

Different Explanation, less frustration?

Citation for published version (APA):

Jie, J. L-J. (2020). *Different Explanation, less frustration? making explicit whether implicit motor learning strategies are feasible and effective in neurological rehabilitation*. Ridderprint BV.
<https://doi.org/10.26481/dis.20200409jj>

Document status and date:

Published: 01/01/2020

DOI:

[10.26481/dis.20200409jj](https://doi.org/10.26481/dis.20200409jj)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

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.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

English Summary

Physiotherapists teach patients motor skills on a daily basis. Motor learning in rehabilitation is a dynamic process and can be influenced by many factors such as pain, cognition or physical abilities, which can therefore result in challenging and complex situations. For people with acquired brain injury e.g. stroke patients, not only motor, but also cognitive functions may be impaired. As a consequence, understanding and processing explicit instructions about ‘how’ to perform a motor skill can be difficult. This manner of teaching (i.e. providing the learner exact step-by-step instructions how to execute a movement) is referred to as *explicit* motor learning. There are also other forms of learning, such as *implicit* motor learning, that are assumed to be less cognitively demanding. This thesis explored the application of implicit motor learning within neurological rehabilitation.

More specifically, the overall aim of this PhD thesis was to develop and explore the application of different implicit motor learning approaches and to assess the effectiveness and feasibility of one promising implicit motor learning approach at home for people after stroke. Additionally, the design of a user interface for a simple innovative technology that can be used to support independent practice of walking at home, independent of the approach, was developed.

To answer the overall aim, this thesis was divided into three phases. In phase 1 (chapters 2 and 3) we focused on exploring the application of different implicit motor learning approaches, which delivered input for the second phase. In phase 2 (chapters 4 to 6) a randomised controlled trial took place in which an implicit and explicit motor learning walking intervention for people after stroke were compared. Within these chapters, the protocol, results regarding the effectiveness and a process evaluation of the trial was presented. Finally, in phase 3 (chapter 7), the design process of a user interface for an existing sensor-feedback system that supports people after stroke during walking was described.

Chapter 1 introduced the topic and rationale of this thesis. First, implicit and explicit motor learning were defined and presented as two extremes on an implicit-explicit continuum. Then the characteristics of implicit motor learning were described, followed by an overview of different implicit motor learning strategies. Finally, the specific benefits of implicit motor learning for neurological rehabilitation were outlined. Additionally, a simple technology that supports patients during independent practice of walking at home was described.

Chapter 2 described whether analogy learning can be used to facilitate walking performance in people with Parkinson’s disease. The analogy of ‘following the footprints in the sand’ was used to facilitate stride length and was practiced in eight walking trails. Walking performance (stride length and walking speed) was measured before and

immediately after the intervention, and again 1-month later, using a CODA motion 3D analyses system. Patient experiences with the intervention were registered. The study revealed both statistically and clinically relevant improvements in walking performance, especially at 1-month post intervention. Furthermore, a positive trend towards reducing dual task costs was demonstrated. Participants found the analogy relatively easy to use and it became easier to use over time. Analogy learning seemed feasible and potentially implicit (i.e. reduced working memory demands) to facilitate walking performance in people with Parkinson's.

Chapter 3 explored whether different implicit learning strategies can lead to immediate changes in walking performance. Associated patient experiences with each strategy were collected. People after stroke were randomly allocated to one of three implicit strategies: analogy instructions, environmental constraints, and action observation. The instructions within each condition were hypothesized to facilitate one specific gait parameter, either walking velocity, step length, step width, or step height. Gait parameters were recorded before and during the intervention using Vicon 3D motion analysis system. Performance at baseline was compared to performance during the conditions (within group differences). On a group level three of four analogies led to small but significant changes in velocity, step height and step width. Environmental constraints led to significant changes in step width. No significant changes were found within the action observation strategy. At an individual level, results showed a wide variation in magnitude of changes. Participants found it easy to walk with the different strategies. Analogy instructions and environmental constraints can be used to induce specific, immediate changes in walking performance. The researched strategies seem feasible but need to be tailored to the individual gait problem and preferences of the patients.

In chapters 4, 5 and 6, a trial was designed, conducted and evaluated. The trial examined whether an implicit motor learning walking intervention (analogies) is more effective compared to an explicit motor learning walking intervention (verbal detailed instructions) delivered at home with regard to walking speed in people after stroke.

Chapter 4 described the design for the trial. Within the trial only people after stroke who were in the chronic phase of recovery were included, to minimise the possibility for spontaneous recovery. Analogy learning was the leading strategy for the implicit intervention, whereas detailed explicit instructions were the leading strategy for the explicit intervention. The interventions took place over a 3-week period, consisted of 9 training sessions (3 per week), and each session lasted for 30 minutes. Walking performance was measured using the 10-meter walking test, and was assessed pre- and post- intervention, and again 1 month later. Intervention and measurement sessions took place at the home environment of the patients. The functional task, home environment and tailored motor learning interventions were specifically chosen to increase generalisability.

To standardise the training content, therapists were trained and familiarised with the implicit and explicit conditions. A process evaluation was embedded to determine whether the interventions were delivered as intended and to explore the therapist and patient experiences with regard to feasibility.

In **chapter 5**, the results of the trial were presented. In total 79 people after stroke in the chronic phase of recovery took part in the study and received either an implicit ($n=38$) or explicit ($n=41$) motor learning walking intervention under guidance of a physiotherapist in their home environment. The implicit intervention had similar effects on walking speed compared to those who received an explicit intervention. No statistically nor clinically relevant differences were observed between groups. For people with relatively good cognitive abilities (MoCA >21), and people with more severe cognitive impairments (MoCA ≤ 21) similar trends in performance were seen. Implicit motor learning was not superior to the explicit motor learning at improving walking speed in people after stroke in the chronic phase of recovery. The heterogeneous sample and personalised interventions that took place within clinical settings contributed to a high external validity. For tailored motor learning approaches more insight is needed on the patient characteristics and preferences that influence the process of motor learning.

Chapter 6 described the process evaluation of the trial with regard to the fidelity and feasibility of the interventions. Data for the process evaluation was collected alongside the trial by means of therapist logs, audio recordings, therapist and patient questionnaires. Overall therapists adhered to the intervention guidelines. However, data also showed that it is difficult to keep interventions 100% implicit or explicit. Incidentally implicit instructions were provided within the explicit intervention and vice versa (14% of the implicit sessions; 1% of the explicit sessions). In total, two protocol deviations were observed within the implicit intervention. Therapists and participants were generally positive about the feasibility of both interventions but frequent comments were made by the therapists regarding “therapy time restrictions” and “tendency of the participants to develop explicit rules”. The interventions were successful in terms of fidelity and overall therapists and patients were positive about the feasibility of the delivered implicit and explicit motor learning interventions within the trial.

Chapter 7 described how a usable and enjoyable user interface of a sensor-feedback system can be re-designed for people after stroke. The design process was structured around four consecutive design phases: the discovery, definition, development and delivery phase. Fifteen participants evaluated the prototypes in multiple test rounds, each existing of 2-7 individual test sessions. Deliverables and key observations derived from the design process were described. Apart from functional requirements and an understandable user interface, i.e., good usability, our case study demonstrated that the inclusion of a (fictional) character like “Stappy” may lead to a more meaningful and

enjoyable user experience. The methodology, deliverables and key observations can be used to (re)design meaningful user interfaces for people after stroke. Through the creation of characters like Stappy, the study provides a technique that may promote “empathy”. The description of the design process may provide guidance for health care professionals, researchers or designers in future user interface design projects in which existing products are redesigned for people after stroke.

Chapter 8 described the main findings of this PhD research within the three phases of this project. Subsequently, the methodological considerations related to three themes are discussed: ‘order of chosen research designs’, ‘from isolated tasks in laboratory setting to clinical practice’, and ‘a structured process to design the user interface’. Furthermore, the lessons learned from this PhD-trajectory are described within six major topics: ‘the difficulty to determine effectiveness of implicit motor learning in clinical practice’, ‘personalised and meaningful analogies’, ‘tailoring motor learning: the importance of identifying participant characteristics’, ‘the need to understand implicit motor learning within the neurological rehabilitation’, ‘empathy through the creation of the character Stappy’ and ‘the value of patient participation’. Finally, this chapter described how knowledge transfer around implicit motor learning towards clinical practice and education can be achieved, and the current thesis contributed to this process. Potential directions for future research are discussed. It is argued that two important issues for future studies are *“identifying which patients benefit most from what motor learning approaches”* and *“examining whether the characteristics of implicit motor learning also apply for the neurological population”*.

Nederlandse Samenvatting

Fysiotherapeuten zijn dagelijks bezig om patiënten motorische vaardigheden aan te leren. Motorisch leren is een dynamisch proces dat door veel factoren zoals pijn, cognitie, en fysieke beperkingen kan worden beïnvloed. Dit kan leiden tot uitdagende en complexe situaties tijdens het (her)leren van motorische vaardigheden. Mensen met een niet-aangeboren hersenletsel zoals een beroerte, hebben niet alleen te maken met fysieke beperkingen, maar ook met cognitieve problemen. Denk hierbij aan problemen met geheugen, aandacht of het verwerken van informatie. Hierdoor kan het begrijpen en verwerken van expliciete instructies over 'hoe' men een beweging moet uitvoeren, extra uitdagend en complex voor hen zijn. Het verbaal aanleren (i.e. de lerende stap-voor-stap instrueren hoe hij of zij een beweging moet uitvoeren) wordt ook wel *expliciet* leren genoemd. Er zijn ook echter ook andere leerstrategieën, zoals *impliciet* leren, die minder afhankelijk zijn van cognitieve functies van een patiënt.

Het hoofddoel van dit proefschrift was om verschillende impliciet motorische leerstrategieën voor het verbeteren van het lopen te ontwikkelen toe te passen en vervolgens de effectiviteit en hanteerbaarheid van één veelbelovende impliciete leerstrategie te vergelijken met expliciet motorisch leren. Daarnaast is er samen met de gebruikers een nieuwe userinterface van een simpele, innovatieve technologie ontwikkeld die mensen na een beroerte kan ondersteunen tijdens het zelfstandig oefenen van het lopen.

Om dit doel te behalen, is dit proefschrift opgedeeld in drie fasen. Fase 1 (hoofdstukken 1 tot en met 3) richt zich op de toepassing van verschillende impliciet motorische leerstrategieën. Hierbij is input gegenereerd voor de tweede fase. In fase 2 (hoofdstukken 4 tot 6) vond een gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek plaats. Een impliciete en expliciete leerstrategie ter verbetering van het lopen bij mensen na een beroerte werden met elkaar vergeleken. In deze hoofdstukken worden het protocol, de effect- en procesevaluatie gepresenteerd. Tot slot is in fase 3 (hoofdstuk 7) het designproces evenals de eindversie van een userinterface voor een bestaand sensoren-feedback systeem beschreven, die mensen na een beroerte kan ondersteunen tijdens het zelfstandig oefenen van het lopen.

Hoofdstuk 1 introduceert het onderwerp en de doelstellingen van dit promotieonderzoek. Eerst worden impliciet en expliciet leren gedefinieerd en gepresenteerd als twee extremen op een impliciet-expliciet continuüm. Vervolgens worden de karakteristieken van impliciet motorisch leren beschreven, en wordt er een overzicht gegeven van verschillende impliciete motorische leerstrategieën. Tot slot worden de specifieke voordelen van impliciet motorisch leren voor de neurologische revalidatie toegelicht. Daarna worden de mogelijke voordelen van simpele technologieën voor het ondersteunen van het looppatroon in de (neuro)revalidatie beschreven. De inleiding eindigt met de overkoepelende doelstelling en de structuur van het proefschrift.

In **Hoofdstuk 2** staat de volgende onderzoeksvraag centraal: “*Kan analogie leren worden gebruikt om het looppatroon bij mensen met de ziekte van Parkinson te faciliteren?*”. Analogie leren is een leerstrategie waarin alle biomechanische regels van een motorische vaardigheid zoals het lopen worden samengevat in één metafoor of analogie. Mensen met de ziekte van Parkinson konden deelnemen aan de studie indien zij een schuifelend looppatroon hadden, en zelfstandig, zonder loophulpmiddelen, konden lopen voor ten minste 15 minuten (met rust pauzes). Deelnemers zijn geworven via het netwerk van Parkinson UK. Alle deelnemers ontvingen de volgende interventie. De analogie “*volg de voetstappen in het zand*” werd samen met de foto (Figuur 1) aan de deelnemers gepresenteerd om de staplengte te faciliteren.



Figuur 1. Foto van voetstappen in het zand

Tijdens het lopen werd de instructie geoefend (acht keer 10 meter). Het looppatroon (loopsnelheid en lengte van de schrede) werd gemeten met behulp van een 3D bewegingsanalyse (CODA-motion) systeem. Het looppatroon werd gemeten tijdens het lopen (één taak) en tijdens het uitvoeren van een dubbeltaak (twee taken). Er waren twee dubbeltaken 1) lopen terwijl je een dienblad met lege kopjes draagt en 2) lopen terwijl men terugtelt in sprongen van drie. De uitvoering van het lopen zelf en de dubbeltaakprestaties werden gemeten voor de interventie, na de interventie en opnieuw één maand later. Daarnaast werd aan de deelnemende patiënten gevraagd hoe ze het gebruik van de analogie hadden ervaren.

In totaal hebben er twaalf mensen met de ziekte van Parkinson (zes mannen en zes vrouwen, met een gemiddelde leeftijd van 70 jaar, en een Hoehn en Yahr schaal variërend van I-III) deelgenomen aan de studie. De studie resulteerde in statistisch significante en klinisch relevante veranderingen in de loopsnelheid en lengte van de schrede. Deze veranderingen waren met name zichtbaar één maand na de interventie. Daarnaast was er een positieve trend richting betere dubbeltaakprestaties na de interventie zichtbaar. Dat veronderstelt dat het leerproces mogelijk impliciet van aard was. Deelnemers vonden de analogie over het algemeen makkelijk om te gebruiken en gaven aan dat dit makkelijker werd na verloop van tijd. Analogie leren lijkt een hanteerbare en mogelijk impliciete (i.e.

minder belastend voor werkgeheugen) leerstrategie om het lopen bij mensen met Parkinsons te faciliteren.

In **hoofdstuk 3** staat de volgende onderzoeksvraag centraal: “*Kunnen verschillende impliciete leerstrategieën leiden tot specifieke, directe veranderingen in het looppatroon en hoe ervaren patiënten deze leerstrategieën?*” Mensen konden deelnemen aan de studie indien zij een beroerte hebben gehad (minimaal drie maanden geleden), zelfstandig minimaal tien meter konden lopen met of zonder loophulpmiddel, en een hemiparese hadden (score <100 op de Motricity Index (onderste extremiteiten); score < 34 Brunstrom Fugl-Meyer assessment (onderste extremiteiten)). Deelnemers zijn geworven via twee revalidatiecentra, één polikliniek (ziekenhuis) en via zeven fysiotherapiepraktijken. Deelnemers zijn gerandomiseerd in één van de drie impliciete leerstrategieën: analogie leren (er werd gelopen met beeldspraken), omgevingsaanpassingen (de omgeving werd aangepast door beelden te projecteren op de grond, bv. een zebepad) of observationeel leren (er werden gekeken naar loopvideo’s). Binnen iedere leerstrategie zijn verschillende instructies gebruikt behalve bij observationeel leren. Bij observationeel leren was er enkel één instructie, namelijk: “Bekijk de video, en probeer dit zo goed mogelijk na te doen”. Iedere instructie had als doel om één specifieke loopparameter te veranderen, bijvoorbeeld de staphoogte: “Ziet u de diepe laag sneeuw? Doe als of u door deze diepe sneeuw loopt” (Figuur 2).



Figuur 2. Foto voetstappen in diepe sneeuw

De spatio-temporele loopparameters (loopsnelheid, staplengte, staphoogte en stapbreedte) werden vóór en tijdens de instructies gemeten met een 3D bewegingsanalyse systeem (VICON). Daarnaast zijn de ervaringen van de patiënten bij iedere leerstrategie genoteerd. Hierbij werd bijvoorbeeld gevraagd hoe moeilijk zij de instructies vonden. In totaal hebben 56 mensen (32 mannen en 24 vrouwen, met een gemiddelde leeftijd van 64 jaar, 28 links- en 28 rechtszijdig aangedaan, 16 mensen zonder en 40 met loophulpmiddel) deelgenomen aan de studie. Op groepsniveau resulteerde de analogie interventie ($n=19$) in kleine significante veranderingen in loopsnelheid, staphoogte en stapbreedte. De

interventie met omgevingsaanpassingen ($n=17$) leidde tot significante veranderingen in stapbreedte. Er waren geen significante veranderingen in de spatio-temporele loopparameters binnen de interventie met observaties ($n=20$). Deelnemers vonden het makkelijk om met de verschillende instructies te lopen, onafhankelijk van de toegewezen leerstrategie. Analogie leren en omgevingsaanpassingen kunnen leiden tot specifieke, directe veranderingen in het lopen. Er was echter sprake van grote variatie in veranderingen van het looppatroon. Daarnaast waren er soms ook negatieve associaties met de instructies, zoals “*in het echte leven kan ik ook niet door sneeuw lopen met mijn rollator*”. De conclusie is dat de leerstrategieën hanteerbaar lijken maar afgestemd moeten worden op het individuele loopprobleem en de voorkeuren van de patiënten.

In **Hoofdstuk 4** is het protocol voor een gerandomiseerd onderzoek met controlegroep (trial) beschreven. Dit hoofdstuk beschrijft de opzet en de gemaakte keuzes in het design van de trial. Om deel te nemen werden de volgende criteria gehanteerd. Om de kans op spontaan herstel te minimaliseren moesten deelnemers in de chronische fase na een beroerte zitten (minimaal zes maanden na de beroerte) en een hulpvraag met betrekking tot het verbeteren van hun looppatroon hebben. Mensen zijn geworven via lokale fysiotherapiepraktijken en revalidatiecentra en via een nieuwsitem in een lokale krant. Deelnemers werden door middel van randomisatie toegewezen aan een impliciete of expliciete interventie. Analogie leren was de gekozen leerstrategie om de impliciete interventie vorm te geven. Gedetailleerde, verbale, instructies was de gekozen leerstrategie om de expliciete interventie vorm te geven. Voor de therapeuten was er een interventie richtlijn waarin de interventies gedetailleerd zijn beschreven en alle therapeuten ontvingen trainingssessies voor het geven van de interventies. Alle instructies werden afgestemd op het individuele loopprobleem en de individuele achtergrond (bv. hobby's en ervaringen) van de patiënt. De interventies vonden plaats over een periode van 3 weken, bestonden uit 9 trainingssessies (3 per week) en iedere sessie duurde 30 minuten. De loopsnelheid als hoofduitkomstmaat werd gemeten met de 10 meter wandel test, voor de interventie, na de interventie en één maand na de interventie. Daarnaast zijn er secundaire uitkomstmaten meegenomen zoals de uitvoering van dubbeltaakprestaties. De interventies en metingen vonden plaats in de thuisomgeving van de deelnemers.

Er is een procesevaluatie ingebed binnen dit onderzoek om te bepalen of de interventies zijn uitgevoerd zoals bedoeld en om de therapeut- en patiëntervaringen met betrekking tot de hanteerbaarheid van de interventies te onderzoeken. Om de generaliseerbaarheid naar de dagelijkse praktijk te vergroten is specifiek gekozen voor het oefenen van een functionele taak (lopen), trainingen in de thuisomgeving en gepersonaliseerde interventies. In deze studie is extra aandacht gegeven aan het bewaken van het contrast tussen de interventies. Er is duidelijk beschreven hoe de twee interventies zijn opgebouwd en hoe zij van elkaar verschillen.

In **hoofdstuk 5** staat de volgende onderzoeksvraag centraal: *“Is een 3-weken durende impliciet motorische loopinterventie aan huis effectiever dan een 3-weken durende expliciet motorische loopinterventie aan huis ter verbetering van de loopsnelheid bij mensen na een beroerte?”. Mensen met een beroerte konden deelnemen aan de studie indien zij zich in de chronische fase na een beroerte bevonden (< 6 maanden na de beroerte), hun looppatroon wilden verbeteren, zij een lage loopsnelheid (<1.0 m/s) hadden, Nederlands spraken, en een 3-delige instructie konden voltooien. Mensen zijn geworven via lokale fysiotherapiepraktijken en revalidatiecentra, en via een nieuwsitem in een lokale krant. Voor de therapeuten was er een interventie richtlijn waarin de interventies gedetailleerd staan beschreven en alle therapeuten ontvingen trainingssessies voor het geven van de interventies. Deelnemers werden gerandomiseerd in een impliciete of expliciete interventie.*

In totaal zijn er 79 mensen na een beroerte in chronische fase geïncludeerd. Van deze groep ontvingen 38 mensen een impliciete en 41 mensen een expliciete loopinterventie. Deelnemers in de impliciete interventie (verbetering van 0.08 m/s) lieten vergelijkbare effecten zien op loopsnelheid ten opzichte van deelnemers die een expliciete interventie (verbetering van 0.06 m/s) ontvingen. Op alle uitkomstmaten zijn geen statistische of klinische relevante verschillen tussen de groepen gevonden. Vergelijkbare trends in loopprestaties waren zichtbaar voor mensen zonder grote cognitieve beperkingen (MoCA > 21) en voor mensen met meer cognitieve beperkingen (MoCA ≤ 21).

De heterogene groep en de gepersonaliseerde interventies die plaatsvonden in een klinische setting droegen bij aan een hoge externe validiteit. Echter, deze factoren hebben mogelijk ook bijgedragen aan een verminderd contrast tussen de interventies. Voor gepersonaliseerde interventies zijn meer inzichten nodig in de patiëntkarakteristieken en voorkeuren van de patiënt die het proces en daarmee het effect van motorisch leren beïnvloeden.

Hoofdstuk 6 presenteert de resultaten van de procesevaluatie die parallel aan de effectstudie is uitgevoerd. Hierin staan de volgende onderzoeksvragen centraal *“In welke mate zijn de interventies uitgevoerd zoals bedoeld (protocol-navolging, fidelity)? Hoe hebben therapeuten de toepassing van interventies ervaren op gebied van hanteerbaarheid? Hoe hebben patiënten de interventies die zij ontvingen ervaren?”* Zowel de therapeuten als deelnemers hebben deelgenomen aan de procesevaluatie. Ervaren therapeuten (>10 jaren) binnen de neurologische revalidatie en/of experts op het gebied van motorisch leren hebben de interventies gegeven. Alle therapeuten hebben zowel de impliciete als expliciete loopinterventies gegeven. Data met betrekking tot protocol-navolging werd verzameld middels de therapeutenlogs en audio-opnames. Ervaringen met betrekking tot de hanteerbaarheid van de interventies werden verzameld middels vragenlijsten voor therapeut en patiënt.

In totaal waren er 79 deelnemers waarvan er zeven deelnemers zijn uitgevallen (drie deelnemers hadden geen hulpvraag met betrekking tot het lopen, drie deelnemers hadden andere gezondheidsredenen (niet gerelateerd aan lopen) waardoor zij niet door wilden met de interventie). Hierdoor hebben er in totaal 72 deelnemers deelgenomen aan de procesevaluatie. Alle deelnemers ontvingen zeven of meer therapie sessies zoals voorgeschreven in het protocol. In totaal zijn er bij twee deelnemers binnen de impliciete groep protocoldeviaties geobserveerd omdat binnen deze deelnemers in meer dan twee sessies een expliciete instructie was gebruikt. Er zijn geen protocol deviaties geobserveerd binnen de expliciete groep. Incidenteel (in minder dan twee sessies per deelnemer) werden er expliciete instructies gebruikt in impliciete interventie en vice versa.

Therapeuten en patiënten waren over het algemeen positief over de hanteerbaarheid van beide interventies. Door therapeuten werden regelmatig opmerkingen beschreven met betrekking tot “*restricties in therapietijd*”, “*de neiging van deelnemers om expliciete regels te gebruiken*” en “*veranderingen in het lopen*”. Therapeuten benoemden bijvoorbeeld dat de eerste sessies van 30 minuten soms krap waren, later wanneer een goede analogie gevonden was, was deze tijd voldoende. Daarnaast werd ook vaker benoemd, dat deelnemers soms hun eigen looppatroon analyseerde waardoor zij zelf expliciete regels ontwikkelde of expliciete regels werden opgedaan doordat partners de analogieën vertaalden naar expliciete regels. Geconcludeerd kan worden dat impliciet en expliciet motorische loopinterventies zoals aangeboden in de trial hanteerbaar zijn. De studie liet zien dat het moeilijk is om de interventies 100% impliciet of expliciet te houden. Voor de praktijk is het belangrijk dat alle (informele) zorgverleners op een lijn zitten qua behandeling. Daarnaast zijn er veel factoren zoals de neiging van een patiënt om zelf expliciete regels te ontwikkelen, die de mate van een impliciete of expliciete interventie bepalen.

In **hoofdstuk 7** staat de volgende onderzoeksvraag centraal “*Hoe kan een bruikbare en plezierige user-interface worden ontworpen voor een sensoren-feedback systeem gericht op mensen na een beroerte die leidt tot een betekenisvolle gebruikerservaring?* Binnen deze studie werd de user-interface van een bestaand sensoren-feedbacksysteem (her)ontworpen op basis van de voorkeuren en behoefte van mensen na een beroerte. Het sensoren-feedbacksysteem kan mensen ondersteunen tijdens het zelfstandig oefenen in de thuissituatie. Eerst zijn gebruikerseisen geïdentificeerd, zoals leesbaarheid en contrast van informatie (oudere doelgroep), begrijpen, onthouden en verwerken van informatie (beperkingen in cognitie) en mogelijke fysieke beperkingen (beperkingen van motorische vaardigheden). Hierna werd gestart met de test-sessies. Mensen konden deelnemen indien zij cognitieve beperkingen ervaarden (omdat dit als gebruikerseis geïdentificeerd was), open stonden voor het gebruik van technologie, en hun looppatroon wilden verbeteren. Deelnemers zijn geworven via een revalidatiecentrum en via cliëntvertegenwoordigers van het project. Het designproces was gestructureerd in vier opeenvolgende fasen: de

ontdekkings-, definitie-, ontwikkel- en de opleveringsfase. Vijftien deelnemers hebben de prototypes in verschillende testrondes, bestaande uit twee tot zeven individuele testsessies, geëvalueerd. In deze testrondes zijn de volgende deliverables geëvalueerd: een lijst met gebruikerseisen, een persona, een user-flow, een low-, medium- en high-fidelity prototype en het karakter “*Stappy*” (i.e. een soort mascotte, die de gebruiker door alle stappen in de app meeneemt). Uit de testsessies blijkt dat, naast een functioneel werkend systeem en een begrijpbare userinterface i.e., een goed bruikbaar systeem, de inclusie van een karakter zoals “*Stappy*”, mogelijk kan leiden tot een meer betekenisvolle en plezierige gebruikerservaring. Methodologie, producten, en hoofdobservaties kunnen gebruikt worden bij het (her)ontwerpen van toekomstige producten en userinterfaces voor mensen na een beroerte. Via de creatie en integratie van karakters zoals “*Stappy*”, biedt deze studie mogelijk een techniek om “empathie” te promoten in user-interface designs.

In **Hoofdstuk 8** begint met de beschrijving van de belangrijke bevindingen en discussies binnen dit proefschrift. Daarna worden methodologische keuzes met betrekking tot de volgende drie onderwerpen bediscussieerd: “*Volgorde van de gekozen onderzoeksdesigns*”, “*van geïsoleerde taken in een labsetting naar de klinische praktijk*”, en “*een gestructureerd designproces van een userinterface*”. Hierna zijn de geleerde lessen beschreven. Deze zijn geclusterd in zes hoofdthema’s, te weten: “*de moeilijkheid om de effectiviteit van impliciet motorisch leren binnen de klinische praktijk te bepalen*”, “*gepersonaliseerde en betekenisvolle analogieën*”, “*motorisch leren personaliseren: het belang van het identificeren van persoonskarakteristieken*”, “*het belang om impliciet motorisch leren binnen de neurologische revalidatie te begrijpen*” “*het creëren van empathie via de creatie van het karakter Stappy*”. Tot slot beschrijft dit hoofdstuk hoe kennis rondom impliciet motorisch leren kan worden vertaald naar de klinische praktijk en het onderwijs en op welke manier de kennis van dit promotieonderzoek hieraan een bijdrage kan leveren. Daarbij worden aanbevelingen gedaan voor mogelijk toekomstige onderzoeken en wordt bediscussieerd waarom toekomstige studies zich meer zouden moeten focussen op “*het identificeren van patiënt karakteristieken passen bij impliciet en expliciet leren*” en “*de karakteristieken van impliciet motorisch leren binnen de neurologische populatie nader onderzoeken*”.