



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## **A comprehensive approach to assess walking ability and fall risk using the Interactive Walkway**

Geerse, D.J.

### **Citation**

Geerse, D. J. (2019, May 8). *A comprehensive approach to assess walking ability and fall risk using the Interactive Walkway*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/72513>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Leiden University Non-exclusive license](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/72513>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/72513> holds various files of this Leiden University dissertation.

**Author:** Geerse, D.J.

**Title:** A comprehensive approach to assess walking ability and fall risk using the Interactive Walkway

**Issue Date:** 2019-05-08

## **Nederlandse samenvatting**



Neurologische aandoeningen kunnen een negatief effect hebben op verschillende aspecten van loopvaardigheid die nodig zijn om veilig en zelfstandig te kunnen lopen. Dit vraagt om uiteenlopende revalidatiestrategieën. Een uitgebreide en volledige beoordeling van de belangrijkste aspecten van loopvaardigheid zou kunnen helpen om deze strategieën beter af te stemmen op de individuele behoeften van de patiënt. De *Interactive Walkway* (figuur N1.1) lijkt een veelbelovend, patiëntvriendelijk en goedkoop meetinstrument voor loopvaardigheid in de dagelijkse praktijk. De *Interactive Walkway* bestaat uit meerdere Kinect v2-sensoren, waarmee het volledige gangbeeld -zonder markers op het lichaam- in 3D gemeten kan worden. De *Interactive Walkway* kan, naast het meten van het gangbeeld, mogelijk ook het zogenoemde loopspecifieke aanpassingsvermogen op een veilige manier in kaart brengen door het (plotseling) presenteren van visuele projecties op het looppad in de vorm van staptegels of obstakels (figuur N1.1). Dit lijkt waardevol omdat het lopen in het dagelijks leven vaak aangepast moet worden, bijvoorbeeld bij het oversteken van een straat of bij het ontwijken van scheefliggende stoeptegels. Een slecht aanpassingsvermogen wordt bovendien in verband gebracht met een hoger valrisico. Dit aspect van loopvaardigheid wordt doorgaans echter niet in klinische testen beoordeeld. De *Interactive Walkway* biedt nu de mogelijkheid om loopvaardigheid vollediger te meten door naast het gangbeeld ook het loopspecifieke aanpassingsvermogen in kaart te brengen. Het is alleen onduidelijk of 1) de *Interactive Walkway* loopvaardigheid valide kan meten en, zo ja, 2) of de *Interactive Walkway* nuttig is voor het bepalen van loopvaardigheid en valrisico in de kliniek bij patiënten met een beroerte en patiënten met de ziekte van Parkinson. Het doel van dit proefschrift was om inzicht te krijgen in deze twee aspecten.



**Figuur N1.1** De *Interactive Walkway* met visuele projecties op het looppad.

### *Deel 1: Kan loopvaardigheid valide en volledig gemeten worden met de Interactive Walkway?*

De meest gebruikte uitkomstmaat van loopvaardigheid is loopsnelheid over korte afstanden, bepaald met bijvoorbeeld de 10-meter looptest. Met de *Interactive Walkway* kan deze 10-meter looptest worden uitgebreid met een snelle, niet-invasieve en patiëntvriendelijke kwantitatieve gangbeeldanalyse. De 3D-kinematica geeft aanvullende informatie over loop- en balansproblemen, wat niet mogelijk is met standaard klinische testen. De studie beschreven in **Hoofdstuk 2** was gericht op het valideren van een kwantitatieve gangbeeldanalyse met de *Interactive Walkway* in een groep van 21 gezonde personen. De 10-meter looptest werd uitgevoerd op comfortabele en maximale loopsnelheid, terwijl 3D-kinematica van het hele lichaam gelijktijdig werd gemeten met zowel de *Interactive Walkway* als het Optotrak systeem (d.w.z. de gouden standaard). De resultaten lieten zien dat 3D-kinematica goed overeenkwam tussen deze bewegingsregistratiesystemen, vooral bij grote bewegingsuitslagen. Hetzelfde gold voor spatiotemporele gangparameters die uit 3D-kinematica kunnen worden afgeleid. De resultaten van Hoofdstuk 2

lieten dus zien dat een kwantitatieve gangbeeldanalyse valide uitgevoerd kan worden met de *Interactive Walkway*.

De *Interactive Walkway* kan, naast het meten van het gangbeeld, mogelijk ook het loopspecifieke aanpassingsvermogen in kaart brengen. Hiertoe worden visuele projecties (plotseling) op het looppad gepresenteerd in de vorm van staptiegels of obstakels. In **Hoofdstuk 3** werd gekeken naar de overeenkomst tussen de *Interactive Walkway* en het Optotrak systeem, en de gevoeligheid voor taak- en tussenpersoonsvariatie van verschillende taken op de *Interactive Walkway* ter bepaling van het aanpassingsvermogen. In totaal voerden 21 gezonde personen meerdere *Interactive Walkway*-taken uit met verschillende moeilijkheidsgraden: obstakels ontwijken, plotseling stoppen en starten, en doelgerichte stappen. De resultaten lieten zien dat uitkomstmaten van het aanpassingsvermogen, zoals obstakel-ontwijkmarginen, over het algemeen goed overeenkwamen. Daarnaast waren deze uitkomstmaten gevoelig voor taak- en tussenpersoonsvariatie. Variatie in doelgericht stappen resulteerde in verschillende staplengten, stapnauwkeurigheden en loopsnelheden, terwijl reactietijden en obstakel-ontwijkmarginen verschilden per obstakeltype. Dit betekent dat het gebruik van de visuele projecties mogelijkheden biedt om het lopen te manipuleren en (plotselinge) stapaanpassingen uit te lokken, in overeenstemming met eerdere onderzoeken die eenzelfde concept onderzochten tijdens lopen op een loopband. Gevoeligheid voor taak- en tussenpersoonsvariatie is belangrijk ter bepaling van het aanpassingsvermogen van relatief goed functionerende groepen (zoals thuiswonende ouderen), waar plafondeffecten een veelvoorkomend probleem zijn. Hetzelfde geldt voor bodemeffecten bij relatief kwetsbare patiëntgroepen. De *Interactive Walkway* maakt een kwantitatieve bepaling van het aanpassingsvermogen mogelijk en is haalbaar voor zowel goed functionerende als kwetsbare populaties, aangezien de moeilijkheidsgraad van de taak kan worden aangepast. Bovendien is het vaststellen van het aanpassingsvermogen met de *Interactive Walkway* relatief veilig (visuele in plaats van fysieke

obstakels), niet belastend (meten zonder markers op het lichaam), en daardoor tijdbesparend en patiëntvriendelijk. De *Interactive Walkway*-taken lijken daardoor bruikbaar voor het verkrijgen van objectieve en meer taakspecifieke informatie van iemands loopvaardigheid. Dit rechtvaardigt studies naar de klinische potentie, zoals is beschreven in de Hoofdstukken 5 tot en met 7.

De inzichten verkregen in de twee validatiestudies gaven aanleiding voor nog een derde validatiestudie. De studie beschreven in **Hoofdstuk 4** had als doel het systematisch onderzoeken van het effect van afstand van het lichaam tot de sensor, lichaamszijde (d.w.z. links of rechts) en staplengte op de voetplaatsingslocaties bepaald aan de hand van de geschatte enkelposities door de Kinect v2-sensor van de *Interactive Walkway*. De voetplaatsingslocaties zijn nodig voor het kwantificeren van spatiële gangparameters en verschillende uitkomstmaten van het aanpassingsvermogen. In totaal hebben 12 gezonde personen staptaken met opgelegde voetplaatsingslocaties op verschillende afstanden van de Kinect sensor uitgevoerd, voor zowel de linker- als de rechervoet en met verschillende opgelegde staplengten. Deze staptaken werden gelijktijdig vastgelegd met de Kinect v2-sensor en het Optotrak systeem. Kleine maar significante verschillen tussen de systemen werden gevonden voor voetplaatsingslocaties en staplengte. Deze werden waarschijnlijk veroorzaakt door verschillen in lichaamsoriëntatie ten opzichte van de Kinect sensor, waardoor de enkelposities meer naar achteren werden geschat. Dit effect kan eenvoudig verminderd worden door de afstanden tussen de sensoren van de *Interactive Walkway*-opstelling te verkleinen, om zo voetplaatsingslocaties op grotere afstanden van de sensor te kunnen bepalen.

Uit deze drie validatiestudies kan worden geconcludeerd dat de *Interactive Walkway* gebruikt kan worden om zowel het gangbeeld (Hoofdstuk 2) als het loopspecifieke aanpassingsvermogen (Hoofdstuk 3) valide in kaart te brengen bij gezonde personen. Het biedt tevens de mogelijkheid voor een volledig(er) looponderzoek, waarbij alle onderdelen van het drieledig model van loopvaardigheid worden meegenomen, te weten het vermogen om 1)



stappen te genereren, 2) de balans te bewaren en 3) het lopen aan te passen aan de omgeving. De resultaten van Hoofdstukken 2 tot en met 4 hebben ook tot een verbetering van de *Interactive Walkway*-opstelling geleid door het verkleinen van de afstand tussen de sensoren. De volgende stap was het bestuderen van de klinische potentie van de *Interactive Walkway* ter bepaling van loopvaardigheid en valrisico bij verschillende patiëntgroepen, zoals hierna zal worden besproken.

### *Deel 2: Is de Interactive Walkway nuttig voor het bepalen van loopvaardigheid en valrisico in de kliniek?*

Het doel van de studie beschreven in **Hoofdstuk 5** was om te onderzoeken of de *Interactive Walkway* gebruikt kan worden ter bepaling van loopvaardigheid bij patiënten met een beroerte. Het in kaart brengen van beperkingen in loopvaardigheid kan helpen bij het ontwikkelen van geïndividualiseerde revalidatiestrategieën. Bij 30 patiënten met een beroerte en 30 gezonde controlepersonen van gelijke leeftijd en gelijk geslacht werden verschillende klinische testen afgenomen, evenals kwantitatieve 3D-gangbeeldanalyses en verschillende *Interactive Walkway*-taken. De resultaten van deze studie suggereren een goede *known-groups* validiteit voor *Interactive Walkway*-uitkomstmaten van het aanpassingsvermogen, vergelijkbaar met die van klinische testen en kwantitatieve gangbeeldanalyses. Bovendien bleken *Interactive Walkway*-taken aanvullende informatie te geven, gezien de overwegend lage tot middelmatig sterke correlaties tussen de uitkomstmaten van het aanpassingsvermogen, en die van klinische testen en kwantitatieve gangbeeldanalyses. Deze bevindingen suggereerden daarom dat het bepalen van het gangbeeld en het loopspecifieke aanpassingsvermogen, door middel van obstakels ontwijken en doelgericht stappen, met de *Interactive Walkway* een snel, niet-invasief en volledig kwantitatief beeld geeft van loopvaardigheid. Dit biedt mogelijkheden voor het monitoren van herstel na een beroerte en voor het individualiseren van revalidatiestrategieën.

In **Hoofdstuk 6** werden het gangbeeld (d.w.z. kwantitatieve gangbeeldanalyse), adaptief lopen en dubbeltaaklopen onderzocht met de *Interactive Walkway* bij 14 patiënten met de ziekte van Parkinson met *freezing of gait*, 16 patiënten met de ziekte van Parkinson zonder *freezing of gait* en 30 gezonde controlepersonen. Patiënten met *freezing of gait* scoorden het slechtst, patiënten zonder *freezing of gait* scoorden gemiddeld en controlepersonen scoorden het best op de meeste *Interactive Walkway*-taken, in overeenstemming met de resultaten van de klinische testen. Dit suggereert een goede *known-groups* validiteit voor de *Interactive Walkway*-taken. Patiënten met de ziekte van Parkinson ondervonden vooral problemen wanneer zij moesten afwijken van hun eigen looppatroon, waarbij een beroep moest worden gedaan op de dynamische balanscontrole. Om een goed beeld te krijgen van iemands loopvaardigheid moet daarom zowel het gangbeeld als het adaptief lopen worden onderzocht, bijvoorbeeld door middel van obstakels ontwijken en doelgericht stappen. In deze studie werd aangetoond dat deze *Interactive Walkway*-taken ook aanvullende informatie geven ten opzichte van klinische testen, gezien de lage tot middelmatig sterke correlaties tussen deze twee typen testen. Bovendien bleek classificatie van patiënten mét en zónder *freezing of gait* aan de hand van *Interactive Walkway*-uitkomstmaten van adaptief lopen iets beter dan classificatie op grond van klinische testcores. De *Interactive Walkway* heeft dus potentie om loopvaardigheid bij de ziekte van Parkinson volledig(er) te bepalen. Het maakt het mogelijke om belangrijke aspecten die mogelijk een verband hebben met valincidenten in kaart te brengen, zoals is onderzocht in Hoofdstuk 7.

In **Hoofdstuk 7** werd onderzocht of de *Interactive Walkway* gebruikt kan worden om toekomstige vellers en risicofactoren voor toekomstige valincidenten te identificeren in een gemengd cohort van patiënten met een beroerte, patiënten met de ziekte van Parkinson en gezonde personen. In deze studie werd gekeken naar persoonskarakteristieken, klinische loop- en balanstesten, een kwantitatieve gangbeeldanalyse en *Interactive Walkway*-

taken. Valkalenders werden gebruikt om gedurende zes maanden prospectief alle valincidenten te registreren. Zodoende konden personen als vellers (d.w.z. tenminste een loopgerelateerde val gedurende de vervolgperiode) of niet-vellers worden geïdentificeerd. Bij aanvang van de vervolgperiode hadden vellers meer angst om te vallen en vermeden ze meer activiteiten uit angst om te vallen dan niet-vellers. Daarnaast liepen vellers langzamer en met kleinere stappen en presteerden ze slechter op klinische loop- en balanstesten. Zoals verwacht presteerden vellers ook slechter op verschillende *Interactive Walkway*-taken. Naast valgeschiedenis werden het percentage succesvol ontweken obstakels en de genormaliseerde loopsnelheid tijdens doelgericht stappen geïdentificeerd als voorspellende variabelen van valincidenten, en toevoeging van deze risicofactoren verbeterde de identificatie van vellers. Personen die slecht scoorden op de obstakel-ontwijktaak en die hun loopsnelheid niet aanzienlijk verlaagden tijdens doelgericht stappen liepen het grootste risico om te vallen. Het identificeren van deze taakspecifieke valrisicofactoren kan leiden tot meer gerichte, gepersonaliseerde en mogelijke effectievere valpreventieprogramma's. Deze taken lijken, mits geverifieerd in een grotere groep, dus veelbelovende aangrijpingspunten voor toekomstige valpreventieprogramma's.

Gezamenlijk laten deze bevindingen zien dat de loopvaardigheid van patiënten met een beroerte (Hoofdstuk 5) en patiënten met de ziekte van Parkinson (Hoofdstuk 6) valide en volledig gemeten kan worden met de *Interactive Walkway*. Bovendien bleken beperkingen in het aanpassingsvermogen risicofactoren voor valincidenten, variabelen die ook bij kunnen dragen aan een betere identificatie van vellers (Hoofdstuk 7). De *Interactive Walkway* heeft dus potentie om de loopvaardigheid bij patiënten met een beroerte en patiënten met de ziekte van Parkinson valide en volledig in kaart te brengen, en is daarmee veelbelovend voor het inschatten van het valrisico.