



UCLL
HOGESCHOOL

**Bachelor in de verpleegkunde
Academiejaar 2025-2026**

Bachelorproef 'Challenge your Care'

Falling in love with automatic fall detection

Onder begeleiding van Sven Guldemont

Mirke Brichard

1 Inhoudsopgave

2 ABSTRACT.....	3
3 BESCHRIJVING VAN EEN VERPLEEGKUNDIG RELEVANT PROBLEEM	5
3.1 PROBLEEMOMSCHRIJVING	5
3.2 CONTEXT	7
3.3 STRUCTUUR VAN HET PROBLEEM	7
3.4 AFTOETSEN VAN HET ONDERWERP	8
4 ANALYSE VAN HET PROBLEEM AAN DE HAND VAN KWALITEITSCRITERIA.....	9
4.1 VEILIGHEID	9
4.2 PATIËNTGERICHTHEID	9
4.3 EFFICIËNTIE.....	10
4.4 EFFECTIVITEIT	10
4.5 TIJDIGHEID, TOEGANKELIJKHEID EN GELIJKHEID	10
4.6 DUURZAAMHEID	11
4.7 BEOORDELING	11
5 DOELSTELLING O.B.V. DE KWALITEITSANALYSE EN ONDERZOEKSVRAAG.....	12
5.1 RELEVANTE DOELSTELLING	12
5.2 CONCRETE ONDERZOEKSVRAAG	12
6 ZOEKSTRATEGIE	13
7 LITERATUURSELECTIE M.I.V. DE BEOORDELING KWALITEIT VAN GEBRUIKTE BRONNEN	15
8 ANTWOORD OP ONDERZOEKSVRAAG.....	16
8.1 VERSCHIL TUSSEN AUTOMATISCHE EN TRADITIONELE DRAAGBARE VALDETECTIESYSTEMEN	16
8.1.1 TRADITIONELE DRAAGBARE VALDETECTIESYSTEMEN	16
8.1.2 AUTOMATISCHE DRAAGBARE VALDETECTIESYSTEMEN	17
8.1.2.1 TYPES AUTOMATISCHE DRAAGBARE VALDETECTIESYSTEMEN	17
8.2 VERGELIJKING TUSSEN DE SYSTEMEN OP BASIS VAN DE RESPONSTIJD	19
8.2.1 TRADITIONELE DRAAGBARE VALDETECTIESYSTEMEN	19
8.2.2 AUTOMATISCHE DRAAGBARE VALDETECTIESYSTEMEN	19
8.2.3 GESPECIALISEERDE VALDETECTIESYSTEMEN	20
8.2.4 MAN-DOWN-SYSTEMEN	21
8.3 VERGELIJKING TUSSEN DE SYSTEMEN OP BASIS VAN DE EFFECTIVITEIT	22
8.3.1 TRADITIONELE DRAAGBARE VALDETECTIESYSTEMEN	22
8.3.2 AUTOMATISCHE DRAAGBARE VALDETECTIESYSTEMEN	23
8.3.3 MAN-DOWN-SYSTEMEN	25
8.4 VERGELIJKING TUSSEN DRAAGBARE VALDETECTIESYSTEMEN BIJ OUDEREN EN AUTOMATISCHE INCIDENTDETECTIE IN VOERTUIGEN	26
9 CONCLUSIE	27
10 AANBEVELINGEN VOOR VERPLEEGKUNDIG WERKVELD	28
10.1 FOCUS OP SENSIVITEIT	28
10.2 GEBRUIK VAN DRAAGBARE SENSOREN	28
10.3 INTEGRATIE VAN AI EN MACHINE LEARNING	28
10.4 PRAKTIJKGERICHT ONDERZOEK	28
10.5 MULTIDISCIPLINAIRE SAMENWERKING	28
11 LITERATUURLIJST	29
12 BIJLAGES.....	39

2 Abstract

Titel: Falling in love with automatic fall detection

Student: Mirke Brichard – R0951567

Inleiding

Valincidenten bij thuiswonende ouderen vormen een omvangrijk gezondheidsprobleem met zowel individuele als maatschappelijke gevolgen. Ze leiden tot fysieke verwondingen, functionele achteruitgang, angst om opnieuw te vallen en sociale isolatie. Bovendien veroorzaken ze een aanzienlijke ziektelast en maatschappelijke kost door ziekenhuisopnames en langdurige zorgtrajecten. De actieve handeling die traditionele valdetectiesystemen vergen, blijkt in de praktijk vaak problematisch, omdat het toestel niet altijd gedragen wordt of de gebruiker niet in staat is om het alarm te activeren. Daardoor kan noodhulp vertraagd worden, wat het risico op complicaties vergroot. Automatische valdetectiesystemen, ingebouwd in draagbare technologie zoals smartwatches, bieden een mogelijke oplossing doordat zij zonder tussenkomst van de gebruiker een alarm kunnen activeren.

Toch is er nog weinig onderzoek gedaan naar deze technologieën. De beschikbare literatuur is beperkt, vaak uitgevoerd in gecontroleerde settings en niet in thuissituaties. Voor smartwatches en andere draagbare technologieën zijn de gegevens schaars, wat verklaart waarom er weinig cijfermateriaal beschikbaar is. Dit wijst op een duidelijke niche en benadrukt de relevantie van verder onderzoek.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen en vergelijken van automatische draagbare valdetectiesystemen met traditionele valdetectiesystemen. Daarbij wordt specifiek gekeken naar hun werking, betrouwbaarheid en impact op de responstijd na een valincident bij thuiswonende ouderen vanaf 65 jaar. Op basis van deze analyse worden aanbevelingen geformuleerd voor het verpleegkundig werkveld.

Methodologie

Dit onderzoek is uitgevoerd als literatuurstudie. Relevante wetenschappelijke artikelen en richtlijnen werden geselecteerd en beoordeeld op kwaliteit. De analyse gebeurde aan de hand van kwaliteitscriteria zoals veiligheid, patiëntgerichtheid, efficiëntie, effectiviteit, tijdigheid, toegankelijkheid en duurzaamheid. Daarnaast werd praktijkervaring uit de ouderenzorg meegenomen om de toepasbaarheid van de technologie te toetsen.

Tijdens de uitvoering van deze bachelorproef werd gebruikgemaakt van ChatGPT en Microsoft 365 Copilot als ondersteunende hulpmiddelen. ChatGPT werd ingezet voor het vertalen en samenvatten van wetenschappelijke artikels, evenals voor spellingscontrole en taalondersteuning tijdens het schrijfproces. Microsoft 365 Copilot werd gebruikt om teksten te vertalen, samen te vatten, een duidelijke structuur aan te brengen en de leesbaarheid en formulering te verbeteren.

De AI-tools werden uitsluitend ingezet ter ondersteuning van het schrijf- en verwerkingsproces, waarna elk door AI geformuleerd antwoord kritisch werd beoordeeld. De inhoudelijke uitwerking, analyse, argumentatie, interpretatie van bronnen en formulering van conclusies werden zelfstandig uitgevoerd op basis van eigen onderzoek en een kritische verwerking van de geraadpleegde literatuur.

Resultaten

De resultaten tonen dat automatische valdetectiesystemen de responstijd kunnen verkorten en bijdragen aan een groter gevoel van veiligheid en zelfstandigheid bij ouderen. Ze zijn effectiever dan traditionele systemen in situaties waarin de gebruiker niet in staat is om zelf een alarm te activeren. Bovendien kunnen ze complicaties zoals langdurige immobilisatie en bijkomende letsels beperken, wat leidt tot een duurzamere inzet van zorgmiddelen en personeel. Tegelijkertijd zijn er beperkingen: vals-positieve meldingen kunnen leiden tot onnodige interventies en alarmmoeheid, terwijl vals-negatieven een rechtstreeks veiligheidsrisico vormen. Ook het correct dragen en opladen van het apparaat is cruciaal voor de effectiviteit. Verder blijkt dat digitale vaardigheden en gebruiksvriendelijkheid bepalend zijn voor de toegankelijkheid van deze technologie.

Conclusie

Automatische valdetectiesystemen bieden een duidelijke meerwaarde ten opzichte van traditionele valdetectiesystemen. Ze verbeteren de veiligheid, efficiëntie en patiëntgerichtheid van noodhulp en kunnen bijdragen aan een duurzamere zorgpraktijk. Hun succes hangt echter af van betrouwbaarheid, gebruiksvriendelijkheid en correcte implementatie. Omdat de huidige literatuur beperkt en methodologisch niet altijd sterk onderbouwd is, blijft verder onderzoek noodzakelijk. Vooral de integratie van artificiële intelligentie en machine learning kan in de toekomst bijdragen aan een hogere betrouwbaarheid, minder vals-positieven en vals-negatieven, en een betere afstemming op individuele bewegingspatronen. Deze ontwikkelingen benadrukken de relevantie van automatische valdetectiesystemen voor de ouderenzorg en benadrukken hun potentieel om het verpleegkundig werkveld toekomstbestendig te versterken.

3 Beschrijving van een verpleegkundig relevant probleem

3.1 Probleemomschrijving

Bij thuiswonende ouderen vormen valincidenten een aanzienlijk gezondheidsvraagstuk, met verstrekken gevolgen op zowel persoonlijk als maatschappelijk niveau. Een valincident is een gebeurtenis waarbij een persoon onbedoeld op de grond, vloer of een lager gelegen niveau terechtkomt, waarbij vallen, struikelen en uitglijden op hetzelfde of een hoger niveau kan voorkomen (Vlaeyen et al., 2025; World Health Organization, 2021).

Recente epidemiologische gegevens tonen aan dat bijna één op de vier 65-plussers in België jaarlijks minstens één keer valt. Valincidenten zijn wereldwijd de tweede grootste oorzaak van overlijden (González-Cañete & Casilari, 2021; Warrington et al., 2021; Tseng et al., 2025). De gevolgen variëren van fysieke verwondingen en functionele achteruitgang tot bijkomende letsels, met als gevolg een verminderd welzijn, een lagere levenskwaliteit en een verhoogd risico op mortaliteit bij ernstige valincidenten (Drieskens et al., 2025; Expertisecentrum Val- en fractuurpreventie Vlaanderen, 2025; Lathouwers et al., 2022; González-Cañete & Casilari, 2021).

Valincidenten bij ouderen zijn niet alleen frequent maar ook ernstig: wereldwijd valt ongeveer elke seconde een 65-plusser, wordt elke 11 seconden een 65-plusser opgenomen op de spoedafdeling na een val en overlijdt ongeveer elke 19 minuten een oudere ten gevolge van een val (Expertisecentrum Val- en fractuurpreventie Vlaanderen, z.d.-a). Deze cijfers onderstrepen het belang van gerichte valpreventie, zowel op individueel niveau als vanuit maatschappelijk perspectief.

Naast deze complicaties leiden valincidenten tot een aanzienlijke ziektelast: wereldwijd veroorzaken valincidenten meer dan 38 miljoen *Disability-Adjusted Life Years*, ook wel ziektejaarequivalenten per jaar genoemd, wat wijst op een grote maatschappelijke en gezondheidsimpact (World Health Organization, 2021). Door de vergrijzing blijft het aantal ouderen dat na een val intensieve zorg nodig heeft toenemen, wat op zijn beurt de maatschappelijke kost verder vergroot (Lathouwers et al., 2022; Drieskens et al., 2025; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 2025).

Naarmate mensen ouder worden, stijgt het valrisico aanzienlijk door een combinatie van intrinsieke, extrinsieke en situationele factoren. Fysiologische veroudering, zoals sarcopenie, trager reactievermogen en een verminderde balans, verhoogt het valrisico (Giovannini et al., 2022; Appeadu & Bordoni, 2025; Drieskens et al., 2025; Stefanacci & Wilkinson, 2025).

Daarnaast spelen ook *frailty* en polyfarmacie een belangrijke rol (Drieskens et al., 2025). Fysiologische reserves nemen af, waardoor motorische, sensorische en neurologische systemen minder efficiënt functioneren (Clegg et al., 2013; Giovannini et al., 2022). Hoe meer medicatie iemand neemt, hoe groter de kans op bijwerkingen zoals duizeligheid, slaperigheid of orthostatische hypotensie (Giovannini et al., 2022; Zaninotto et al., 2020; Drieskens et al., 2025). Dit maakt ouderen extra kwetsbaar voor instabiliteit.

Daarnaast kunnen cognitieve stoornissen en visusstoornissen bijdragen aan de balans en oriëntatie van de oudere (Giovannini et al., 2022; Stefanacci & Wilkinson, 2025; Drieskens et al., 2025).

Tenslotte kunnen omgevingsfactoren zoals slechte verlichting of obstakels in huis het valrisico verder versterken (Drieskens et al., 2025). Daarom is een van de eerste stappen in valpreventie het doorvoeren van kleine aanpassingen binnenshuis, zoals het verwijderen van losliggende tapijten, het weghalen van losliggende snoeren of het voorzien van voldoende verlichting in alle kamers en gangen. (Expertisecentrum Val- en fractuurpreventie Vlaanderen, z.d.-b; Drieskens et al., 2025; Giovannini et al., 2022).

Een valincident is dus zelden het gevolg van één enkele oorzaak, maar meestal het resultaat van een complexe wisselwerking tussen meerdere risicofactoren (Giovannini et al., 2022; Drieskens et al., 2025).

In het kader van valpreventie worden momenteel valdetectiesystemen ingezet. Deze traditionele valdetectiesystemen, zoals draagbare alarmknoppen in de vorm van een armband of halsketting of vaste knoppen in de kamer, vereisen echter dat de oudere zelf actie onderneemt om hulp in te roepen (Agboola et al., 2017; Warrington et al., 2021; Özdemir, 2016).

Uit mijn ervaring tijdens mijn studentenjob in de ouderenzorg merkte ik dat valincidenten frequent voorkomen en vaak ernstige gevolgen hebben. Hoewel alarmsystemen ontworpen zijn om snel hulp in te schakelen, blijken ze in de praktijk niet altijd effectief. Ouderen hangen de alarmknop 's nachts bijvoorbeeld aan het bed, verwijderen deze tijdens het douchen en vergeten ze nadien weer om te doen, of bevestigen de knop aan de rollator waardoor deze bij een val niet binnen handbereik is. Wanneer ouderen uit bed proberen te stappen, verward rondlopen of vallen door obstakels of andere oorzaken zonder hun alarm te dragen, kan de oudere geen hulp inschakelen. Dit leidt tot een vertraging in het oproepen van noodhulp, waardoor ouderen soms langdurig op de grond blijven liggen. Dit fenomeen, waarbij iemand één of meerdere uren op de grond blijft liggen, wordt ook wel een *long lie* genoemd. Na een val blijkt bovendien dat een opmerkelijk aandeel van oudere personen zonder verwondingen, namelijk 47%, niet in staat is om zelfstandig van de grond op te staan. Dit verhoogt het risico op hypothermie, dehydratie, rhabdomyolyse, drukletsels, angst en mortaliteit (Nisbet, 2025; Karpusenko et al., 2023; González-Cañete & Casilari, 2021).

Na een val ontstaat vaak een cascade van gevolgen, zoals verlies van zelfvertrouwen, bewegingsangst, verminderde mobiliteit, functionele achteruitgang en sociale isolatie (Izadi-Avanji et al., 2024; Özdemir, 2016). Onderzoek toont aan dat angst om opnieuw te vallen, ook wel *fear of falling* genoemd, na een valincident significant kan toenemen (Warrington et al., 2021; Özdemir, 2016). Een recente studie rapporteert dat de angstscore één en drie maanden na een val significant hoger ligt dan vlak vóór het incident, wat de langdurige psychologische impact van een val benadrukt (Izadi-Avanji et al., 2024). Daarnaast rapporteerde een studie bij oudere vrouwen dat ongeveer 74,1 % na een val *fear of falling* ervoer en dat bijna de helft hun dagelijkse activiteiten beperkte. Deze beperkingen kunnen leiden tot een vicieuze cirkel van bewegingsvermijding en een verhoogd risico op nieuwe valincidenten (Tamulaityte-Morozoviene et al., 2024; Özdemir, 2016).

Automatische valdetectie biedt een mogelijke oplossing. Deze technologie is ingebouwd in draagbare technologie zoals slimme horloges of armbanden en maakt gebruik van sensoren zoals accelerometers en gyroscopen, vaak aangevuld met andere sensoren, in combinatie met algoritmes om plotselinge veranderingen in houding en impact te detecteren die kenmerkend zijn voor een val. Wanneer een val wordt gedetecteerd, kan het apparaat automatisch een melding of alarm activeren om hulp in te schakelen (Warrington et al., 2021). De werking van dergelijke systemen wordt later in deze bachelorproef verder uitgewerkt.

Mijn motivatie voor dit onderzoek komt voort uit praktijkervaring. Na een valincident bij mijn grootmoeder, die nog geen alarmsysteem gebruikte, gingen we op zoek naar een oplossing. We kozen voor een smartwatch als vorm van automatische valdetectie vanwege het gebruiksgemak, de alledaagse uitstraling en de bijkomende functionaliteiten. In de praktijk blijkt het gebruik echter niet altijd vanzelfsprekend, bijvoorbeeld wanneer het horloge niet gedragen wordt. Dit illustreert het belang van een systematische evaluatie van automatische valdetectiesystemen en hun effect op de responstijd van noodhulp, met als doel de fysieke, psychologische en maatschappelijke gevolgen van valincidenten te beperken.

3.2 Context

Binnen de ouderenzorg, zowel in de thuiszorg als in een residentieel verblijf, vormen valincidenten een belangrijke organisatorische uitdaging. Het probleem situeert zich niet enkel op individueel niveau, maar beïnvloedt verschillende lagen van de zorgorganisatie en heeft gevolgen op micro-, meso- en macroniveau.

Op individueel niveau hebben ouderen door fysiologische veranderingen, kwetsbaarheid, polyfarmacie of cognitieve beperkingen een verhoogd valrisico (Drieskens et al., 2025; Giovannini et al., 2022). Een val kan leiden tot fysieke verwondingen, functionele achteruitgang, angst om opnieuw te vallen en sociale isolatie (Izadi-Avanji et al., 2024; Özdemir, 2016).

Binnen zorgorganisaties dragen verpleegkundigen en mantelzorgers de verantwoordelijkheid voor preventie, opvolging en het snel inschakelen van noodhulp. In de praktijk blijkt dat traditionele valdetectiesystemen daarin tekortschieten, omdat ze niet altijd consequent worden gebruikt of omdat ouderen vaak niet in staat zijn om het alarm zelf te activeren.

Laattijdige detectie van een val verhoogt het risico op complicaties, acute ziekenhuisopnames en intensieve nazorg (Nisbet, 2025; Karpusenko et al., 2023).

Op macroniveau leidt dit tot een aanzienlijke belasting van het gezondheidszorgsysteem. Valincidenten leiden tot hogere werkdruk, langere zorgtrajecten, intensievere inzet van zorgprofessionals en aanzienlijke maatschappelijke en financiële kosten (Lathouwers et al., 2022; Drieskens et al., 2025; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 2025).

De effecten van valincidenten zijn merkbaar op alle zorgniveaus in thuis- en residentiële situaties waarbij traditionele valdetectiesystemen voorlopig geen volwaardige oplossing bieden.

3.3 Structuur van het probleem

Het verpleegkundig probleem situeert zich in de vertraging van het inschakelen van noodhulp na een valincident. Laattijdige hulpverlening verhoogt het risico op complicaties en mortaliteit (World Health Organization, 2021).

Veel ouderen zijn afhankelijk van traditionele valdetectiesystemen waarbij een alarmknop manueel moet worden geactiveerd (Warrington et al., 2021; Özdemir, 2016). In de praktijk blijkt echter dat deze systemen niet altijd worden gedragen of na een val niet binnen handbereik zijn of wanneer er sprake is van een andere acute medische gebeurtenis zoals een CVA, niet ingedrukt kunnen worden, waardoor hulpverlening vertraging kan oplopen. (Agboola et al., 2017; McKenna et al., 2015)

Draagbare technologieën met automatische valdetectie kunnen zonder actieve handeling van de gebruiker een alarm activeren en zijn vaak gekoppeld aan een smartphone-app of alarmcentrale, waardoor noodhulp sneller kan worden ingeschakeld. Dit kan de responstijd na een valincident bij ouderen vanaf 65 jaar mogelijk verkorten in vergelijking met traditionele valdetectiesystemen. (Warrington et al., 2021; Villa & Casilari, 2024) Toch zijn deze systemen niet zonder beperkingen. Automatische valdetectie kan vals-positieve meldingen genereren, wat kan leiden tot onnodige interventies en verminderde betrouwbaarheid. Daarnaast kunnen vals-negatieve meldingen voorkomen, waardoor interventies vertraagd worden en het risico op complicaties toeneemt (Brew et al., 2022). Daarnaast is de effectiviteit afhankelijk van correct en consistent gebruik; wanneer draagbare technologie niet wordt gedragen, bijvoorbeeld tijdens het opladen, of niet op een gepaste manier wordt gebruikt, kan detectie uitblijven (González-Cañete & Casilari, 2021).

De huidige literatuur over automatische valdetectie is bovendien nog beperkt en soms tegenstrijdig, door variaties in meetmethoden, gebruiksvriendelijkheid en betrouwbaarheid bij ouderen (Warrington et al., 2021).

Verder onderzoek is noodzakelijk om de effectiviteit, betrouwbaarheid en praktische toepasbaarheid van automatische valdetectiesystemen te evalueren en te vergelijken met traditionele valdetectiesystemen.

3.4 Aftoetsen van het onderwerp

Om tot een definitieve keuze te komen werd het onderwerp besproken met verpleegkundigen in het werkveld. Zij bevestigden dat vertraging in noodhulp een probleem vormt en dat innovatieve technologie zoals automatische valdetectie een meerwaarde kan bieden.

4 Analyse van het probleem aan de hand van kwaliteitscriteria

4.1 Veiligheid

Valincidenten vormen een groot veiligheidsrisico bij ouderen. Snelle noodhulp is cruciaal om het risico op complicaties zoals hypothermie, verwondingen of overlijden te verminderen (Bloch, 2012). Automatische valdetectiesystemen activeren bij een gedetecteerde val een alarm. Dit verkort de responstijd en verhoogt de algemene veiligheid van ouderen (Flor-Unda et al., 2025).

Toch moet deze veiligheidswinst genuanceerd worden. Automatische valdetectiesystemen zijn niet foutloos en kunnen zowel vals-positieve meldingen als vals-negatieve meldingen genereren (Brew et al., 2022). Vals-positieven kunnen leiden tot een verminderd vertrouwen in het systeem, doordat er een alarm afgaat zonder dat er een val plaatsvindt. Vals-negatieven doen zich daarentegen voor wanneer een val niet wordt gedetecteerd, ondanks dat er wel een val plaatsvindt. Hierdoor worden interventies vertraagd en neemt het risico op complicaties toe. Zij vormen daardoor een rechtstreeks veiligheidsrisico, omdat hulp uitblijft (Brew et al., 2022). De betrouwbaarheid van automatische valdetectie is dus afhankelijk van de sensitiviteit en specificiteit van het gebruikte systeem. In vergelijking met traditionele valdetectiesystemen, die volledig afhankelijk zijn van een actieve handeling van de gebruiker (Chaudhuri et al., 2014; Warrington et al., 2021; Özdemir, 2016), kunnen automatische systemen de veiligheid verhogen wanneer de oudere niet zelf in staat is een alarm te activeren. Deze meerwaarde is slechts reëel wanneer de foutmarge van het systeem beperkt blijft en het apparaat correct gedragen wordt. (Chaudhuri et al., 2014)

4.2 Patiëntgerichtheid

Volgens de Fall Prevention Foundation (2025) bieden automatische valdetectiesystemen en draagbare technologieën ouderen sneller toegang tot hulp na een val, zonder dat zij zelf actie hoeven te ondernemen. Dit vergroot volgens gebruikers het gevoel van veiligheid en onafhankelijkheid, omdat zij erop kunnen vertrouwen dat hulp beschikbaar is bij een val. Dit wordt bevestigd in de systematische review van Chaudhuri et al., (2014) waarin ze rapporteerden dat ouderen die een automatische valdetector gebruiken zich veiliger en onafhankelijker voelen, hoewel de effecten op valangst niet altijd statistisch significant zijn.

Anderzijds toont het onderzoek van Bikova et al. (2024) dat kennis over het gebruik van technologie niet automatisch leidt tot een gevoel van veiligheid. Bij sommige gebruikers kan deze kennis juist angst of frustratie oproepen, vooral wanneer zij eerder de beperkingen van de technologie hebben ervaren.

Tegelijkertijd blijkt uit onderzoek dat het vertrouwen in traditionele valdetectiesystemen bij sommige ouderen lager ligt. Deze systemen kunnen gevoelens van onzekerheid oproepen, omdat zij als beperkend kunnen worden ervaren en niet altijd als betrouwbaar worden gezien in noodsituaties. (Boström et al., 2011)

Bij personen met dementie wordt ondersteunende technologie soms als storend ervaren wanneer zij niet goed begrijpen hoe deze werkt. Toch biedt dit voor een deel van hen de mogelijkheid om langer thuis te blijven wonen. Dit kan bijdragen aan meer zelfstandigheid en bespaart ook maatschappelijk kosten, zeker met de vergrijzing in zicht. (Bikova et al., 2024; Wang et al., 2025; Facchinetti et al., 2023) Volgens Cha (2025) wordt het zelfstandig thuis kunnen wonen van ouderen geassocieerd met emotionele stabiliteit, sociale verbondenheid en kwaliteit van leven.

4.3 Efficiëntie

In deze context wordt efficiëntie opgevat als de mate waarin middelen, tijd en zorgcapaciteit optimaal worden ingezet. Bij valincidenten betekent dit dat noodhulp snel en doelgericht wordt ingeschakeld, met zo min mogelijk inzet van extra personeel of middelen.

Automatische valdetectiesystemen hebben het potentieel om efficiënter te zijn dan traditionele valdetectiesystemen, omdat zij het alarmeringsproces automatiseren en niet afhankelijk zijn van een actieve handeling van de gebruiker. Hierdoor kan tijdswinst worden gerealiseerd wanneer een oudere zelf geen alarm kan activeren (Flor-Unda et al., 2025; Warrington et al., 2021; Özdemir, 2016).

In de praktijk wordt deze efficiëntiewinst echter gedeeltelijk ondermijnd door het voorkomen van vals-positieve meldingen. Dit leidt tot onnodige interventies en extra werkdruk voor zorgverleners (Brew et al., 2022). Bij frequente valse alarmen kan bovendien alarmmoeheid optreden waardoor hulpverleners minder alert reageren op meldingen (Warrington et al., 2021). Ook vals-negatieven vormen een probleem, aangezien dit kan leiden tot vertraagde hulpverlening en extra zorgkosten (Brew et al., 2022).

Hoewel automatische systemen dus potentieel efficiënter zijn, is hun huidige efficiëntie sterk afhankelijk van de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van het detectiealgoritme.

4.4 Effectiviteit

Effectiviteit verwijst naar de mate waarin een interventie het beoogde doel bereikt. In dit geval is dat het tijdig detecteren van een val en het snel inschakelen van adequate noodhulp, zodat complicaties zoals hypothermie, bijkomend letsel of een *long lie* worden beperkt (Flor-Unda et al., 2025; Nisbet, 2025).

Automatische valdetectiesystemen kunnen effectiever zijn dan traditionele systemen in situaties waarin de oudere niet in staat is om zelf een alarm te activeren, bijvoorbeeld bij bewustzijnsverlies of acute neurologische problemen (Falls and patient safety for older adults, 2006; Özdemir, 2016). In dergelijke situaties kan automatisering levensreddend zijn door snelle detectie en respons.

Toch wordt de effectiviteit beïnvloed door technische en praktische beperkingen. Systemen die niet worden gedragen, aan de oplader liggen of verkeerd worden gebruikt, kunnen hun functie niet vervullen (Flor-Unda et al., 2025). Daarnaast verminderen zowel vals-positieve als vals-negatieve meldingen de algehele effectiviteit van het systeem (Brew et al., 2022).

4.5 Tijdigheid, toegankelijkheid en gelijkheid

Hoewel automatische valdetectiesystemen de tijdigheid van hulpverlening kunnen verhogen, hangt hun effectiviteit af van correct gebruik: het apparaat moet worden gedragen, opgeladen zijn en de gebruiker moet begrijpen hoe het werkt (Chaudhuri et al., 2014). Niet alle ouderen beschikken over voldoende digitale vaardigheden, wat kan leiden tot ongelijke toegang. Begeleiding door familie of mantelzorgers kan hierbij helpen.

Financieel gezien kunnen valpreventie-interventies, waaronder draagbare technologieën, kosteneffectief zijn in vergelijking met de maatschappelijke kosten van valincidenten, ziekenhuisopnames en langdurige zorg (Panneman et al., 2025).

Daarnaast kunnen automatische systemen een betere detectieprestatie hebben dan traditionele draagbare technologie, doordat zij vallen sneller en nauwkeuriger kunnen herkennen, wat de tijdigheid van hulpverlening kan verbeteren (Gorce & Jacquier-Bret, 2025). Betrouwbaarheid en gebruiksvriendelijkheid blijven echter cruciaal om de voordelen op het vlak van tijdigheid en toegankelijkheid volledig te benutten.

4.6 Duurzaamheid

Traditionele en automatische draagbare technologieën zijn herbruikbaar en eenvoudig te integreren in bestaande zorg- en alarmsystemen, waardoor extra infrastructuur beperkt blijft.

De duurzaamheid van deze technologieën ligt echter vooral in hun effect op de zorgpraktijk: door sneller en betrouwbaarder noodhulp te activeren na een val kan de tijd tot interventie worden verkort (Warrington et al., 2021). Dit kan bijdragen aan een snellere respons na een val en mogelijk het risico op complicaties beperken zoals langdurige immobilisatie, drukletsels en verwondingen. Dit vermindert de nood aan intensieve zorg, ziekenhuisopnames en langdurige interventies, wat bijdraagt aan een duurzamere inzet van zorgmiddelen en personeel.

Met andere woorden, de duurzaamheid van automatische valdetectie uit zich niet alleen in herbruikbaarheid van het apparaat, maar vooral in de vermindering van zorgbelasting en preventie van complicaties, wat zowel de patiënt als het zorgsysteem ten goede komt.

4.7 Beoordeling

Na het beoordelen van bovenstaande kwaliteitscriteria zijn enkele aandachtspunten naar voren gekomen.

Allereerst blijkt dat automatische valdetectiesystemen de veiligheid, patiëntgerichtheid, efficiëntie, effectiviteit en tijdigheid van noodhulp verbeteren in vergelijking met traditionele valdetectiesystemen, doordat zij automatisch een alarm versturen zonder dat de gebruiker actief hoeft in te grijpen. Patiëntgerichtheid wordt versterkt doordat ouderen zich vaker veiliger en zelfstandiger voelen bij het gebruik van deze technologie.

Tegelijkertijd zijn er enkele beperkingen en risico's. Zo zijn beide systemen afhankelijk van batterijduur, waardoor uitval van het apparaat het gevoel van veiligheid en de effectiviteit kan ondermijnen (González-Cañete & Casilari, 2021). Daarnaast spelen cognitieve handelingen, vooral bij traditionele systemen, en de gebruiksvriendelijkheid van het systeem een belangrijke rol.

Een bijkomende uitdaging is het aantal vals-positieve en vals-negatieve alarmen dat automatische draagbare technologieën kunnen genereren. Het is belangrijk dat fabrikanten deze beperken. Ongeacht de gekozen technologie liggen de kosten in veel gevallen lager dan de maatschappelijke kosten bij bijvoorbeeld een *long lie*.

Over het geheel genomen bieden automatische valdetectiesystemen een duidelijke verbetering ten opzichte van traditionele systemen, maar praktische, financiële en technische factoren blijven cruciaal voor een succesvolle implementatie.

5 Doelstelling o.b.v. de kwaliteitsanalyse en onderzoeksvraag

5.1 Relevante doelstelling

Het onderzoek richt zich op het in kaart brengen en vergelijken van automatische draagbare valdetectietechnologieën die beschikbaar zijn binnen de thuissituatie, met aandacht voor hun werking en potentiële impact op de responstijd na een valincident in vergelijking met traditionele valdetectiesystemen bij ouderen (65+). Op basis van deze literatuurstudie worden aanbevelingen geformuleerd voor zorgverleners en beleidsmakers.

5.2 Concrete onderzoeksvraag

Wat is het effect van het gebruik van automatische draagbare valdetectiesystemen op de werking en responstijd bij valincidenten in vergelijking met traditionele draagbare valdetectiesystemen zonder automatische valdetectie bij thuiswonende ouderen vanaf 65 jaar met een valincident?

- P Thuiswonende ouderen vanaf 65 jaar
- I Gebruik van automatische draagbare valdetectiesystemen
- C Traditionele draagbare valdetectiesystemen zonder automatische valdetectie
- O De werking en responstijd bij valincidenten

6 Zoekstrategie

Voor deze bachelorproef werd gezocht naar wetenschappelijke literatuur die informatie biedt over automatische valdetectiesystemen en hun vergelijking met traditionele valdetectiesystemen. De nadruk lag op studies die de werking, betrouwbaarheid en responstijd van deze systemen onderzochten bij thuiswonende ouderen.

De belangrijkste databank was PubMed, omdat deze een brede dekking biedt van medische en verpleegkundige literatuur. Via de optie *Advanced Search* konden meerdere zoektermen met elkaar verbonden worden om relevante artikels te vinden. Voor de zoekstrategie zijn de centrale begrippen vertaald naar het Engels, aangezien PubMed een Engelstalige databank is.

Tijdens de zoektocht naar relevante literatuur werden duidelijke in- en exclusiecriteria opgesteld om enkel bruikbare en kwaliteitsvolle artikels te selecteren. De inclusiecriteria omvatten artikels die informatie bieden over automatische valdetectie, onderzoeken naar de effecten op responstijd en patiëntveiligheid, en vergelijkingen met traditionele valdetectiesystemen. Enkel *peer-reviewed* artikels, systematische reviews en richtlijnen van erkende organisaties werden opgenomen, zodat de betrouwbaarheid en wetenschappelijke waarde gegarandeerd bleef. De exclusiecriteria hadden betrekking op artikels waarvan enkel een abstract beschikbaar is, betalende artikels en studies die geen antwoord boden op de onderzoeksvraag. Daarnaast werd rekening gehouden met de datum van de publicaties, om ervoor te zorgen dat de gebruikte informatie actueel en relevant is voor de huidige zorgcontext. De formulering van deze criteria en de transparante rapportage van databanken en zoektermen zijn geïnspireerd door principes uit de PRISMA-richtlijnen. Omdat het onderzoek geen volledige systematische review beoogt en niet alle geselecteerde artikels aan de strikte PRISMA-vereisten voldoen, werd PRISMA niet formeel toegepast. Deze benadering garandeert wel dat de literatuurselectie reproduceerbaar en verantwoord is.

Omdat de wetenschappelijke literatuur over de vergelijking tussen automatische valdetectiesystemen en traditionele valdetectiesystemen op het vlak van responstijd en effectiviteit beperkt bleek, werd de zoektocht uitgebreid naar Google Scholar en naar grijze literatuur, waaronder websites van organisaties en technologieaanbieders. Deze bronnen werden kritisch beoordeeld op betrouwbaarheid. Daarbij werd nagegaan of de informatie een informatief karakter had en niet primair gericht was op productverkoop. Voor deze beoordeling werd gebruikgemaakt van het CRAAP-model, zodat ook praktijkgerichte publicaties op een verantwoorde manier konden worden meegenomen.

Voor deze beoordeling werd gebruikgemaakt van het CRAAP-model, een evaluatiekader dat bronnen beoordeelt op actualiteit, relevantie, autoriteit, nauwkeurigheid en doel. Hierdoor konden ook praktijkgerichte publicaties op een verantwoorde manier worden meegenomen.

Zoekopdrachten:

1. *Advanced* → *All Fields* → “wearable devices” AND “fall detection” AND “older adults”
 - Filter: *in the last 10 years, free full text*
 - Resultaat: 91 artikels → 4 geselecteerd
2. *Advanced* → *All Fields* → “fall detection systems” AND “technology” AND “elderly”
 - Filter: *last 1 year, free full text*
 - Resultaat: 41 artikels → 3 geselecteerd.

Na het lezen van titels en abstracts en het toepassen van de inclusie- en exclusiecriteria werden de volgende kernartikels geselecteerd. Deze artikels zijn gekozen omdat ze samen een volledig en

gebalanceerd beeld geven van het probleem en mogelijke oplossingen. Warrington et al. (2021) biedt een breed overzicht van systematische reviews en vat de huidige stand van zaken rond draagbare technologie en valdetectie samen, wat essentieel is om de betrouwbaarheid en beperkingen van deze systemen te begrijpen. Gorce & Jacquier-Bret (2025) bespreekt smart home-technologie en ambient assisted living, en werd gekozen omdat het de nieuwste technologische ontwikkelingen bespreekt en hun prestaties vergelijkt, wat relevant is voor de toekomst van automatische valdetectie. González-Cañete & Casilari (2021) onderzoekt de haalbaarheid van smartwatches als valdetectiesysteem en is opgenomen omdat smartwatches een toegankelijke en alledaagse vorm van draagbare technologie zijn die toepasbaar is in de thuiszorg. Özdemir (2016) analyseert welke sensorlocaties op het lichaam het meest geschikt zijn voor valdetectie en werd geselecteerd omdat sensorplaatsing cruciaal is voor de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van automatische systemen. Tseng et al. (2025) introduceert een innovatief systeem met real-time lokalisatie en notificatie, en werd gekozen omdat het directe implicaties heeft voor responstijd en patiëntveiligheid. Tot slot biedt Flor-Unda et al. (2025) een vergelijkend overzicht van technologische vooruitgang in valdetectiesystemen en werd opgenomen omdat het een actueel en breed beeld geeft van de stand van zaken en toekomstige richting van onderzoek en implementatie.

De trefwoorden zijn gekozen op basis van de kernbegrippen uit de onderzoeksvraag en komen overeen met de uitgevoerde zoekopdrachten in PubMed. Ze sluiten direct aan bij de onderzoeksvraag en leverden zowel brede als specifieke resultaten op, die door het toepassen van filters (publicatiedatum en open-access) verder verfijnd konden worden.

- “wearable devices” om draagbare technologieën en sensoren te onderzoeken.
- “fall detection”, “fall detection systems” en “technology” om studies te vinden die de werking, betrouwbaarheid en innovaties van automatische detectie beschrijven.
- “older adults” en “elderly” om de doelgroep van thuiswonende ouderen vanaf 65 jaar te specificeren.

7 Literatuurselectie m.i.v. de beoordeling kwaliteit van gebruikte bronnen

De kwaliteit van de geselecteerde bronnen werd beoordeeld aan de hand van de leidraad van Vanhauwaert et al. (2023). Voor elk artikel werd het beoordelingsschema ingevuld en opgenomen in bijlage 1. Hieronder worden de geselecteerde bronnen weergegeven volgens APA-stijl.

Flor-Unda, O., Arcos-Reina, R., Estrella-Caicedo, C., Toapanta, C., Villao, F., Palacios-Cabrera, H.,

Nunez-Nagy, S., & Alarcos, B. (2025). *A Comparative Overview of Technological Advances in Fall Detection Systems for Elderly People*. *Sensors*, 25(24), 7423.

<https://doi.org/10.3390/s25247423>

González-Cañete, F. J., & Casilari, E. (2021). *A Feasibility Study of the Use of Smartwatches in*

Wearable Fall Detection Systems. *Sensors*, 21(6), 2254. <https://doi.org/10.3390/s21062254>

Gorce, P., & Jacquier-Bret, J. (2025). *Fall Detection in Elderly People: A Systematic Review of Ambient*

Assisted Living and Smart Home-Related Technology Performance. *Sensors*, 25(21), 6540.

<https://doi.org/10.3390/s25216540>

Özdemir A. T. (2016). *An Analysis on Sensor Locations of the Human Body for Wearable Fall*

Detection Devices: Principles and Practice. *Sensors*, 16(8), 1161.

<https://doi.org/10.3390/s16081161>

Tseng, C. K., Huang, S. J., & Kau, L. J. (2025). *Wearable Fall Detection System with Real-Time*

Localization and Notification Capabilities. *Sensors*, 25(12), 3632.

<https://doi.org/10.3390/s25123632>

Warrington, D. J., Shortis, E. J., & Whittaker, P. J. (2021). *Are wearable devices effective for*

preventing and detecting falls: an umbrella review (a review of systematic reviews). *BMC public health*, 21(1), 2091. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12169-7>

8 Antwoord op onderzoeksvraag

8.1 Verschil tussen automatische en traditionele draagbare valdetectiesystemen

Een draagbaar valdetectiesysteem is een systeem dat een melding maakt bij een bevoegd persoon in geval van nood, in dit geval een val. Deze zorgdomotica kunnen in de thuissituatie onderverdeeld worden in traditionele draagbare valdetectiesystemen en automatische draagbare valdetectiesystemen. Beide systemen beogen het verkorten van de tijd tussen een valincident en het inschakelen van hulp, maar verschillen fundamenteel in werking en mate van autonomie (Igual et al., 2013).

8.1.1 Traditionele draagbare valdetectiesystemen

Traditionele draagbare valdetectiesystemen, vaak in de literatuur aangeduid als *Personal Emergency Response Systems* (PERS), zijn hulpmiddelen waarmee gebruikers in noodsituaties handmatig een alarm kunnen activeren om hulp in te schakelen (Agboola et al., 2017). Deze systemen worden al decennialang toegepast binnen de thuiszorg en bieden ouderen met een verhoogd valrisico de mogelijkheid om in noodgevallen snel hulpdiensten te alarmeren via technologische ondersteuning (Agboola et al., 2017; Boström et al., 2011; Lydahl, 2023).

PERS-systemen bestaan doorgaans uit een klein draagbaar apparaat in de vorm van een halsketting of polsband en bevat een noodknop. In tegenstelling tot automatische valdetectiesystemen beschikken deze apparaten niet over sensoren die zelfstandig een val kunnen detecteren. Daardoor zijn ze volledig afhankelijk van een actieve handeling van de gebruiker. In noodsituaties zoals een val of plotseling onwel worden, moet de gebruiker zelf de noodknop activeren (Keiro, 2025; Boström et al., 2011). Na activatie wordt een draadloos signaal verzonden naar een basisstation in de woning of rechtstreeks naar een alarmcentrale. Vervolgens kan vanuit de alarmcentrale via een luidspreker- of telefoonverbinding contact worden opgenomen met de gebruiker om de situatie te beoordelen. Indien nodig worden mantelzorgers, familieleden of hulpdiensten ingeschakeld. Op deze manier bieden traditionele valdetectiesystemen een relatief eenvoudige en betrouwbare oplossing om in de thuissituatie snel hulp in te schakelen (Boström et al., 2011).

Hoewel deze systemen al geruime tijd worden toegepast binnen de ouderenzorg, kennen zij ook belangrijke beperkingen. Zo zijn ze afhankelijk van manuele activatie. Het kan voorkomen dat de gebruiker niet in staat is om zelf een alarm te activeren, bijvoorbeeld bij bewusteloosheid, verwarring of wanneer het toestel op het moment van een val niet wordt gedragen (Agboola et al., 2017). Daarnaast blijkt uit onderzoek dat ouderen het alarmsysteem vaak niet gebruiken omdat het toestel niet gedragen wordt of omdat de werking niet duidelijk is (Van Oosterhout & Kröse, 2011). Dit werd ook bevestigd tijdens mijn stage, waar bleek dat valalarmen regelmatig in de kamer of op het nachtkastje werden achtergelaten en daardoor niet altijd beschikbaar waren op het moment van nood.

Een van de meest voorkomende vormen van traditionele draagbare systemen zijn alarmknoppen die als halsketting of polsband worden gedragen. Deze apparaten zijn specifiek ontworpen voor ouderen en worden vaak ingezet binnen thuiszorgprogramma's. De *interface* bestaat doorgaans uit slechts één knop waardoor het systeem uitsluitend handmatig wordt geactiveerd (Boström et al., 2011).

Een tweede type traditioneel systeem bestaat uit draagbare zenders die verbonden zijn aan een basisstation in de woning. Deze systemen functioneren volgens een gelijkaardig principe, maar zijn beperkt tot een bepaalde actieradius rond het basisstation. De gebruiker draagt een zender met een noodknop die bij activatie een radiosignaal verstuurt naar het basisstation, dat vervolgens via een telefoonlijn of internetverbinding automatisch contact opneemt met een alarmcentrale (Boström et al., 2011).

Beide systemen kunnen bovendien beschikken over een tweeweg-communicatie, waardoor een operator via een luidspreker in het basisstation met de gebruiker kan spreken.

Concluderend kan gesteld worden dat traditionele draagbare valdetectiesystemen weliswaar een eenvoudige en betrouwbare manier bieden om hulp in te schakelen, maar dat zij ook belangrijke beperkingen kennen. Zo zijn deze systemen sterk afhankelijk van manuele activatie door de gebruiker. Wanneer een oudere na een val niet in staat is om de noodknop te activeren of het toestel niet draagt, kan hulpverlening aanzienlijk vertraagd worden. Daarnaast kunnen factoren zoals een beperkte actieradius, onduidelijke bediening en inconsistent gebruik de effectiviteit van deze systemen verminderen.

8.1.2 Automatische draagbare valdetectiesystemen

In tegenstelling tot traditionele valdetectiesystemen kunnen automatische draagbare valdetectiesystemen valincidenten detecteren zonder actieve tussenkomst van de gebruiker en vervolgens zelfstandig een noodoproep verzenden. Deze systemen maken gebruik van sensorgebaseerde technologie om bewegingspatronen van de drager continu te monitoren en mogelijke valincidenten te herkennen (Palmerini et al., 2020; La Blunda et al., 2020; Warrington et al., 2021). Automatische valdetectiesystemen zijn doorgaans geïntegreerd in draagbare technologieën zoals smartwatches en andere draagbare apparaten (Warrington et al., 2021).

De systemen bevatten vaak draagbare sensoren zoals accelerometers, die versnelling meten, en gyroscopen, die rotatiebewegingen registreren. Daarnaast kunnen aanvullende sensoren, zoals barometers of kantelhoeksensoren worden gebruikt om veranderingen in hoogte of lichaamsoriëntatie te detecteren (Palmerini et al., 2020; Warrington et al., 2021). Een typisch valpatroon wordt in de literatuur beschreven als een plotselinge impact, gevolgd door een verandering in lichaamshouding en een periode van relatieve immobiliteit nadat de persoon op de grond terechtkomt (Warrington et al., 2021). Wanneer een dergelijk patroon wordt waargenomen, genereert het systeem een alarmmelding. Vaak krijgt de gebruiker eerst de mogelijkheid om het alarm te annuleren indien er geen sprake is van een val. Indien de gebruiker niet reageert binnen een vooraf ingestelde tijdsperiode, wordt automatisch een noodoproep verzonden naar een alarmcentrale, mantelzorger of hulpdienst (Warrington et al., 2021; La Blunda et al., 2020).

8.1.2.1 Types automatische draagbare valdetectiesystemen

Automatische draagbare valdetectiesystemen kunnen worden onderverdeeld in verschillende categorieën. De meest voorkomende worden hieronder besproken.

Commerciële smartwatches met automatische valdetectie

Commerciële smartwatches, zoals de Apple® Watch, vormen een veelgebruikte toepassing van automatische valdetectie. Deze apparaten detecteren mogelijke valincidenten via continue monitoring van bewegingen ter hoogte van de pols, waarbij accelerometers en gyroscopen plotselinge veranderingen in beweging, impact en daaropvolgende immobiliteit registreren (Apple Support, 2026; Warrington et al., 2021). Wanneer een val wordt vermoed, verschijnt eerst een waarschuwing op het scherm zodat de gebruiker wordt geïnformeerd. Indien de gebruiker niet reageert binnen een vooraf ingestelde tijdsperiode, kan automatisch een noodoproep worden verstuurd (Apple Support, 2026).

Het voordeel van smartwatches is dat ze vaak goed worden geaccepteerd door gebruikers, omdat zij naast valdetectie ook andere functies bieden, zoals tijdweergave, gezondheidsmonitoring en communicatie (Apple Support, 2026; González-Cañete & Casilari, 2021). Een mogelijke beperking is echter dat de sensoren zich ter hoogte van de pols bevinden, waardoor armbewegingen soms foutief kunnen worden geïnterpreteerd als valbewegingen (González-Cañete & Casilari, 2021). Hoewel veel

moderne smartwatches over valdetectie beschikken, zijn deze apparaten primair ontworpen voor algemene gezondheids- en fitnesstoepassingen, zoals hartslagmeting, activiteitstracking en slaapmonitoring, waarbij valdetectie doorgaans een aanvullende functionaliteit vormt (Hosseini et al., 2023). De sensoren en algoritmen zijn voornamelijk ontwikkeld voor algemene bewegings- en activiteitenmonitoring, waardoor de nauwkeurigheid van valdetectie kan variëren afhankelijk van het gebruikte systeem en de context (Hosseini et al., 2023; Warrington et al., 2021).

Gespecialiseerde valdetectiesystemen

Naast smartwatches bestaan er ook gespecialiseerde draagbare valdetectiesystemen die specifiek ontworpen zijn voor valdetectie bij ouderen. Deze apparaten worden meestal gedragen als armband of hanger en kunnen meerdere sensoren combineren (González-Cañete & Casilari, 2021; Özdemir, 2016). Sommige gespecialiseerde systemen worden gedragen ter hoogte van de heup of borst, dicht bij het lichaamszwaartepunt. Sensorplaatsing dicht bij het lichaamszwaartepunt kan de detectieprestaties verbeteren omdat de beweging van het volledige lichaam beter wordt gerepresenteerd en geregistreerd, afhankelijk van het gebruikte systeem en algoritme (Warrington et al., 2021; Özdemir, 2016; Villa & Casilari, 2024). Na het detecteren van een val kan automatisch een alarm worden gegenereerd en doorgestuurd naar een externe ontvanger (Villa & Casilari, 2024; Warrington et al., 2021). Sommige modellen maken gebruik van laag-energie communicatietechnologieën zoals Bluetooth Low Energy (BLE) of LoRa om continue monitoring mogelijk te maken met een langere batterijduur (Villa & Casilari, 2024; González-Cañete & Casilari, 2021).

Man-down-systemen

Een andere categorie zijn zogenaamde *man-down systemen*. Deze technologie werd oorspronkelijk ontwikkeld voor industriële toepassingen en de bescherming van alleenwerkers in risicovolle omgevingen (Guilbeault-Sauvé et al., 2021). *Man-down systemen* combineren doorgaans impactdetectie met immobiliteitsdetectie. Daarbij registreert een accelerometer eerst een plotselinge impact of versnelling, waarna bijkomende sensoren zoals gyroscopen of kantelhoeksensoren analyseren of de gebruiker gedurende een bepaalde tijd in een horizontale positie blijft liggen zonder significante beweging (Guilbeault-Sauvé et al., 2021). Wanneer meerdere criteria op een mogelijke val wijzen, kan automatisch een alarm worden gegenereerd (Guilbeault-Sauvé et al., 2021; González-Cañete & Casilari, 2021).

De laatste jaren worden dergelijke systemen ook toegepast binnen de ouderenzorg (Lee et al., 2025; Nisbet, 2025). Deze systemen zijn bijzonder relevant voor het detecteren van zogenoemde *long lie*-situaties, waarbij een persoon na een val gedurende langere tijd op de grond blijft liggen zonder hulp (Nisbet, 2025). Doordat deze systemen immobiliteit monitoren, kunnen ze bijzonder nuttig zijn voor ouderen met verminderde mobiliteit, evenwichtsstoornissen of een verhoogd valrisico (Guilbeault-Sauvé et al., 2021; Gorce & Jacquier-Bret, 2025; Nisbet, 2025).

Wanneer een val wordt gedetecteerd, kan het systeem automatisch een alarm genereren (González-Cañete & Casilari, 2021). In thuiszorgsituaties kan dit alarm worden doorgestuurd naar vooraf ingestelde contactpersonen of zorgdiensten, afhankelijk van de toepassing en zorgcontext (Nisbet, 2025). Moderne systemen kunnen daarnaast meerdere notificatiekanalen ondersteunen, zoals mobiele meldingen of centrale monitoring via een cloudplatform (Harari et al., 2021).

Samenvattend kan gesteld worden dat verschillende automatische draagbare valdetectiesystemen elk specifieke voordelen en beperkingen kennen zoals weergegeven in bijlage 2. Smartwatches bieden een hoge gebruiksvriendelijkheid en brede acceptatie, maar zijn minder specifiek ontwikkeld voor nauwkeurige valdetectie. Gespecialiseerde valdetectie apparaten en *man-down*-systemen worden in de literatuur doorgaans als geschikter beschouwd voor ouderen met een verhoogd valrisico,

aangezien zij specifiek ontworpen zijn voor continue valmonitoring en detectie van noodsituaties zoals *long lie*-incidenten.

8.2 Vergelijking tussen de systemen op basis van de responstijd

De responstijd is het tijdsverschil tussen het begin van de val en de detectie ervan. Deze parameter wordt ook gebruikt om aan te geven hoe snel een valdetectiesysteem reageert op een valincident. Een betere valdetectieprestatie hangt doorgaans samen met een kortere responstijd. (Hu & Qu, 2016) Om de responstijd te vergelijken worden in deze studie verschillende traditionele en automatische valdetectiesystemen onderzocht.

8.2.1 Traditionele draagbare valdetectiesystemen

STAAR Alert®; In-Home PERS

STAAR Alert® is een traditioneel *Personal Emergency Response System* waarbij geen automatische valdetectie aanwezig is. Het alarm wordt enkel geactiveerd wanneer de gebruiker handmatig op de noodknop drukt. Volgens de productinformatie draagt de gebruiker een noodknop in de vorm van een halsketting of polsband. Na activatie wordt verbinding gemaakt met een 24/7 meldkamer of hulpverlener. (STAAR Alert, 2026)

Gittings®; PERS Devices

Volgens Gittings® is de basiswerking van traditionele PERS gebaseerd op handmatige activatie door de gebruiker. Het apparaat wordt gedragen rond de nek of aan de pols en in noodsituaties moet de gebruiker zelf op de alarmknop drukken om contact te maken met een meldkamer of hulpdienst (Gittings Protective Security INC, z.d.).

New England Emergency Response Systems®; Standard Personal Emergency Response System (PERS)

Het NEERS® *Standard Personal Emergency Response System* maakt gebruik van een alarmknop die door de gebruiker kan worden gedragen als armband of halshanger. In noodsituaties moet de gebruiker handmatig op deze knop drukken om een alarm te activeren. Na activatie stuurt het basisstation via de telefoonlijn een signaal naar de meldkamer waarna hulp kan worden ingeschakeld. (New England Emergency Response Systems, Inc., z.d.). Het systeem is volledig afhankelijk van handmatige activatie door de gebruiker en beschikt niet over automatische valdetectie.

Concluderend kan gesteld worden dat de responstijd van de drie besproken traditionele systemen voornamelijk afhankelijk is van de reactietijd van de gebruiker. Bij elk systeem moet de gebruiker handmatig een alarm activeren voordat hulp kan worden ingeschakeld.

8.2.2 Automatische draagbare valdetectiesystemen

Commerciële smartwatches met automatische valdetectie

Om commerciële smartwatches met automatische valdetectie te vergelijken worden Apple®, Samsung® en Huawei® geselecteerd. Deze behoren tot de grootste smartwatchfabrikanten wereldwijd en vertegenwoordigen samen ongeveer 50% van het marktaandeel. (Gizguide, 2025; González-Cañete & Casilari, 2021)

Apple® Watch; watchOS26

Wanneer een val wordt gedetecteerd, geeft de Apple® Watch een waarschuwing met geluid en trilling op het scherm en wacht het op een reactie van de gebruiker. Indien de gebruiker ongeveer één minuut immobiel blijft, start een aftelling van 30 seconden waarna automatisch contact wordt opgenomen

met de hulpdiensten en de locatie wordt gedeeld. De totale tijd tot een automatische noodoproep bedraagt dus ongeveer 90 seconden. (Apple Support, z.d.)

Om contact op te nemen met hulpdiensten via de Apple® Watch is een mobiele dataverbinding of een gekoppelde iPhone met internetverbinding vereist. Indien deze verbinding niet beschikbaar is, kan noodcommunicatie in sommige gevallen plaatsvinden via een Apple® iPhone 14 of nieuwer met satellietfunctie, mits deze functie in het betreffende land wordt ondersteund. Deze functionaliteit is afhankelijk van model en regionale beschikbaarheid. (Apple Support, z.d.)

Samsung® Galaxy Watch4

De Samsung® Galaxy Watch4 beschikt over een valdetectiefunctie die vooraf kan worden geactiveerd via de instellingen in de Galaxy Wearable-app. Wanneer een val wordt gedetecteerd, geeft het horloge gedurende ongeveer 60 seconden een waarschuwing met pop-up, geluid en trilling. Indien de gebruiker niet reageert, kan automatisch een SOS-bericht met locatie worden verzonden naar vooraf ingestelde noodcontacten of hulpdiensten, afhankelijk van de configuratie en regio. Samsung geeft aan dat niet alle vallen worden gedetecteerd doordat fysieke activiteit de detectie kan beïnvloeden en dat een netwerkverbinding vereist is voor het verzenden van noodmeldingen. (Samsung Support, z.d.)

Huawei® Watch 4

Wanneer de valdetectiefunctie is ingeschakeld, kan het horloge met behulp van bewegingssensoren een val detecteren en vervolgens de *Emergency SOS*-functie activeren. Bij detectie verschijnt een waarschuwing op het scherm. Indien de gebruiker binnen ongeveer 60 seconden niet reageert, kan het toestel automatisch een noodoproep of bericht versturen naar vooraf ingestelde noodcontacten en/of hulpdiensten. Dit is afhankelijk van de configuratie en regionale beschikbaarheid. De melding bevat indien beschikbaar ook locatiegegevens. Voor het verzenden van noodmeldingen is een gekoppelde smartphone of een geactiveerde eSIM-verbinding vereist. Ook Huawei® geeft daarnaast aan dat niet alle vallen worden gedetecteerd en dat hoge-impact bewegingen soms foutief als val kunnen worden geïnterpreteerd. (Huawei Support, z.d.)

8.2.3 Gespecialiseerde valdetectiesystemen

Philips Lifeline®; AutoAlert

Philips Lifeline® biedt verschillende oplossingen voor valdetectie en persoonsalarmering, afhankelijk van de gebruikssituatie. De AutoAlert-oplossing is een thuisgebaseerd systeem waarbij de halshanger met behulp van sensoren en algoritmes een val kan detecteren en deze probeert te onderscheiden van normale dagelijkse bewegingen. Wanneer een val wordt gedetecteerd, maakt het systeem automatisch verbinding met het Lifeline Response Center, waar getrainde zorgspecialisten de melding opvolgen. (Philips Cares, 2022) Na registratie van de val neemt het systeem na ongeveer 30 seconden automatisch contact op met het meldpunt. Wanneer de gebruiker kan reageren, is tweerichtingsspraakcommunicatie met een zorgverlener mogelijk. Indien er geen reactie volgt, kan de zorgverlener noodcontacten of hulpdiensten inschakelen. (Philips Cares, 2022)

Voor gebruikers die ook buitenshuis actief zijn, biedt Philips Lifeline® de mobiele “On the Go”-oplossing aan. Deze maakt gebruik van mobiele verbindingen en lokalisatietechnologieën zoals GPS om de locatie van de gebruiker te bepalen, waardoor het systeem ook buiten de woning inzetbaar is. (Philips Cares, 2022)

Medical Guardian®; Fall Detection Pendant

Het apparaat kan een val detecteren door middel van sensoren die veranderingen in beweging en versnelling analyseren. Deze functie werkt zonder dat de gebruiker een knop hoeft in te drukken. (Medical Guardian, 2023)

Wanneer een val wordt geregistreerd, stuurt het systeem een alarm naar het 24/7-monitoringcentrum van Medical Guardian®, tenzij de gebruiker dit annuleert. Vervolgens wordt via tweerichtingscommunicatie contact opgenomen met de gebruiker om de situatie te beoordelen. (Medical Guardian, 2023) Medical Guardian® geeft aan dat hun automatische valdetectietechnologie doorgaans een detectieresponstijd van ongeveer 1 tot 15 seconden heeft na het registreren van een val. (Medical Guardian, 2023)

ADT®; Medical Alert Fall Detection Pendant

De ADT® Medical Alert Fall Detection Pendant is een draagbare halshanger die automatisch een val kan detecteren en hulp inschakelt indien de gebruiker niet reageert. De ingebouwde sensoren analyseren bewegingen en impact om een val te onderscheiden van normale activiteiten. (ADT, 2024)

Bij een val doorloopt het systeem een detectiefase van ongeveer 20–30 seconden, gevolgd door een pre-alarmperiode van ongeveer 20 seconden waarin de gebruiker het alarm nog kan annuleren. Indien er geen annulering plaatsvindt, wordt automatisch een melding verzonden naar het 24/7-monitoringcentrum van ADT, waarna een medewerker contact opneemt met de gebruiker. De totale tijd vanaf het begin van de val tot het verzenden van het alarm bedraagt ongeveer 40–50 seconden. (ADT, 2024)

8.2.4 Man-down-systemen

TeleAlarm®; ManDown Sensor

De TeleAlarm® ManDown Sensor is een draagbare sensor gebaseerd op het industriële *man-down*-principe waarbij een alarm wordt geactiveerd wanneer de drager gedurende een bepaalde tijd in een horizontale positie blijft. Wanneer de sensor een kanteling van meer dan 60° ten opzichte van de verticale positie detecteert, kan dit wijzen op een val of bewusteloosheid. (TeleAlarm, 2016)

Bij detectie start een korte verificatiefase van ongeveer 10 seconden. Indien de gebruiker daarna niet terugkeert naar een rechtopstaande positie, volgt een pre-alarmfase van ongeveer 30 seconden waarin nog kan worden gereageerd. Indien geen herstel wordt gedetecteerd, wordt automatisch een alarm verzonden naar het gekoppelde systeem. De totale tijd van detectie tot het verzenden van het alarm bedraagt ongeveer 40 seconden. (TeleAlarm, 2016)

ELPAS®; Man-Down Emergency Call Transmitter

De ELPAS® Man-Down Emergency Call Transmitter is een draagbaar alarmtoestel dat gebruikmaakt van *man-down*-technologie, oorspronkelijk ontwikkeld voor beveiliging en bescherming van alleenwerkers. Het apparaat is uitgerust met een tilt-sensor die detecteert wanneer de drager zich in een sterk gekantelde positie bevindt, waarbij de afwijking meer dan 60° ten opzichte van de verticale positie bedraagt. Dit kan wijzen op een val of een bewusteloosheidssituatie. (Elpas, 2013)

Wanneer een dergelijke positie wordt gedetecteerd, activeert het apparaat eerst een pre-alarmfase van ongeveer 15 seconden, vergezeld van een hoorbare waarschuwingstoon die om de 2 seconden weerklinkt. Tijdens deze periode kan de gebruiker het alarm nog annuleren door opnieuw te bewegen, het toestel rechtop te brengen of op de annuleerknop te drukken. Indien er geen reactie volgt, stuurt het systeem automatisch een *man-down*-alarm naar het gekoppelde monitoringssysteem. (Elpas, 2013)

LoneAlert®; Man Down X

De Man Down X bevat een tilt-sensor die detecteert wanneer het apparaat gedurende een bepaalde tijd in een sterk gekantelde positie ligt, wat kan wijzen op een val of bewusteloosheid. (LoneAlert, 2022)

Wanneer het toestel een mogelijke *man-down*-situatie detecteert, blijft het apparaat eerst ongeveer 30 seconden stil. Vervolgens start een waarschuwing via geluid, trilling en een knipperend licht om de gebruiker te informeren dat een alarm bijna zal worden verzonden. Deze waarschuwingsfase duurt ongeveer 1 minuut. Tijdens deze periode kan de gebruiker het alarm nog annuleren door het toestel opnieuw rechtop te plaatsen. Indien de gebruiker na ongeveer 90 seconden niet reageert en het toestel in dezelfde gekantelde positie blijft liggen, wordt automatisch een alarm verzonden naar het monitoring- of zorgsysteem, zodat hulpverleners of contactpersonen kunnen ingrijpen. (LoneAlert, 2022) De totale tijd tussen de detectie van de *man-down*-situatie en het verzenden van het alarm bedraagt dus ongeveer 90 seconden.

Samenvattend kan gesteld worden dat traditionele valdetectiesystemen in theorie de snelste responstijd opleveren, omdat de gebruiker zelf onmiddellijk een alarm kan activeren. In de praktijk blijkt dit echter niet altijd mogelijk, wanneer een alarm niet handmatig kan worden geactiveerd, nemen automatische valdetectiesystemen deze rol over. Zij reageren dan het snelst, doordat het systeem zonder tussenkomst van de gebruiker een melding verstuurt (Villa & Casilari, 2024).

Vooral gespecialiseerde automatische systemen zoals Philips Lifeline® AutoAlert met een gemiddelde responstijd van ongeveer 30 seconden, Medical Guardian® Fall Detection Pendant met een responstijd tussen 1 en 15 seconden en ADT® Medical Alert Fall Detection Pendant met een responstijd van 40 tot 50 seconden tonen gemiddeld de kortste responstijden. Ook *man-down*-systemen zoals de ELPAS® Man-Down Emergency Call Transmitter, die gemiddeld 15 seconden nodig heeft, scoren hoog op snelheid. Smartwatches tenslotte scoren gemiddeld het traagst wanneer het aankomt op responstijd. De vergelijking van responstijden tussen de systemen wordt visueel weergegeven in bijlage 3, waar duidelijk wordt dat automatische systemen in situaties waarin handmatige activatie niet mogelijk is, de responstijd aanzienlijk verkorten.

8.3 Vergelijking tussen de systemen op basis van de effectiviteit

Om de effectiviteit van valdetectiesystemen correct te beoordelen moet rekening worden gehouden met verschillende prestatieparameters, namelijk sensitiviteit, specificiteit, positief voorspellende waarde en negatief voorspellende waarde. Sensitiviteit verwijst naar het vermogen van een systeem om daadwerkelijke valincidenten correct te detecteren. Specificiteit verwijst naar het vermogen van het systeem om situaties zonder val correct te identificeren. (Fletcher et al., 2014; Parikh et al., 2008; Flor-Unda et al., 2025)

8.3.1 Traditionele draagbare valdetectiesystemen

Uit Johnston et al. (2010) blijkt dat het gebruik van manuele personenalarmsystemen gepaard gaat met een hoog aandeel niet-urgente alarmmeldingen: 58% van de noodoproepen komt niet overeen met een echte noodsituatie. Recente grootschalige data ondersteunen dit beeld eveneens. Agboola et al. (2017) rapporteren dat slechts 5,4% van de PERS-activaties werkelijke incidenten betreft, terwijl 11,7% wordt veroorzaakt door accidentele activaties. Dat wijst op een laag aandeel echte noodsituaties binnen de totale alarmactivaties. Deze bevindingen worden ondersteund door een review van Stokke (2016) waarin wordt gerapporteerd dat het aandeel werkelijke noodsituaties in verschillende studies sterk varieert van 2,1% tot 67%. Dat wijst op een aanzienlijke variatie in het aandeel niet-urgente alarmactivaties binnen PERS-systemen.

De effectiviteit van traditionele PERS-systemen hangt sterk af van de fysieke en cognitieve mogelijkheden van de gebruiker. Wanneer ouderen het alarm niet kunnen activeren, blijft een noodsituatie mogelijk onopgemerkt (Stokke, 2016; Boström et al., 2011). Bovendien worden de apparaten niet altijd consequent gedragen of tijdig gebruikt, wat de betrouwbaarheid beperkt (Chaudhuri et al., 2014). Hoewel PERS-systemen vaak een gevoel van veiligheid geven, ervaren sommige gebruikers ook onzekerheid en angst over hun correcte werking (Boström et al., 2011).

8.3.2 Automatische draagbare valdetectiesystemen

De eerder geïntroduceerde categorieën van automatische draagbare valdetectiesystemen worden in dit onderdeel vergeleken op basis van hun effectiviteit.

Bij machine learning-gebaseerde valdetectie worden algoritmen getraind op datasets met val- en niet-vals scenario's om complexe patronen te herkennen (Mondal & Ghosal, 2023; Warrington et al., 2021). Recente ontwikkelingen maken gebruik van *deep learning*-modellen, zoals *long short-term memory* (LSTM)-netwerken, om de detectie van valincidenten te verbeteren en het aantal vals-positieven en vals-negatieven te verminderen (Mondal & Ghosal, 2023). Hoewel dergelijke benaderingen vaak betere detectieprestaties behalen, vereisen zij meer rekenkracht en uitgebreide trainingsdata.

In de systematische review van Gorce & Jacquier-Bret (2025) behaalt de effectiviteit van deze systemen een vaste drempelbenadering een sensitiviteit van 93,3% en een specificiteit van 91,4%, terwijl een adaptieve drempelbenadering resulteert in een sensitiviteit van 90% en een specificiteit van 92%. *Machine learning*-gebaseerde detectiemethoden laten in deze vergelijking de hoogste prestaties zien met een sensitiviteit van 100% en een specificiteit van 99,8%.

Commerciële smartwatches met automatische valdetectie

De commerciële smartwatches van Apple®, Samsung® en Huawei® publiceren geen specifieke prestatiegegevens over de valdetectie, zoals sensitiviteit, specificiteit of percentages van vals-positieven en vals-negatieven. Echter kunnen deze merken niet alle vallen detecteren en kunnen sommige activiteiten foutief als val worden geïnterpreteerd. (Apple Support, z.d.; Samsung Support, z.d.; Huawei Support, z.d.).

Omdat fabrikanten van smartwatches weinig gedetailleerde prestatiegegevens over hun valdetectie-algoritmen publiceren, zijn onafhankelijke wetenschappelijke studies noodzakelijk om sensitiviteit, specificiteit en foutdetecties te evalueren. Daardoor kan de effectiviteit momenteel niet worden beoordeeld.

Uit verschillende externe studies met gesimuleerde vallen blijkt dat de prestaties van valdetectie in smartwatches sterk afhankelijk zijn van het gebruikte algoritme en het model. In een scoping review van Masoumian Hosseini et al. (2023) werd gerapporteerd dat een smartwatchalgoritme voor het detecteren van gesimuleerde vallen een sensitiviteit van 77% en een specificiteit van 99% bereikte. De review toont daarnaast aan dat deze prestaties variëren per type val en smartwatchmodel, met een sensitiviteit tussen 70% en 100% en een specificiteit tussen 80% en 100%.

Een eerdere experimentele studie van Brew et al. (2022) bevestigt deze bevindingen in een gecontroleerde setting. Bij gesimuleerde vallen werd door een smartwatchalgoritme een sensitiviteit van circa 77% en een specificiteit van 99% bereikt. Dat suggereert dat ongeveer een kwart van de vallen niet wordt gedetecteerd. Deze cijfers illustreren dat smartwatches over het algemeen betrouwbaar zijn in het detecteren van vallen, maar vals-negatieve en vals-positieve resultaten blijven voorkomen.

Samen tonen deze onderzoeken aan dat smartwatch-algoritmes bij gecontroleerde tests consistente prestaties kunnen leveren, maar dat de effectiviteit afhangt van het algoritme, het type val en het model van het apparaat. (Brew et al., 2022)

Gespecialiseerde valdetectiesystemen

Fabrikanten van gespecialiseerde draagbare valdetectietechnologieën publiceren doorgaans beperkte wetenschappelijke prestatiegegevens zoals sensitiviteit, specificiteit en percentages van vals-positieve en vals-negatieve detecties. De beschikbare informatie is meestal gebaseerd op interne tests of gebruikersgegevens van de fabrikant. Daardoor zijn de resultaten moeilijk rechtstreeks te vergelijken met onafhankelijke wetenschappelijke studies. In vergelijking met commerciële smartwatches zijn gespecialiseerde valdetectie apparaten specifiek ontworpen voor nooddetectie en monitoring. Ze gebruiken door algoritmen geanalyseerde sensorgegevens om een val te detecteren en een waarschuwing te sturen naar zorgverleners of contactpersonen. Het combineren van verschillende sensortypes verhoogt de detectienauwkeurigheid en vermindert foutieve alarmen (Villa & Casilari, 2024; Warrington et al., 2021).

Volgens Philips® tonen interne tests bij meer dan 100.000 gebruikers over een periode van tweeënhalf jaar aan dat het systeem meer dan 95% van veel voorkomende valtypes detecteert met een laag percentage valse alarmen. Tegelijkertijd geeft de fabrikant aan dat sommige vallen, zoals zeer geleidelijke valbewegingen, mogelijk niet worden gedetecteerd. (Philips Cares, 2022) Dat wijst erop dat ook bij dit systeem zowel vals-negatieve als in beperkte mate vals-positieve detecties kunnen voorkomen.

De fabrikant van Medical Guardian® waarschuwt dan weer dat, hoewel het systeem is ontworpen om veel valpatronen te herkennen, niet alle vallen kunnen worden gedetecteerd en dat bepaalde snelle of ongebruikelijke bewegingen soms als val kunnen worden geïnterpreteerd. Daardoor kunnen zowel vals-positieve als vals-negatieve meldingen voorkomen. (Medical Guardian, 2023)

Uit een *umbrella review* van systematische reviews naar draagbare valdetectiesystemen blijkt dat dergelijke apparaten doorgaans een hoge detectienauwkeurigheid bereiken. De review rapporteert dat draagbare valdetectiesystemen gemiddeld een sensitiviteit van ongeveer 93,1% of hoger en een specificiteit van 86,4% of hoger behalen bij het detecteren van vallen. (Warrington et al., 2021) Dat betekent dat de meeste echte vallen correct worden gedetecteerd, terwijl normale dagelijkse activiteiten meestal correct als geen val worden herkend.

Deze cijfers zijn te vergelijken met de studie van Villa & Casilari (2024) die aantonen dat het gebruik van deze sensoren in combinatie met convolutioneel neurale netwerk een sensitiviteit oplevert tussen 95,01% en 98,68%, en een specificiteit tussen 94,68% en 99,84%. De review toont daarnaast aan dat de nauwkeurigheid van valdetectie sterk afhangt van de sensorplaatsing op het lichaam en het aantal sensoren. Sensoren op de romp, het been of de voet leveren doorgaans de hoogste detectienauwkeurigheid. Het combineren van meerdere sensoren verhoogt bovendien de sensitiviteit en specificiteit. (Warrington et al., 2021)

Andere experimentele studies met sensorgebaseerde draagbare systemen tonen eveneens hoge prestaties. Zo rapporteerde een studie met een inertiael sensorgebaseerd valdetectiesysteem, gedragen rond de taille, een gemiddelde sensitiviteit van 97,9%, een specificiteit van 99,9% en een nauwkeurigheid van 99,7% bij het onderscheiden van vallen en dagelijkse activiteiten (Tseng et al., 2025).

Hoewel draagbare valdetectiesystemen in studies vaak hoge sensitiviteit en specificiteit vertonen, benadrukken onderzoekers dat verdere hoogkwalitatieve studies nodig zijn om de nauwkeurigheid in realistische omstandigheden bij oudere gebruikers te bevestigen (Warrington et al., 2021).

8.3.3 *Man-Down*-systemen

Fabrikanten van *man-down*-systemen publiceren doorgaans weinig gedetailleerde prestatiegegevens over sensitiviteit, specificiteit en vals-positieve of vals-negatieve detecties. De documentatie van systemen zoals de TeleAlarm® ManDown Sensor, de ELPAS® Man-Down Emergency Call Transmitter en de Man Down X van LoneAlert® beschrijft voornamelijk de technische werking van het detectiemechanisme en de alarmprocedures, zonder uitgebreide wetenschappelijke evaluaties van de detectienauwkeurigheid. (Khan & Hoey, 2017; Igual et al., 2013)

Hoewel het *man-down*-principe effectief kan zijn voor het detecteren van situaties waarin een persoon na een val bewegingloos blijft liggen, kan het ook leiden tot foutdetecties. Een horizontale houding tijdens normale activiteiten, zoals liggen of rusten, kan als val worden geïnterpreteerd en leiden tot vals-positieve alarmen (Khan & Hoey, 2017). Omgekeerd kan een val waarbij de persoon snel opnieuw rechtstaat of niet langdurig horizontaal blijft, ongedetecteerd blijven, wat resulteert in vals-negatieve detecties (Khan & Hoey, 2017; Igual et al., 2013).

In vergelijking met sensorgebaseerde valdetectiesystemen die gebruikmaken van complexe algoritmen en meerdere bewegingsparameters, zijn *man-down*-systemen voornamelijk gebaseerd op positie- en tijdsdetectie. Ze zijn daardoor vooral geschikt voor situaties met langdurige immobiliteit na een val, maar minder nauwkeurig bij kortdurende horizontale houdingen of dynamische bewegingen. (Igual et al., 2013; Khan & Hoey, 2017)

Uit de studie van Guilbeault-Sauvé et al. (2021) blijkt dat *man-down*-systemen die gebruikmaken van in-ear inertiele sensoren veelbelovend zijn voor het detecteren van kritieke situaties bij industriële werknemers. Het systeem definieert een *Man Down Situation* als een combinatie van vallen (F), immobiel zijn (I) en liggen op de grond (D). Door deze combinatie kan het systeem onderscheid maken tussen echte incidenten en normale activiteiten, wat valse alarmen helpt minimaliseren.

De evaluatie van het systeem, uitgevoerd op een grote openbare dataset met simulaties van normale activiteiten en kritieke situaties, toonde een vals-positieve percentage van 1,1%, wat wijst op zeer weinig foutieve alarmen. De nauwkeurigheid van het correct detecteren van echte *man-down*-situaties lag rond de 99%. Hoewel het artikel de exacte cijfers voor sensitiviteit en specificiteit niet in één tabel vermeldt, kan uit de gerapporteerde prestaties worden afgeleid dat zowel de sensitiviteit als specificiteit zeer hoog zijn, aangezien de combinatie van detecties van F, I en D effectief zowel echte incidenten herkent als normale activiteiten negeert. (Guilbeault-Sauvé et al., 2021)

Samenvattend kan gesteld worden dat traditionele valdetectiesystemen een lage effectiviteit hebben, omdat veel activaties geen echte noodsituatie betreffen en het systeem afhankelijk is van de gebruiker (Agboola et al., 2017; Johnston et al., 2010; Stokke, 2016).

Automatische valdetectiesystemen tonen duidelijk betere prestaties. Gespecialiseerde apparaten onderscheiden zich hierbij als de meest effectieve oplossing: zij combineren meerdere sensoren, zijn specifiek ontworpen voor nooddetectie en behalen in studies een hoge sensitiviteit en specificiteit (Villa & Casilari, 2024; Warrington et al., 2021; Tseng et al., 2025).

Smartwatches leveren wisselende resultaten, afhankelijk van algoritme en model, en blijven gevoeliger voor vals-positieven en vals-negatieven (Masoumian Hosseini et al., 2023; Brew et al., 2022).

Man-down-systemen zijn vooral effectief bij langdurige immobiliteit en tonen hoge nauwkeurigheid, maar zijn minder betrouwbaar bij kortdurende houdingen of dynamische bewegingen (Khan & Hoey, 2017; Igual et al., 2013).

De vergelijking van effectiviteit toont dat gespecialiseerde automatische systemen het best scoren, gevolgd door *man-down*-systemen, daarna smartwatches en tenslotte de traditionele valdetectiesystemen.

8.4 Vergelijking tussen draagbare valdetectiesystemen bij ouderen en automatische incidentdetectie in voertuigen

Automatische valdetectiesystemen voor ouderen vertonen conceptuele en technologische overeenkomsten met incidentdetectiesystemen in de transportsector, zoals het Europese eCall-systeem in voertuigen (European Commission, z.d.). In beide domeinen worden sensoren gebruikt om beweging continu te monitoren en afwijkende patronen te identificeren. Veel draagbare valdetectiesystemen maken doorgaans gebruik van accelerometers en gyroscopen om versnelling, rotatie en lichaamshouding te registreren (Bourke et al., 2007; Igual et al., 2013). Wanneer een significante versnelling of afwijkend bewegingspatroon wordt gedetecteerd, kan automatisch een noodmelding worden verstuurd, vaak inclusief locatiegegevens via satellietnavigatie, zodat hulpdiensten sneller kunnen reageren (Griffin et al., 2020; Weinlich et al., 2018).

Hoewel het basisprincipe vergelijkbaar is, verschilt de toepassing per context. In de automotive sector wordt incidentdetectie voornamelijk gebaseerd op de meting van hoge G-krachten, abrupte snelheidsveranderingen en aanvullende voertuigdata, zoals airbagactivatie. Omdat deze signalen duidelijk afwijken van normaal rijgedrag, is de kans op vals-positieven doorgaans lager dan in andere toepassingsdomeinen (Chithra et al., 2025). In de ouderenzorg is valdetectie complexer, omdat valincidenten kunnen lijken op dagelijkse activiteiten, zoals zitten of gaan liggen (Igual et al., 2013). Hierdoor is het moeilijker om een val betrouwbaar te onderscheiden van normale bewegingen.

Moderne systemen gebruiken daarom steeds vaker sensorfusie en machine learning, waarbij meerdere sensoren worden gecombineerd. Naast accelerometers en gyroscopen kunnen bijvoorbeeld magnetometers en barometrische sensoren worden ingezet om kleine oriëntatie- en hoogteveranderingen te detecteren, wat de nauwkeurigheid van valdetectiesystemen kan verbeteren. (Chai et al., 2021)

Een belangrijke overeenkomst tussen transport- en zorgtoepassingen is de klinische doelstelling om de tijd tot medische interventie te verkorten. In de transportsector richt automatische incidentdetectie zich op het verkorten van de responstijd volgens het *Golden Hour*-principe, waarbij snelle behandeling na trauma de overlevingskans verhoogt (Min et al., 2026). In de ouderenzorg ligt de focus daarentegen op het voorkomen van een *long lie*, waarbij een oudere na een val langdurig op de grond blijft liggen (Nisbet, 2025).

9 Conclusie

Uit dit onderzoek blijkt dat bij het gebruik van automatische draagbare valdetectiesystemen bij thuiswonende ouderen vanaf 65 jaar met een valincident gespecialiseerde automatische valdetectiesystemen het best scoren. Deze systemen combineren een vrij hoge effectiviteit en een responstijd tussen 1 en 50 seconden. Daarmee activeren ze op een snelle manier hulp en doen dat zonder dat de gebruiker zelf moet ingrijpen, wat deze systemen in de praktijk de meest effectieve oplossing maakt.

Wanneer gekeken wordt naar de responstijd, hebben de traditionele valdetectiesystemen de snelste reactie omdat zij onmiddellijk alarm geven zodra de knop wordt ingedrukt. Echter hebben traditionele valdetectiesystemen een lage effectiviteit, omdat veel activaties geen echte noodsituatie betreffen en het systeem afhankelijk is van de gebruiker (Agboola et al., 2017; Johnston et al., 2010; Stokke, 2016).

De *man-down*-systemen hebben een hoge effectiviteit en responstijden tussen 15 en 90 seconden. Hun sterkte ligt vooral in het detecteren van langdurige immobiliteit. De beschikbare literatuur daarover is echter beperkt, waardoor hun effectiviteit minder goed onderbouwd is.

De smartwatches komen vervolgens met responstijden tussen 60 en 90 seconden, en een lagere effectiviteit ten opzichte van de andere automatische systemen. Ze kunnen gebruiksvriendelijk en multifunctioneel zijn, maar gevoeliger voor vals-positieven door polsbewegingen en zijn afhankelijk van correct gebruik.

De huidige literatuur is echter beperkt en methodologisch niet altijd even sterk onderbouwd binnen deze thematiek. Veel studies zijn uitgevoerd in gecontroleerde of semi-gecontroleerde settings waardoor de generaliseerbaarheid naar thuissituaties beperkt is. Fabrikanten verschaffen vaak slechts summiere prestatiegegevens. Dat wijst op een duidelijke niche en benadrukt de noodzaak van verder onderzoek.

Daarnaast moet rekening worden gehouden met individuele bewegingspatronen, die de accuraatheid van automatische valdetectiesystemen beïnvloeden. Toepassingen van artificiële intelligentie en machine learning worden gezien als veelbelovende benaderingen om bewegingsprofielen beter te modelleren en zo vals-positieven en vals-negatieven te reduceren, al bevinden deze zich nog grotendeels in een onderzoek- en validatiefase. Ook blijkt dat systemen die dichter bij het lichaamszwaartepunt worden gedragen aanzienlijk betere resultaten geven dan systemen die rond de pols gedragen worden.

Deze conclusie is gebaseerd op beperkte gegevens, aangezien veel studies in gecontroleerde settings zijn uitgevoerd en fabrikanten slechts summiere prestatiegegevens publiceren. Dat benadrukt de noodzaak van verder onderzoek om de betrouwbaarheid van automatische valdetectiesystemen in realistische omstandigheden te bevestigen.

Samengevat is de beschikbare literatuur nog beperkt en heterogeen, met studies die vaak in gecontroleerde settings zijn uitgevoerd en met beperkte onafhankelijke validatie van commerciële systemen.

10 Aanbevelingen voor verpleegkundig werkveld

In dit onderdeel worden aanbevelingen gesteld om de implementatie van valdetectiesystemen en technologische innovaties in het verpleegkundig werkveld te ondersteunen.

10.1 Focus op sensitiviteit

Verpleegkundigen moeten bij de keuze en evaluatie van valdetectiesystemen vooral inzetten op hoge sensitiviteit. Het voorkomen van een *long lie* heeft immers veel zwaardere gevolgen voor de patiënt dan een vals-positieve melding voor de maatschappij. Een onnodige interventie is maatschappelijk minder belastend dan de complicaties van een gemiste val. (Brew et al., 2022)

10.2 Gebruik van draagbare sensoren

Systemen die dicht bij het lichaam en vooral bij het lichaamszwaartepunt gedragen worden, tonen aantoonbaar betere resultaten dan smartwatches of losstaande apparaten. Verpleegkundigen moeten deze systemen aanbevelen en erop toezien dat ze correct gedragen worden, omdat dit de betrouwbaarheid aanzienlijk verhoogt. (González-Cañete & Casilari, 2021)

10.3 Integratie van AI en machine learning

Het verpleegkundig werkveld moet de technologische vooruitgang in artificiële intelligentie en machine learning nauw opvolgen. Deze technieken kunnen metingen verfijnen, patronen van individuele bewegingen herkennen en zo het aantal valspositieven en valsnegatieven reduceren. Dat verhoogt de betrouwbaarheid en toepasbaarheid van valdetectiesystemen in de praktijk. (Gorce & Jacquier-Bret, 2025)

10.4 Praktijkgericht onderzoek

Het stimuleren van studies die plaatsvinden in reële zorgcontexten en thuissituaties, in plaats van uitsluitend gecontroleerde settings, zorgt ervoor dat resultaten beter aansluiten bij de dagelijkse praktijk van ouderen en verpleegkundigen. (Warrington et al., 2021)

10.5 Multidisciplinaire samenwerking

Verpleegkundigen spelen een sleutelrol in het implementeren en evalueren van deze technologieën, maar samenwerking met technologische partners, onderzoekers en beleidsmakers is noodzakelijk om duurzame en effectieve oplossingen te realiseren. (Chaudhuri et al., 2014)

11 Literatuurlijst

- ADT. (2024, 21 maart). *ADT Medical Alert Fall Detection pendant*. ADT Home Security Support Center. Geraadpleegd op 10 maart 2026, van <https://help.adt.com/s/article/Medical-Alert-Fall-Detection-Pendant>
- Agboola, S., Golas, S., Fischer, N., Nikolova-Simons, M., Op den Buijs, J., Schertzer, L., Kvedar, J., & Jethwani, K. (2017). *Healthcare utilization in older patients using personal emergency response systems: an analysis of electronic health records and medical alert data: Brief Description: A Longitudinal Retrospective Analyses of healthcare utilization rates in older patients using Personal Emergency Response Systems from 2011 to 2015*. BMC health services research, 17(1), 282. <https://doi.org/10.1186/s12913-017-2196-1>
- Appeadu, M. K., Bordoni, B. (2023, 4 juni) *Falls and Fall Prevention in Older Adults*. In StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560761/>
- Apple Support. (2026, 6 februari). *Valdetectie gebruiken met Apple Watch*. Apple. Geraadpleegd op 19 maart 2026, van <https://support.apple.com/nl-be/108896>
- Apple Support. (z.d.). *Valdetectie beheren op de Apple Watch*. Apple. Geraadpleegd op 19 maart 2026, van <https://support.apple.com/nl-nl/guide/watch/apd34c409704/watchos>
- Bikova, M., Ambugo, E. A., Tjerbo, T., Jalovcic, D., & Førland, O. (2024). *Does assistive technology contribute to safety among home-dwelling older adults?* BMC Health Services Research, 24, 750. <https://doi.org/10.1186/s12913-024-11185-8>
- Bloch, F. (2012). *Critical Falls: Why Remaining on the Ground After a Fall can be Dangerous, Whatever the Fall*. Journal of the American Geriatrics Society, 60(7), 1375–1376. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2012.04017.x>
- Boström, M., Kjellström, S., Malmberg, B., & Björklund, A. (2011). *Personal emergency response system (PERS) alarms may induce insecurity feelings*. Gerontechnology, 10(3). <https://doi.org/10.4017/gt.2011.10.3.001.00>

- Bourke, A. K., O'Brien, J. V., & Lyons, G. M. (2007). *Evaluation of a threshold-based tri-axial accelerometer fall detection algorithm*. *Gait & Posture*, 26(2), 194–199.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.09.012>
- Brew, B., Faux, S. G., & Blanchard, E. (2022). *Effectiveness of a Smartwatch App in Detecting Induced Falls: Observational Study*. *JMIR formative research*, 6(3), e30121.
<https://doi.org/10.2196/30121>
- Cha S. M. (2025). *A Systematic Review of Home Modifications for Aging in Place in Older Adults*. *Healthcare*, 13(7), 752. <https://doi.org/10.3390/healthcare13070752>
- Chai, X., Wu, R., Pike, M., Jin, H., Chung, W.-Y., & Lee, B.-G. (2021). *Smart Wearables with Sensor Fusion for Fall Detection in Firefighting*. *Sensors*, 21(20), 6770.
<https://doi.org/10.3390/s21206770>
- Chaudhuri, S., Thompson, H., & Demir, G. (2014). *Fall detection devices and their use with older adults: a systematic review*. *Journal of geriatric physical therapy* (2001), 37(4), 178–196.
<https://doi.org/10.1519/JPT.0b013e3182abe779>
- Chithra, V., Vidusha, M., Eldho, A. M., Saleem, P. S., & Charley, E. J. (2025). *Accident alert system using sensors and IoT devices*. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, 13(3). <https://www.ijcrt.org/papers/IJCRT2503798.pdf>
- Clegg, A., Young, J., Iliffe, S., Rikkert, M. O., & Rockwood, K. (2013). *Frailty in elderly people*. *Lancet*, 381(9868), 752–762. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)62167-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)62167-9)
- Drieskens, S., Janssens, M., & Hermans, L. (2025). *Gezondheidsenquête 2023–2024: Valincidentie bij oudere personen*. Sciensano.
https://www.sciensano.be/sites/default/files/fi_report_nl_his2023.pdf
- Elpas. (2013, januari). *Elpas Man-Down Emergency Call Transmitter: User Guide* [PDF]. Elpas.
Geraadpleegd op 12 maart 2026, van <https://fccid.io/O4X5-MDA00433/User-Manual/User-Manual-1917416.pdf>

- European Commission. (z.d.). *The interoperable EU-wide eCall*. Geraadpleegd op 12 maart 2026, van https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/smart-mobility/road/its-directive-and-action-plan/interoperable-eu-wide-ecall_en
- Expertisecentrum Val- en fractuurpreventie Vlaanderen. (z.d.-a). *Expertisecentrum Val- en fractuurpreventie Vlaanderen*. Valpreventie.be. Geraadpleegd op 6 februari 2026, van <https://www.valpreventie.be/>
- Expertisecentrum Val- en fractuurpreventie Vlaanderen. (z.d.-b). *Vallen voorkomen in de thuissetting*. Valpreventie. Geraadpleegd op 6 februari 2026, van <https://www.valpreventie.be/vallen-voorkomen-in-de-thuissetting> (valpreventie.be)
- Facchinetti, G., Petrucci, G., Albanesi, B., De Marinis, M. G., & Piredda, M. (2023). *Can Smart Home Technologies Help Older Adults Manage Their Chronic Condition? A Systematic Literature Review*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1205. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021205>
- Fall Prevention Foundation. (2025, juni 23). *Staying safe at home and beyond: A complete guide to senior alert systems with fall detection*. Fall Prevention Foundation. Geraadpleegd op 6 februari 2026, van <https://fallpreventionfoundation.org/2025/06/23/staying-safe-at-home-and-beyond-a-complete-guide-to-senior-alert-systems-with-fall-detection/>
- Falls and patient safety for older adults. (2006, oktober). *Wound Management & Prevention*. HMP Global Learning Network. <https://www.hmpgloballearningnetwork.com/site/wmp/content/falls-and-patient-safety-older-adults>
- Fletcher, R. H., Fletcher, S. W., & Fletcher, G. S. (2014). *Clinical epidemiology: The essentials (5th ed.)* [PDF]. Lippincott Williams & Wilkins. Geraadpleegd op 12 maart 2026, van https://elibrary.klintapscohas.edu.gh/wp-content/uploads/2024/06/Clinical-Epidemiology_-The-Essentials-PDFDrive-.pdf

- Flor-Unda, O., Arcos-Reina, R., Estrella-Caicedo, C., Toapanta, C., Villao, F., Palacios-Cabrera, H., Nunez-Nagy, S., & Alarcos, B. (2025). *A Comparative Overview of Technological Advances in Fall Detection Systems for Elderly People*. *Sensors*, 25(24), 7423. <https://doi.org/10.3390/s25247423>
- Giovannini, S., Brau, F., Galluzzo, V., Santagada, D. A., Loreti, C., Biscotti, L., Laudisio, A., Zuccalà, G., & Bernabei, R. (2022). *Falls among Older Adults: Screening, Identification, Rehabilitation, and Management*. *Applied Sciences*, 12(15), 7934. <https://doi.org/10.3390/app12157934>
- Gittings Protective Security INC. (2026). *Personal emergency response systems (PERS)*. Gittings. Geraadpleegd op 12 maart 2026, van <https://gittingspi.com/personal-emergency-response-systems/>
- González-Cañete, F. J., & Casilari, E. (2021). *A Feasibility Study of the Use of Smartwatches in Wearable Fall Detection Systems*. *Sensors*, 21(6), 2254. <https://doi.org/10.3390/s21062254>
- Gorce, P., & Jacquier-Bret, J. (2025). *Fall Detection in Elderly People: A Systematic Review of Ambient Assisted Living and Smart Home-Related Technology Performance*. *Sensors*, 25(21), 6540. <https://doi.org/10.3390/s25216540>
- Griffin, R. L., Carroll, S., & Jansen, J. O. (2020). *Automatic collision notification availability and emergency response times following vehicle collision-an analysis of the 2017 crash investigation sampling system*. *Traffic injury prevention*, 21(sup1), S135–S139. <https://doi.org/10.1080/15389588.2020.1817418>
- Guilbeault-Sauvé, A., De Kelper, B., & Voix, J. (2021). *Man Down Situation Detection Using an in-Ear Inertial Platform*. *Sensors*, 21(5), 1730. <https://doi.org/10.3390/s21051730>
- Harari, Y., Shawen, N., Mummidisetty, C. K., Albert, M. V., Kording, K. P., & Jayaraman, A. (2021). *A smartphone-based online system for fall detection with alert notifications and contextual information of real-life falls*. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 18(1), 124. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00918-z>

- Hu, X., & Qu, X. (2016). *Pre-impact fall detection*. BioMedical Engineering OnLine, 15(1), 61.
<https://doi.org/10.1186/s12938-016-0194-x>
- Huawei Support. (2026). *Fall detection and emergency SOS on your HUAWEI watch*. Huawei Support.
 Geraadpleegd op 9 maart 2026, van <https://consumer.huawei.com/en/support/content/en-us16066705/>
- Igual, R., Medrano, C., & Plaza, I. (2013). *Challenges, issues and trends in fall detection systems*. Biomedical engineering online, 12, 66. <https://doi.org/10.1186/1475-925X-12-66>
- Izadi-Avanji, F. S., Safa, A., Abedzadeh-Kalahroudi, M., & Shaterian, N. (2024). *Fear of falling and its related factors in older adults following a fall in Kashan, Iran (2023-2024)*. BMC geriatrics, 24(1), 965. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-05560-7>
- Johnston, K., Worley, A., Grimmer-Somers, K., Sutherland, M., & Amos, L. (2010). *Personal Alarm Use to Call the Ambulance after a Fall in Older People: Characteristics of Clients and Falls*. Journal of Emergency Primary Health Care Australasian Journal of Paramedicine, 8(4), 86–92.
<https://doi.org/10.33151/ajp.8.4.86>
- Karpusenko, T., Alfonsi, M., Cirino, N. T. O., Ishigaki, E. Y., Sanudo, A., Paschoal, S. M. P., Leme, L. E. G., & Perracini, M. R. (2023). *Factors associated with unrecovered falls among older adults*. Geriatric Nursing, 51, 323–329. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2023.03.010>
- Keiro. (2025, november 4). *Personal emergency response systems (PERS)*. Keiro.
<https://www.keiro.org/fact-sheets/personal-emergency-response-systems>
- Khan, S. S., & Hoey, J. (2016, 23 november). *Review of fall detection techniques: A data availability perspective*. Medical Engineering & Physics, 39(1), 12–22.
<https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2016.10.014>
- La Blunda, L., Gutiérrez-Madroñal, L., Wagner, M. F., & Medina-Bulo, I. (2020). *A wearable fall detection system based on body area networks*. IEEE Access, 8, 192586–192598.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3032497>

- Lathouwers, E., Dillen, A., Díaz, M.A., Tassignon, B., Verschueren, J., Verté, D., De Witte, N., & De Pauw, K. (2022). *Characterizing fall risk factors in Belgian older adults through machine learning: a data-driven approach*. BMC Public Health, 22, 2210.
<https://doi.org/10.1186/s12889-022-14694-5>
- Lee, A., Lee, H., & Lee, S.-H. (2025). *Digital Healthcare Approaches for Fall Detection and Prediction in Older Adults: A Systematic Review of Evidence from Hospital and Long-Term Care Settings*. Medicina, 61(11), 1926. <https://doi.org/10.3390/medicina61111926>
- LoneAlert. (2022). *Product Manual Man Down X* (Document 367-1001).
<https://www.lonealert.co.uk/wp-content/uploads/2023/03/367-1001-Man-Down-X-Product-Manual95.pdf>
- Lydahl D. (2023). *Good care and adverse effects: Exploring the use of social alarms in care for older people in Sweden*. Health, 28(4), 559–577. <https://doi.org/10.1177/13634593231185260>
- Masoumian Hosseini, M., Masoumian Hosseini, S. T., Qayumi, K., Hosseinzadeh, S., & Sajadi Tabar, S. S. (2023). *Smartwatches in healthcare medicine: assistance and monitoring; a scoping review*. BMC medical informatics and decision making, 23(1), 248.
<https://doi.org/10.1186/s12911-023-02350-w>
- McKenna, A. C., Kloseck, M., Crilly, R., & Polgar, J. (2015). *Purchasing and Using Personal Emergency Response Systems (PERS): how decisions are made by community-dwelling seniors in Canada*. BMC Geriatrics, 15, 81. <https://doi.org/10.1186/s12877-015-0079-z>
- Medical Guardian. (2023, 24 februari). *Benefits of Fall Detection & How It Works*. Medical Guardian.
Geraadpleegd op 10 maart 2026, van <https://www.medicalguardian.com/medical-alert-blog/technology/benefits-of-fall-detection-how-it-works>
- Min, J. G., Smith, M., Englehart, M. S., Riha, G. M., Palm, C. E., Orr, L. C., Pathak, M., & Thompson, S. J. (2026). *The Golden Hour is elusive in rural trauma: A 10-year analysis from a Level I trauma center in Montana*. The American journal of emergency medicine, 103, 127–131.
<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2026.01.053>

- Mondal, R., & Ghosal, P. (2023). *Recall-driven precision refinement: Unveiling accurate fall detection using LSTM*. ResearchGate. Geraadpleegd op 12 maart 2026, van <https://www.researchgate.net/publication/375000114>
- New England Emergency Response Systems, INC. (z.d.). *Medical Alert Products*. Geraadpleegd op 12 maart 2026, van <https://www.neers.com/products.php>
- Nisbet, C., & McLay, J. (2025). *Guidelines for the Care of residents within a care home setting who are at risk of Long Lie*. NHS Lanarkshire – Care Homes Guidance & Governance Group. <https://www.rightdecisions.scot.nhs.uk/media/5jbdqvih/care-of-residents-within-a-care-home-setting-who-are-at-risk-of-long-lie.pdf>
- Özdemir A. T. (2016). *An Analysis on Sensor Locations of the Human Body for Wearable Fall Detection Devices: Principles and Practice*. *Sensors*, 16(8), 1161. <https://doi.org/10.3390/s16081161>
- Palmerini, L., Klenk, J., Becker, C., & Chiari, L. (2020). *Accelerometer-Based Fall Detection Using Machine Learning: Training and Testing on Real-World Falls*. *Sensors*, 20(22), 6479. <https://doi.org/10.3390/s20226479>
- Panneman, M. J. M., van Beeck, E. F., Olij, B. F., Haagsma, J. A., van Zoest, F., Kuiper, J. I., & Polinder, S. (2025). *A societal cost-benefit analysis of falls prevention in community-dwelling older people in the Netherlands*. *Experimental Gerontology*, 205, 112755. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2025.112755>
- Parikh, R., Mathai, A., Parikh, S., Chandra Sekhar, G., & Thomas, R. (2008). *Understanding and using sensitivity, specificity and predictive values*. *Indian journal of ophthalmology*, 56(1), 45–50. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.37595>
- Paul, P. (2025, december 30). *Counterpoint Research: Apple, HUAWEI top smartwatch market in Q3 2025*. GizGuide. <https://www.gizguide.com/2025/12/apple-huawei-top-smartwatch-vendor-2025.html>

Philips Cares. (2022). *Philips Cares Be there for the moments that matter* [PDF]. Philips Lifeline.

Geraadpleegd op 10 maart 2026, van

<https://manuals.plus/m/b99572e36da4e2e3b468c38e2305ba83ea645dd8eed07bd36f852e44b11ec2de.pdf>

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. (2025). *Valpreventie in Beweging. Monitor*

Valpreventie: Stand van zaken ketenaanpak in 2024 en eerste kwartaal 2025. RIVM.

<https://www.rivm.nl/publicaties/valpreventie-in-beweging-monitor-valpreventie-stand-van-zaken-ketenaanpak-in-2024-en>

Samsung Support. (2022, 21 januari). *How to set up fall detection on the Galaxy Watch*. Samsung UK

Support. Geraadpleegd op 12 maart 2026, van

<https://www.samsung.com/uk/support/mobile-devices/how-to-set-up-fall-detection-on-the-galaxy-watch>

STAAR Alert. (2026). *In-home personal emergency response systems (PERS): STAAR Alert*.

Geraadpleegd op 12 maart 2026, van <https://www.staaralert.com/personal-emergency-response-systems>

Stefanacci, R. G., & Wilkinson, J. R. (2025, augustus). *Falls in older adults*. MSD Manual Professional

Version. MSD Manual. <https://www.msmanuals.com/professional/geriatrics/falls-in-older-adults/falls-in-older-adults>

Stokke R. (2016). *The Personal Emergency Response System as a Technology Innovation in Primary*

Health Care Services: An Integrative Review. Journal of medical Internet research, 18(7),

e187. <https://doi.org/10.2196/jmir.5727>

Tamulaityte-Morozoviene, I., Dadoniene, J., Stukas, R., Tamulaitiene, M., Alekna, V., &

Jakubauskiene, M. (2024). *Fear of falling as a psychological consequence of fall in older adults*. European Journal of Public Health, 34(Suppl 3), ckae144.2240.

<https://doi.org/10.1093/eurpub/ckae144.2240>

- TeleAlarm. (2016). *ManDown sensor [Datasheet]*. TeleAlarm. Geraadpleegd op 12 maart 2026, van https://www.telealarm.com/wp-content/uploads/2016/12/ManDown_DS_EN_V1.0_2016.10_Final.pdf
- Tseng, C. K., Huang, S. J., & Kau, L. J. (2025). *Wearable Fall Detection System with Real-Time Localization and Notification Capabilities*. *Sensors*, 25(12), 3632. <https://doi.org/10.3390/s25123632>
- Van Oosterhout, T., & Kröse, B. (2011). *Cameratoezicht voor valdetectie: het Vallab als onderzoekslab voor WO en HBO studenten*. In *Nederlands Informatica Onderwijs Congres (NIOC 2011)*. Hogeschool van Amsterdam; Universiteit van Amsterdam. <https://www.digitallifecentre.nl/redactie/resources/van-oosterhout-2011-cameratoezicht-voor-valdetectie-het-vallab-als-onderzoekslab-voor-wo-en-hbo-studenten.pdf>
- Vanhouwaert, E., Joossens, S., & Verbeyst, L. (2023). *De relevantie en kwaliteit van bronnen beoordelen: Ondersteunende praktijktool evidence-based practice*. UC Leuven-Limburg, Expertisecentrum Health Innovation.
- Villa, M., & Casilari, E. (2024). *Wearable Fall Detectors Based on Low Power Transmission Systems: A Systematic Review*. *Technologies*, 12(9), 166. <https://doi.org/10.3390/technologies12090166>
- Vlaeyen, E., Milisen, K., Vandervelde, S., Valy, S., Poels, J., Balligand, E., Bautmans, I., Belaen, G., Bergen, L., Bouckaert, L., Buelens, S., Cambier, D., De Coninck, L., Deneyer, H., Gielen, E., Goditiabo, F., Goemaere, S., Lafosse, A., Lipkens, L., Meurrens, J., Nieuwboer, A., Sevenants, S., Stouten, A., Tessier, J., Vyncke, P., & Walgraeve, K. (2025). *Vlaamse richtlijn "Valpreventie in woonzorgcentra"*. Expertisecentrum Val- en fractuurpreventie Vlaanderen. <https://www.valpreventie.be>
- Wang, Y., Sun, H., Xu, S., Xia, Q., Ge, S., Li, M., & Tang, X. (2025). *Smart Home Technologies for Enhancing Independence of Living and Reducing Care Dependence in Older Adults: A Systematic Review*. *Journal of Advanced Nursing*, 81(6), 2885–2912. <https://doi.org/10.1111/jan.16569>

- Warrington, D. J., Shortis, E. J., & Whittaker, P. J. (2021). *Are wearable devices effective for preventing and detecting falls: an umbrella review (a review of systematic reviews)*. BMC public health, 21(1), 2091. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12169-7>
- Weinlich, M., Kurz, P., Blau, M. B., Walcher, F., & Piatek, S. (2018). *Significant acceleration of emergency response using smartphone geolocation data and a worldwide emergency call support system*. PloS one, 13(5), e0196336. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196336>
- World Health Organization. (2021, april 26). *Falls*. World Health Organization. Geraadpleegd op 6 februari 2026, van <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>
- Zaninotto, P., Huang, Y. T., Di Gessa, G., Abell, J., Lassale, C., & Steptoe, A. (2020). *Polypharmacy is a risk factor for hospital admission due to a fall: evidence from the English Longitudinal Study of Ageing*. BMC Public Health, 20, 1804. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09920-x>

12 Bijlages

Bijlage 1: Beoordeling van de kwaliteit van de bronnen

Artikel 1

Bronvermelding APA	Flor-Unda, O., Arcos-Reina, R., Estrella-Caicedo, C., Toapanta, C., Villao, F., Palacios-Cabrera, H., Nunez-Nagy, S., & Alarcos, B. (2025). A Comparative Overview of Technological Advances in Fall Detection Systems for Elderly People. <i>Sensors</i> , 25(24), 7423. https://doi.org/10.3390/s25247423
Wat is de onderzoeksvraag of doelstelling van de bron?	Het artikel biedt een vergelijkend overzicht van technologische innovaties in valdetectiesystemen voor ouderen, waarbij wordt onderzocht welke oplossingen de afgelopen tien jaar zijn ontwikkeld, hoe ze functioneren, wat hun effectiviteit en beperkingen zijn, en welke toekomstige trends verwacht worden.
Is deze bron relevant voor jouw gekozen onderzoeksvraag?	Ja, de bron is relevant. De bron sluit direct aan bij de onderzoeksvraag rond valdetectiesystemen en hun toepassing bij ouderen.
Is deze bron actueel?	Ja, het artikel is zeer actueel, het werd gepubliceerd in december 2025.
Is de kwaliteit van deze bron beoordeeld door een gekwalificeerde organisatie?	Nee, er is geen indicatie dat de bron reeds beoordeeld werd door een organisatie zoals CEBAM. Het is wel een <i>peer-reviewed</i> open-access artikel in <i>Sensors</i> (MDPI).
Wie zijn de auteurs, ontwikkelaars, financiers/sponsors?	Auteurs: Omar Flor-Unda, Rafael Arcos-Reina, Cristina Estrella-Caicedo, Carlos Toapanta, Freddy Villao, Héctor Palacios-Cabrera, Susana Nunez-Nagy, Bernardo Alarcos. Affiliaties: o.a. Universidad de las Américas (Ecuador), Universidad de Alcalá (Spanje), Andrews University (VS). Financiering: geen expliciet belangenconflict vermeld; transparantie aanwezig.
Wat is de methodologie die gebruik wordt in de bron? - Design met korte beschrijving - In- en exclusiecriteria/ selectiecriteria - Steekproef - Interventie/ observatie	Design: Scoping review van technologische oplossingen voor valdetectie. In-/exclusiecriteria: Artikelen van de laatste tien jaar over valdetectiesystemen bij ouderen. Steekproef: Niet van patiënten, maar van publicaties (technologische studies). Observatie: Analyse van principes van werking, effectiviteit, voordelen, beperkingen en trends.
Is het artikel na jouw analyse kwaliteitsvol en opgenomen in de literatuurselectie?	Ja, het artikel is kwaliteitsvol: duidelijke methodologie, brede dekking van relevante technologieën, en gepubliceerd in een erkend <i>peer-reviewed</i> tijdschrift. Het wordt opgenomen in de literatuurselectie.
Wat zijn de resultaten van de bron?	AI-, IoT- en draagbare technologieën kunnen de prestaties van valdetectiesystemen verbeteren, met name op het vlak van nauwkeurigheid en <i>realtime</i> monitoring. Hybride en

	multisensorische systemen vertonen in de literatuur vaak betere prestaties en kunnen bijdragen aan een vermindering van foutpositieve meldingen. De studies benadrukken daarnaast belangrijke beperkingen, waaronder privacykwesties, energieverbruik en foutpositieve detecties. Deze technologieën kunnen ook bijdragen aan snellere respons in noodsituaties, al wordt dit in de review eerder als potentieel voordeel dan als gemeten resultaat beschreven.
Wat is de conclusie van de bron?	Valdetectiesystemen gebaseerd op moderne technologieën zoals AI, IoT en draagbare technologieën bieden belangrijke mogelijkheden voor het verbeteren van monitoring en respons bij ouderen. De literatuur wijst op een groeiende evolutie richting hybride en geïntegreerde systemen, met verdere ontwikkelingen in voorspellende en realtime toepassingen binnen slimme zorgomgevingen.

Artikel 2

Bronvermelding APA	González-Cañete, F. J., & Casilari, E. (2021). A Feasibility Study of the Use of Smartwatches in Wearable Fall Detection Systems. <i>Sensors</i> , 21(6), 2254. https://doi.org/10.3390/s21062254
Wat is de onderzoeksvraag of doelstelling van de bron?	Het artikel onderzoekt de haalbaarheid van het gebruik van smartwatches als draagbare valdetectiesystemen, met focus op hun nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en praktische toepasbaarheid.
Is deze bron relevant voor jouw gekozen onderzoeksvraag?	Ja, de bron is relevant: het sluit direct aan bij de onderzoeksvraag rond technologische oplossingen voor valdetectie bij ouderen en bespreekt een concreet type draagbare technologie.
Is deze bron actueel?	Ja, het artikel is actueel (gepubliceerd in 2021). Hoewel enkele jaren oud, blijft het relevant omdat smartwatches nog steeds een belangrijke technologie zijn in valdetectieonderzoek.
Is de kwaliteit van deze bron beoordeeld door een gekwalificeerde organisatie?	Nee, er is geen indicatie dat de bron reeds beoordeeld werd door een organisatie zoals CEBAM. Het is wel een <i>peer-reviewed</i> artikel in <i>Sensors</i> .
Wie zijn de auteurs, ontwikkelaars, financiers/sponsors?	Auteurs: F. J. González-Cañete en E. Casilari. Affiliaties: Universidad de Málaga, Spanje. Financiering: geen belangenconflict gemeld; transparantie aanwezig.
Wat is de methodologie die gebruik wordt in de bron? - Design met korte beschrijving - In- en exclusiecriteria/ selectiecriteria - Steekproef - Interventie/ observatie	Design: Haalbaarheidsstudie (proof-of-concept) naar het gebruik van smartwatches als draagbare valdetectiesystemen. Inclusiecriteria: selectie van datasets en scenario's gericht op smartwatch-gebaseerde valdetectie Exclusiecriteria: Andere draagbare valdetectiesystemen zonder smartwatch-focus; studies die niet gericht zijn op draagbare valdetectie; grootschalige klinische trials. Steekproef: Evaluatie op basis van datasets en gesimuleerde val- en dagelijkse activiteiten, met testopstellingen voor smartwatch-gebaseerde sensoren. Observatie/interventie: Analyse van de prestaties van ingebouwde sensoren (accelerometer en gyroscoop) en algoritmen op vlak van nauwkeurigheid, foutposities, batterijverbruik, draagbaarheid en de haalbaarheid van een <i>Bluetooth Body Area Network</i> voor communicatie tussen apparaten.
Is het artikel na jouw analyse kwaliteitsvol en opgenomen in de literatuurselectie?	Ja, het artikel is kwaliteitsvol: duidelijke methodologie, praktische toepassing en <i>peer-reviewed</i> . Het wordt opgenomen in de literatuurselectie.
Wat zijn de resultaten van de bron?	Smartwatches tonen potentieel voor gebruik in valdetectiesystemen. De ingebouwde sensoren (accelerometer en gyroscoop) leveren bruikbare data voor valdetectie-algoritmen. Beperkingen blijven bestaan op het vlak van batterijduur, draagcomfort en foutpositieve meldingen. Daarnaast werd de haalbaarheid van een <i>Bluetooth Body Area Network</i> onderzocht,

	wat perspectief biedt voor bredere integratie van smartwatches in zorgtechnologische netwerken. Verdere optimalisatie van algoritmen blijft noodzakelijk.
Wat is de conclusie van de bron?	Smartwatches vormen een veelbelovende technologie binnen draagbare valdetectiesystemen. Ze bieden voordelen zoals draagbaarheid en brede beschikbaarheid, maar verdere optimalisatie van algoritmen en energiebeheer is noodzakelijk om de betrouwbaarheid en gebruiksvriendelijkheid te verbeteren. Bovendien kan de integratie in een Bluetooth Body Area Network bijdragen aan een efficiëntere communicatie en bredere toepasbaarheid in de praktijk.

Artikel 3

Bronvermelding APA	Gorce, P., & Jacquier-Bret, J. (2025). Fall Detection in Elderly People: A Systematic Review of Ambient Assisted Living and Smart Home-Related Technology Performance. <i>Sensors</i> , 25(21), 6540. https://doi.org/10.3390/s25216540
Wat is de onderzoeksvraag of doelstelling van de bron?	Het artikel onderzoekt de prestaties van verschillende valdetectiesystemen voor ouderen in ambient assisted living en smart home-contexten. Het doel is een overzicht te geven van welke sensortypen en methoden (draagbare en niet-draagbare technologie, hybride; <i>machine learning</i> , <i>deep learning</i> , <i>threshold</i>) het meest effectief zijn.
Is deze bron relevant voor jouw gekozen onderzoeksvraag?	Ja, de bron is relevant: het sluit direct aan bij de onderzoeksvraag rond technologische oplossingen voor valdetectie bij ouderen en bespreekt de effectiviteit van smart home-technologie.
Is deze bron actueel?	Ja, het artikel is zeer actueel, gepubliceerd in oktober 2025.
Is de kwaliteit van deze bron beoordeeld door een gekwalificeerde organisatie?	Er is geen indicatie dat de bron beoordeeld werd door een organisatie zoals CEBAM, maar het betreft wel een <i>peer-reviewed</i> artikel in <i>Sensors</i> . Het reviewprotocol werd vooraf geregistreerd in PROSPERO.
Wie zijn de auteurs, ontwikkelaars, financiers/sponsors?	Auteurs: Philippe Gorce en Julien Jacquier-Bret. Affiliaties: University of Toulon en International Institute of Biomechanics and Occupational Ergonomics (Frankrijk). Financiering: geen belangenconflict gemeld.
Wat is de methodologie die gebruik wordt in de bron? - Design met korte beschrijving - In- en exclusiecriteria/selectiecriteria - Steekproef - Interventie/observatie	Design: Systematische review volgens PRISMA-richtlijnen. Inclusiecriteria: Studies over valdetectiesystemen in AAL/smart home context, zonder datumlimiet. Alleen gepubliceerde peer-reviewed originele studies in het Engels en Frans werden meegenomen. De methode moest valdetectie mogelijk maken en informatie bevatten over gebruikte sensoren, methoden en datasets, met prestatieparameters zoals accuracy, precision, specificity, sensitivity, F1-score en training/testing time. Exclusiecriteria: Conferentiebijdragen, boeken of hoofdstukken, reviews, rapporten, case reports of case studies; publicaties in andere talen dan Engels; niet-peer-reviewed artikelen; studies met een populatie die geen ouderen betrof; en studies met onvoldoende methodologische details of zonder prestatieparameters. Steekproef: Uit 473 unieke records werden na toepassing van de selectiecriteria en een aanvullende zoekronde (snowballing) uiteindelijk 80 studies geselecteerd. In de eerste ronde werden 31 artikelen behouden; via citatie-zoeken kwamen daar nog 49 bij, wat resulteerde in een totaal van 80 geïnccludeerde studies. Dit geeft de omvang van de literatuur die in de systematische review is meegenomen.

	Observatie/interventie: Analyse van prestaties (accuracy, precision, sensitivity, specificity, F1-score) en computationele parameters (training/testing time).
Is het artikel na jouw analyse kwaliteitsvol en opgenomen in de literatuurselectie?	Ja, het artikel is kwaliteitsvol: duidelijke methodologie, brede dekking van relevante technologieën, en gepubliceerd in een erkend <i>peer-reviewed</i> tijdschrift. Het wordt opgenomen in de literatuurselectie.
Wat zijn de resultaten van de bron?	Niet-draagbare sensoren en hybride systemen vertoonden in de geïncorporeerde studies doorgaans de beste prestaties voor valdetectie. Draagbare sensoren presteerden gemiddeld minder goed in vergelijking met deze categorieën op het vlak van nauwkeurigheid. Daarnaast lieten deep learning-methoden in de meeste studies de hoogste prestaties zien op verschillende evaluatieparameters, zoals <i>accuracy</i> , <i>precision</i> en F1-score.
Wat is de conclusie van de bron?	Valdetectiesystemen in AAL- en smart home-contexten spelen een belangrijke rol in de ondersteuning van veiligheid en autonomie van ouderen. De resultaten wijzen erop dat niet-draagbare en hybride systemen vaak betere prestaties vertonen dan enkel draagbare oplossingen, terwijl deep learning-methoden de beste resultaten behalen in veel studies. Dit benadrukt het belang van hybride systemen en geavanceerde AI-technieken in toekomstige ontwikkelingen.

Artikel 4

Bronvermelding APA	Özdemir A. T. (2016). An Analysis on Sensor Locations of the Human Body for Wearable Fall Detection Devices: Principles and Practice. <i>Sensors</i> , 16(8), 1161. https://doi.org/10.3390/s16081161
Wat is de onderzoeksvraag of doelstelling van de bron?	Het artikel onderzoekt welke locaties op het menselijk lichaam het meest geschikt zijn voor het plaatsen van sensoren in draagbare valdetectiesystemen, en hoe deze plaatsing de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van valdetectie beïnvloedt.
Is deze bron relevant voor jouw gekozen onderzoeksvraag?	Ja, de bron is relevant: het sluit direct aan bij de onderzoeksvraag rond technologische oplossingen voor valdetectie bij ouderen en geeft inzicht in de optimale sensorplaatsing.
Is deze bron actueel?	De bron dateert van 2016. Hoewel niet zeer recent, blijft ze relevant omdat de principes van sensorplaatsing nog steeds van toepassing zijn en vaak worden aangehaald in latere studies.
Is de kwaliteit van deze bron beoordeeld door een gekwalificeerde organisatie?	Nee, er is geen indicatie dat de bron reeds beoordeeld werd door een organisatie zoals CEBAM. Het is wel een <i>peer-reviewed</i> artikel in <i>Sensors</i> .
Wie zijn de auteurs, ontwikkelaars, financiers/sponsors?	Auteur: A. T. Özdemir. Affiliatie: Department of Computer Engineering, Selçuk University, Turkije. Financiering: geen belangenconflict gemeld.
Wat is de methodologie die gebruik wordt in de bron? - Design met korte beschrijving - In- en exclusiecriteria/selectiecriteria - Steekproef - Interventie/observatie	Design: Vergelijkende literatuuranalyse van sensorlocaties voor draagbare valdetectiesystemen op basis van bestaande studies. In-/exclusiecriteria: Vergelijking van verschillende posities (pols, heup, borst, enkel, etc.) voor draagbare valdetectie. Steekproef: Testen uitgevoerd met datasets van valincidenten en dagelijkse activiteiten. Observatie/interventie: Evaluatie van prestaties (nauwkeurigheid, gevoeligheid, foutpositieven) afhankelijk van sensorlocatie.
Is het artikel na jouw analyse kwaliteitsvol en opgenomen in de literatuurselectie?	Ja, het artikel is kwaliteitsvol: duidelijke methodologie, praktische toepassing en <i>peer-reviewed</i> . Het wordt opgenomen in de literatuurselectie.
Wat zijn de resultaten van de bron?	Sensorlocatie heeft een significante invloed op de prestaties van valdetectiesystemen. Heup- en borstposities bieden doorgaans de beste balans tussen nauwkeurigheid en betrouwbaarheid, terwijl pols- en enkelposities vaker gepaard gaan met lagere prestaties en meer foutpositieven. Een optimale plaatsing van sensoren kan de prestaties van algoritmen dan ook aanzienlijk verbeteren.
Wat is de conclusie van de bron?	De keuze van sensorlocatie is een cruciale factor in de effectiviteit van draagbare valdetectiesystemen. Heup en borst worden vaak als meest betrouwbare posities beschouwd, terwijl pols en enkel minder consistente prestaties vertonen. Dit inzicht helpt bij het ontwerpen van efficiëntere en nauwkeurigere valdetectiesystemen.

Artikel 5

Bronvermelding APA	Tseng, C. K., Huang, S. J., & Kau, L. J. (2025). Wearable Fall Detection System with Real-Time Localization and Notification Capabilities. <i>Sensors</i> , 25(12), 3632. https://doi.org/10.3390/s25123632
Wat is de onderzoeksvraag of doelstelling van de bron?	Het artikel onderzoekt de ontwikkeling en evaluatie van een draagbaar valdetectiesysteem dat valincidenten kan detecteren en daarnaast real-time lokalisatie en automatische notificaties naar zorgverleners of familieleden mogelijk maakt.
Is deze bron relevant voor jouw gekozen onderzoeksvraag?	Ja, de bron is relevant: het sluit direct aan bij de onderzoeksvraag rond technologische oplossingen voor valdetectie bij ouderen en voegt een belangrijke dimensie toe (lokalisatie en notificatie).
Is deze bron actueel?	Ja, het artikel is zeer actueel, het werd gepubliceerd in 2025.
Is de kwaliteit van deze bron beoordeeld door een gekwalificeerde organisatie?	Nee, er is geen indicatie dat de bron reeds beoordeeld werd door een organisatie zoals CEBAM. Het artikel is <i>peer-reviewed</i> en gepubliceerd in het wetenschappelijke tijdschrift <i>Sensors</i> , wat wijst op een betrouwbare wetenschappelijke kwaliteit.
Wie zijn de auteurs, ontwikkelaars, financiers/sponsors?	Auteurs: C. K. Tseng, S. J. Huang en L. J. Kau. Affiliaties: De auteurs zijn verbonden aan Taiwanese universiteiten en onderzoeksinstituten. Financiering: geen belangenconflict gemeld; transparantie aanwezig.
Wat is de methodologie die gebruik wordt in de bron? - Design met korte beschrijving - In- en exclusiecriteria/selectiecriteria - Steekproef - Interventie/observatie	Design: Experimenteel onderzoek naar een prototype van een draagbaar valdetectiesysteem met geïntegreerde lokalisatie- en notificatiefuncties. In-/exclusiecriteria: Focus op draagbare valdetectiesystemen met real-time lokalisatie en automatische notificaties. Steekproef: Slechts 15 deelnemers namen deel aan het onderzoek. Observatie/interventie: Het systeem werd getest aan de hand van valdatasets en dagelijkse activiteiten van proefpersonen. Evaluatie van de nauwkeurigheid van valdetectie, de prestaties van real-time lokalisatie en de snelheid/effectiviteit van automatische meldingen.
Is het artikel na jouw analyse kwaliteitsvol en opgenomen in de literatuurselectie?	Ja, het artikel is kwaliteitsvol: duidelijke methodologie, innovatieve toepassing en <i>peer-reviewed</i> . Het wordt opgenomen in de literatuurselectie.
Wat zijn de resultaten van de bron?	Het systeem detecteerde valincidenten met een hoge nauwkeurigheid in een gecontroleerde testomgeving. Dankzij real-time lokalisatie kon de positie van de gebruiker snel worden bepaald, terwijl automatische notificaties een snellere communicatie met zorgverleners mogelijk maken. Belangrijke uitdagingen blijven het energieverbruik van het systeem en de afhankelijkheid van stabiele draadloze verbindingen.

Wat is de conclusie van de bron?	Het draagbare valdetectiesysteem met geïntegreerde lokalisatie en notificatie kan een technologische meerwaarde bieden voor de ondersteuning van snelle interventie na een valincident. Het systeem kan bijdragen aan een snellere alarmering van zorgverleners. Verdere optimalisatie van energiebeheer en netwerkstabiliteit is echter nodig voor bredere implementatie in de praktijk. Daarbij moet worden benadrukt dat het hier gaat om een experimenteel prototype, getest met een kleine steekproef van 15 deelnemers en voornamelijk gesimuleerde activiteiten, wat de generaliseerbaarheid van de resultaten beperkt.
---	---

Artikel 6

Bronvermelding APA	Warrington, D. J., Shortis, E. J., & Whittaker, P. J. (2021). Are wearable devices effective for preventing and detecting falls: an umbrella review (a review of systematic reviews). <i>BMC public health</i> , 21(1), 2091. https://doi.org/10.1186/s12889-021-12169-7
Wat is de onderzoeksvraag of doelstelling van de bron?	Het artikel onderzoekt de effectiviteit van draagbare apparaten bij het voorkomen en detecteren van valincidenten aan de hand van een umbrella review (een overzicht van systematische reviews).
Is deze bron relevant voor jouw gekozen onderzoeksvraag?	Ja, de bron is relevant: het sluit direct aan bij de onderzoeksvraag rond technologische oplossingen voor valdetectie en geeft een breed overzicht van de effectiviteit van draagbare apparaten.
Is deze bron actueel?	Ja, het artikel is actueel aangezien het gepubliceerd werd in 2021 en een recente synthese biedt van bestaande systematische reviews.
Is de kwaliteit van deze bron beoordeeld door een gekwalificeerde organisatie?	Het artikel werd niet beoordeeld door organisaties zoals CEBAM maar is wel <i>peer-reviewed</i> en gepubliceerd in het wetenschappelijke tijdschrift <i>BMC Public Health</i> . Bovendien werd het reviewprotocol vooraf opgesteld en geregistreerd in PROSPERO, een internationaal erkend register voor systematische reviews. De methodologische kwaliteit van de geïnccludeerde reviews werd beoordeeld met AMSTAR 2, een internationaal erkend instrument voor kwaliteitsbeoordeling van systematische reviews.
Wie zijn de auteurs, ontwikkelaars, financiers/sponsors?	Auteurs: D. J. Warrington, E. J. Shortis en P. J. Whittaker. Affiliaties: De auteurs zijn verbonden aan Britse onderzoeks- en onderwijsinstellingen. Financiering: geen belangenconflict gemeld; transparantie aanwezig.
Wat is de methodologie die gebruik wordt in de bron? - Design met korte beschrijving - In- en exclusiecriteria/ selectiecriteria - Steekproef - Interventie/ observatie	Design: Een umbrella review volgens de PRISMA-richtlijnen, bestaande uit systematische reviews over draagbare apparaten voor valdetectie en valpreventie. Inclusiecriteria: Originele systematische reviews of meta-analyses (zonder datumlimiet), gepubliceerd in het Engels en volledig beschikbaar. Populatie: volwassenen ≥ 18 jaar, met of zonder chronische aandoeningen (bv. Parkinson, beroerte). Interventie: draagbare elektronische apparaten. Uitkomstmaten: reductie van vallen (bv. ziekenhuisopname, fracturen, kwaliteit van leven) of effectiviteit van wearables in valpreventie en valdetectie. Steekproef: Uiteindelijk 7 systematische reviews geïnccludeerd (161 primaire studies): dit is het resultaat van hun selectieproces. Ze startten met 26 records, maar na screening en exclusie bleven er 7 systematische reviews over. Die reviews samen bevatten 161 onderliggende primaire studies. → Dit geeft de omvang van de literatuur die in de umbrella review is meegenomen.

	Observatie/interventie: Synthese van resultaten uit bestaande reviews, met nadruk op effectiviteit van draagbare apparaten bij valpreventie en valdetectie. Daarbij werd ook gekeken naar sensorplaatsing, de beperkingen van studies in real-world settings, en het gebrek aan onderzoek bij kwetsbare ouderen.
Is het artikel na jouw analyse kwaliteitsvol en opgenomen in de literatuurselectie?	Ja, het artikel is kwaliteitsvol: duidelijke methodologie, brede dekking van relevante technologieën, peer-reviewed, gepubliceerd in een erkend tijdschrift, vooraf geregistreerd in PROSPERO en beoordeeld met AMSTAR 2. Het wordt daarom opgenomen in de literatuurselectie.
Wat zijn de resultaten van de bron?	Draagbare apparaten worden veel onderzocht voor valdetectie en kunnen in bepaalde studies een redelijke nauwkeurigheid bereiken in het registreren van valincidenten. De effectiviteit van draagbare apparaten bij valpreventie blijft echter minder overtuigend en het bewijs voor daadwerkelijke preventie van vallen is beperkt. Daarnaast vertonen de studies aanzienlijke heterogeniteit, met variatie in gebruikte technologieën, apparaten, algoritmen en onderzoeksmethoden. Belangrijk is dat de resultaten sterk beïnvloed worden door sensorplaatsing, dat er duidelijke real-world beperkingen zijn aangezien veel studies gebeuren in gecontroleerde settings, en dat er een gebrek aan studies bij kwetsbare ouderen bestaat.
Wat is de conclusie van de bron?	Draagbare apparaten zijn nuttig voor het detecteren van valincidenten, maar hun rol in het voorkomen van vallen is minder duidelijk. Verdere onderzoek is nodig om hun effectiviteit in preventie beter te onderbouwen. Daarbij moet meer aandacht gaan naar optimale sensorplaatsing, het testen in real-world omstandigheden, en het includeren van kwetsbare ouderen om de klinische relevantie te vergroten.

Bijlage 2: Vergelijking van de verschillende valdetectiesystemen t.a.v. werking, voordelen en beperkingen

Type systeem	Werkning	Voordelen	Beperkingen
<i>Commerciële smartwatches met automatische valdetectie</i>	Polssensoren detecteren val via accelerometer/gyroscop; optionele noodoproep bij uitblijvende reactie	Multifunctioneel, hoge gebruikersacceptatie	Vals-positieven door armbewegingen, minder specifiek voor valdetectie
<i>Gespecialiseerde valdetectie apparaten</i>	Meerdere sensoren, vaak dicht bij lichaamszwaartepunt	Hogere nauwkeurigheid, betere lichaamsrepresentatie	Minder multifunctioneel
<i>Man-down systemen</i>	Detectie van impact met langdurige immobiliteit	Detectie van <i>long lie</i> -situaties, automatische alarmering zonder gebruikersactie	Afhankelijk van tijdsdrempels

Tabel 1. Overzicht van de werking, voordelen, en beperkingen van de verschillende valdetectiesystemen.

Bijlage 3: Vergelijking van de verschillende valdetectiesystemen t.a.v. de gemiddelde responstijd

SYSTEEM/TYPE	GEMIDDELDE RESPONSTIJD NA VAL
TRADITIONEEL SYSTEEM	
Staar Alert®	Onmiddellijk na indrukken noodknop
Gittings® PERS	Onmiddellijk na indrukken noodknop
NEERS® PERS	Onmiddellijk na indrukken noodknop
SMARTWATCH	
Apple® Watch (watchOS26)	± 90 seconden
Samsung® Galaxy Watch4	± 60 seconden
Huawei® Watch 4	± 60 seconden
GESPECIALISEERD SYSTEEM	
Philips Lifeline® AutoAlert	± 30 seconden
Medical Guardian® Fall Detection Pendant	± 1–15 seconden
ADT® Medical Alert Fall Detection Pendant	± 40–50 seconden
MAN-DOWN-SYSTEEM	
TeleAlarm® ManDown Sensor	± 40 seconden
ELPAS® Man-Down Emergency Call Transmitter	± 15 seconden
LoneAlert® Man Down X	± 90 seconden

Tabel 2. Gemiddelde responstijd na val per systeemtype.