

Klinische inspanningstesten in de (kinder)revalidatie

Kinderen en jongvolwassenen met een fysieke beperking, zoals cerebrale parese (CP), ervaren vaak loopproblemen in het dagelijks leven. Veelgehoorde klachten zijn dat ze een verminderde loopafstand hebben, een lagere loopsnelheid en/of dat ze snel moe worden tijdens of direct na het lopen. Deze problemen worden waarschijnlijk voornamelijk veroorzaakt door hun afwijkende looppatroon, dat gerelateerd is aan hun motorische beperkingen. De revalidatiebehandeling voor deze groep kinderen en jongvolwassenen kan verbeterd worden wanneer bekend is welke fysieke mechanismen deze loopproblemen precies veroorzaken. Op dit moment wordt door (kinder)revalidatieartsen vooral gebruikgemaakt van lichamelijke onderzoek en gangbeeldanalyses om te bepalen waardoor deze loopproblemen veroorzaakt worden. Verschillende studies laten echter zien dat daarnaast zowel een verhoogd energieverbruik tijdens het lopen als een verlaagde fitheid loopproblemen kunnen veroorzaken. Deze parameters worden echter nog nauwelijks gebruikt door (kinder)revalidatieartsen om een behandelplan op te stellen voor kinderen en jongvolwassenen met fysieke beperkingen en loopproblemen. Het energieverbruik tijdens het lopen en de fitheid kunnen betrouwbaar worden gemeten met behulp van klinische inspanningstesten. Dit proefschrift richtte zich daarom op de bruikbaarheid van deze klinische inspanningstesten binnen de (kinder)revalidatie.

In dit proefschrift gebruikten we de uitkomsten van drie verschillende klinische inspanningstesten. De eerste was een **looptest** waarbij het energieverbruik tijdens het lopen op een zelfgekozen loopsnelheid werd gemeten met behulp van gasanalyseapparatuur. Eén van de uitkomstmaten van deze looptest is het bruto energieverbruik, dit is de daadwerkelijke hoeveelheid energie die iemand per afgelegde meter verbruikt tijdens het lopen. Daarnaast werden 2 componenten van fitheid gemeten, namelijk aerobe en anaerobe fitheid. Aerobe fitheid is van belang bij het uitvoeren van dagelijkse activiteiten met een lage intensiteit en/of langdurige activiteiten. De primaire uitkomstmaat van de aerobe fitheid is de maximale zuurstofopname ($VO_{2\text{piek}}$) en de secundaire uitkomstmaat is de anaerobe drempel, gedefinieerd als het punt waarbij de energieproductie tijdens inspanning wordt aangevuld door anaerobe glycolyse. Beide uitkomstmaten werden gemeten met behulp van gasanalyseapparatuur tijdens een **maximale inspanningstest**, die werd uitgevoerd op een fietsergometer. Tenslotte werd de **20-seconden Wingate test** gebruikt om de anaerobe fitheid bij benadering te meten. De anaerobe fitheid kan namelijk niet direct gemeten worden op een non-invasieve manier. Anaerobe fitheid is van belang bij activiteiten met een hogere intensiteit die van kortere duur zijn. De primaire uitkomstmaat van de 20-seconden Wingate test is het gemiddelde anaerobe

vermogen dat een deelnemer tijdens een 20 seconden sprint op een fietsergometer kan leveren.

Hoofdstuk 2 beschrijft welk percentage van de kinderen en jongvolwassenen die vanwege loopproblemen een (kinder)revalidatiearts bezochten, een verhoogd bruto energieverbruik tijdens het lopen en/of een verlaagde $VO_{2\text{piek}}$ hebben. Aan de hand van referentiewaarden voor normaal ontwikkelende kinderen werd beoordeeld of er sprake was van een normaal, mild afwijkend of sterk afwijkend bruto energieverbruik tijdens het lopen, of een afwijkende $VO_{2\text{piek}}$. Een mild of sterk afwijkend energieverbruik tijdens het lopen is gedefinieerd als een bruto energieverbruik boven de 2 standaarddeviaties (SD) in vergelijking met normaal ontwikkelende leeftijdsgenoten. Een mild of sterk verminderde $VO_{2\text{piek}}$ is gedefinieerd als een $VO_{2\text{piek}}$ onder het 25^e percentiel in vergelijking met normaal ontwikkelende leeftijdsgenoten van hetzelfde geslacht. Een behandeling om loopproblemen te verminderen is waarschijnlijk geïndiceerd wanneer het bruto energieverbruik tijdens het lopen boven de 2SD of de $VO_{2\text{piek}}$ onder het 25^e percentiel is t.o.v. de referentiewaarden. Een mild verhoogd bruto energieverbruik (tussen de 2 en 3SD) was aanwezig bij 13% en een mild verlaagde $VO_{2\text{piek}}$ (tussen het 10^e en 25^e percentiel) bij 12% van de kinderen en jongvolwassenen met fysieke beperkingen en loopproblemen. De meerderheid van deze deelnemers had zelfs een sterk verhoogd (>3SD) bruto energieverbruik (51%) of een sterk verlaagde (<10^e percentiel) $VO_{2\text{piek}}$ (60%).

Veel individuen die vanwege loopproblemen een (kinder)revalidatiearts bezochten hadden dus afwijkende bruto energieverbruik- en $VO_{2\text{piek}}$ -waarden. **Hoofdstuk 2** beschrijft of bepaalde patiëntkarakteristieken (o.a. diagnose, geslacht, leeftijd, lengte, body mass index en loopsnelheid) voorspellen wie een verhoogd bruto energieverbruik of verlaagde $VO_{2\text{piek}}$ heeft. Helaas bleek dit niet mogelijk te zijn voor kinderen en jongvolwassenen met CP die geclassificeerd zijn als Gross Motor Function Classification System (GMFCS) niveaus I en II, en ook niet voor individuen met andere neurologische aandoeningen, zoals spina bifida. Voor deze groep is het dus nodig om zowel het bruto energieverbruik tijdens het lopen als de $VO_{2\text{piek}}$ te meten om een afwijkende waarde te detecteren. Omdat alle individuen met GMFCS-niveaus III en IV een verhoogd bruto energieverbruik en een verlaagde $VO_{2\text{piek}}$ hadden, is wel op basis van de diagnose van deze groep te voorspellen dat hun waarden afwijken.

De relatieve belasting tijdens het lopen is verhoogd wanneer het energieverbruik tijdens het lopen verhoogd is en/of de $VO_{2\text{piek}}$ verlaagd is. De relatieve belasting tijdens het lopen geeft een indruk over de intensiteit van het lopen voor een individu en wordt gedefinieerd als de zuurstofopname tijdens het lopen op een zelfgekozen loopsnelheid

als percentage van de $VO_{2\text{piek}}$. **Hoofdstuk 3** beschrijft de gemiddelde waarden van de relatieve belasting voor kinderen en adolescenten met CP die geclassificeerd waren als GMFCS-niveaus I, II en III. De deelnemers met CP in deze studie hadden een significant hogere relatieve belasting tijdens het lopen (GMFCS-niveaus I: $55 \pm 12\%$; II: $62 \pm 17\%$; III: $78 \pm 14\%$) in vergelijking met normaal ontwikkelende leeftijdsgenoten ($40 \pm 11\%$). Volgens trainingsrichtlijnen die ontwikkeld zijn voor normaal ontwikkelende individuen is lopen op een zelfgekozen loopsnelheid een matig intensieve inspanning voor kinderen en adolescenten met GMFCS-niveaus I en II. Voor individuen geclassificeerd als GMFCS-niveau III is lopen zelfs een fors intensieve inspanning, terwijl voor normaal ontwikkelende leeftijdsgenoten lopen een licht intensieve inspanning is. Dit hoofdstuk laat daarnaast zien dat de zuurstofopname tijdens het lopen bij 43% van de deelnemers met CP op of boven hun anaerobe drempel lag, terwijl dit voor normaal ontwikkelende leeftijdsgenoten maar 10% van de deelnemers bedroeg.

Omdat individuen met CP een hoge relatieve belasting tijdens het lopen op een zelfgekozen loopsnelheid hebben, is het wellicht niet verwonderlijk dat vermoeidheid een veelgehoorde klacht is. De studie die beschreven is in **hoofdstuk 4** onderzocht of vermoeidheid bij kinderen en jongvolwassenen met fysieke beperkingen gerelateerd was aan het energieverbruik tijdens het lopen en/of hun fitheid. Twee dimensies van vermoeidheid werden gemeten in deze studie, waaronder **generieke vermoeidheid**, gedefinieerd als moe zijn, slap zijn of het gevoel van geen energie hebben. Deze dimensie werd gemeten met de 'subjectieve vermoeidheidsschaal' van de Checklist Individual Strength (CIS8R) vragenlijst. Generieke vermoeidheid was in deze studie niet gerelateerd aan de uitkomsten van zowel de looptest, maximale inspanningstest als de 20-seconden Wingate test. Generieke vermoeidheid heeft dus waarschijnlijk andere mentale en fysieke oorzaken. De andere dimensie van vermoeidheid die wij hebben gemeten is **vermoeidheid gerelateerd aan het lopen**. Dit werd gemeten door de deelnemers direct na de looptest te vragen hoe moe ze van 6 minuten lopen werden, hiervoor werd de OMNI score gebruikt. Een hoger netto energieverbruik tijdens het lopen (dit is het bruto energieverbruik tijdens het lopen gecorrigeerd voor rust energieverbruik) was voor de hele groep deelnemers matig gerelateerd aan hogere OMNI scores. Voor deelnemers tussen de 12 en 22 jaar waren een lager gemiddeld anaerobe vermogen en een hogere relatieve belasting tijdens het lopen gerelateerd aan hogere OMNI scores. Behandelingen die zich richten op het verbeteren van de anaerobe fitheid of het verminderen van de relatieve belasting tijdens het lopen kunnen daarom mogelijk vermoeidheid gerelateerd aan het lopen verminderen.

Om het effect van verschillende behandelingen bij kinderen en jongvolwassenen te evalueren kan het energieverbruik tijdens het lopen als uitkomstmaat gebruikt worden. Bij normaal ontwikkelende kinderen neemt het energieverbruik tijdens het lopen af als ze ouder worden (zelfs tot de volwassen leeftijd). Het wordt verondersteld dat ook kinderen met CP efficiënter gaan lopen als ze ouder worden. **Hoofdstuk 5** beschrijft de associatie tussen het energieverbruik tijdens het lopen en de leeftijd voor kinderen en jongvolwassenen die zich normaal ontwikkelen en leeftijdsgenoten met CP. Hierbij werden drie verschillende uitkomstmaten van de looptest gebruikt: 1) bruto energieverbruik, 2) netto energieverbruik, en 3) het netto niet dimensionale (NN) energieverbruik. Het NN energieverbruik tijdens het lopen werd behalve voor rust energieverbruik ook gecorrigeerd voor beenlengte en zwaartekracht. Zowel de normaal ontwikkelende deelnemers als de deelnemers met CP gingen efficiënter lopen als ze ouder worden (tot de volwassen leeftijd), alle drie de uitkomstmaten namen af per levensjaar. Het bruto energieverbruik liet de grootste afname zien (-3% per jaar), terwijl het netto en NN energieverbruik een overeenkomstige afname lieten zien (-1.5% per jaar). Alle drie de uitkomstmaten moeten daarom gecorrigeerd worden voor deze afname als deze uitkomstmaten worden gebruikt om individuele effecten van behandelingen te evalueren.

Verschiedende studies concluderen dat er een behoefte is aan betrouwbare en gevalideerde testen om fitheid te meten voor kinderen met CP die geclassificeerd zijn als GMFCS-niveaus III en IV. Hoewel laboratoriumtesten, zoals gebruikt in dit proefschrift, geadviseerd worden voor onderzoeksdoeleinden en voor het maken van klinische beslissingen, zijn veldtesten vaak makkelijker om uit te voeren. Voor **hoofdstuk 6** werd daarom een nieuwe test ontwikkeld; de 6-Minuten RaceRacerunner Test (6MRRT). De studie die beschreven is in dit hoofdstuk onderzocht de betrouwbaarheid van deze nieuwe test bij individuen met CP geclassificeerd als GMFCS-niveaus III en IV die tussen de 5 - 19 jaar oud zijn. De racerunner is een loopfiets met drie wielen, een stuur, een zadel en met rompondersteuning. De racerunner kan gebruikt worden als loophulpmiddel of trainingshulpmiddel voor individuen die niet of nauwelijks kunnen lopen. De kinderen komen vooruit met de racerunner door zich met hun voeten af te zetten op de grond terwijl ze op het zadel zitten. Dit hoofdstuk laat zien dat de 6MRRT een betrouwbare test is om de loopafstand met de racerunner te bepalen voor kinderen en jongvolwassenen geclassificeerd als GMFCS-niveau III [intra-class correlation coefficient (ICC): 0.89] en GMFCS-niveau IV (ICC: 0.91). Helaas kan de 6MRRT alleen gebruikt worden om individuele veranderingen te meten als er grote verbeteringen (>188 meter) verwacht worden. Dit wordt veroorzaakt door de relatief grote smallest detectable difference (SDD) waarden van de 6MRRT. Deze waarden laten namelijk zien dat een individu meer

dan 37% (GMFCS-niveau III) of zelfs 52% (GMFCS-niveau IV) moet verbeteren op de 6MRRT voordat een meetfout kan worden uitgesloten. Een andere belangrijke uitkomst van **hoofdstuk 6** is dat 25 van de 38 deelnemers een hartfrequentie van 180 slagen per minuut of hoger behaalden tijdens de 6MRRT. Dit betekent dat deze deelnemers een (bijna) maximale inspanning lieten zien tijdens de 6MRRT en daarom zou de racerunner een heel geschikt hulpmiddel voor deze doelgroep kunnen zijn om tijdens fitheidstrainingen te gebruiken. Daarnaast zou de racerunner geschikt kunnen zijn als hulpmiddel tijdens een maximale inspanningstest om de $VO_{2\text{piek}}$ te meten.

Hoofdstuk 7 bediscussieert de gevonden resultaten en beschrijft de klinische relevantie van deze resultaten voor de (kinder)revalidatie. Een van de belangrijkste uitkomsten is dat zowel een verhoogd bruto energieverbruik tijdens het lopen en een verlaagde $VO_{2\text{piek}}$ vaak voorkomen bij kinderen en jongvolwassenen met fysieke beperkingen die loopproblemen ervaren in het dagelijkse leven. Zowel een verhoogd energieverbruik als een verlaagde $VO_{2\text{piek}}$ resulteren in een verhoogde relatieve belasting tijdens het lopen. Het is belangrijk om deze beide uitkomstmaten te meten zodat geïdentificeerd kan worden waardoor de hoge relatieve belasting tijdens het lopen wordt veroorzaakt. Bij een verhoogd energieverbruik tijdens het lopen is namelijk een andere behandeling geïndiceerd dan bij een verlaagde $VO_{2\text{piek}}$. Als deze uitkomsten, aanvullend aan lichamelijk onderzoek en gangbeeldanalyses, gebruikt zouden worden door (kinder)revalidatieartsen om een behandelplan op te stellen, kunnen behandelingen waarschijnlijk beter aansluiten bij de oorzaken van de loopproblemen. Of loopproblemen daadwerkelijk verminderen als 1) de relatieve belasting tijdens het lopen lager wordt, of 2) het gemiddelde anaerobe vermogen verbetert, of 3) de anaerobe drempel verbetert, zal uit vervolgonderzoek moeten blijken.