△					
Bowcutt (2008) (15)		△		△			
Carayon (2010) (16)		△	△				
Chaturvedi (2019) (6)		▽	▽				
DeLaurentis (2019) (17)		◇		△			
Dunford (2017) (19)		△		▽			
Longshore (2010) (20)		◇	▽				
Manrique-Rodriguez (2015) (10)		△					
Mason (2014) (11)		△					
Misko (2022) (12)		△					
Montague (2013) (18)		△	◇				
Nemeth (2014) (8)		△	▽			▽	▽
Perrigino (2016) (13)		△					

△: positief geassocieerde resultaten; ▽: negatief geassocieerde resultaten; ◇: gemixte/conflicterende resultaten, geen verschil of geen associatie gevonden. M1 = Must-have 1, M2 = Must-have 2, etc. Methode gebaseerd op Boon & Thomson (1)

Tabel 9: Overzicht effectrichting 'Could-have' meetuitkomsten

Studie	Betere gezondheids-uitkomsten voor patiënten	Eindgebruikers reageren positief op proces-verandering	Zorgprofes-sionals ervaren een verbeterd welzijn	Nauwkeurige match tussen zorgbehoefte en zorgaan-bod in medicatie	(In)directe kosten binnen de gezondheidszorg nemen niet toe	Beschikbaar voor alle beoogde eindgebruikers	Toegang tot passende zorg	Implementatie vergt minimale inzet van middelen	Minder kosten buiten de gezondheidszorg	Directe beschikbaarheid en inzetbaarheid	Correct en consistente inzet met hoog nalevings-percentage*	Voor iedere eindgebruiker toegankelijk, te begrijpen en inzetbaar
Al-Dossary (2025) (14)												▽
Beaudart (2023) (9)												▽
Blake (2022) (7)												
Bowcutt (2008) (15)			△									
Carayon (2010) (16)		▽										◇
Chaturvedi (2019) (6)			▽			◇		▽				▽
DeLaurentis (2019) (17)												
Dunford (2017) (19)								▽			△	
Longshore (2010) (20)			△		△			◇			◇	
Manrique-Rodriguez (2015) (10)											△	
Mason (2014) (11)		△	△								△	
Misko (2022) (12)											△	
Montague (2013) (18)												
Nemeth (2014) (8)		△										
Perrigino (2016) (13)												

△: positief geassocieerde resultaten; ▽: negatief geassocieerde resultaten; ◇: gemixte/conflicterende resultaten, geen verschil of geen associatie gevonden; *: positief geassocieerde resultaten bij een nalevingspercentage >80%. Methode gebaseerd op Boon & Thomson (1)

5 Discussie

Bij deze waardebeoordeling ten behoeve van inzet van slimme infuuspompen in de MSZ, werden in totaal 69 relevante studies geïdentificeerd. In totaal werden 15 studies geëxtraheerd, waarbij bewijs voor verschillende 'Must-have', 'Should-have', en 'Could-have' meetuitkomsten werd gevonden. De kwaliteit van de geïncloseerde studies was over het algemeen goed, alhoewel informatie omtrent enkele items ontbrak, waardoor deze niet beoordeeld konden worden. De resultaten lieten een gemixt beeld zien. Over de houding van de patiënt t.a.v. slimme infuuspompen werd geen bewijs gevonden. De houding van de zorgprofessional t.a.v. slimme infuuspompen was over de meeste studies positief. De ervaren registratielast bij de inzet van slimme infuuspompen werd bij drie van de vijf studies negatief beoordeeld.

De geïncloseerde studies waren veelal kwalitatieve studies, of studies met vragenlijsten die kwantitatief werden geanalyseerd. De validiteit van de inzet van deze studies hangt af van de meetuitkomst. Waar sommige meetuitkomsten zoals houding van de patiënt of zorgprofessional goed met dergelijke designs zijn te evalueren, zijn meetuitkomsten waarin een causaal verband wordt verondersteld (e.g. impact op medicatieveiligheid) beter te onderzoeken met bijvoorbeeld een gerandomiseerde trial. Er dient te worden overwogen welke typen bias mogelijk een rol spelen bij een gegeven meetuitkomst, om te bepalen welke onderzoeksopzetten het meest geschikt zijn.

Bij de zoekopdracht werden drie systematische literatuuroverzichten gevonden die keken naar de inzet van slimme infuuspompen. Shah en Jani (67) keken naar belemmerende en bevorderende factoren die de implementatie van slimme infuuspompen, zowel intra- als extramurale setting, beïnvloeden. Zij vonden onder andere dat betrekken van het team over het gehele proces (van opzet tot implementatie), en het geven van bijbehorende training m.b.t. het gebruik van slimme infuuspompen, kon bijdragen aan succesvolle implementatie.

Een andere literatuurstudie van Shah en collega's (68) keken naar methoden om de impact van alarmen van slimme infuuspompen op alarm vermoeidheid (*alarm fatigue*) te reduceren. Zij noemden onder andere de inzet van een multidisciplinair team (waaronder eindgebruikers), standaardisatie van medicatie administratie, het versoepelen van onder- en bovengrenswaarden van medicatie waar geschikt geacht, interoperabiliteit, en up to date houden van de digitale database van slimme infuuspompen. Er werden geen hoge kwaliteit, grootschalige empirische studies gevonden waarin de (causale) impact van deze methoden werd onderzocht.

Daarnaast voerden Bacon en Hoffman (24) een literatuurstudie uit waarin werd gekeken naar het reduceren van medicatiefouten wanneer bij infuuspompen, waaronder ook slimme infuuspompen. Zij vonden dat educatie van zorgpersoneel impact had op correct gebruik en het conformeren aan veiligheidsvoorschriften van infuuspompen, wat resulteerde in een afname van medicatiefouten en bijwerkingen van medicatie.

Ten aanzien van deze literatuuroverzichten biedt de huidige waardebeoordeling voor slimme infuuspompen enkele voordelen. Zo is er bij deze waardebeoordeling specifiek gezocht naar de impact van slimme infuuspompen in de MSZ domein. Daarnaast zijn de meest recente publicaties meegenomen (7, 9, 12, 14), waar de geïdentificeerde literatuuroverzichten enkel studies uit 2020 of eerder bevatten. Daarnaast is de vraag in hoeverre de slimme infuuspompen in de primaire studies bekeken in deze reviews inmiddels als verouderd wordt bestempeld. Ook is er t.b.v. de huidige waardebeoordeling een overzicht gegenereerd over een breed scala aan meetuitkomsten die door een

aantal stakeholders uit het veld relevant werden geacht met betrekking tot inzet van slimme infuuspompen in de Nederlandse context.

Om de bevindingen in deze rapportage op waarde te kunnen schatten zijn er ook enkele beperkingen die in acht dienen te worden genomen. Er is voor gekozen om (gezien de overvloed aan wetenschappelijke literatuur) geen grijze literatuur te raadplegen. Grijze literatuur biedt als voordeel dat het specifiek van toepassing is voor de inzet van slimme infuuspompen in de Nederlandse context. Binnen de wetenschappelijke literatuur werd slechts 1 studie (9) gevonden die in de Nederlandse zorgsetting was uitgevoerd. De validiteit van de geïncludeerde studies uitgevoerd in andere landen valt samen met de vraag of de resultaten uit deze studies generaliseerbaar zijn naar de Nederlandse context. Dit zal voor sommige meetuitkomsten waarschijnlijker zijn dan voor anderen.

Een groot aantal studies (n=69) voldeed aan de selectiecriteria, waardoor er om pragmatische redenen gekozen moest worden om in slechts een selectie van 15 studies informatie over de meetuitkomsten te extraheren. Deze waren geselecteerd zodat in ieder geval alle informatie omtrent de 'Must-have' meetuitkomsten werd meegenomen, maar het risico bestaat dat bewijs over de 'Should-have' en 'Could-have' meetuitkomsten is gemist. Omdat de selectie een willekeurig sample van de geïncludeerde studies betreft, is het niet aannemelijk dat er een structurele vertekening op deze uitkomsten is geïntroduceerd.

Impact van deze selectie is het grootst op het potentieel missen van meetuitkomsten met slechts 1 of geen studies. Dit betreft de 'Should-have' meetuitkomsten: inzicht in medicatiefouten (S2), beoordelen en afhandelen van alarmmeldingen (S3), en werkervaring zorgprofessional m.b.t. alarmen (S4). En de 'Could-have' meetuitkomsten: betere gezondheidsuitkomsten voor patiënten, nauwkeurige match tussen zorgbehoefte en zorgaanbod in medicatie wil worden verkregen, (in)directe kosten binnen de gezondheidszorg op de korte termijn, beschikbaarheid voor alle beoogde eindgebruikers, toegang tot passende zorg, kosten buiten de gezondheidszorg, directe beschikbaarheid en inzetbaarheid. Indien een completer beeld wil worden verkregen van impact van slimme infuuspompen op deze meetuitkomsten dienen de overige 54 geïncludeerde studies (Bijlage E) te worden geëxtraheerd.

Er werd geen bewijs gevonden over de meetuitkomst houding van de patiënt t.a.v. slimme infuuspompen. Dit werd bevestigd door de procesleider in verschillende gesprekken met experts uit het veld. Het is daarom niet waarschijnlijk dat grijze literatuur hier wel inzicht in had gegeven. Wel is het bekend dat (hard) geluid impact kan hebben op het welzijn van de patiënt wanneer deze opgenomen ligt. (75, 76) Hoe slimme infuuspompen omgaan met het afgeven van alarmen, of deze mogelijk zelfs reduceren ten opzichte van de traditionele pompen, kan indirect de ervaring en houding van de patiënt beïnvloeden. Daarnaast is het aannemelijk dat andere meetuitkomsten (zoals medicatiefouten, en impact op gezondheidsuitkomsten) zullen bijdragen aan de houding van de patiënt t.a.v. slimme infuuspompen.

6 Conclusie

Er is geen bewijs om uitspraken te doen over de houding van de patiënt t.a.v. slimme infuuspompen in de MSZ. Er is een positieve tendens omtrent de houding van de zorgprofessional (en eindgebruiker). Tot slot werden er gemixte resultaten en een negatieve tendens t.a.v. registratielast en administratieve belasting van de zorgprofessional gevonden.

Er dient dan ook met name kritisch te worden gekeken naar de onderliggende oorzaak van de negatieve impact op registratielast. Mogelijk kan lering worden getrokken uit studies met positieve ervaringen, alvorens over te gaan tot implementatie (al dan niet in onderzoeksverband) en opschaling van slimme infuuspompen in de Nederlandse context. Eveneens kan het uitvoeren van empirisch *real-world* onderzoek kansen bieden tot het vergaren van unieke nog niet beschikbare informatie omtrent houding van de patiënt t.a.v. slimme infuuspompen.

Bijlagen

Bijlage A – Zoekstrategie

Ovid/MEDLINE

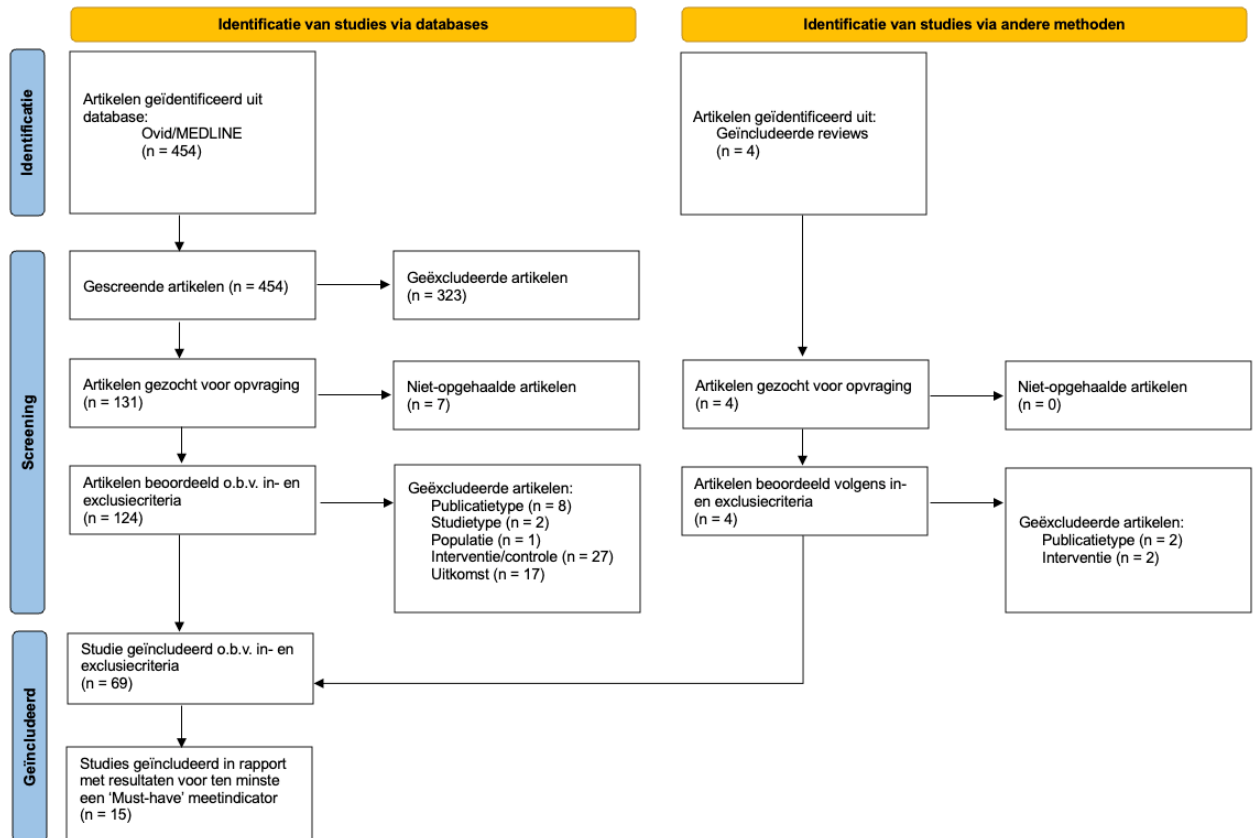
Ovid MEDLINE(R) ALL < 1946 to December 11, 2025 >

No.	Query	Results
1	exp *Infusion Pumps/	7996
2	exp *Systems Integration/	3055
3	exp *Medication Errors/	14543
4	2 or 3	17590
5	1 and 4	179
6	((smart or intelligent) adj3 (pump or pumps or infusion-device*)).ti,ab,kf.	359
7	"dose error reduction software".ti,ab.	18
8	5 or 6 or 7	454

Bijlage B – Meetplan

Hoofddomein	Waarde-bepalingscriterium (indicator)	Algemene omschrijving van de indicator	MOSCOW	Specificatie indicator op zorgproces
1. Kwaliteit	Acceptatie (Patiënt)	Hoe de beoogde individuele eindgebruikers reageren op het getransformeerde proces (in vergelijking met het huidige proces): ervaringen/percepties (bijv. nut, gemak, vertrouwen, houding, intentie, aanraden van het proces aan anderen).	1. M	De houding van patiënten tegenover het gebruik van slimme infuuspompen is niet negatief.
1. Kwaliteit	Acceptatie (Zorgprofessional)	Hoe de beoogde individuele eindgebruikers reageren op het getransformeerde proces (in vergelijking met het huidige proces): ervaringen/percepties (bijv. nut, gemak, vertrouwen, houding, intentie, aanraden van het proces aan anderen).	1. M	Zorgprofessionals zijn niet negatief over het gebruik van slimme infuuspompen.
1. Kwaliteit	Acceptatie (Zorgprofessional)	Hoe de beoogde individuele eindgebruikers reageren op het getransformeerde proces (in vergelijking met het huidige proces): ervaringen/percepties (bijv. nut, gemak, vertrouwen, houding, intentie, aanraden van het proces aan anderen).	1. M	'Zorgprofessionals ervaren minder registratielast en administratieve belasting door de inzet van slimme infuuspompen.
1. Kwaliteit	Effectiviteit korte termijn (Zorgprofessional)	Het effect van het getransformeerde proces versus het huidige proces op gezondheidsuitkomsten van de eindgebruiker direct na afloop van het proces.	2. S	Slimme infuuspompen versterken de medicatieveiligheid door nauwkeurigere toediening.
1. Kwaliteit	Effectiviteit korte termijn (Zorgprofessional)	Het effect van het getransformeerde proces versus het huidige proces op gezondheidsuitkomsten van de eindgebruiker direct na afloop van het proces.	2. S	Slimme infuuspompen verbeteren inzicht in mogelijke medicatiefouten.
1. Kwaliteit	Effectiviteit korte termijn (Zorgprofessional)	Het effect van het getransformeerde proces versus het huidige proces op gezondheidsuitkomsten van de eindgebruiker direct na afloop van het proces.	2. S	Slimme infuuspompen ondersteunen zorgprofessionals bij het effectiever beoordelen en afhandelen van alarmmeldingen.
1. Kwaliteit	Acceptatie (Zorgprofessional)	Hoe de beoogde individuele eindgebruikers reageren op het getransformeerde proces (in vergelijking met het huidige proces): ervaringen/percepties (bijv. nut, gemak, vertrouwen, houding, intentie, aanraden van het proces aan anderen).	2. S	De werkervaring van zorgprofessionals m.b.t. (visuele) alarmen neemt toe.

Bijlage C – Stroomdiagram selectieproces (5)



Bijlage D – Referenties geïnccludeerde studies uitgewerkt in dit rapport (n = 15)

6. Chaturvedi RR, Etchegaray JM, Raaen L, Jackson J, Friedberg MW. Technology Isn't the Half of It: Integrating Electronic Health Records and Infusion Pumps in a Large Hospital. *Joint Commission Journal on Quality & Patient Safety*. 2019;45(10):649-61.
7. Blake JWC, Fiske SM, Giuliano KK. A qualitative analysis of intravenous smart pump usability. *Nursing Open*. 2022;9(4):2171-8.
8. Nemeth CP, Brown J, Crandall B, Fallon C. The mixed blessings of smart infusion devices and health care IT. *Military Medicine*. 2014;179(8 Suppl):4-10.
9. Beaudart C, Witjes M, Rood P, Hiligsmann M. Medication administration errors in the domain of infusion therapy in intensive care units: a survey study among nurses. *Archives of Public Health*. 2023;81(1):23.
10. Manrique-Rodriguez S, Sanchez-Galindo AC, de Lorenzo-Pinto A, Gonzalez-Vives L, Lopez-Herce J, Carrillo-Alvarez A, et al. Implementation of smart pump technology in a paediatric intensive care unit. *Health Informatics Journal*. 2015;21(3):209-22.
11. Mason JJ, Roberts-Turner R, Amendola V, Sill AM, Hinds PS. Patient safety, error reduction, and pediatric nurses' perceptions of smart pump technology. *Journal of Pediatric Nursing*. 2014;29(2):143-51.
12. Misko J, Rawlins M, Ridley B. Impact of a Review of a Smart Infusion Pump Library in Hematology/Oncology: Tailoring Content to Meet Specialty Needs. *Journal of patient safety*. 2022;18(3):e640-e4.
13. Perrigino MB, Dunford BB. The unique effects of general and specific support in health care technology: An empirical examination of the principle of compatibility. *Health Care Management Review*. 2016;41(4):334-43.
14. Al-Dossary RN. The perception of the impact of smart infusion pumps on nurses' medication administration performance: A study in Saudi Arabia hospitals. *Nutrition and Health*. 2025;2601060251396867.
15. Bowcutt M, Rosenkoetter MM, Chernecky CC, Wall J, Wynn D, Serrano C. Implementation of an intravenous medication infusion pump system: implications for nursing. *Journal of Nursing Management*. 2008;16(2):188-97.
16. Carayon P, Hundt AS, Wetterneck TB. Nurses' acceptance of Smart IV pump technology. *International Journal of Medical Informatics*. 2010;79(6):401-11.
17. DeLaurentis P, Walroth TA, Fritschle AC, Yu D, Hong JE, Yih Y, et al. Stakeholder perceptions of smart infusion pumps and drug library updates: A multisite, interdisciplinary study. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 2019;76(17):1281-7.
18. Montague E, Asan O, Chiou E. Organizational and technological correlates of nurses' trust in a smart intravenous pump. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*. 2013;31(3):142-9.

19. Dunford BB, Perrigino M, Tucker SJ, Gaston CL, Young J, Vermace BJ, et al. Organizational, Cultural, and Psychological Determinants of Smart Infusion Pump Work Arounds: A Study of 3 U.S. Health Systems. *Journal of patient safety*. 2017;13(3):162-8.
20. Longshore L, Smith T, Weist M. Successful implementation of intelligent infusion technology in a multihospital setting: nursing perspective. *Journal of Infusion Nursing*. 2010;33(1):38-47.

Bijlage E – Referenties geïnccludeerde studies niet uitgewerkt in dit rapport (n = 54)

21. Abboudi E, Baron SW, Goriacko P, Messing E, Sinnett M, Uwechia U. Pharmacy-driven performance improvement initiative to increase compliance with intravenous smart pump drug error reduction systems at a large urban academic medical center. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 2024;81(10):361-9.
22. Alamer F, Alanazi AT. The Impact of Smart Pump Technology in the Healthcare System: A Scope Review. *Cureus*. 2023;15(3):e36007.
23. Ameer A, Dhillon S, Peters MJ, Ghaleb M. Systematic literature review of hospital medication administration errors in children. *Integrated Pharmacy Research & Practice*. 2015;4:153-65.
24. Bacon O, Hoffman L. System-Level Patient Safety Practices That Aim to Reduce Medication Errors Associated With Infusion Pumps: An Evidence Review. *Journal of patient safety*. 2020;16(3S Suppl 1):S42-S7.
25. Biloft J, Finneman L. Clinical and financial effects of smart pump-electronic medical record interoperability at a hospital in a regional health system. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 2018;75(14):1064-8.
26. Blandford A, Furniss D, Galal-Edeen GH, Chumbley G, Wei L, Mayer A, et al. NIHR Journals Library. *Health Services and Delivery Research*. 2020;02:02.
27. Conroy S, Sweis D, Planner C, Yeung V, Collier J, Haines L, et al. Interventions to reduce dosing errors in children: a systematic review of the literature. *Drug Safety*. 2007;30(12):1111-25.
28. Escandell-Rico FM, Perez-Fernandez L. Analysis of medication errors in Neonatal Intensive Care: A systematic review. *Medicina Intensiva*. 2024;48(11):654-62.
29. Fanikos J, Fiumara K, Baroletti S, Luppi C, Saniuk C, Mehta A, et al. Impact of smart infusion technology on administration of anticoagulants (unfractionated Heparin, Argatroban, Lepirudin, and Bivalirudin). *American Journal of Cardiology*. 2007;99(7):1002-5.
30. Gerhart D, Jr, O'Shea K, Muller S. Advancing medication infusion safety through the clinical integration of technology. *Hospital practice (1995) Hospital practice*. 2013;41(4):7-14.
31. Giuliano KK, Mahuren RS, Balyeat J. Data-based program management of system-wide IV smart pump integration. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 2024;81(1):e30-e6.
32. Giuliano KK, Su WT, Degnan DD, Fitzgerald K, Zink RJ, DeLaurentis P. Intravenous Smart Pump Drug Library Compliance: A Descriptive Study of 44 Hospitals. *Journal of patient safety*. 2018;14(4):e76-e82.

33. Gomez-Baraza C, Agustin-Fernandez MJ, Palomo-Jimenez PI, Real-Campana JM, Abad-Sazatornil R. [Intravenous drugs infusion safety through smart pumps]. *Farmacia Hospitalaria*. 2014;38(4):276-82.
34. Goulding C, Bedard M. Safety implications of the dose change alert function in smart infusion pumps on the administration of high-alert medications. *The Canadian Journal of Critical Care Nursing*. 2015;26(4):23-7.
35. Guerin A, Tourel J, Delage E, Duval S, David MJ, Lebel D, et al. Accidents and Incidents Related to Intravenous Drug Administration: A Pre-Post Study Following Implementation of Smart Pumps in a Teaching Hospital. *Drug Safety*. 2015;38(8):729-36.
36. Hertzel C, Sousa VD. The use of smart pumps for preventing medication errors. *Journal of Infusion Nursing*. 2009;32(5):257-67.
37. Howlett MM, Breatnach CV, Brereton E, Cleary BJ. Direct Observational Study of Interfaced Smart-Pumps in Pediatric Intensive Care. *Applied Clinical Informatics*. 2020;11(4):659-70.
38. Howlett MM, Butler E, Lavelle KM, Cleary BJ, Breatnach CV. The Impact of Technology on Prescribing Errors in Pediatric Intensive Care: A Before and After Study. *Applied Clinical Informatics*. 2020;11(2):323-35.
39. Hughes K, Cole M, Tims D, Wallach T, Spencer C, Page V, et al. Optimizing the Use of Dose Error Reduction Software on Intravenous Infusion Pumps. *Hospital Pediatrics*. 2024;14(6):448-54.
40. Ibarra-Perez R, Puertolas-Balint F, Lozano-Cruz E, Zamora-Gomez SE, Castro-Pastrana LI. Intravenous Administration Errors Intercepted by Smart Infusion Technology in an Adult Intensive Care Unit. *Journal of patient safety*. 2021;17(6):430-6.
41. Jani YH, Chumbley GM, Furniss D, Blandford A, Franklin B. The Potential Role of Smart Infusion Devices in Preventing or Contributing to Medication Administration Errors: A Descriptive Study of 2 Data Sets. *Journal of patient safety*. 2021;17(8):e1894-e900.
42. Kirkbride G, Vermace B. Smart pumps: implications for nurse leaders. *Nursing Administration Quarterly*. 2011;35(2):110-8.
43. Kuitunen SK, Niittynen I, Airaksinen M, Holmstrom AR. Systemic Defenses to Prevent Intravenous Medication Errors in Hospitals: A Systematic Review. *Journal of patient safety*. 2021;17(8):e1669-e80.
44. Lehr J, Vitoux RR, Evanovich Z, Pontieri-Lewis V, Colineri L. Achieving Outcomes With Innovative Smart Pump Technology: Partnership, Planning, and Quality Improvement. *Journal of Nursing Care Quality*. 2019;34(1):9-15.
45. Lyons I, Furniss D, Blandford A, Chumbley G, Iacovides I, Wei L, et al. Errors and discrepancies in the administration of intravenous infusions: a mixed methods multihospital observational study. *BMJ Quality & Safety*. 2018;27(11):892-901.
46. Manrique-Rodriguez S, Sanchez-Galindo A, Fernandez-Llamazares CM, Lopez-Herce J, Echarri-Martinez L, Escudero-Vilaplana V, et al. Smart pump alerts: all that glitters is not gold. *International Journal of Medical Informatics*. 2012;81(5):344-50.

47. Manrique-Rodriguez S, Sanchez-Galindo AC, Fernandez-Llamazares CM, Calvo-Calvo MM, Carrillo-Alvarez A, Sanjurjo-Saez M. Safe intravenous administration in pediatrics: A 5-year Pediatric Intensive Care Unit experience with smart pumps. *Medicina Intensiva*. 2016;40(7):411-21.
48. Manrique-Rodriguez S, Sanchez-Galindo AC, Lopez-Herce J, Calleja-Hernandez MA, Iglesias-Peinado I, Carrillo-Alvarez A, et al. Risks in the implementation and use of smart pumps in a pediatric intensive care unit: application of the failure mode and effects analysis. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*. 2014;30(2):210-7.
49. Manrique-Rodriguez S, Sanchez-Galindo AC, Lopez-Herce J, Calleja-Hernandez MA, Martinez-Martinez F, Iglesias-Peinado I, et al. Impact of implementing smart infusion pumps in a pediatric intensive care unit. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 2013;70(21):1897-906.
50. Manrique-Rodriguez S, Sanchez-Galindo AC, Lopez-Herce J, Calleja-Hernandez MA, Martinez-Martinez F, Iglesias-Peinado I, et al. Implementing smart pump technology in a pediatric intensive care unit: a cost-effective approach. *International Journal of Medical Informatics*. 2014;83(2):99-105.
51. Mansfield J, Jarrett S. Using smart pumps to understand and evaluate clinician practice patterns to ensure patient safety. *Hospital Pharmacy*. 2013;48(11):942-50.
52. Marufu Tc R, Bower RR, Hendron E, Manning Jc R. Nursing interventions to reduce medication errors in paediatrics and neonates: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Pediatric Nursing*. 2022;62:e139-e47.
53. Melton KR, Timmons K, Walsh KE, Meinzen-Derr JK, Kirkendall E. Smart pumps improve medication safety but increase alert burden in neonatal care. *BMC Medical Informatics & Decision Making*. 2019;19(1):213.
54. Moreira APA, Carvalho MF, Silva R, Marta CB, Fonseca ERD, Barbosa MTS. Handling errors in conventional and smart pump infusions: A systematic review with meta-analysis. *Revista Da Escola de Enfermagem Da Usp*. 2020;54:e03562.
55. Morgan L, Siv-Lee L. Intelligent infusion. *Nursing Management*. 2009;40(2):20-4.
56. Nuckols TK, Bower AG, Paddock SM, Hilborne LH, Wallace P, Rothschild JM, et al. Programmable infusion pumps in ICUs: an analysis of corresponding adverse drug events. *Journal of General Internal Medicine*. 2008;23 Suppl 1:41-5.
57. Ohashi K, Dalleur O, Dykes PC, Bates DW. Benefits and risks of using smart pumps to reduce medication error rates: a systematic review. *Drug Safety*. 2014;37(12):1011-20.
58. Ojeda IM, Sanchez-Cuervo M, Candela-Toha A, Serrano-Lopez DR, Bermejo-Vicedo T, Alcaide-Lopez-de-Lerma JM. Protocolization of Analgesia and Sedation Through Smart Technology in Intensive Care: Improving Patient Safety. *Critical Care Nurse*. 2023;43(4):30-8.
59. Orto V, Hendrix CC, Griffith B, Shaikewitz ST. Implementation of a smart pump champions program to decrease potential patient harm. *Journal of Nursing Care Quality*. 2015;30(2):138-43.
60. Palacios R, Soria-Cedillo IF, Puertolas-Balint F, Ibarra-Perez R, Zamora-Gomez SE, Lozano-Cruz E, et al. Impact of Implementing Smart Infusion Pumps in an Intensive Care Unit in Mexico: A Pre-Post Cost Analysis Based on Intravenous Solutions Consumption. *Hospital Pharmacy*. 2019;54(3):203-8.

61. Prusch AE, Suess TM, Paoletti RD, Olin ST, Watts SD. Integrating technology to improve medication administration. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 2011;68(9):835-42.
62. Rothschild JM, Keohane CA, Cook EF, Orav EJ, Burdick E, Thompson S, et al. A controlled trial of smart infusion pumps to improve medication safety in critically ill patients. *Critical Care Medicine*. 2005;33(3):533-40.
63. Ruhl CL. Get smart with smart pumps. *Nursing Management*. 2013;44(11):17-20.
64. Schnock KO, Dykes PC, Albert J, Ariosto D, Call R, Cameron C, et al. The frequency of intravenous medication administration errors related to smart infusion pumps: a multihospital observational study. *BMJ Quality & Safety*. 2017;26(2):131-40.
65. Schnock KO, Dykes PC, Albert J, Ariosto D, Cameron C, Carroll DL, et al. A Multi-hospital Before-After Observational Study Using a Point-Prevalence Approach with an Infusion Safety Intervention Bundle to Reduce Intravenous Medication Administration Errors. *Drug Safety*. 2018;41(6):591-602.
66. Schnock KO, Rostas SE, Yoon CS, Lipsitz S, Bates DW, Dykes PC. Intravenous Medication Administration Safety with Smart Infusion Pumps in the Neonatal Intensive Care Unit: An Observational Study. *Drug Safety*. 2024;47(1):29-38.
67. Shah N, Jani Y. Implementation of Smart Infusion Pumps: A Scoping Review and Case Study Discussion of the Evidence of the Role of the Pharmacist. *Pharmacy : A Journal Of Pharmacy Education And Practice*. 2020;8(4):16.
68. Shah PK, Irizarry J, O'Neill S. Strategies for Managing Smart Pump Alarm and Alert Fatigue: A Narrative Review. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology & Drug Therapy*. 2018;38(8):842-50.
69. Skog J, Rafie S, Schnock KO, Yoon C, Lipsitz S, Lew P. The Impact of Smart Pump Interoperability on Errors in Intravenous Infusion Administrations: A Multihospital Before and After Study. *Journal of patient safety*. 2022;18(3):e666-e71.
70. Sutherland A, Gerrard WS, Patel A, Randall M, Weston E. The impact of drug error reduction software on preventing harmful adverse drug events in England: a retrospective database study. *BMJ Open Quality*. 2022;11(3):07.
71. Trbovich PL, Cafazzo JA, Easty AC. Implementation and optimization of smart infusion systems: are we reaping the safety benefits? *Journal for Healthcare Quality*. 2013;35(2):33-40.
72. VanHorn T, Harris J, Mayes S, Infanti LM, Kennedy A. Evaluation of the Effect of Smart Pump Interoperability on Infusion Errors in the Pediatric Hospital Setting. *The Journal of Pediatric Pharmacology & Therapeutics*. 2024;29(3):323-30.
73. Wei W, Coffey W, Adeola M, Abbasi G. Impact of smart pump-electronic health record interoperability on patient safety and finances at a community hospital. *American Journal of Health System Pharmacy*. 2021;14:14.
74. Wood JL, Burnette JS. Enhancing patient safety with intelligent intravenous infusion devices: experience in a specialty cardiac hospital. *Heart & Lung*. 2012;41(2):173-6.

Bijlage F – Overige referenties

1. Boon MH, Thomson H. The effect direction plot revisited: Application of the 2019 Cochrane Handbook guidance on alternative synthesis methods. *Res Synth Methods*. 2021;12(1):29-33.
2. McKenzie JE, Brennan SE. Synthesizing and presenting findings using other methods. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* 2019. p. 321-47.
3. Campbell M, McKenzie JE, Sowden A, Katikireddi SV, Brennan SE, Ellis S, et al. Synthesis without meta-analysis (SWiM) in systematic reviews: reporting guideline. *BMJ*. 2020;368:l6890.
4. Hong QN, Pluye P, Fàbregues S, Bartlett G, Boardman F, Cargo M, et al. The Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) version 2018 for information professionals and researchers. *Education for Information*. 2018.
5. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *PLOS Medicine*. 2021.
75. Darbyshire JL, Young JD. An investigation of sound levels on intensive care units with reference to the WHO guidelines. *Crit Care*. 2013;17(5):R187.
76. Ryan KM, Gagnon M, Hanna T, Mello B, Fofana M, Ciottone G, et al. Noise Pollution: Do We Need a Solution? An Analysis of Noise in a Cardiac Care Unit. *Prehosp Disaster Med*. 2016;31(4):432-5.