

VU Research Portal

Ambulatory fall-risk assessment: Amount and quality of daily-life gait predict falls in older adults

van Schooten, K.S.; Pijnappels, M.A.G.M.; Rispens, S.M.; Elders, P.J.M.; Lips, P.T.A.M.; van Dieen, J.H.

published in

Journals of Gerontology. Series A : Biological Sciences & Medical Sciences
2015

DOI (link to publisher)

[10.1093/gerona/glu225](https://doi.org/10.1093/gerona/glu225)

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

van Schooten, K. S., Pijnappels, M. A. G. M., Rispens, S. M., Elders, P. J. M., Lips, P. T. A. M., & van Dieen, J. H. (2015). Ambulatory fall-risk assessment: Amount and quality of daily-life gait predict falls in older adults. *Journals of Gerontology. Series A : Biological Sciences & Medical Sciences*, 70(5), 608-615. <https://doi.org/10.1093/gerona/glu225>

General rights

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

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

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Bewegen en vallen

De kwaliteit van het alledaags lopen als voorspeller van vallen bij ouderen

Vallen bij ouderen is een groot maatschappelijk probleem. Jaarlijks valt ongeveer een derde van de 65-plussers, en één op de zes personen in deze leeftijdsgroep valt twee of meer keren per jaar. Een val kan ernstige gevolgen hebben, zoals botbreuken, mobiliteitsbeperkingen of bewegingsangst. Om vallen te voorkomen zijn objectieve screeningsinstrumenten noodzakelijk waarmee het valrisico bij ouderen kan worden bepaald. Hier presenteren wij een studie waarin we onderzochten of via draagbare bewegingsmonitoren valrisico daadwerkelijk kan worden voorspeld.

Kim van Schooten, Mirjam Pijnappels, Sietse Rispens, Petra Elders, Paul Lips, Andreas Daffertshofer, Peter Beek en Jaap van Dieën

Technologische vooruitgang in draagbare bewegingsmonitoren maakt het mogelijk om het dagelijkse beweeggedrag te volgen over dagen, weken, maanden en zelfs jaren. Deze bewegingsmonitoren zijn veelal gebaseerd op versnellingsensoren en geavanceerde algoritmen, die betrouwbaar en valide inzicht geven in het type en de duur van dagelijkse activiteiten (Dijkstra e.a., 2010; van Schooten e.a., 2015a). Voorbeelden van zulke bewegingsmonitoren zijn de smartwatches van Fitbit (Fitbit Inc, San Francisco, USA) en Garmin (Garmin International Inc, Olathe, USA), die veel worden gebruikt om (in)activiteit te monitoren. In de context van veroudering is het meten van het dagelijks beweeggedrag zeer relevant. Recent onderzoek wijst uit dat slechts 30% van de ouderen voldoende beweegt (Ministry of Health New Zealand, 2013; Townsend e.a., 2015). Wetenschappelijke studies laten verder zien dat, op de lange termijn, inactiviteit kan leiden tot achteruitgang van de lichamelijke conditie, balanscontrole en spierkracht, en daarmee leidt tot een verhoging van het valrisico (Deandrea e.a., 2013; Deandrea e.a., 2010). Veel valpreventie-interventies bevatten dan ook fysieke trainingscomponenten om deze achteruitgang tegen te gaan (Cameron e.a., 2010; Gillespie e.a., 2009). Er zijn echter ook studies die aantonen dat verhoging van het dagelijkse activiteitsniveau het risico op vallen juist verhoogt, vooral bij fragiele ouderen (Graafmans e.a., 1996; Klenk e.a., 2015; van Schooten e.a., 2015b). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat meer fysieke activiteit gepaard gaat met meer blootstelling aan risicovolle situaties; iemand die veel beweegt zal vaker in een situatie terecht komen waarin hij of zij onverwacht uit balans wordt gebracht door,

bijvoorbeeld, struikelen of uitglijden. Valrisico is dus niet alleen afhankelijk van wat men fysiek kan, maar ook van wat men in het dagelijks leven doet (van Schooten e.a., 2015b). Wij verwachtten dat het objectief meten van het dagelijkse beweeggedrag een belangrijke meerwaarde zou kunnen hebben om personen met een verhoogd valrisico te identificeren.

Naast het meten van de *hoeveelheid* dagelijkse activiteit, is het beweeggedrag ook uit te drukken in de *kwaliteit* van de dagelijkse activiteiten. De kwaliteit van het beweeggedrag is ook te bepalen met behulp van een bewegingsmonitor. Zo is de kwaliteit van het dagelijks lopen uit te drukken in maten als loopsnelheid of regelmatigheid van het looppatroon. Deze maten blijken gevoelig te zijn voor persoonsgebonden factoren die de balanscontrole beïnvloeden, zoals problemen met het evenwichtsorgaan, en omgevingsfactoren die de balans uitdagen, zoals verandering van de loopomgeving (Rispens e.a., 2014; van Schooten e.a., 2011). Bovendien heeft eerder onderzoek aangetoond dat de kwaliteit van het dagelijks lopen gerelateerd is aan het valrisico (Rispens e.a., 2015a; Rispens e.a., 2015b; van Schooten e.a., 2015b; Weiss e.a., 2013). Specifiek gezegd, de kwaliteitsmaten schrededefrequentie, variabiliteit, symmetrie, vloeiendheid, stabiliteit en voorspelbaarheid van het looppatroon blijken vallen te kunnen voorspellen (Rispens e.a., 2015b; van Schooten e.a., 2015b; Weiss e.a., 2013). Deze maten lijken dus geschikt om het valrisico te bepalen en mensen met een verhoogd risico op vallen te identificeren. Op basis van deze eerdere bevindingen hebben wij een predictiemodel gemaakt om het valrisico te meten aan de hand van

Dossier: Ouderen en bewegen

data die in het dagelijks leven werden geregistreerd met bewegingsmonitoren.

Methodes

Deze studie was onderdeel van een NWO-TOP-project gericht op het ontwikkelen van nieuwe technologieën om valrisico bij ouderen te bepalen, te weten het FARAO-project aan de Vrije Universiteit (VU) Amsterdam. Deelnemers werden geworven in Amsterdam en omgeving via huisartsen, apotheken, (trainings)groepen voor ouderen, ziekenhuizen en verzorgingshuizen. Deelnemers waren tussen 65 en 99 jaar oud, hadden geen ernstige cognitieve problemen (mini mental state examination score, MMSE (Folstein e.a., 1975) van minimaal 19 uit 30), en waren in staat om 20 meter te lopen met of zonder een loophulpmiddel. Alle deelnemers ondertekenden een toestemmingsverklaring en het protocol was goedgekeurd door het medisch-ethische toetsingscomité van het VU Medisch Centrum (protocol 2010/290).

Deelnemers droegen gedurende acht dagen een bewegingsmonitor (DynaPort MoveMonitor, McRoberts, Den Haag) die een 3-assige versnellingssensor bevatte en met een elastische band op hun onderrug was bevestigd (afbeelding 1). De deelnemers werden gevraagd om de bewegingsmonitor dag en nacht te dragen, behalve tijdens activiteiten als baden en douchen. Periodes van niet-dragen en de activiteiten lopen, zitten, liggen en staan werden door het classificatiealgoritme van McRoberts herkend (Dijkstra e.a., 2010). Voor dagen dat de bewegingsmonitor meer dan 75% van de tijd gedragen werd, berekenden we de totale duur van lopen, zitten, liggen en staan, en het aantal stappen, het aantal loopepisodes, de mediane en maximale duur van loopepisodes, en het aantal transities naar staan (van Schooten e.a., 2015a). Deze waarden werden gemiddeld over alle dagen om het gebruikelijke beweeggedrag te bepalen. Alle loopepisodes met een lengte van minimaal 10 seconden werden geselecteerd, en voor deze loopepisodes werd de kwaliteit van het dagelijks lopen bepaald met methoden die we eerder hebben beschreven (Rispen e.a., 2015b; van Schooten e.a., 2015b). Deze methoden geven inzicht in de loopsnelheid, intensiteit, variabiliteit, symmetrie, vloeiendheid en stabiliteit van het looppatroon.

Tijdens het huisbezoek werd de bewegingsmonitor uitgereikt en werden beschrijvende gegevens als geslacht, leeftijd, gewicht, lengte, valgeschiedenis, woonsituatie en het gebruik van een loophulpmiddel geregistreerd. Daarnaast werden gevalideerde vragenlijsten en testen voor factoren die het risico op vallen verhogen, afgenomen. Deze testen bestonden uit Nederlandse bewerkingen van het LASA valrisicoprofiel (Tromp e.a., 2001), cognitieve functie (MMSE score), executieve functies (trail making test A



Afbeelding 1. Deelnemer met bewegingsmonitor, welke gebruikelijk onder de bovenkleding werd gedragen.

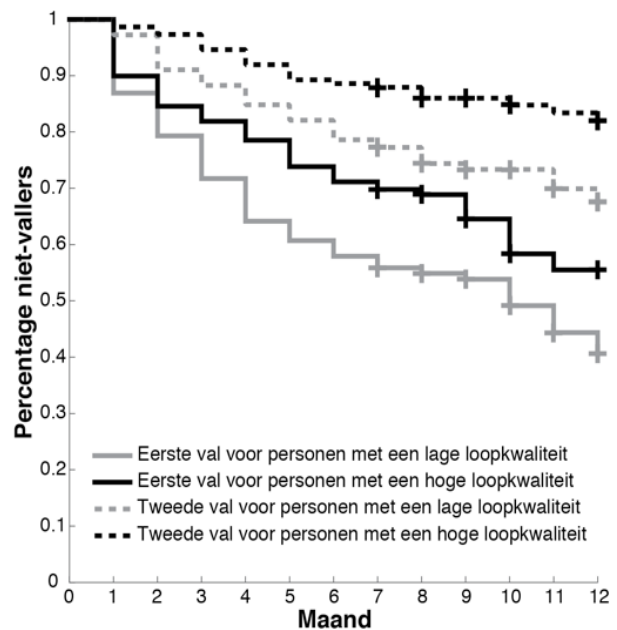
&B (Holtzer e.a., 2007)), valangst (16-item fall efficacy scale; Yardley e.a., 2005) en depressieve symptomen (30-item geriatric depression scale; Yesavage e.a., 1983). Het LASA valrisicoprofiel bevat vragen over duizeligheid, afhankelijkheid in het dagelijks leven, het hebben van huisdieren, alcoholconsumptie, opleidingsniveau, en vereist het bepalen van handknijpkracht, wat gedaan werd met een handknijpkracht dynamometer (TKK 540, Takei Scientific Instruments, Tokyo, Japan). Ook werd een valkalender uitgereikt waarop de deelnemers gedurende minimaal 6 maanden iedere dag aangaven of ze gevallen waren. De valkalenders werden maandelijks verzameld en gecontroleerd tijdens een telefonisch gesprek. De follow-upperiode was oorspronkelijk 6 maanden, maar werd verlengd tot twaalf maanden wanneer de deelnemer bereid was om door te gaan en de studieduur het toeliet.

Tijdens de analyse bepaalden wij eerst of de tijd-tot-vallen samenhang met de hoeveelheid dagelijkse activiteit en kwaliteit van het dagelijks lopen. De uitkomst van deze analyses is een hazard ratio, een ratio dat aangeeft hoeveel groter de kans op de uitkomst is gedurende een bepaalde periode wanneer de factor aanwezig is of toeneemt. Een hazard ratio hoger dan 1 betekent in ons geval dat de tijd tot vallen afneemt en de kans op vallen dus toeneemt. Voor meer details over deze methode verwijzen wij naar Van Schooten e.a., 2016. De hazard ratio's werden gebruikt om de kans op vallen over de tijd te schatten. De classificatienauwkeurigheid van deze schatting werd vervolgens bepaald middels 'leave-one-out' validatie om inzicht te krijgen in de waarde van dit predictiemodel voor de kliniek. De nauwkeurigheid van de classificaties door het predictiemodel werd op elk tijdstip bepaald als de relatie tussen de sensitiviteit (correcte detectie van *wel* een verhoogd risico) en specificiteit (correcte detectie van *geen* verhoogd risico). Deze relatie wordt uitgedrukt in de zogenoemde 'receiver operator characteristic' curve en gekwantificeerd als de oppervlakte onder deze curve (area under the receiver operator characteristic [ROC] curve, AUC). Deze AUC heeft gebruikelijk een waarde tussen 0.5 (bij toeval) en 1 (bij een perfecte predictie).

Resultaten

In totaal deden 319 ouderen mee aan deze studie. Van deze deelnemers was 51% vrouw en woonde 90% op zichzelf. De deelnemers waren gemiddeld 75 jaar oud, 171 cm lang en wogen 74 kg. Ze hadden een gemiddelde MMSE score van 27 uit 30. 224 van de 276 deelnemers die na 6 maanden werd gevraagd om de follow-up te verlengen, accepteerden dit. De duur van de valincidentie follow-up lag hierdoor tussen 2 tot 12 maanden, met een mediane duur van 11 maanden. 21 deelnemers droegen de bewegingsmonitor niet voldoende (minder dan 75% van de tijd) om betrouwbaar inzicht te krijgen in hun dagelijkse activiteiten en werden uitgesloten van de analyse. Voor 18 deelnemers was het niet mogelijk om de kwaliteit van het lopen te bepalen omdat zij niet voldoende liepen (<50 episodes van meer dan 10 seconden). Dit liet data van loopkwaliteit over van 310 deelnemers en complete data van 294 deelnemers. Deelnemers die uitvielen vanwege onvoldoende draagtijd of onvoldoende loopepisodes waren gemiddeld ouder, minder vaak zelfstandig wonend en gebruikten vaker een loophulpmiddel.

Meerdere loopkwaliteitsmaten hingen samen met de tijd-tot-eerste en tijd-tot-tweede val, terwijl geen van de maten voor hoeveelheid dagelijkse activiteiten dit deden. Een principale-componentenanalyse reduceerde de 75 variabelen tot 18 factoren, welke 81% van de variantie in de vragenlijsten, testen en bewegingsmonitordata verklaarden. Deze 18 factoren



Afbeelding 2. Percentage deelnemers dat niet gevallen is afhankelijk van de tijd in maanden. De verschillende lijnen geven personen weer met een hoge of lage loopkwaliteit (zwart of grijs) en hun eerste of tweede val (dicht of gestippeld).

reflecteerden loopkwaliteit, energiek gedrag, zijwaartse balans, fysieke activiteit, complexiteit van het looppatroon, spierkracht, afhankelijkheid in het dagelijks leven, maximale loopduur, transities, trage bewegingen, valgeschiedenis, executieve functies, angst en depressie, fysieke inactiviteit, cognitie, lichaamsbouw, alcoholconsumptie, en troost en comfort. De loopkwaliteitsfactor werd voor 93% verklaard door twee variabiliteitsmaten, namelijk de standaarddeviatie van het versnellingssignaal en de vloeiendheid van het looppatroon. Deze loopkwaliteitsfactor was sterk voorspellend voor de tijd-tot-vallen, zoals weergegeven in de Kaplan Meierplot in afbeelding 2. Hier wordt het percentage deelnemers dat niet is gevallen afhankelijk van de tijd in maanden weergegeven. Deelnemers met lager dan gemiddelde loopkwaliteit hebben een lagere kans op niet-vallen dan deelnemers met een hoger dan gemiddelde loopkwaliteit, zowel voor tijd-tot-eerste als tijd-tot-tweede val.

Het predictiemodel voor tijd-tot-eerste val bevatte drie factoren gerelateerd aan valgeschiedenis, alcoholconsumptie en loopkwaliteit. Dit predictiemodel had een classificatienauwkeurigheid tussen 0.66 en 0.72, wat licht afnam met de duur van de follow-up (tabel 1). Het predictiemodel voor tijd-tot-tweede val bevatte dezelfde drie factoren met een extra factor gerelateerd aan spierkracht. Dit predictiemodel had een classificatienauwkeurigheid tussen 0.69 en 0.76, welke eveneens licht afnam met de duur van de follow-up (tabel 1).

Tabel 1. Classificatie-nauwkeurigheid (met 95% betrouwbaarheidsinterval) van de predictiemodellen voor tijd-tot-eerste en tijd-tot-tweede val.

Classificatienauwkeurigheid	Maand											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tijd-tot-eerste val	0.69 (0.58-0.78)	0.72 (0.63-0.79)	0.69 (0.62-0.76)	0.71 (0.64-0.77)	0.69 (0.62-0.75)	0.67 (0.59-0.73)	0.66 (0.59-0.72)	0.66 (0.59-0.73)	0.66 (0.58-0.73)	0.67 (0.60-0.73)	0.67 (0.60-0.74)	0.66 (0.58-0.74)
Tijd-tot-tweede val	0.76 (0.55-0.89)	0.72 (0.60-0.83)	0.77 (0.68-0.85)	0.74 (0.66-0.81)	0.74 (0.65-0.80)	0.71 (0.62-0.78)	0.72 (0.63-0.78)	0.72 (0.64-0.79)	0.72 (0.63-0.79)	0.71 (0.61-0.78)	0.69 (0.61-0.76)	0.69 (0.61-0.76)

Discussie

Dit onderzoek was erop gericht om te bepalen of de kwaliteit van het lopen voorspellend is voor valrisico. Wij ontwikkelden hiervoor een predictiemodel voor de tijd-tot-vallen op basis van het dagelijks beweeggedrag, kwaliteit van het dagelijks lopen en vragenlijstgegevens in een groot en heterogeen cohort van ouderen. Wij toonden aan dat de kwaliteit van het dagelijks lopen geassocieerd is met de tijd-tot-vallen. Deze associaties gaven aan dat ouderen met een hoger risico op vallen trager, minder regelmatig, minder symmetrisch en minder stabiel lopen; ze lopen verder meer variabel en minder vloeiend in verticale en voor-achterwaartse richting, en minder variabel, vloeiend en voorspelbaar in zijwaartse richting. Deze bevindingen komen overeen met eerdere onderzoeken (Rispen e.a., 2015b; van Schooten e.a., 2015b; Weiss e.a., 2013). Een mogelijke verklaring voor het verschil tussen zijwaarts, en verticaal en voor-achterwaarts, zijn pogingen om de balans te behouden (zoals het vergroten van de stapbreedte) of verschillen in het nemen van bochten (meer of minder scherp; zie Van Schooten e.a., 2015b). In lijn met deze bevindingen, zagen we dat de loopkwaliteitsfactor uit de principale-componentenanalyse aangaf dat personen met een meer variabel, minder intensief en minder vloeiend looppatroon een verhoogd valrisico hadden. Geen van de dagelijkse activiteitsvariabelen waren geassocieerd met tijd-tot-vallen, ook niet na correctie voor loopkwaliteit. Dit is opvallend omdat wij en anderen eerder lieten zien dat de hoeveelheid lopen en de duur van het liggen risicofactoren voor vallen waren (Klenk e.a., 2015; Rispen e.a., 2015b; Schwenk e.a., 2014; van Schooten e.a., 2015b; Weiss e.a., 2013). Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat deze relatie beïnvloed wordt door fysieke capaciteit (zoals kwaliteit van lopen) en dat onze groep deelnemers te heterogeen was om zulke specifieke effecten te vinden. Subgroep-analyse (zoals in Brodie e.a., 2015) kan deze relaties in de toekomst wellicht aantonen.

Onze resultaten geven aan dat de drie factoren gerelateerd aan valgeschiedenis, alcoholconsumptie en loopkwaliteit, de tijd-tot-eerste val met redelijke tot goede nauwkeurigheid voorspellen (classificatienauwkeurigheid 0.66-0.72). Met de toevoeging van spierkracht waren deze factoren in staat om tijd-tot-tweede val ook met redelijke tot goede nauwkeurigheid te voorspellen (classificatie-nauwkeurigheid 0.69-0.76). De nauwkeurigheid van onze nieuwe predictiemodellen is beter dan de nauwkeurigheid van veelgebruikte predictiemodellen voor vallen, die meestal een classificatienauwkeurigheid tussen de 0.55 tot 0.74 hebben (Gates e.a., 2008; Lee e.a., 2013; Scott e.a., 2007). De voorspellende waarde van onze predictiemodellen voor valrisico nam af over de tijd. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de voorspellende waarde van de loopkwaliteitsmaten afneemt over tijd omdat ze gevoelig zijn voor verandering, toekomstige studies zijn nodig om dit te testen. Tijd-tot-tweede val was beter te voorspellen dan tijd-tot-eerste val, wat mogelijk het geval is omdat deze vallen minder vaak toevallig door externe omstandigheden optreden, maar daadwerkelijk wijzen op een hoog valrisico. De ontwikkelde predictiemodellen en de factor kwaliteit van lopen zijn nuttig om personen met een verhoogd valrisico te identificeren en hebben wellicht ook waarde om het effect van interventies te evalueren. Toekomstige stappen zijn het (extern) valideren van deze predictiemodellen in een onafhankelijk cohort en implementatie in een klinische setting om personen met een verhoogd valrisico te herkennen en een interventie aan te bieden. Verder zijn interventiestudies nodig om te bepalen of deze methoden gevoelig genoeg zijn om betekenisvolle veranderingen in valrisico te bepalen.

Samenvattend laat ons onderzoek zien dat de kwaliteit van het dagelijks lopen, uitgedrukt in afzonderlijke maten of als een gecombineerde loopkwaliteitsfactor, voorspellend is voor tijd-tot-eerste en tijd-tot-tweede val. De ontwikkelde predictiemodellen voor tijd-tot-

eerste en tijd-tot-tweede val kunnen vallen met redelijke tot goede nauwkeurigheid voorspellen, en lijken veelbelovend voor klinische toepassing.

Referenties

- Brodie, M.A., Lovell, N.H., Redmond, S.J., & Lord, S.R. (2015). Bottom-up subspace clustering suggests a paradigm shift to prevent fall injuries. *Med Hypotheses*, 84(4), 356-362.
- Cameron, I.D., Murray, G.R., Gillespie, L.D., Robertson, M.C., Hill, K.D., Cumming, R.G., & Dieen, J.H. van (2011). Sensitivity of trunk variability and stability measures to balance impairments induced by galvanic vestibular stimulation during gait. *Gait Posture*, 33(4), 656-660.
- Kerse, N. (2010). Interventions for preventing falls in older people in nursing care facilities and hospitals. *Cochrane Database Syst Rev*, 1(1), CD005465.
- Deandrea, S., Bravi, F., Turati, F., Lucenteforte, E., La Vecchia, C., & Negri, E. (2013). Risk factors for falls in older people in nursing homes and hospitals. A systematic review and meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*, 56(3), 407-415.
- Deandrea, S., Lucenteforte, E., Bravi, F., Foschi, R., La Vecchia, C., & Negri, E. (2010). Risk factors for falls in community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology*, 21(5), 658-668.
- Dijkstra, B., Kamsma, Y., & Zijlstra, W. (2010). Detection of gait and postures using a miniaturised triaxial accelerometer-based system: Accuracy in community-dwelling older adults. *Age Ageing*, 39(2), 259-262.
- Folstein, M.F., Folstein, S.E., & McHugh, P.R. (1975). 'Mini-mental state': A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*, 12(3), 189-198.
- Gates, S., Smith, L.A., Fisher, J.D., & Lamb, S.E. (2008). Systematic review of accuracy of screening instruments for predicting fall risk among independently living older adults. *J Rehabil Res Dev*, 45(8), 1105-1116.
- Gillespie, L.D., Robertson, M.C., Gillespie, W.J., Lamb, S.E., Gates, S., Cumming, R.G., & Rowe, B.H. (2009). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*, 2(2), CD007146.
- Graafmans, W.C., Ooms, M.E., Hofstee, H.M., Bezemer, P.D., Bouter, L.M., & Lips, P. (1996). Falls in the elderly: a prospective study of risk factors and risk profiles. *Am J Epidemiol*, 143(11), 1129-1136.
- Holtzer, R., Friedman, R., Lipton, R.B., Katz, M., Xue, X., & Verghese, J. (2007). The relationship between specific cognitive functions and falls in aging. *Neuropsychol*, 21(5), 540-548.
- Klenk, J., Kerse, N., Rapp, K., Nikolaus, T., Becker, C., Rothenbacher, D., the Acti, F.E.S.G. (2015). Physical Activity and Different Concepts of Fall Risk Estimation in Older People—Results of the ActiFE-Ulm Study. *PLoS ONE*, 10(6), e0129098.
- Lee, J., Geller, A.I., & Strasser, D.C. (2013). Analytical review: focus on fall screening assessments. *PM R*, 5(7), 609-621.
- Ministry of Health New Zealand. (2013). Guidelines on Physical Activity for Older People (aged 65 years and over). Wellington: Ministry of Health.
- Rispens, S.M., Schooten, K.S. van, Pijnappels, M., Cofre Lizama, L.E., Daffertshofer, A., Beek, P.J., & Dieën, J.H. van (2014). Gait characteristics estimated with accelerometers: Agreement between laboratory and daily life. Paper presented at the Dynamic Walking 2014, Zurich, Switzerland.
- Rispens, S.M., Schooten, K.S. van, Pijnappels, M., Daffertshofer, A., Beek, P.J., & Dieën, J.H. van (2015a). Identification of fall risk predictors in daily life measurements: gait characteristics' reliability and association with self-reported fall history. *NMR*, 29(1), 54-61.
- Rispens, S.M., van Schooten, K.S., Pijnappels, M., Daffertshofer, A., Beek, P.J., & Dieën, J.H. van (2015b). Do Extreme Values of Daily-Life Gait Characteristics Provide More Information About Fall Risk Than Median Values? *JMIR Res Protoc*, 4(1), e4.
- Schwenk, M., Hauer, K., Zieschang, T., Englert, S., Mohler, J., & Najafi, B. (2014). Sensor-Derived Physical Activity Parameters Can Predict Future Falls in People with Dementia. *Gerontol*.
- Scott, V., Votova, K., Scanlan, A., & Close, J. (2007). Multifactorial and functional mobility assessment tools for fall risk among older adults in community, home-support, long-term and acute care settings. *Age Ageing*, 36(2), 130-139.
- Townsend, N., Wickramasinghe, K., Williams, J., Bhatnagar, P., & Rayner, M. (2015). Physical activity statistics. British Heart Foundation.
- Tromp, A.M., Pluijm, S.M., Smit, J.H., Deeg, D.J., Bouter, L.M., & Lips, P. (2001). Fall-risk screening test: a prospective study on predictors for falls in community-dwelling elderly. *J Clin Epidemiol*, 54(8), 837-844.
- Schooten, K.S. van, Pijnappels, M., Rispens, S.M., Elders, P.J., Lips, P., Daffertshofer, A., Dieën, J.H. van (2016). Daily-life gait quality as predictor of falls in older people: a 1-year prospective cohort study. *PLoS ONE*, 11(7), e0158623.
- Schooten, K.S. van, Rispens, S.M., Elders, P.J., Lips, P., Dieën, J.H. van, & Pijnappels, M. (2015a). Assessing Physical Activity in Older Adults: Required Days of Trunk Accelerometer Measurements for Reliable Estimation. *JAPA*, 23(1), 9-17.
- Schooten, K.S. van, Rispens, S.M., Elders, P.J.M., Lips, P., Pijnappels, M., & Dieën, J.H. van (2015b). Ambulatory fall-risk assessment: Amount and quality of daily-life gait predict falls in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 70(5), 608-615.
- Schooten, K.S. van, Sloot, L.H., Bruijn, S.M., Kingma, H., Meijer, O.G., Pijnappels, M., & Weiss, A., Brozgol, M., Dorfman, M., Herman, T., Shema, S., Giladi, N., & Hausdorff, J.M. (2013). Does the evaluation of gait quality during daily life provide insight into fall risk? A novel approach using 3-day accelerometer recordings. *Neurorehabil Neural Repair*, 27(8), 742-752.
- Yardley, L., Beyer, N., Hauer, K., Kempen, G., Piot-Ziegler, C., & Todd, C. (2005). Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). *Age Ageing*, 34(6), 614-619.
- Yesavage, J.A., Brink, T.L., Rose, T.L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., & Leirer, V.O. (1983). Development and Validation of a Geriatric Depression Screening Scale - a Preliminary-Report. *J Psychiatr Res*, 17(1), 37-49.

Over de auteurs



Dr. K.S. van Schooten
PostDoc in fall prevention
Department of Biomedical Physiology
and Kinesiology
Simon Fraser University Vancouver,
Canada
kim.vanschooten@gmail.com



Prof. dr. M. Pijnappels
Professor Age-related effects of
balance control
Afdeling Bewegingswetenschappen
Vrije Universiteit Amsterdam



Dr. S.M. Rispens
Fall risk monitoring
Research Scientist Philips Research
Philips Eindhoven



Dr. P.J.M. Elders
Huisarts & senior onderzoeker
Department of General Practice and
Elderly Care
VU Medisch Centrum Amsterdam



Prof. dr. prof.em. P.T.A. Lips
Voormalig internist & Professor
emeritus endocrinologie
VU Medisch Centrum Amsterdam



Prof. dr. A. Daffertshofer
Hoogleraar Neurale Dynamica
Faculteit Gedrags- en
Bewegingswetenschappen
Vrije Universiteit Amsterdam

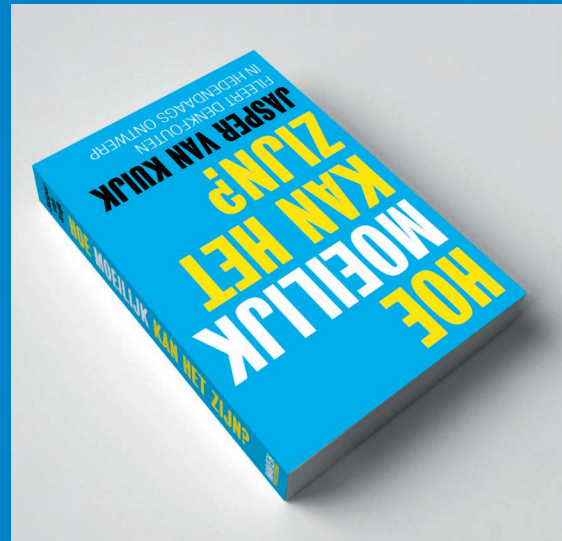


Prof. dr. P. Beek
Decaan Faculteit Gedrags- en
Bewegingswetenschappen
Vrije Universiteit Amsterdam



Prof. dr. J.H. van Dieën
Hoogleraar Biomechanic
Faculteit Gedrags- en
Bewegingswetenschappen
Vrije Universiteit Amsterdam

BOEK



‘Hoe moeilijk kan het zijn?’

Jasper is universitair docent gebruiksgesichte innovatie bij de faculteit Industrieel Ontwerpen van de TU Delft. En cabaretier. Onder de titel ‘Hoe moeilijk kan het zijn?’ fileert hij in de Volkskrant wekelijks denkfouten in hedendaags ontwerpen.

Deze columns zijn nu in boekvorm uitgebracht. NRC Handelsblad schreef over het boek: *‘Hilarische en herkenbare verzameling ergernissen in de omgang met wekkerradio’s, televisies, kookplaten, chipcards, navigatiesystemen en andere verworvenheden van de digitale wereld.’*

Met een aanstekelijke mix van ironie en absurdisme verwoordt Jasper van Kuijk de principes, uitdagingen en valkuilen van het creëren van nieuwe producten. Aan de hand van vele herkenbare voorbeelden laat hij zien dat ontwerpen een complexe bezigheid is, waarin men ondanks de beste bedoelingen verrassend vaak kan verdwalen. Maar juist die missers brengen waardevolle inzichten aan het licht en maken dat je meer waardering krijgt voor geslaagde ontwerpen.