

Het ondersteunen van het dagelijks functioneren bij zelfstandig wonende ouderen

Sensormonitoring

*Tekst: Margriet Pol, Margo van Hartingsveldt,
Ben Kröse en Bianca Buurman*

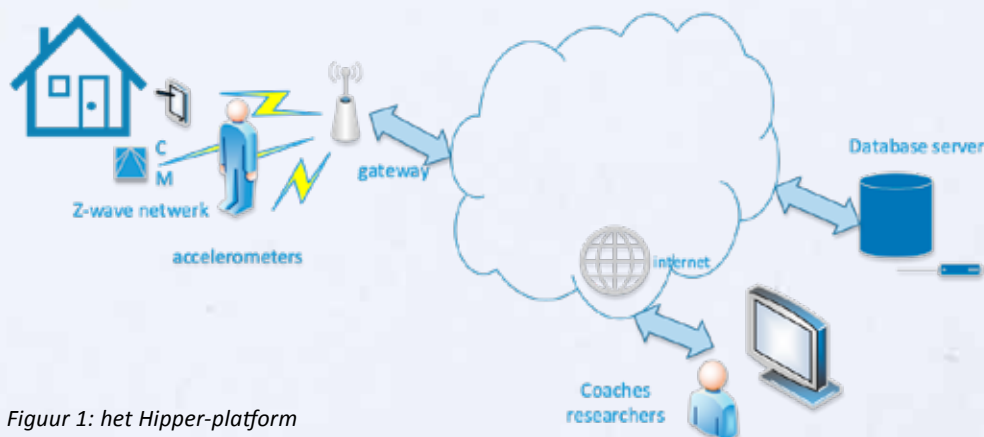


Hoe kan sensortechnologie worden gebruikt om thuiswonende ouderen te ondersteunen bij het dagelijks functioneren? Margriet Pol promoveerde op 5 februari 2019 met haar proefschrift 'Sensor monitoring to measure and support activities of daily living for independently living older persons' aan de Universiteit van Amsterdam. Zij is docent en onderzoeker aan de opleiding Ergotherapie van de Hogeschool van Amsterdam (HvA). Dit artikel is een samenvatting van haar onderzoek. Het proefschrift is ontwikkeld in een samenwerking van het lectoraat 'Participatie en omgeving' van de opleiding Ergotherapie (dr. Margo van Hartingsveldt), het lectoraat 'Digital Life' (prof. Ben Kröse) en de afdeling ouderengeneeskunde van het Universitair Medisch Centrum Amsterdam-AMC (prof. Bianca Buurman).

Inleiding

De komende jaren is er een toename van het aantal ouderen van 65+ jaar. Ook de groep alleenwonende tachtigplussers zal toenemen¹. De meeste ouderen willen zo lang mogelijk thuis blijven wonen, iets dat aansluit bij het beleid van de Nederlandse overheid². Met het ouder worden van de bevolking zal een toenemend aantal ouderen te maken krijgen met een achteruitgang in gezondheid en beperkingen onderkennen in het dagelijks functioneren. Velen van hen hebben

meer dan één chronische aandoening, wat een negatieve invloed heeft op het dagelijks functioneren thuis, waardoor ouderen steeds meer afhankelijk worden van formele en informele zorg. Hierdoor komen de lasten en kosten van de gezondheidszorg onder druk te staan³. Deze veranderingen vragen om het ontwikkelen van interventies die ouderen ondersteunen om zo lang mogelijk zelfstandig thuis te kunnen blijven functioneren en wonen^{4,5}. In dit proefschrift hebben we onderzocht of sensormonitoring gebruikt kan



Figuur 1: het Hipper-platform

worden om het dagelijks functioneren van zelfstandig wonende ouderen te ondersteunen.

Wat is sensormonitoring?

Met sensormonitoring kan met behulp van een draagbare sensor en met sensoren die in een woning geplaatst worden continu (24 uur per dag en zeven dagen per week) informatie worden verzameld over het dagelijks functioneren in de thuissituatie⁶. Deze informatie kunnen zorgprofessionals gebruiken bij het ondersteunen van het dagelijks functioneren van hun cliënt. Het sensormonitoringssysteem zoals in het onderzoek gebruikt, het Hipper-platform, staat in figuur 1 weergegeven.

Het Hipper-platform bestaat uit het hippersysteem, een interventieprotocol en een helpdeskfunctie. Het hipper-systeem bestaat uit een set bewegingssensoren voor in huis, een draagbare activiteitenmonitor (physical activity monitor, PAM), een hipperbox (Raspberry Pi, bluetooth-adaptor voor communicatie met de PAM en een 4G-dongle voor verbinding met de remote server en een webportaal⁷. De revalidant en de zorgprofessional kunnen op het webportaal inloggen om de voortgang van de PAM-data te zien⁸.



Figuur 2: bewegingssensor, PAM-sensor, Hipperbox met PAM-sensor en webportaal

Het Hipper-interventieprotocol is gebaseerd op coaching op basis van cognitieve gedragstherapie ondersteund door sensortechnologie. De sensortechnologie geeft 24/7 informatie aan zowel de zorgprofessional als de revalidant over het bewegen en het dagelijks functioneren van de cliënt⁸.

In ons onderzoek hebben we sensormonitoring op twee manieren gebruikt. Als eerste werd het ingezet als assessment van het dagelijks functioneren. Bij afwijkingen in de activiteitenpatronen van het dagelijks functioneren worden zorgprofessionals gewaarschuwd, waardoor ze een interventie kunnen inzetten^{9,10}. Een tweede manier is de inzet van sensormonitoring als een feedback- en coachingshulpmiddel in de geriatrische revalidatiezorg (GRZ). Hierbij is het onderzoek gericht geweest op de toepasbaarheid en effectiviteit van deze interventie, die onderdeel is van een transitie-revalidatieprogramma voor ouderen na een heupfractuur⁸.

Ouderen na een heupfractuur

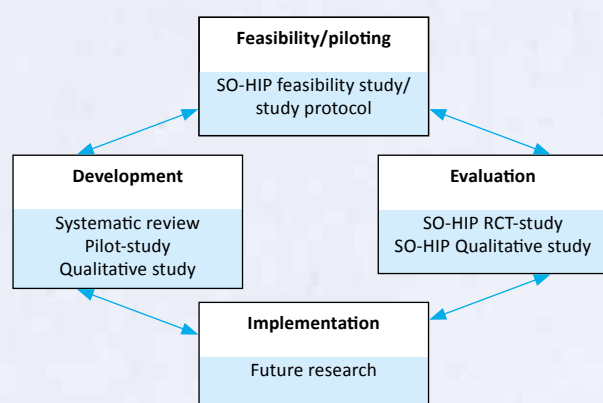
Een heupfractuur komt veel voor bij ouderen. Valangst is een belangrijke factor die ouderen ervan weerhoudt te bewegen en hun fysieke dagelijkse activiteiten uit te voeren, terwijl dit juist belangrijk is voor een goed herstel¹¹. Het ervaren van valangst belemmert de geriatrische revalidatie in de thuissituatie. Het vergroten van zelf-effectiviteit van ouderen kan valangst doen verminderen waardoor ouderen meer gaan bewegen en meer fysieke dagelijkse activiteiten uitvoeren¹². We hebben voor deze doelgroep een ergotherapeutische coachingsinterventie ontwikkeld, gebaseerd op cognitief-gedragsmatige therapie en ondersteund door sensormonitoring, om de zelf-effectiviteit te vergroten en daarmee het dagelijks functioneren van ouderen tijdens de geriatrische revalidatie te ondersteunen⁷.

Doel van het onderzoek en methode

Het doel van het promotieonderzoek was het onderzoeken van de toepasbaarheid en effectiviteit van het gebruik van

Het vergroten van zelf-effectiviteit van ouderen kan valangst doen verminderen waardoor ouderen meer gaan bewegen en meer fysieke dagelijkse activiteiten uitvoeren.

coaching en sensormonitoring voor het monitoren en ondersteunen van het dagelijks functioneren van thuiswonende ouderen (65 jaar en ouder). In het proefschrift hebben we bij de ontwikkeling en evaluatie van deze interventie een gefaseerd proces gevolgd, volgens het 'Medical Research Council Framework' (MRC-framework), dat gericht is op het ontwikkelen en evalueren en implementeren van complexe interventies^{13,14}. Het maakt gebruik van verschillende onderzoeksmethoden (mixed methods), zowel kwalitatief als kwantitatief. De eerste fase (development) was gericht op de ontwikkeling van de interventie. Hierbij is gezocht naar de huidige evidence voor dergelijke interventies door middel van een systematische literatuurstudie, en is er een pilotstudie uitgevoerd in samenwerking met ouderen, technici en zorgprofessionals, gericht op de ontwikkeling van de interventie¹⁵. In de tweede fase hebben we de haalbaarheid van de interventie onderzocht en de procedures van het studieprotocol getest. In de derde fase hebben we de effectiviteit van de interventie onderzocht en een procesevaluatie uitgevoerd. De fase van implementatie was geen onderdeel van het proefschrift. In figuur 3 staat het MRC-framework weergegeven met de studies uit het proefschrift die we bij de verschillende fases hebben uitgevoerd.



Figuur 3: de Medical Research Council guideline (het MRC-model)

Ontwikkelfase

Het onderzoek is gestart met een studie naar de betrouw-

baarheid van zelfrapportage, waarin de overeenkomst in de scores betreffende activiteiten van het dagelijks leven en instrumentele activiteiten van het dagelijks leven (ADL en IADL) tussen de cliënten en hun naasten is onderzocht¹⁶. Ook is vastgesteld of cognitieve beperkingen en andere factoren geassocieerd zijn met overeenkomsten danwel verschillen tussen deze scores. Deze studie is gebaseerd op data uit de DEFENCE-I-studie van het Amsterdam Universitair Medisch Centrum. In totaal hebben 460 acuut opgenomen ouderen (gemiddelde leeftijd 78 jaar en ouder) en hun naasten meegedaan aan de studie en zijn zij geïnterviewd met behulp van de gemodificeerde Katz-ADL-vragenlijst. Cliënten en hun naasten hadden gemiddeld tot goede overeenstemming over het functioneren van de cliënt in ADL en IADL (70- 90%, $p < 0.001$). De verschillen waren groter ($p < 0.001$) bij cliënten met ernstige cognitieve beperkingen dan bij cliënten met milde tot geen cognitieve beperkingen. Een lagere MMSE-score (OR= 0.95; 95% CI 0.91 to 0.99) en de aanwezigheid van een delier (OR=2.56; 95% CI 1.38 to 4.75) waren geassocieerd met minder overeenkomst tussen cliënten en hun naasten op het gebied van IADL.

De aanbeveling is om bij cliënten met een milde cognitieve beperking gedurende acute opname in het ziekenhuis een zelfrapportage over IADL af te nemen. Bij cliënten met een ernstige cognitieve beperking (MMSE-score<15) of een delier kan de naaste valide informatie geven over de IADL van de cliënt.

Na bovenstaand onderzoek volgde een systematische review naar het gebruik van sensormonitoring om het dagelijks functioneren bij ouderen te meten en ondersteunen⁶. Er werden twee soorten studies betrokken in de review: studies over het gebruik van sensormonitoring voor het meten van het dagelijks functioneren van ouderen en studies die sensormonitoring gebruiken voor het ondersteunen van dat dagelijks functioneren. De inclusiecriteria waren studies over zelfstandig wonende ouderen van 65 jaar en ouder met het dagelijks functioneren als uitkomstmaat. Studies werden gezocht in de databases Pubmed, Embase, psychinfo, Inspec

en de Cochrane Library tussen 2000 en oktober 2012. De data werden verzameld op basis van 1) type van sensormonitoring, 2) het aantal en type sensoren, 3) het doel van de sensormonitoring en 4) patiënt-karakteristieken.

In de review zijn 17 studies geïncludeerd. Vanwege de variëteit van niet-gerandomiseerde studies werd de Newcastle-Ottawa-schaal gebruikt als kwaliteitsinstrument om de geïncludeerde case-control-studies, de pre-postdesign-studies en de mixed-method-studies te beoordelen. Drie studies waren van lage kwaliteit en twee studies van gemiddelde kwaliteit. In de helft van de studies werd sensormonitoring alleen voor het meten van het dagelijks functioneren en voor het detecteren van veranderingen in het dagelijks functioneren gebruikt. De focus in deze studies lag op de technische ontwikkeling van sensormonitoring. In de andere helft van de studies werd sensormonitoring gebruikt om ouderen te ondersteunen bij het dagelijks functioneren. Er was beperkt bewijs voor het effect van deze interventies, omdat er weinig studies waren van hoge kwaliteit. De resultaten laten zien dat zorgprofessionals, door gebruik te maken van sensormonitoring, achteruitgang in het dagelijks functioneren van ouderen eerder kunnen herkennen in vergelijking tot het gebruik van traditionele methoden. Hiermee kunnen zij sneller interventies inzetten die achteruitgang in het dagelijks functioneren mogelijk kunnen voorkomen. Hier is echter nog geen bewijs voor gevonden.

Op grond van de resultaten hebben wij een 'roadmap' opgesteld voor de verdere ontwikkeling, verbetering en evaluatie van sensormonitoring die gebruikt wordt voor het meten en ondersteunen van het dagelijks functioneren van zelfstandig wonende ouderen. De stappen waren: 1) bepalen van de doelgroep ouderen die profijt kan hebben van sensormonitoring, 2) onderzoeken van het gebruik van sensormonitoring bij zelfstandig wonende ouderen, 3) het ontwikkelen van richtlijnen voor zorgprofessionals over het gebruik van sensormonitoring in hun praktijk, 4) het betrekken van de doelgroep, informele zorgverleners en zorgprofessionals in de ontwikkeling en implementatie van sensormonitoring, 5) het uitvoeren van grootschalige trials en 6) het onderzoeken van de kosteneffectiviteit van het gebruik van sensormonitoring.

De volgende stap in het onderzoek was een pilotstudie waarin bij 23 ouderen sensormonitoring in huis werd geïnstalleerd. Gedurende anderhalf jaar hebben deze ouderen sensormonitoring uitgeprobeerd. Middels een kwalitatieve

studie bij 11 deelnemers zijn de ervaringen met de inzet van deze technologie onderzocht⁹.

De deelnemers waren positief over het gebruik van sensormonitoring in hun dagelijks leven. Ze ervoeren de technologie als steun om zelfstandig thuis te blijven wonen, vooral omdat ze alleen woonden. Ze vonden het gebruik van de sensoren belangrijk voor twee zaken: voor het detecteren van een ongeluk, zoals een val, en voor het detecteren van achteruitgang in hun dagelijks functioneren. Ze ervoeren de technologie als ondersteuning voor hun gevoel van veiligheid en dit was voor hen een belangrijke voorwaarde om zelfstandig thuis te kunnen blijven wonen. Dit gevoel van veiligheid droeg bij aan het accepteren van een sensormonitoringssysteem in de woning. Sommige deelnemers ervoeren de sensoren ook als motiverend om actief te blijven. Privacy was geen issue voor de deelnemers. Het toegenomen gevoel van veiligheid woog op tegen de verminderde privacy, vooral ook omdat de sensoren alleen beweging in huis registreren en geen beelden van hun activiteiten laten zien zoals bij het gebruik van een camera. Ze waardeerden dat zorgprofessionals continu toegang tot hun data hadden en dit gevoel van veiligheid vonden ze veel belangrijker dan de inbreuk op hun privacy. De resultaten van deze studie laten zien dat sensormonitoring ouderen, die alleen wonen en gezondheidsbeperkingen ervaren, kan ondersteunen bij het dagelijks functioneren en het vergroten van het gevoel van veiligheid thuis.

Fase van haalbaarheid

Ter voorbereiding van een interventiestudie waarin het effect van coaching met sensormonitoring werd onderzocht, gericht op herstel van dagelijks functioneren bij ouderen na een heupfractuur, werd een studieprotocol geschreven en vervolgens getest in een haalbaarheidsstudie⁷. Het design was een drie-arm, 'stepwedge', clustergerandomiseerde studie¹⁷. De opzet voor de trial was om zes verpleeghuizen te randomiseren. Er werden drie interventies vergeleken: 1) gebruikelijke zorg in de geriatrische revalidatie (GRZ), 2) ergotherapeutische coaching toegevoegd aan gebruikelijke zorg in de GRZ en 3) voorgenoemde ergotherapeutische coaching gecombineerd met de inzet van sensormonitoring. De ergotherapeutische coaching was gebaseerd op cognitieve gedragsmatige principes met als doel de ouderen te activeren en valangst te verminderen^{18,19}. De interventie bestond uit wekelijkse sessies gedurende opname in de GRZ. Na ontslag kregen de deelnemers gedurende een periode van 2,5 maand vier huisbezoeken en vier telefonische con-

sulten. De inzet van sensormonitoring startte gedurende de GRZ-opname met het gebruik van een activiteitenmonitor (PAM), gedragen op de heup, en een tablet waarop de revalidant en de therapeut de sensordata konden bekijken. Bij ontslag werd een set van zes omgevingssensoren geïnstalleerd in de thuissituatie, voor een periode van drie maanden.

De primaire uitkomstmaat van de studie was de ervaren uitvoering van dagelijkse activiteiten bij zes maanden na de start van de revalidatie, gemeten met de Canadian Occupational Performance Measure (COPM). Andere uitkomstmaten waren: 1) het fysieke functioneren gemeten met het Tinetti Performance Oriented Mobility assessment, de Timed Up & Go test en de onafhankelijkheid onafhankelijkheid in de instrumentele en dagelijkse activiteiten; 2) het gevoel van veiligheid, gemeten met een visuele analoge schaal (VAS); 3) valangst gemeten met een VAS en de Falls Efficacy Scale International; en 4) de gezondheidsgerelateerde kwaliteit van leven, gemeten met de Euroqol EQ5D. Het effect van de interventies werd geanalyseerd met mixed lineair models, waarbij de baseline-metingen als covariabelen werden genomen. Tweezijdige 95%-confidencintervallen werden berekend. Naast de trial werd een procesevaluatie gepland. De haalbaarheidsstudie werd uitgevoerd bij twee GRZ-locaties met 45 revalidanten.

Fase van evaluatie

De gerandomiseerde 'stepped wedge'-trial, de SO-HIP-studie, vond plaats in de periode van 1 april 2016 tot 1 december 2017⁽⁸⁾. Zes verpleeghuizen (totaal 12 afdelingen) hebben volgens de geplande studieopzet meegedaan. Paren van twee verpleeghuizen werden gerandomiseerd in drie clusters. Elk cluster voerde de interventies uit in volgorde van gebruikelijke revalidatiezorg en achtereenvolgens de twee interventies. In totaal hebben 240 deelnemers met een gemiddelde leeftijd van 84 jaar meegedaan aan de studie. Daarvan hebben 129 deelnemers de zes maanden helemaal afgerond. De sensormonitoring gecombineerd met coaching bleek effectief om het dagelijks functioneren te verbeteren, wanneer dit werd vergeleken met de groep die alleen de gebruikelijke zorg

kreeg. Na zes maanden was het verschil in COPM-P 1,17 punt (95%-BI: 0,47-1,87; $p = 0,001$) en op de COPM-S 0,94 punt (95%-BI: 0,37-1,52; $p = 0,001$). Voor de ergotherapeutische coaching alleen ten opzichte van de gebruikelijke zorg, werd alleen een significant verschil gezien voor de tevredenheidsschaal (COMP-S), met een verschil van 0,55 (95%-BI: 0,00-1,08; $p = 0,047$). De sensormonitoring met coaching-groep liet een beter herstel zien op de Katz-ADL ten opzichte van de groep die alleen gebruikelijke zorg kreeg. Voor de afname van valangst, gemeten met een VAS-score, werd juist een gunstig effect waargenomen voor de coaching-groep (zonder sensormonitoring). Er werden geen verschillen gemeten op valangst met gebruik van de FES-I, mobiliteit (POMA en TUG) en kwaliteit van leven (EQ5D).

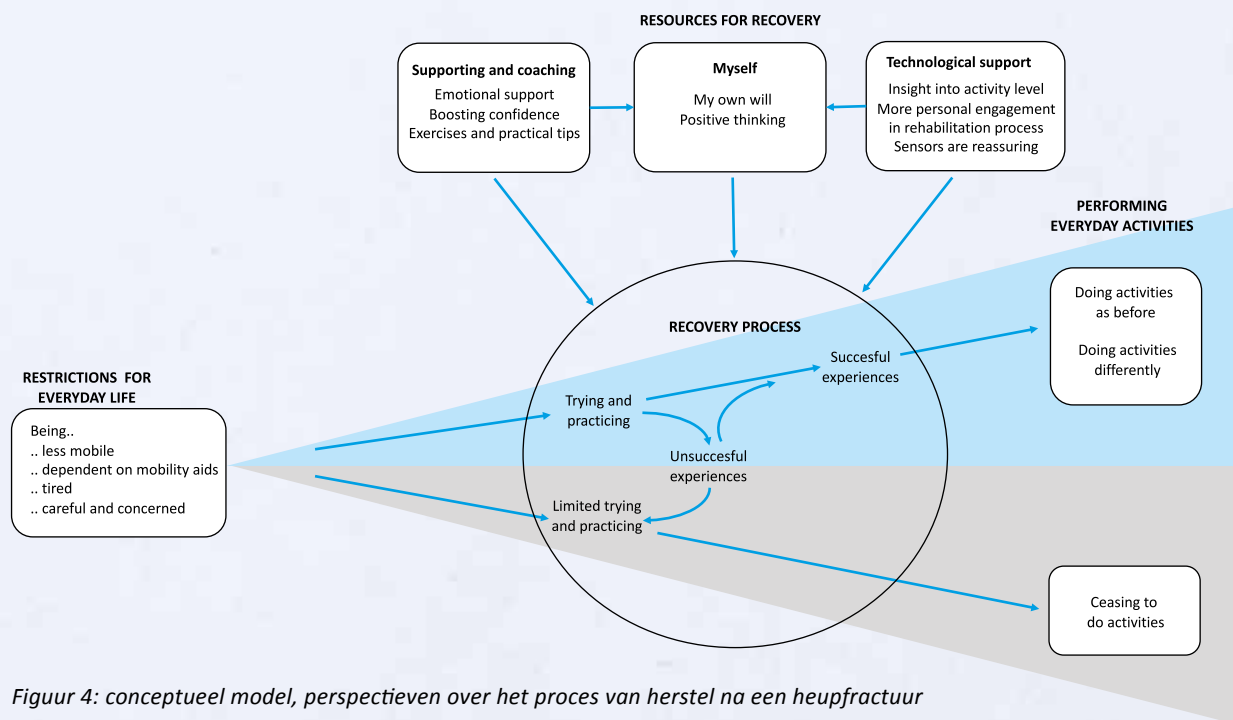
Ervaringen van deelnemers

Naast de trial hebben wij een kwalitatieve studie uitgevoerd om inzicht te krijgen in wat ouderen na een heupfractuur het meest belangrijk vonden en wat bijdroeg aan hun herstel bij de revalidatie in het verpleeghuis en het verdere revalidatietraject thuis²⁰. Met 19 ouderen (65 tot 94 jaar) die in één van de drie groepen van de SO-HIP-studie participeerden, werden semigestructureerde interviews gehouden.

Deze studie heeft laten zien dat ouderen gedurende hun herstel moeite hadden met de lichamelijke en psychologische beperkingen als gevolg van de heupfractuur. Belangrijke hulpbronnen voor herstel zijn: 'ondersteuning en coaching', 'eigen motivatie en wil' en 'technologische ondersteuning'. Deze drie hulpbronnen hadden invloed op het herstelproces. Wanneer deelnemers succesvolle ervaringen opdeden konden ze dezelfde activiteiten als van voor de heupfractuur weer oppakken, net zoals vroeger of op een aangepaste manier. Wanneer ze geen succesvolle ervaringen hadden stopten sommige ouderen met het uitvoeren van deze activiteiten.

De resultaten geven aan dat er na ontslag uit de geriatrische revalidatie meer aandacht moet zijn voor vervolgenterventies in de thuissituatie, om ouderen te ondersteunen bij het her-

Wanneer deelnemers succesvolle ervaringen opdeden konden ze dezelfde activiteiten als van voor de heupfractuur weer oppakken, net zoals vroeger of op een aangepaste manier.



Figuur 4: conceptueel model, perspectieven over het proces van herstel na een heupfractuur

vinden van nieuwe routines bij hun dagelijkse activiteiten. Hierbij gaat het om activiteiten die betekenisvol zijn voor de persoon en die indien nodig worden aangepast aan de persoon. Interventies die gebruik maken van de combinatie van ergotherapie met coaching en sensormonitoring zijn het meest effectief bij ouderen bij het herstel van hun eigen rol en verantwoordelijkheid. Een conceptueel model werd ontwikkeld dat inzicht geeft in de ervaringen en perspectieven van ouderen over het proces van herstel in de eerste zes maanden na een heupfractuur (zie figuur 4).

Toekomstperspectief voor sensormonitoring

De implementatie van de onderzochte interventie is aan te bevelen, waarbij kan worden georiënteerd op andere doelgroepen binnen de GRZ, zoals cliënten met COPD of revalidanten na een CVA. Inmiddels zijn er al een aantal zorgorganisaties in Nederland waarbij de interventie wordt toegepast. Er blijven nog een aantal aandachtspunten. De integratie van de nieuwe werkwijze, namelijk coaching met cognitieve gedragsmatige principes en het gebruik van sensortechnologie, kost tijd en vraagt ervaring. Ook blijkt bij cliënten met cognitieve beperkingen het coachen moeilijker, maar zijn de sensordata juist wel ondersteunend. Revalidanten gaven aan de huisbezoeken als ondersteunend te ervaren, maar dat was niet altijd vanzelfsprekend te organiseren vanuit de mogelijkheden van de zorgorganisatie. Wij adviseren nader onderzoek naar de duur en intensiteit van het programma, specifiek ook voor de groep met cognitieve beperkingen.

Uiteraard volgt ook nog een kosten-effectiviteitsanalyse van de onderzochte methode. Met dit proefschrift is een eerste stap gezet naar de inzet van technologische ondersteuning (sensomotoring) in de thuissituatie, om het dagelijks functioneren van thuiswonende ouderen in kaart te brengen en te bevorderen.

Meer weten?

Wilt u weten of de interventie ook bruikbaar is in uw organisatie? Stuur dan een mail naar m.c.pol@hva.nl. Het proefschrift van Margriet Pol is vrij verkrijgbaar en kan opgevraagd worden via: tinyurl.com/margrietpol.

Gepubliceerde artikelen naar aanleiding van het proefschrift:

- Pol MC, Ter Riet G, van Hartingsveldt M, Kröse B, Buurman BM. Effectiveness of Sensor Monitoring in a Rehabilitation Program for Older Patients after Hip Fracture: the SO-HIP three-arm stepped wedge randomized trial. *Age and Ageing*, Volume 48, Issue 5, September 2019, Pages 650–657, doi.org/10.1093/ageing/afz074.
- Pol MC, Peek S, Nes F, Hartingsvedt M, Buurman B, Kröse B. Everyday Life After a Hip Fracture: What Community-Living Older Adults Perceive as Most Beneficial for Their Recovery. *Age and Ageing*, Volume 48, Issue 3, May 2019, Pages 440–447, doi.org/10.1093/ageing/afz012.
- Pol M.C, Ter Riet G, van Hartingsveldt M, Kröse B, de Rooij SE, Buurman MB. Effectiveness of sensor monitoring in an occupational therapy rehabilitation program for older

individuals after hip fracture, the SO-HIP trial: study protocol of a three-arm stepped wedge cluster randomized trial. *BMC Health Serv Res*. 2017 Jan 3; doi: 10.1186/s12913-016-1934-0.

- Pol M, van Nes F, van Hartingsveldt M, Buurman B, de Rooij S, Kröse B. Older People's Perspectives Regarding the Use of Sensor Monitoring in Their Home. *Gerontologist*. 2016 Jun;56(3):485-93. doi: 10.1093/geront/gnu104.
- Pol, M.C., Poerbodipoero, S., Robben, S., Daams, J., Hartingsveldt, M., de Vos, R., de Rooij, SE., Kröse, BJA., Buurman, B.M. Sensor monitoring to measure and support activities of daily living for independently living older people: A systematic review and roadmap for further development. *J Am Geriatr Soc*. 2013 Dec;61(12):2219-27. Review.
- Pol MC, Buurman, BM, de Vos, R, de Rooij SE. Patient and proxy rating agreements on the Activities of Daily Living and the Instrumental Activities of Daily Living of acutely hospitalized older patients. August 2011 JAGS.

Referenties:

1. Hilderink H, Verschuuren M. Volksgezondheid Toekomst Verkenning 2018: Een gezond vooruitzicht. Synthese. 2018.
2. De juiste zorg op de juiste plek. Den Haag: Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport. 2018.
3. Chatterji S, Byles J, Cutler D, Seeman T, Verdes E. Health, functioning, and disability in older adults — present status and future implications. *The Lancet*. 2015;385(9967):563-75.
4. van Vliet K, Roodbol PF, Chorus A, Ossebaard HC. Education for future health care: A radical shift in perception, learning and action. *International Journal of Healthcare*. 2017;4(1):1.
5. Kaljouw M, Van Vliet K. Moving Towards New Health Care and New Health Care Professions: the Contours. 2016. 2017.
6. Pol MC, Poerbodipoero S, Robben S, Daams J, van Hartingsveldt M, de Vos R, et al. Sensor monitoring to measure and support daily functioning for independently living older people: a systematic review and road map for further development. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2013;61(12):2219-27.
7. Pol MC, ter Riet G, van Hartingsveldt M, Kröse B, de Rooij SE, Buurman BM. Effectiveness of sensor monitoring in an occupational therapy rehabilitation program for older individuals after hip fracture, the SO-HIP trial: study protocol of a three-arm stepped wedge cluster randomized trial. *BMC health services research*. 2017;17(1):3.
8. Pol MC, ter Riet G, van Hartingsveldt M, Kröse B, Buurman BM. Effectiveness of sensor monitoring in a rehabilitation programme for older patients after hip fracture: a three-arm stepped wedge randomised trial. *Age and ageing*. 2019.
9. Pol M, van Nes F, van Hartingsveldt M, Buurman B, de Rooij S, Kröse B. Older people's perspectives regarding the use of sensor monitoring in their home. *The Gerontologist*. 2014;56(3):485-93.
10. Robben S, Pol M, Kröse B, editors. Longitudinal ambient sensor monitoring for functional health assessments: a case study. *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication*; 2014: ACM.
11. Visschedijk J, Achterberg W, Van Balen R, Hertogh C. Fear of falling after hip fracture: a systematic review of measurement instruments, prevalence, interventions, and related factors. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2010;58(9):1739-48.
12. Visschedijk JH, Caljouw MA, van Balen R, Hertogh CM, Achterberg WP. Fear of falling after hip fracture in vulnerable older persons rehabilitating in a skilled nursing facility. *Journal of rehabilitation medicine*. 2014;46(3):258-63.
13. Craig P, Petticrew M. Developing and evaluating complex interventions: reflections on the 2008 MRC guidance. *International journal of nursing studies*. 2013;50(5):585-7.
14. Craig P, Dieppe P, Macintyre S, Michie S, Nazareth I, Petticrew M. Developing and evaluating complex interventions: the new Medical Research Council guidance. *Bmj*. 2008;337:a1655.
15. van Gemert-Pijnen L, Kelders SM, Kip H, Sanderma R. eHealth Research, Theory and Development: A Multi-Disciplinary Approach: Routledge; 2018.
16. Pol MC, Buurman BM, de Vos R, de Rooij SE. Patient and proxy rating agreements on activities of daily living and the instrumental activities of daily living of acutely hospitalized older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2011;59(8):1554-6.
17. Copas AJ, Lewis JJ, Thompson JA, Davey C, Baio G, Hargreaves JR. Designing a stepped wedge trial: three main designs, carry-over effects and randomisation approaches. *Trials*. 2015;16(1):352.
18. Dorresteyn TA, Zijlstra GR, Ambergen AW, Delbaere K, Vlaeyen JW, Kempen GI. Effectiveness of a home-based cognitive behavioral program to manage concerns about falls in community-dwelling, frail older people: results of a randomized controlled trial. *BMC geriatrics*. 2016;16(1):2.
19. Zijlstra GR, Van Haastregt JC, Ambergen T, Van Rossum E, Van Eijk JTM, Tennstedt SL, et al. Effects of a multicomponent cognitive behavioral group intervention on fear of falling and activity avoidance in community-dwelling older adults: Results of a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2009;57(11):2020-8.
20. Pol M, Peek S, van Nes F, van Hartingsveldt M, Buurman B, Kröse B. Everyday life after a hip fracture: what community-living older adults perceive as most beneficial for their recovery. *Age and ageing*. 2019;48(3):440-7.