

## Samenvatting

### Technologie-ondersteunde training van arm-handvaardigheden na een CVA

Arm- en handvaardigheidsproblematiek is een ernstig gevolg van CVA en is geassocieerd met verminderde zelfredzaamheid en lagere levenskwaliteit. Taakgerichte training is een therapiebenadering waarvan bekend is dat ze armhandvaardigheid verbetert, zelfs in de chronische fase na een CVA. Bij de start van dit project was weinig bekend over de karakteristieken van taakgericht trainen, vooral in het veld van technologie-ondersteunde revalidatie. De haalbaarheid en de effecten van cliëntgerichte technologie-ondersteunde training op armhandvaardigheid waren slechts beperkt onderzocht.

Een literatuuronderzoek met betrekking tot revalidatie en motorisch leren heeft geleid tot de identificatie van therapiegeoriënteerde criteria voor de ontwikkeling van revalidatietechnologie die arm-handvaardigheidstraining bij personen met een CVA ondersteunt (hoofdstuk 2). De meeste revalidatiesystemen die gerapporteerd werden in de literatuur zijn robot systemen die als doel hebben een aantrekkelijke oefenomgeving aan te bieden en feedback te geven op de oefenprestatie. Dit motiveert patiënten om een hoger aantal oefeningen uit te voeren en langer te trainen. Dit zijn belangrijke factoren voor motorisch leren. Het literatuuronderzoek heeft ook aangetoond dat de huidige revalidatietechnologie zich hoofdzakelijk richt op het aanbieden van behandeling op functieniveau, waarbij vooral geoefend wordt op het verbeteren van gewrichtsbeveeglijkheid, spierkracht en parameters zoals bewegingssnelheid en vloeiendheid van bewegen. Er wordt geconcludeerd dat een uitdaging bestaat om met behulp van armhandgerichte revalidatietechnologie meer patiëntgericht en taakgericht training aan te bieden in natuurlijke omgevingen ter ondersteuning van het leren van armhandvaardigheden.

Naast het in kaart brengen van de sterkte van verschillende technologische toepassingen, dient het gebruik van uitkomstmaten en trainingprotocols gestandaardiseerd te worden voor gelijkaardige interventies. Dit kan helpen bij het bepalen van welke trainingssystemen het meest geschikt zijn voor verschillende patiëntencategorieën. Hoofdstuk 4 draagt bij tot dergelijke standaardisatie van het gebruik van uitkomstmaten. Een concept wordt geïntroduceerd dat de onderzoeker/clinicus kan leiden in zijn keuze van testbatterijen voor de evaluatie van specifieke en generieke trainingseffecten. Bij achtentwintig testbatterijen, die gebruikt werden in zestien taakgerichte interventies, werd onderzocht welke componenten gemeten werden door de test. Suggesties voor het verder uitwerken van het concept worden voorgesteld. Er wordt ondermeer voorgesteld om aan te geven in welke mate een bepaalde component gemeten wordt in een test. Ook dienen meer testbatterijen toegevoegd te worden aan het concept, dat kan leiden tot additionele componenten. Ook kunnen meer eigenschappen worden toegevoegd aan het concept, zoals psychometrische eigenschappen.

Belangrijke mechanismen waardoor taakgerichte training kan bijdragen aan motorisch leren zijn het leren van efficiënte doelgerichte bewegingsstrategieën, het aanleren van een taakgericht probleemoplossend vermogen en de motivatie van de patiënt om deze

trainingsvorm te (blijven) gebruiken. In dit proefschrift hebben we taakgericht trainen gekarakteriseerd door middel van 15 componenten (hoofdstuk 3). In een systematische review werden 16 gerandomiseerde onderzoeken met daarin een controlegroep en waarbij minstens 1 groep taakgericht trainde, geïncludeerd. Onderzocht werd welke de effecten zijn van taakgerichte trainingscomponenten op de trainingseffecten met betrekking tot armhandvaardigheid. Een associatie tussen het aantal componenten dat gebruikt wordt in een taakgerichte trainingsinterventie en de behandeluitkomst werd niet gevonden. 'Feedback' en 'distributed practice' waren geassocieerd met de hoogste postinterventie behandelresultaten. Random practice en duidelijke functionele doelstellingen waren geassocieerd met de hoogste follow-up behandelresultaten. Het lijkt dat trainingcomponenten, die het opslaan van de tijdens training opgedane ervaring in het lange termijn geheugen bevorderen, geassocieerd zijn met de grootste behandelresultaten. De componenten 'feedback', 'distributed practice', 'random practice' werden spijtig genoeg slechts in respectievelijk 6, 1 en 3 van de 17 studies gebruikt.

Patiëntgecentreerde training, dit is training waarvan de oefeningen behandeldoelen ondersteunen die door de patiënt zelf gesteld worden, verbetert motivatie voor training. Motivatie heeft op haar beurt bewezen bij te dragen aan motorisch leren in patiënten met een CVA, omdat het via toename van aandacht zorgt voor een verbeterde opslag van informatie in het lange termijn geheugen. Hoofdstuk 5 rapporteert een interviewstudie van 40 patiënten met een CVA waarbij onderzocht is welke vaardigheden deze patiënten verkiezen om te trainen. Een lijst van 46 vaardigheden, geordend volgens dalende trainingsvoorkeur, is opgesteld. Deze informatie kan gebruikt worden voor de implementatie van oefeningen in revalidatietechnologie, zodat ook technologie-ondersteund trainen patiëntgericht kan zijn.

Hoofdstuk 6 introduceert T-TOAT (Technology-supported Task-Oriented Arm Training), een methode voor technologie-ondersteunde patiëntgerichte armhandvaardigheidstraining, die ontwikkeld is in samenwerking met collega's in Adelante (Hoensbroek, NL). Deze methode is toepasbaar voor verschillende technologische systemen, zoals robot- en sensorsystemen, of in combinatie met functionele elektrostimulatie, enzovoorts. Om T-TOAT training met een Haptic Master robot (MOOG-FCS, NL) toe te laten, werd speciale software, Haptic TOAT genaamd, ontwikkeld. De software laat toe om bewegingstrajecten van de patiënt te registreren, rekening houdend met de beperkingen van de taak en/of van de patiënt. Een voor deze training ontwikkelde arm orthese werd aan het grijper mechanisme vastgemaakt, waarbij de hand werd vrijgelaten voor het vastpakken van objecten. De opgenomen beweging kan opnieuw worden afgespeeld in een passieve of actieve (actief, actief ondersteund of actief tegen weerstand) modus. Haptische feedback wordt verschaft wanneer de patiënt afwijkt van het opgenomen bewegingspad. De patiënt voelt de sensatie om 'tegen een muur te botsen met de hand', of voelt een veer die hem/haar terug naar het vooraf geregistreerde bewegingspad trekt. De diameter van de tunnel rond het geregistreerde bewegingspad (afstand tot de 'muur') en de sterkte van de veer kunnen aangepast worden per patiënt en per oefening. In een klinische studie die momenteel uitgevoerd wordt, wordt de meerwaarde van Haptic Master bij het taakgericht trainen met de T-TOAT methode (ten opzichte van trainen van dezelfde oefeningen door middel van enkel een video-instructie) beoordeeld. In samenwerking met Philips Research Europe (Eindhoven, Aken), is de T-TOAT methode geïmplementeerd in een

sensorgebaseerd trainingsprototype, Philips Stroke Rehabilitation Exerciser genaamd. Dit systeem bevat sensoren die beweging registreren en een oefenbord dat interageert met objecten uit het alledaagse leven. Een zeer waardevol kenmerk van dit systeem is dat feedback wordt teruggekoppeld aan de patiënt over zijn/haar bewegingsuitvoering, gebaseerd op een vergelijking van de bewegingsprestatie van de patiënt met de door de therapeut voor deze patiënt ingestelde doelstellingen.

Hoofdstuk 7 rapporteert een klinisch onderzoek dat de effecten van T-TOAT op armhandvaardigheid onderzocht, evenals de patiëntenmotivatie voor deze training. Uit het onderzoek kwam naar voren dat na 8 weken T-TOAT training de armhandvaardigheid van chronische CVA patiënten significant verbeterde (op Fugl Meyer Test, Action Research Arm Test en Motor Activity Log). Ook werd een verbetering gevonden ten aanzien van kwaliteit van leven. De trainingseffecten bleven aanwezig tot minstens 6 maanden na het stopzetten van de training. Deelnemers waren intrinsiek gemotiveerd voor deze training en voelden zich competent om het systeem te gebruiken. De resultaten van deze studie toonden aan dat T-TOAT haalbaar is. Ondanks het kleine patiëntenaantal in deze test werden significante en klinisch relevante verbeteringen in armhandvaardigheid gevonden.

Concluderend kan gesteld worden dat het onderzoek dat in dit proefschrift gerapporteerd wordt verschillende bijdrages heeft geleverd. Het nut van patiëntgerichte taakgerichte training wordt gemotiveerd. Taakgerichte training wordt gekarakteriseerd door 15 componenten. Vier van deze componenten zijn geïdentificeerd als karakteristieken van taakgericht trainen die een grotere bijdrage leveren aan het tot stand komen van grote behandel-effecten. Een lijst van trainingsvoorkeuren met betrekking tot 46 taken wordt weergegeven in dalende volgorde van patiëntenvoorkeur. Deze lijst is gebaseerd op resultaten van een interview van 40 CVA patiënten. T-TOAT, een methode voor patiëntgerichte technologie-ondersteunde taakgerichte training, is ontwikkeld en geïmplementeerd in twee technologische systemen: Haptic Master en Philips Stroke Rehabilitation Exerciser. De haalbaarheid van deze trainingsmethode is aangetoond in een klinisch onderzoek dat goede en duurzame effecten met betrekking tot armhandvaardigheid kon aantonen. Tenslotte heeft dit proefschrift bijgedragen tot een concept van standaardisatie van het keuzeproces voor selectie van uitkomstmaten. Een dergelijke standaardisatie is noodzakelijk bij het systematisch vergelijken van vooruitgang bij diverse therapievormen en trainingsvormen. Het concept kan toekomstige ontwikkelingen in het domein van technologie-ondersteunde revalidatie van de arm en hand na een CVA verder leiden. Enkele methodologische beschouwingen zijn besproken en suggesties voor toekomstig onderzoek zijn uitgewerkt.

De variëteit van behandelbenaderingen en de verscheidenheid in ondersteuning en uitdaging die geboden kan worden door bestaande revalidatietechnologieën hebben een grote potentie voor verbreding van het trainingsaanbod aan patiënten met een CVA, dat wederom armhandvaardigheid bij deze patiënten ten goede kan komen. Aangezien in de volgende decennia een snelle toename van de CVA incidentie en prevalentie verwacht wordt, zal het gebruik van revalidatietechnologie aan belang winnen om therapeuten te ondersteunen en de economische druk op de gezondheidszorg te verlichten.