

## **SAMENVATTING**

Dit proefschrift, *Het beoordelen van de fysiologische belasting van dagelijkse activiteiten bij mensen met een beenamputatie*, richtte zich op de cardiorespiratoire fitheid en de fysiologische belasting van dagelijkse activiteiten bij mensen met een beenamputatie.

Een beenamputatie beperkt de mobiliteit en het uitvoeren van dagelijkse activiteiten aanzienlijk, vooral bij ouderen met comorbiditeiten. Deze groep heeft vaak al een lage cardiorespiratoire fitheid. Tegelijkertijd kosten activiteiten zoals lopen en traplopen veel energie. Generieke intensiteitsclassificaties, zoals Metabolic Equivalent of Task (MET) waarden worden vaak gebruikt om de energiebelasting van activiteiten te schatten. Deze waarden zijn echter gebaseerd op gezonde personen en geven geen realistische weergave van de werkelijke belasting bij mensen met een beenamputatie. Voor hen zijn dagelijkse activiteiten vaak veel zwaarder, waardoor de standaard MET-schattingen de inspanning aanzienlijk onderschatten.

Om de belasting van dagelijkse activiteiten bij mensen met een beenamputatie beter te begrijpen, is het belangrijk om niet alleen het absolute energieverbruik te meten, maar ook de relatieve belasting ten opzichte van de individuele capaciteit. Parameters zoals  $\dot{V}O_2$ peak (maximale zuurstofopname) en de eerste ventilatoire drempel (VT1) geven inzicht in de maximale aerobe capaciteit en het omslagpunt waarbij inspanning merkbaar zwaarder wordt. Er is echter weinig kennis over VT1, relatieve aerobe belasting en hun relatie tot dagelijkse activiteiten bij mensen met een beenamputatie. Dit gebrek aan kennis, in combinatie met interindividuele variatie, bemoeilijkt het ontwikkelen van gepersonaliseerde trainingsprogramma's. Het kan bovendien leiden tot onrealistische revalidatiedoelen en maakt een adequate evaluatie van trainingsinterventies lastig.

Dit promotieonderzoek bestond uit twee delen. Het eerste deel had als doel om inzicht te krijgen in wat er in de literatuur bekend is over de metabole kosten en de (relatieve) belasting van verschillende dagelijkse activiteiten bij mensen met een beenamputatie. Daarnaast werd onderzocht welke activiteiten volgens mensen met een beenamputatie en professionals het belangrijkste zijn. Het tweede deel richtte zich op het in kaart brengen van de cardiorespiratoire fitheid van mensen met een beenamputatie en een methode te ontwikkelen om de relatieve aerobe belasting bij verschillende activiteiten te meten, zodat de individuele relatieve aerobe belasting van een activiteit nauwkeurig kan worden vastgesteld.

In hoofdstuk 2 *'Metabole kosten van dagelijkse activiteiten bij mensen met een beenamputatie: een systematische review en meta-analyse'* werd een systematische review en meta-analyse uitgevoerd naar de metabole kosten van dagelijkse activiteiten bij mensen met een beenamputatie. In totaal werden 61 studies met 1.912 deelnemers geïncludeerd, waarbij de meeste onderzoeken zich richtten op lopen met een prothese. De resultaten toonden aan dat zuurstofverbruik en hartslag tijdens het lopen hoger waren bij mensen met een beenamputatie dan bij controles. Het effect van loopsnelheid was duidelijk: hoe sneller men loopt, hoe hoger het zuurstofverbruik, met een sterker effect bij mensen met een transfemorale amputatie. De reden van beenamputatie bleek geen significante voorspeller van energieverbruik, mogelijk door beperkte beschikbare data in de literatuur of het niet goed beschrijven van subgroepen. Over andere activiteiten dan lopen is nauwelijks literatuur beschikbaar. De kwaliteit van de studies was laag en deelnemers waren relatief gezond, waardoor de generaliseerbaarheid naar de mensen met comorbiditeit en oudere leeftijd beperkt is. De review laat zien dat meer onderzoek naar andere dagelijkse activiteiten, met name bij oudere mensen met comorbiditeit, noodzakelijk is om revalidatieprogramma's te optimaliseren.

In Hoofdstuk 3 *'De belangrijkste dagelijkse activiteiten: de mening van mensen met een beenamputatie en zorgprofessionals verschilt aanzienlijk'* werd onderzocht welke dagelijkse activiteiten volgens mensen met een beenamputatie het belangrijkste waren om zelfstandig uit te voeren, in vergelijking met de perceptie van zorgprofessionals. Een totaal van 125 mensen met een beenamputatie en 44 zorgprofessionals selecteerden en rangschikten tien activiteiten uit een lijst van veertig. Er bleken significante verschillen in de rangorde van de belangrijkste activiteiten tussen beide groepen. Mensen met een beenamputatie vonden autorijden, fietsen, traplopen, zware inspanning en maaltijden bereiden belangrijker, terwijl professionals meer nadruk legden op basisactiviteiten zoals naar het toilet gaan, in en uit bed komen en binnenshuis lopen. Subgroep-analyses lieten bovendien zien dat leeftijd en reden van beenamputatie invloed hebben op prioriteiten. Deze resultaten benadrukken het belang van gedeelde besluitvorming en communicatie in het revalidatieproces.

Hoofdstuk 4 *'Cardiorespiratoire fitheid bij mensen met een beenamputatie'* analyseerde cardiorespiratoire fitheid bij mensen met een beenamputatie op basis van cardiopulmonale inspanningstesten (CPET) bij 74 mensen in een revalidatiecentrum. De  $\dot{V}O_2$ peak was gemiddeld 14,6 ml/kg/min, ruim lager dan referentiewaarden voor mensen zonder beenamputatie (circa 30–40 ml/kg/min). Oudere leeftijd bleek de enige significante voorspeller voor lagere  $\dot{V}O_2$ peak; andere factoren zoals amputatieniveau, reden van amputatie, geslacht en type ergometer hadden geen significante invloed op

$\dot{V}O_2$ peak. Het objectief vaststellen van de individuele fitheid is van groot belang, omdat er aanzienlijke verschillen tussen mensen kunnen bestaan. Zonder een individuele meting is het vaak niet mogelijk om de werkelijke capaciteit en belastbaarheid van een persoon goed in te schatten, zeker bij mensen met comorbiditeit. Schattingen op basis van generieke intensiteitsclassificaties, algoritmes of submaximale testen kunnen leiden tot onrealistische revalidatiedoelen of trainingsprogramma's die te licht of juist te zwaar zijn. Dit vergroot het risico op onvoldoende vooruitgang of overbelasting. CPET bleek veilig en haalbaar en wordt daarom aanbevolen om de cardiorespiratoire fitheid objectief vast te stellen en gepersonaliseerde trainingsprogramma's te ondersteunen.

Hoofdstuk 5 '*Relatieve aerobe belasting van dagelijkse activiteiten bij mensen met een beenamputatie: een pilotstudie*' beschrijft een protocol dat werd toegepast om de relatieve aerobe belasting van dagelijkse activiteiten bij personen met een beenamputatie te bepalen. Vijf gestandaardiseerde testen, variërend van korte tot langere activiteiten zoals de 6-minutenlooptest, traplopen en de Glittre ADL-test, werden uitgevoerd. Met behulp van de methode voor extra zuurstofverbruik na inspanning (Excess Post-exercise Oxygen Consumption, EPOC) en CPET werd de belasting uitgedrukt als percentage van de VT1. De EPOC-methode maakt gebruik van het verhoogde zuurstofverbruik na inspanning om de totale inspanningsbelasting te bepalen, wat een nauwkeuriger beeld geeft van de fysiologische belasting van een activiteit dan enkel meten tijdens de activiteit. Het protocol bleek haalbaar en veilig, hoewel kleine aanpassingen nodig waren om de Glittre ADL-test geschikt te maken voor deelnemers met loophulpmiddelen. De resultaten toonden aan dat vrijwel alle geteste activiteiten meer dan 100% van  $\dot{V}O_2$ -VT1 vereisten, wat duidt op een aanzienlijke fysiologische belasting. Er was echter grote variatie tussen deelnemers, wat het belang van individuele beoordeling benadrukt. Deze bevindingen ondersteunen dat generieke intensiteitsclassificaties onvoldoende zijn voor deze populatie. Individuele metingen van  $\dot{V}O_2$ peak en VT1 zijn belangrijk om over- of onderschatting van inspanning te voorkomen. Het identificeren van deze verschillen is daarom van belang voor het opstellen van gepersonaliseerde revalidatieprogramma's. Verdere studies met grotere groepen zijn nodig om de betrouwbaarheid en generaliseerbaarheid van deze methode te bevestigen.

De *algemene discussie* benadrukt dat lopen en andere dagelijkse activiteiten bij mensen met een beenamputatie aanzienlijk meer fysiologische belasting vergen dan bij gezonde mensen, vooral bij hogere loopsnelheden en een proximale amputatieniveau. Cardiorespiratoire fitheid in de onderzochte populatie was laag en moeilijk te voorspellen, waarbij leeftijd de enige significante factor was. Activiteiten

die mensen met een beenamputatie doen, liggen mogelijk vaak boven VT1, wat wijst op hoge inspanning en risico op vermoeidheid. De resultaten benadrukken het belang van individuele beoordeling van fitheid met CPET en gepersonaliseerde revalidatieprogramma's, afgestemd op fysiologische capaciteit en persoonlijke doelen. Voor de klinische praktijk is toekomstig onderzoek nodig om specifieke referentiewaarden vast te stellen voor mensen met een beenamputatie, praktische en valide functionele testen te ontwikkelen die eenvoudig in een revalidatiesetting kunnen worden toegepast, en draagbare technologie te integreren voor het monitoren van inspanningsbelasting tijdens dagelijkse activiteiten. Deze stappen ondersteunen gepersonaliseerde revalidatie en verbeteren zowel veiligheid als effectiviteit van interventies. Door deze inzichten kunnen revalidatieprogramma's realistischer, veiliger en effectiever worden ingericht, wat uiteindelijk kan bijdragen aan een betere participatie en kwaliteit van leven voor mensen met een beenamputatie.