

Rollerbank versus Armergometer: de beste laboratoriumtest voor het meten van de aerobe capaciteit bij rolstoelafhankelijke kinderen en adolescenten met Spina Bifida

Pilot binnen de HALYNeD studie, onderdeel Let's Ride...

Afstudeerartikel Jetty van der Knijff
Bachelor opleiding tot fysiotherapeut
Hogeschool Utrecht, juni 2013

Vraagstelling: Welke maximale laboratoriumtest meet het best de aerobe capaciteit bij rolstoelafhankelijke kinderen en adolescenten van zes tot 18 jaar met Spina Bifida: de rollerbank test of de armergometer test? **Methode:** 11 rolstoelafhankelijke kinderen en adolescenten (acht jongens, drie meisjes, 154 ± 42.0 maanden) met Spina Bifida namen deel aan dit onderzoek, dat onderdeel uitmaakt van de HALYNeD studie. De maximale fysiologische waarden van de rollerbank test en armergometer test werden met elkaar vergeleken. Zuurstofopname (VO_2), de hartfrequentie per minuut (HF) en de verhouding tussen CO_2 afgifte en O_2 opname (RER) werden gemeten. Met behulp van SPSS werden verschillen berekend. De test met de hoogste fysiologische uitkomsten wordt beschouwd als de beste test en zal gedurende de rest van de HALYNeD studie gebruikt worden als laboratoriumtest en gouden standaard om de aerobe capaciteit te meten. **Resultaten:** Alle gemeten parameters gaven gemiddeld een hogere waarde op de rollerbank test, echter verschilde deze alleen voor de HF significant van de meetwaarde op de armergometer test ($p=.016$). **Conclusie:** De resultaten laten zien dat de rollerbank test de beste laboratoriumtest lijkt om de aerobe capaciteit te meten bij rolstoelafhankelijke kinderen van zes tot 18 jaar met Spina Bifida. **Trefwoorden:** Spina Bifida, arm ergometry, wheelchair ergometry, aerobic capacity, peak oxygen uptake.

Purpose: Which maximum laboratory test is measuring aerobic fitness in non-ambulatory children and adolescents aged six to 18 years with Spina Bifida the best: the roller band test or the arm cranking test? **Method:** 11 wheelchair dependent children and adolescents (eight boys, three girls; 154 ± 42.0 months) with Spina Bifida participated in this study, which is part of the HALYNeD study. The maximum physiological values of the roller band test and arm cranking test were compared to each other. Oxygen uptake (VO_2), heart rate per minute (HR) and respiratory exchange ratio (RER) were measured. Using SPSS, differences were calculated. The test with the highest physiological outcomes is considered to be the best test and will be used throughout the HALYNeD study as a laboratory test and a gold standard to measure the aerobic capacity. **Results:** The average values of all measured parameters were higher on the roller band test, but only the HF indicates a statistically significant difference between two tests ($p=0.016$). **Conclusion:** The results show that the roller band test seems the best laboratory test to test the aerobic fitness of non-ambulatory children and adolescents aged six to 18 years with Spina Bifida. **Keywords:** Spina Bifida, arm ergometry, wheelchair ergometry, aerobic capacity, peak oxygen uptake.

Inleiding

Populatie

Spina Bifida is een aangeboren misvorming van de neurale buis, met een incidentie van 2 tot 8 per 10.000 levend geboren wereldwijd (Kondo, Kamihira, Ozawa, 2009). In Nederland is dit bijna 6 per 10.000 pasgeborenen (Mohangoo, Gameraen, Schönbeck, Buitendijk & Pal-Bruin, 2011).

Er zijn drie types Spina Bifida, waarvan één gesloten type (Spina Bifida occulta) en twee open types (Spina Bifida Meningocele en Spina Bifida Myelomeningocele) (Singh, 2003). Als gevolg van de misvorming van de neurale buis, ervaren patiënten een verscheidenheid aan tekorten in cognitie, motoriek, sensorische functie en darm- en blaas functie (Ryan, Ploski & Emans, 1991). Naast de medische classificatie van het type, het laesie niveau en de aanwezigheid van hydrocephalus, worden kinderen met Spina Bifida geclassificeerd met behulp van de aangepaste classificatie van Hoffer (*Tabel 1*). Wanneer een kind de classificatie heeft van binnenshuis ambulant, niet functioneel ambulant of niet ambulant, zal deze behoren tot de rolstolafhankelijke kinderen. (Takken, Hulzebos & van Brussel, 2011; Schoenmakers, Uiterwaal, Gulmans, Gooskens & Helders, 2005; Hoffer, Feiwell, Perry & Bonnet, 1973).

Tabel 1 – Ambulantie niveau, gedefinieerd door Hoffer et al. (1973) en aangepast door Schoenmakers et al. (2005)

loopfunctie	omschrijving
normal ambulation	zelfstandig onbeperkte afstanden buitenshuis lopen zonder hulpmiddelen
community ambulation	zelfstandig buitenshuis lopen met of zonder hulpmiddelen, waarbij het gebruik van een rolstoel alleen nodig is voor lange afstanden
household ambulation	lopen binnenshuis, waarbij het gebruik van een rolstoel nodig is voor alle activiteiten buitenshuis
non-functional ambulation	alleen lopen tijdens de therapie
non-ambulation	volledig rolstoelgebonden

Myelomeningocele is het meest voorkomende en het meest zware type Spina Bifida. In de studie van Schoenmakers et al. (2005) gebruikt 50% van de kinderen met de myelomeningocele vorm van Spina Bifida een rolstoel voor de dagelijkse mobiliteit.

Fitheid

Bij kinderen met een handicap is fitheid tegenwoordig een belangrijk onderwerp waar steeds meer onderzoek naar wordt gedaan (Takken, Spermon, Helders, Prakken & Net, 2003; Takken, Net, Helders, 2003; Takken, Net, Kuis & Helders, 2003; Takken et al., 2004; Takken, Bergen, Sakkers, Helders & Engelbert, 2007; Verschuren et al., 2007; Brussel et al., 2007; Brussel et al., 2008). Fitheid bestaat uit verschillende componenten, waaronder het cardiorespiratoire component. Een onderdeel hiervan is het maximale aeroob vermogen (Bouchard, Shephard & Stephens, 1994). Verschillende studies hebben aangetoond dat kinderen en adolescenten met Spina Bifida minder actief zijn dan gezonde leeftijdsgenoten. Daarnaast hebben ze een verminderde gezondheid gerelateerde kwaliteit van leven en een aanzienlijk verlaagd niveau van fysieke fitheid, wat kan leiden tot vermoeidheid, overgewicht

en een verminderd activiteiten- en participatieniveau (Schoenmakers et al., 2009; Steele et al., 1996; Berg-Emons, Bussmann, Meyerink, Roebroek & Stam, 2003; Bandini, Schoeller, Fukagawa, Wykes & Dietz, 1991; Buffart, Roebroek, Berg-Emons & Stam, 2006; Buffart, Roebroek, Rol, Stam & Berg-Emons, 2008; Groot, Takken, Schoenmakers, Vanhees & Helders, 2008).

Ondanks bovengenoemde verminderde aspecten is als gevolg van de vooruitgang in de medische benadering het sterftcijfer de afgelopen jaren zodanig teruggebracht, dat naar verwachting 75-80% van de kinderen met Spina Bifida nu op kan groeien tot een (jong) volwassene (Singh, 2005; Bowman, McLone, Grand, Tomita & Ito, 2001; Mitchell et al., 2004; Roebroek, Jahnsen, Carona, Kent & Chamberlain, 2009). Deze verwachting vereist op medisch- en paramedisch gebied een andere aanpak in de behandeling. Een aanpak die zich niet alleen richt op de pathologische aspecten, maar ook op de preventieve, functionele en sociale aspecten (Simeonsson, McMillen & Huntington, 2009). Op fysiotherapeutisch gebied is om deze reden steeds meer vraag naar ontwikkeling van inspanningstesten en trainingen bij kinderen met chronische ziekten, zoals Spina Bifida (Bar-Or & Rowland, 2004).

Uit een follow up studie blijkt dat 95% van de kinderen met Spina Bifida tussen de nul en vijf jaar zich lopend voortbewegen. Op leeftijd van 20 tot 25 jaar is dit percentage teruggebracht naar 46% (Bowman et al., 2001). Tot nu toe is er voornamelijk onderzoek gedaan naar de fitheid van lopende kinderen en adolescenten met Spina Bifida (Groot, Takken, Schoenmakers, Tummers, Vanhees & Helders, 2010; Schoenmakers et al., 2009; Groot et al., 2008). Dit onderzoek vindt plaats binnen een onderdeel (Let's Ride...) van de Healthy Active Living for Youth with Neuromotor Disability (HALYNeD) studie. HALYNeD doet onderzoek naar de fitheid van rolstoelgebonden kinderen en adolescenten met neuromotorische aandoeningen. Let's Ride zal zich richten op het ontwikkelen van meetinstrumenten voor rolstoel rijdende kinderen en adolescenten met Spina Bifida op het gebied van aerobe- en anaerobe capaciteit, functioneel rolstoelrijden, rolstoelbehendigheid en fysieke activiteit. Het ontwikkelen van meetinstrumenten voor het meten van de aerobe capaciteit zal in dit onderzoek centraal staan.

Aerobe capaciteit

Onder aerobe capaciteit wordt de totale hoeveelheid energie die door middel van de aerobe stofwisseling kan worden vrijgemaakt verstaan. Bij verhoging van de aerobe capaciteit vinden er in de spieren een toename van het myoglobinegehalte (vermogen van om zuurstof op te nemen), oxidatie van glycogeen (vermogen om langs de aerobe weg energie vrij te maken) en oxidatie van vetten (vermogen om vetten te verbranden) plaats. Buiten de spier treden er belangrijke aanpassingen op in het cardiorespiratoire systeem (Morree, Jongert & Poel, 2006; Bouman, Bernards & Boddeke, 2008). Om achteruitgang te voorkomen en eventuele verhoging van de aerobe capaciteit teweeg te brengen worden er beweeginterventies op maat ontwikkeld. Voordat dit gedaan kan worden is het belangrijk om kaders te hebben waarin er getraind kan worden. Het is hiervoor van belang dat de capaciteit in kaart gebracht kan worden met de juiste testen. Daarnaast worden testen gebruikt om beweeginterventies te evalueren.

Fysiologische reacties met betrekking tot de aerobe capaciteit

Bij inspanningstesten wordt de VO₂ max beschouwd als de enige, beste indicator van de aerobe capaciteit (Vanhees et al., 2005). De VO₂ max wordt beschouwd als het maximaal

haalbare niveau van de zuurstofopname door het cardiorespiratoire en het zuurstofverbruik door het neuromusculaire systeem, resulterend in een VO₂ plateau aan het eind van de test, ondanks een toename in de werkbelasting (Rowland, 1993). In eerdere studies (Schoenmakers et al., 2009; Groot et al., 2008; Agre et al., 1987) is er een verminderde maximale waarde van de VO₂ genoteerd bij een loopbandtest voor ambulante kinderen met Spina Bifida. Deze lagere waarden konden worden toegeschreven aan een verminderde spiermassa, deconditionering en mogelijke beperkingen bij het ademen. Een verminderde maximale waarde van de VO₂ heeft tot gevolg dat de waarde geen VO₂ max, maar VO₂ piek genoemd moet worden.

Om na te gaan of de proefpersonen tijdens de testen maximaal zijn gegaan worden tijdens dit onderzoek naast de VO₂ waarde ook de hartfrequentie per minuut (HF) en de verhouding tussen CO₂ afgifte en O₂ opname (RER) gemeten.

Laboratoriumtesten om aerobe capaciteit bij rolstoelafhankelijke te meten

De aerobe capaciteit kan getest worden met behulp van laboratoriumtesten en veldtesten. Om de aerobe capaciteit met behulp van een laboratoriumtest te meten, wordt er bij kinderen vaak gebruik gemaakt van testen met een toenemende belasting op de fiets of de loopband (Bar-Or & Rowland, 2004). Omdat dit niet mogelijk is bij rolstoelafhankelijke kinderen met Spina Bifida, wordt er bij hen voornamelijk gebruik gemaakt van armergometrie (Roebroek et al., 2009; Bruining et al., 2007; Widman et al., 2007; Hutzler, 1993). Een voordeel van de armergometrie bij deze populatie kan zijn dat de geteste spieren minder betrokken zijn bij het ziekteproces. Op deze manier kunnen de uitkomsten van de test beter aansluiten op het in kaart brengen van cardiorespiratoire beperkingen. Anderzijds is het bekend dat het testen van de aerobe capaciteit op de bovenste extremiteit resulteert in lagere VO₂ piek waarden, omdat een kleinere spiermassa bij het testen wordt betrokken (Franklin, 1985).

Een andere test met een toenemende belasting om de fitheid bij rolstoelafhankelijke kinderen in kaart te brengen door het meten van de aerobe capaciteit is de maximale rollerbank test (Goosey-Trolfey & Trolfey, 2008). Wanneer deze test wordt vergeleken met de armergometer test worden er met name ergonomische verschillen en verschillen in de mate van functionaliteit aangegeven. Er is een ongelijke actie van de spieren als je kijkt naar het ronddraaien van de armergometer en het voortbewegen van de rolstoel (Glaser, et al., 1980). Het is mogelijk om tijdens een rollerbank test meer spiermassa uit te lokken. Daarnaast is de beweging die het kind op de rollerbank moet maken een meer natuurlijke beweging, welke zij dagelijks gebruiken om zich voort te bewegen (McConnel, et al., 1989).

Vraagstelling

Tijdens dit onderzoek stond de volgende vraagstelling centraal: *Welke maximale laboratoriumtest meet het best de aerobe capaciteit bij rolstoelafhankelijke kinderen en adolescenten van zes tot 18 jaar met Spina Bifida: de rollerbank test of de armergometer test?* De eerste elf proefpersonen zullen tijdens de HALYNeD studie, wanneer mogelijk, beide bovengenoemde testen uitvoeren. De test met de hoogste fysiologische uitkomsten wordt beschouwd als de beste test om de aerobe capaciteit te meten. Er zal gekeken worden naar de verschillen tussen maximale fysiologische uitkomsten. De beste test zal gedurende de rest van de HALYNeD studie als enige laboratoriumtest en gouden standaard gebruikt worden om de aerobe capaciteit te meten.

Methode

Onderzoeksdesign

Dit onderzoek was een cross-sectioneel onderzoek, waarbij de uitkomsten van de aerobe laboratoriumtesten werden gebruikt.

Onderzoekspopulatie

De onderzoekspopulatie bestond uit rolstoel afhankelijke kinderen en adolescenten met Spina Bifida. Proefpersonen werden geïnccludeerd wanneer zij een manueel aangedreven rolstoel gebruiken voor de mobiliteit in het dagelijkse leven of voor sport. De proefpersoon heeft de leeftijd van zes tot 18 jaar en moet in staat zijn instructies, met betrekking tot het testen, op te kunnen volgen.

Exclusie criteria waren gebeurtenissen die van invloed zouden kunnen zijn op de uitkomsten van de testen (bijvoorbeeld verandering van de rolstoel) en/of een medische status die een maximale inspanningstest niet toestond. Hieronder vallen onder andere een acute ziekte, minder dan vier weken post operatief en problemen met de drain.

Met behulp van flyers zijn er rolstoelafhankelijke kinderen met Spina Bifida geworven. De flyer werd verspreid onder kinderen met Spina Bifida en hun ouders, door middel van de vereniging van en door ouders van kinderen, jongeren en volwassenen met een handicap (BOSK), de Nederlandse vereniging voor Kinderfysiotherapie (NVFK), de Werkgroep Kinderfysiotherapie Midden Nederland (WKMN) en een aantal Spina Bifida (poliklinische) patiënten-diensten in Nederland. Er kon contact gezocht worden met de onderzoeker, waarna de ouders of het kind uitgebreid van informatie werden voorzien. Bij deelname werden door beide ouders de informed consent formulieren ondertekend en de testdata vastgesteld. De proefpersonen werden verzocht vier achtereenvolgende weken, in de periode van november 2012 tot en met maart 2013, naar de Hogeschool Utrecht te komen.

Onderzoeksinstrumenten en gemeten parameters

Algemene gegevens

Middels een vragenlijst werd informatie met betrekking tot de medische voorgeschiedenis verkregen. In deze gegevens werden het type Spina Bifida, het niveau van de laesie, eventuele andere aandoeningen, geboortedatum, leeftijd en geslacht opgenomen. Daarnaast werd er in de vragenlijst geïnformeerd naar factoren die de resultaten van de test mogelijk kunnen beïnvloeden. Er werd gevraagd naar de vermoeidheid voor het testen (OMNI), de gezondheidstoestand, rolstoelkarakteristieken, het ambulantiëniveau volgens Hoffer (Schoenmakers et al., 2005; Hoffer et al., 1973) en de functionele mobiliteit schaal (FMS).

Gewicht, lengte, Body Mass Index (BMI) en Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)

Gewicht werd gemeten met een elektronische rolstoel weegschaal. Voor de lengte werd de armspan genomen (de afstand van de langste vinger van de ene hand tot de langste vinger van de andere hand). De lengte en het gewicht werden meegenomen in het berekenen van de BMI.

De vetvrije massa (FFM) werd bepaald met de BIA. BIA is een niet-invasieve, eenvoudige test om de spiermassa en het vet te onderscheiden door een vergelijking in geleidbaarheid en

weerstand in het lichaam. Hiervoor moeten voorafgaand het geslacht, de leeftijd, de armlengte, het gewicht, de buikomtrek en de heupomtrek zijn gemeten.

Maximale laboratoriumtesten aerobe capaciteit

De proefpersonen voerden een aangepaste maximale armergometer test en een maximale inspanningstest op de rollerbank uit. Beide testen werden bij alle deelnemers afgenomen op de Hogeschool Utrecht, faculteit gezondheidszorg, instituut voor bewegingsstudies.

Armergometer test (modified McMaster All-Out Progressive Continuous Arm Cranking Protocol, bijlage 1)

Voor de maximale Armergometer test werd het bestaande McMaster All-Out Progressive Continuous Arm Cranking Protocol gebruikt (Bar-Or & Rowland, 2004). In dit protocol wordt op basis van de lengte van het kind de initiële en verhogende wattage per minuut bepaald. Het protocol dat tijdens dit onderzoek werd gebruikt is naar de ervaring van de onderzoeker aangepast in een vast beginwattage, met een vaste opbouw in wattage per minuut. Dit heeft de reden dat de lengte bij kinderen met Spina Bifida een minder zeggende- en belangrijke factor is, omdat er bij hen (gedeeltelijke) uitval is vanaf een bepaald niveau.

De proefpersoon begon bij de test op een initiële 0 Watt, die vervolgens elke minuut werd verhoogd met 8 Watt. Met als achtergrondinformatie dat de optimale cadans 50 omwentelingen per minuut (rpm) is, moest het aantal omwentelingen tussen de 40 en 80 rpm liggen. Het protocol werd voortgezet tot de proefpersoon stopte vanwege volledige uitputting, ondanks maximale verbale aanmoediging van de onderzoeker. Tijdens deze gemodificeerde test zat de proefpersoon in de rolstoel. Hierbij is het belangrijk dat de proefpersoon genoeg steun heeft om een stabiele zithouding te garanderen.

Rollerbank test (Incremental Roller Band Protocol, bijlage 2)

Op basis van het artikel van Goosey-Tolfrey & Tolfrey (2008) is door de onderzoeker het Incremental Roller Band Protocol opgesteld. Tijdens de maximale inspanningstest op de rollerbank zat de proefpersoon in zijn rolstoel, welke werd bevestigd op de rollerbank. Een continue snelheid tussen de 40 en 100 omwentelingen moest worden uitgevoerd. Er werd gestart op een minimale weerstand van 0,5 torque, met elke minuut een verhoging van 0,1 torque, tot een volledige uitputting.

Gemeten parameters

Tijdens de bovenstaande maximale inspanningstesten werden de zuurstofopname (VO_2), de hartfrequentie per minuut (HF) en de verhouding tussen CO_2 afgifte en O_2 opname (VCO_2/VO_2), ook wel respiratoire exchange ratio (RER) gemeten. Dit werd gemeten met een gekalibreerd mobiel gasanalyse systeem (Cortex Metamax B3, Cortex Medical GmbH, Leipzig, Germany). De hartslag werd gecontroleerd met behulp van een hartslagmeter (Hosand). Voor het onderzoek waren alle maximale waarden (piek waarden) van belang. VO_2 piek werd gerelateerd aan het gewicht.

Verwerking en preparatie van gegevens

Data-analyse

Data werd geanalyseerd met behulp van het programma Statistical Package for Social Science (versie 20.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Allereerst werd de data samengevat en beschreven. De normaliteitstoets Shapiro-Wilk liet zien dat de data niet normaal verdeeld

was. Om een mogelijk significant verschil tussen de gemiddelde uitkomstwaarden van de drie gemeten parameters te onderzoeken werd daarom gebruik gemaakt van de niet-paramedische toets van Wilcoxon. Er was een significant verschil aantoonbaar wanneer de p-waarde lager was dan .05 ($p < .05$). Fysiologische uitkomsten (VO₂ piek, HF piek en RER piek) van beide testen werden per persoon vergeleken.

Resultaten werden grafisch weergegeven door in Boxplots de mediaan, minimum- en maximumwaarden, interkwartielafstand en uitbijters te weergeven. Datasets van beide testen werden naast elkaar gepresenteerd.

Resultaten

Populatie

In dit onderzoek is een totaal van drie meisjes en acht jongens met een gemiddelde leeftijd van 154 ± 42.0 maanden getest (tabel 1). Volgens de Shapiro-Wilk test is de data niet normaal verdeeld.

Eén proefpersoon was te klein om de armergometer test uit te voeren. Van één proefpersoon zijn, met uitzondering van de hartfrequentie, op de armergometer geen waarden gemeten in verband met onwil om de Metamax te dragen.

Geslacht, soort Spina Bifida, laesieniveau en ambulantiëniveau volgens Hoffer (Hoffer et al., 1973), aangepast door Schoenmakers et al. (2005), staan beschreven in *tabel 1*. Daarnaast wordt de leeftijd, armspan, gewicht, BMI en FFM weergegeven.

Tabel 1. Populatiekarakteristieken

Soort Spina Bifida	Aantal (%)
Open	11 (100)
Gesloten	0 (0)
Niveau van de laesie	Aantal (%)
Thoracaal	1 (9.09)
Thoracaal-Lumbaal	1 (9.09)
Lumbaal	7 (63.6)
Lumbaal-Sacraal	2 (18.2)
Classificatie van Hoffer^a	Aantal (%)
Household ambulant	1 (9.09)
Therapeutic ambulant	2 (18.2)
Non ambulant	8 (72.7)
Geslacht	Aantal (%)
Jongen	8 (72.7)
Meisje	3 (27.3)
Antropometrie	Gem (SD)
Leeftijd (maanden)	154 (42.0)
Armspan (cm)	153.4 (23.4)
Gewicht (kg)	44.2 (20.2)
BMI	17.7 (3.48)
FFM (%)	68.7 (6.36)

Legenda: a) Takken et al. (2011); Schoenmakers et al. (2005); Hoffer et al. (1973), BMI = Body Mass Index; FFM = vetvrije massa; Gem = gemiddelde; SD = standaarddeviatie

Uitkomsten

Fysiologische uitkomsten binnen dit onderzoek worden beschreven in *tabel 2*. VO₂ piek, HF piek en RER piek van beide testen worden per proefpersoon weergegeven. Data per test wordt samengevat beschreven in *tabel 3 en 4*. Een grafische weergave van de uitkomsten wordt gepresenteerd in *Figuur 1*. Verschil wordt beschreven in *tabel 5*.

Tabel 2. Fysiologische uitkomsten per individu

Proefpersoon	Rollerbank			Armergometer		
	VO ₂ piek (ml/kg/min)	HF piek	RER piek	VO ₂ piek (ml/kg/min)	HF piek	RER piek
1	14.8	200	1.52	15.8	114	1.25
2	12.2	119	0.96	MD	117	MD
3	14.6	130	0.97	13.9	125	0.89
4	29.9	206	1.05	MD	MD	MD
5	31.9	185	1.14	30.6	140	0.74
6	25.8	162	1.38	16.9	176	1.86
7	10.6	200	1.13	27.8	198	1.18
8	35.6	189	1.19	19.4	173	1.28
9	22.1	166	1.02	21.5	142	1.03
10	32.0	206	0.86	20.0	190	1.38
11	15.5	154	2.36	23.0	129	0.91

Legenda: VO₂ = zuurstofopname; HF = hartfrequentie per minuut; RER = verhouding tussen CO₂ afgifte en O₂ opname (VCO₂/VO₂), ook wel respiratoire exchange ratio; MD = missing data. Hoogste waarden per proefpersoon zijn **dikgedrukt**

Zes proefpersonen hebben een hogere VO₂ piek op de rollerbank dan op de armergometer. Er zijn negen proefpersonen met een hogere HF piek op de rollerbank dan op de armergometer en vijf proefpersonen hebben een hogere RER piek op de armergometer dan op de rollerbank. Van één proefpersoon ontbreken alle waarden op de armergometer en van één ontbreken enkel de VO₂ piek en RER piek op de armergometer.

Tabel 3. Uitkomsten rollerbank test

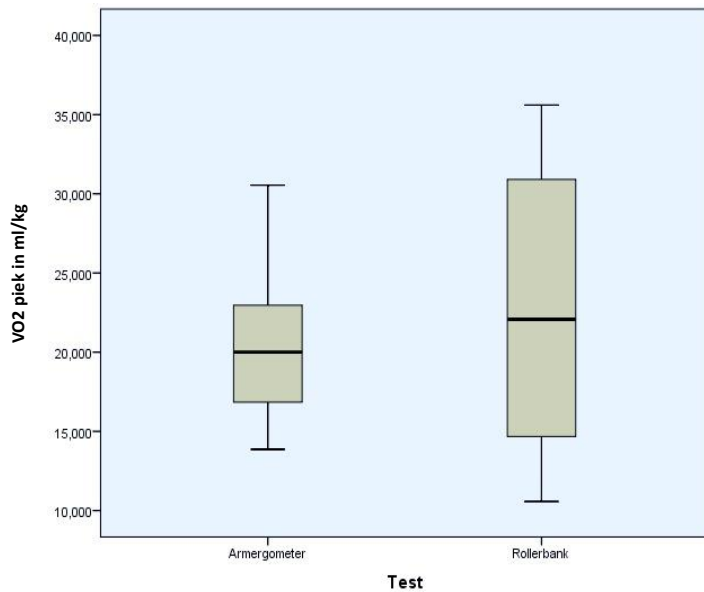
	N	Min	Max	Gem	SD
VO ₂ piek (ml/kg/min)	11	10.6	35.6	22.3	9.14
HF piek	11	119	206	174	30.5
RER piek	11	.86	2.36	1.23	.42

Legenda: N = aantal proefpersonen; Min = minimum; Max = Maximum; Gem = gemiddelde; SD = standaarddeviatie; VO₂ = zuurstofopname; HF = hartfrequentie per minuut; RER = verhouding tussen CO₂ afgifte en O₂ opname (VCO₂/VO₂), ook wel respiratoire exchange ratio

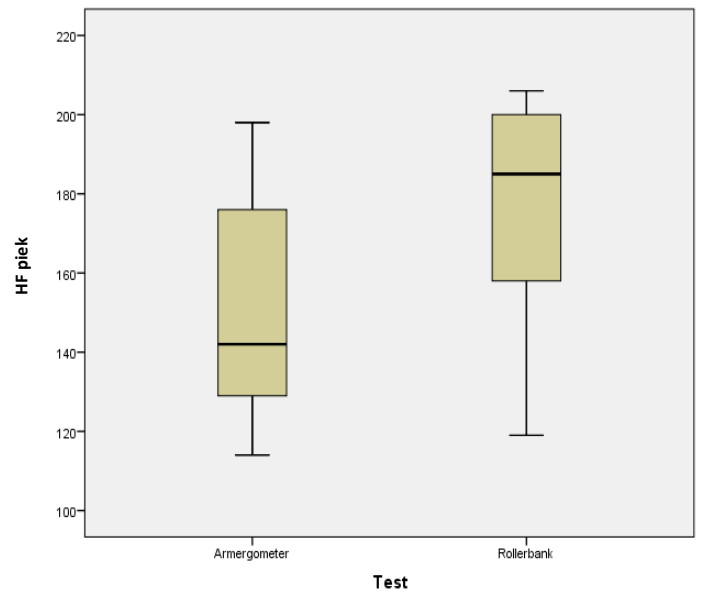
Tabel 4. Uitkomsten armergometer test

	N	Min	Max	Gem	SD
VO ₂ piek (ml/kg/min)	9	13.9	30.5	21.0	5.47
HF piek	10	114	198	150	31.1
RER piek	9	.74	1.86	1.17	.33

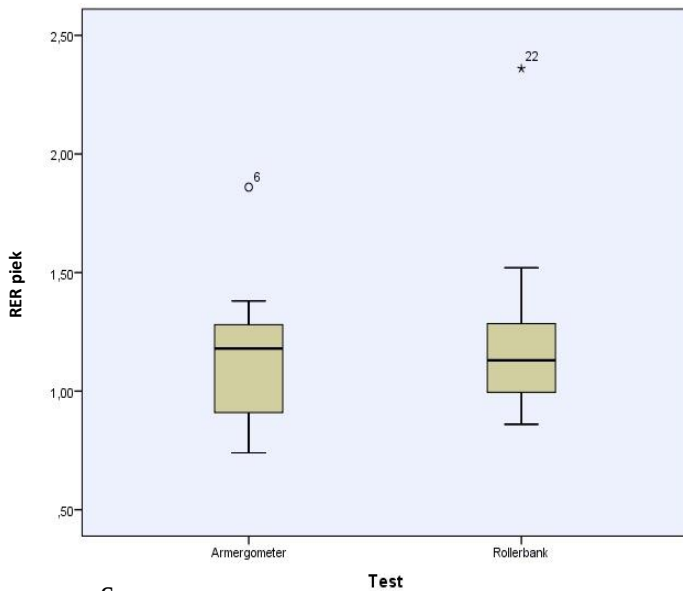
Legenda: N = aantal proefpersonen; Min = minimum; Max = Maximum; Gem = gemiddelde; SD = standaarddeviatie; VO₂ = zuurstofopname; HF = hartfrequentie per minuut; RER = verhouding tussen CO₂ afgifte en O₂ opname (VCO₂/VO₂), ook wel respiratoire exchange ratio



a



b



c

Legenda: VO2 = zuurstofopname; HF = hartfrequentie per minuut; RER = verhouding tussen CO2 afgifte en O2 opname (VCO_2/VO_2), ook wel respiratoire exchange ratio; ° = Zwakke uitbijter = 1.5 x Interkwartielafstand; * = Extreme uitbijter = 3.0 x Interkwartielafstand

Figuur 1. Boxplots voor VO2 piek (1a), HF piek (1b) en RER piek (1c) bij maximale armergometer test (N=9) en maximale rollerbank test (N=11)

VO2 piek, HF piek en RER piek gaven allen gemiddeld een hogere piekwaarde op de rollerbank dan op de armergometer. Het gemiddelde van alle proefpersonen voor de VO2 piek was 22.3 ± 9.14 bij de Rollerbank test en 21.0 ± 5.47 bij de Armergometer test. Voor de HF piek was 174 ± 30.5 het gemiddelde van alle proefpersonen bij de Rollerbank test en 150 ± 31.1 bij de Armergometer test. De RER piek gaf voor alle proefpersonen gemiddeld $1.23 \pm .42$ bij de Rollerbank test en $1.17 \pm .33$ bij de Armergometer test.

Zowel in tabel 3 en 4 als in figuur 1 is te zien dat er een grote spreiding was over alle waargenomen piekwaarden. Geen van de data was normaal verdeeld. Voor de RER piek was bij de armergometer een zwakke uitschieter en de rollerbank een sterke uitschieter in de data waargenomen.

Bovenstaande boxplot (a) onderschrijft de uitkomsten van tabel 4. Een duidelijk verschil tussen de rollerbank en armergometer is enkel bij de HF piek waarneembaar.

Tabel 5. Verschil

	Gem rollerbank (SD)	Gem armergometer (SD)	Verschil (p)
VO2 piek (ml/kg/min)	22.3 *** (9.14)	21.0 * (5.47)	1.30 (.52)
HF piek	174 *** (30.5)	150 ** (31.1)	23.9 (.016)
RER piek	1.23 *** (.42)	1.17 * (.33)	0.066 (.17)

Gem = gemiddelde; SD = standaarddeviatie; p = significantiewaarde ($p < .05$ = significant), Verschil is berekend met de formule: Verschil = Gem rollerbank – Gem armergometer, * N=9, ** N=10, *** N=11

Er zijn geen significante verschillen aangetoond met de non parametrische toets van Wilcoxon bij de VO2 piek en RER piek ($p > .05$). Voor de HF piek is wel een significant verschil aangetoond ($p < .05$). HF piek is bij de rollerbank significant hoger dan bij de armergometer.

Discussie

Het doel van deze studie was om te onderzoeken welke laboratoriumtest de beste test was om de aerobe capaciteit te meten bij rolstoelafhankelijke kinderen en adolescenten met Spina Bifida. Fysiologische uitkomstwaarden van de maximale Rollerbank test (*Incremental Roller Band Protocol*) en de maximale Armergometer test (*McMaster All-Out Progressive Continuous Arm Cranking Protocol*) werden met elkaar vergeleken. Aangezien dit onderzoek werd gedaan bij een kleine populatie, is het niet verrassend dat de gemeten fysiologische waarden niet normaal verdeeld waren.

Zowel de maximale hartfrequentie, maximale VO₂ (ml/kg/min), maximale RER als de maximale VE geven gemiddeld bij de rollerbank een hogere uitkomst dan bij de armergometer. Daarentegen is de spreiding, op de hartfrequentie na, bij de armergometer kleiner.

Significant verschil

Een significant verschil tussen de Rollerbank test en Armergometer test is gevonden voor de HF piek. Dit is een positief gegeven voor een onderzoek met een kleine populatie, wat ervoor zorgt dat een conclusie niet op toeval berust. Op basis van de kleine onderzoekspopulatie en het gegeven dat beide testen maximaaltesten zijn die de aerobe capaciteit meten, worden er in eerste instantie geen grote verschillen verwacht. Dit significante verschil kan mogelijk verklaard worden door de eerder benoemde ergonomische verschillen en verschillen in de mate van functionaliteit tussen beide testen. Daarnaast zijn er factoren die de VO₂ piek waarde van een proefpersoon mogelijk kunnen verhogen (een lager laesie niveau, een goede arm-hand functie, de ervaring in het rolstoel rijden een goed algemeen welbevinden, de mate van deconditionering en een goede motivatie) (Verschuren et al., 2007).

Uitbijters

Onder een uitbijter verstaan men in de statistiek en data-analyse een waarneming die niet bij de overige lijkt te passen. Er is geen sprake van een normale verdeling en er is een groot verschil tussen de minimale- en maximale waargenomen waarde. In dit geval zijn er uitbijters bij de RER piek waargenomen. Eén uitbijter ligt 'zwak' buiten het interkwartiel (>1.5 maal de interkwartielafstand) en één uitbijter ligt 'extreem' buiten het interkwartiel (>3.0 maal de interkwartielafstand). Tijdens ademgasbepalingen bij proefpersonen die een toenemende inspanning leveren, blijkt de RER te stijgen van 0.8 naar 1.0. Meet men een RER van 1.0, dan is er sprake van uitsluitend glucoseverbranding. Bij bepaling van de ademgassen tijdens zware inspanning kan de verhouding tussen de afgegeven CO₂ en de opgenomen O₂ verder stijgen dan 1.0. De RER waarde kan zelfs oplopen tot 1.3. Dit betekent dat een inspanning zo zwaar is, dat niet meer kan worden volstaan met volledig aerobe verbranding van energiereserves (Morree et al., 2008). Op basis van deze gegevens lijken de uitbijters onmogelijke waarden. Echter worden er over het algemeen vaker hogere RER waarde tijdens het onderzoek waargenomen, wat tot nu nog onverklaarbaar is.

Criteria voor een maximale inspanningstest

Een mogelijke verklaring van de grote spreiding tussen proefpersonen onder de gemeten parameters is dat niet alle proefpersonen voldoen aan de criteria voor een maximale inspanningstest zoals uiteengezet door Rowland (1996). Deze criteria zijn onderverdeeld in subjectieve en objectieve criteria, waarbij elk kind moet voldoen aan de subjectieve en ten

minste één van de objectieve criteria. Het subjectieve criterium is dat er tekenen van intense inspanning zijn (zweten; blozen; duidelijke onwil om verder te gaan, ondanks aanmoediging). De objectieve criteria zijn een hartfrequentie van boven de 180 per minuut, een RER waarde van boven de .99 en een VO₂ piek plateau. De criteria zijn echter opgesteld voor ambulante kinderen. Er zijn geen criteria bekend voor rolstoelafhankelijke kinderen.

Alle proefpersonen voldoen aan het bovengenoemde subjectieve criterium. Er was bij allen een duidelijke onwil om verder te gaan, ondanks aanmoediging. Toch betwijfelt de onderzoeker of dit daadwerkelijk bij alle proefpersonen het geval was. Er zijn twee proefpersonen die bij geen van beide testen voldoen aan één objectieve criteria en twee proefpersonen waarbij dit enkel bij de armergometer test het geval is. Daarnaast is één proefpersoon niet in staat geweest de armergometer test uit te voeren, vanwege de grootte van de armergometer. Dit heeft tot gevolg dat er voor deze persoon geen gegevens met betrekking tot de armergometer bekend zijn. Er bestaat de mogelijkheid dat deze proefpersonen niet maximaal zijn gegaan tijdens deze testen, maar dit kan niet met zekerheid gezegd worden. Wanneer dit wel met zekerheid gezegd kan worden, zijn dit geen valide resultaten met betrekking tot de vraagstelling.

Nauwkeurigheid en betrouwbaarheid

Gasuitwisseling analyse tijdens een ergometrie test met een toenemende belasting om het punt van wilskrachtige beëindiging te wijten aan uitputting wordt beschouwd als de gouden standaard om de VO₂ piek te meten (Shephard et al., 1968). De Cortex Metamax is een valide en betrouwbaar systeem om de gasuitwisseling tijdens het sporten te meten (Brehm, Harlaar & Groepenhof, 2004; Medbo, Mamen, Welde, Heimburg & Stokke, 2002).

Om de VO₂ piek te testen bij kinderen met een neuromusculaire aandoening geeft Bar-Or (1996) aan dat het testen in een laboratorium voorkeur heeft over testen binnen veldomstandigheden, doordat er betere standaardisatie mogelijk is. Verder benadrukt ook hij dat bij het ontwikkelen van een test om de VO₂ piek te meten bij kinderen met een neuromusculaire aandoening, beoordeeld op het zuurstoftransportsysteem, er rekening gehouden dient te worden met een verminderde spierfunctie (kracht en uithoudingsvermogen) en andere beperkingen.

In deze studie worden alle testen uitgevoerd door eenzelfde beoordelaar (met een assistentie van een tweede beoordelaar in verband met veiligheidsredenen) om de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid vast te stellen. Daarnaast wordt hiermee de last voor de deelnemers verminderd. Om de kans te vergroten dat de proefpersoon de test zo goed als mogelijk uitvoerde, werden de omstandigheden zo optimaal mogelijk gemaakt. Er werd ten alle tijden maximaal aangemoedigd en de test werd afgenomen in een zo vriendelijk mogelijke omgeving.

Beperking onderzoekspopulatie

De onderzoekspopulatie van dit onderzoek was erg klein en heterogeen, wat grotendeels zorgt voor een grote spreiding. Er is een beperkte beschikbaarheid van proefpersonen, welke voldoen aan de in- en exclusie criteria, om mee te kunnen en willen doen aan de HALYNeD studie.

Aanbevelingen

Verder onderzoek naar de beste maximale laboratoriumtest wordt aanbevolen om een grotere onderzoeksgroep te includeren en objectieve criteria mee te nemen om te beoordelen of een proefpersoon de test maximaal heeft uitgevoerd.

Aangezien het niet bekend is of de objectieve criteria voor maximale inspanning van toepassing zijn voor rolstoelafhankelijke kinderen met spina bifida, wordt aanbevolen om tijdens de laboratoriumtesten gebruik te maken van het herstel protocol zoals beschreven door Rossiter, Kowalchuk & Whipp (2006). In eerdere studies in het laboratorium zijn dit type supramaximale testen bewezen nuttig en haalbaar (Groot et al., 2010; Werkman et al., 2011). De supramaximale testen omvatten een herstelperiode van vijf minuten, gevolgd door maximaal vijf minuten op 110% van de uiteindelijke zwaarte van de test met een toenemende belasting (Rossiter et al., 2006). Dit protocol wordt gebruikt om te beoordelen of een extra stap kan leiden tot een hogere VO₂ piek waarde.

Conclusie

De resultaten van dit onderzoek laten zien dat de rollerbank test de beste laboratoriumtest lijkt om de aerobe capaciteit te meten bij rolstoelafhankelijke kinderen van 6-18 jaar met Spina Bifida.

Wanneer er nu een keuze gemaakt zal moeten worden welke laboratoriumtest als gouden standaard dient, wordt op basis van de eerste resultaten binnen de HALYNeD studie aanbevolen hiervoor de rollerbank test te gebruiken.

Literatuurlijst

- Agre, J.C., Findley, T.W., McNally, M.C., Habeck, R., Leon, A.S., Stradel, L.,... Schmalz, R. (1987). Physical activity capacity in children with myelomeningocele. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 68, 372–377
- Bandini, L.G., Schoeller, D.A., Fakawag, N.K., Wykes, L.J. & Dietz, W.H. (1991). Body composition and energy expenditure in adolescents with cerebral palsy or myelodysplasia. *Pediatric Research*, 29, 70 –77
- Bar-Or, O. & Rowland, T.W. (2004). *Pediatric Exercise Medicine: From Physiologic Principles to Healthcare Application*. Champaign, IL: Human Kinetics
- Bar-Or, O. (1996). Role of exercise in the assessment and management of neuromuscular disease in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28, 421-7
- Bouchard, C. & Shephard, R.J. (1994). Physical activity fitness and health: The model and key concepts. In: Bouter, L.M., Shephard, R.J., Stephens, T. & editors. *Physical activity, fitness and health, International Proceedings and Consensus Statement*. Champaign, IL: Human Kinetics, 77-88
- Bouman, L.N., Bernards, J.A., & Boddeke, H.W.G.M. (2008). *Medische fysiologie*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum
- Bowman, R.M., McLone, D.G., Grant, J.A., Tomita, T. & Ito, J.A. (2001). Spina bifida outcome: a 25-year prospective. *Pediatric Neurosurgery*. 34, 114 –120
- Brehm, M.A., Harlaar, J. & Groepenhof, H. (2004) Validation of the portable VmaxST system for oxygenuptake measurement. *Gait Posture*, August, 20(1), 67-73
- Bruinings, A.L., van den Berg-Emons, H.J.G., Buffart, L.M., van der Heijden-Maessen, H.C.M., Roebroek, M.E. & Stam, H.J. (2007). Energy cost and physical strain of daily activities in adolescents and young adults with myelomeningocele. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49, 672– 677
- Buffart, L.M., Roebroek, M.E., Rol, M., Stam, H.J. & van den Berg-Emons, R.J.G. (2008). Triad of physical activity, aerobic fitness and obesity in adolescents and young adults with myelomeningocele. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 40, 70–75
- Buffart, L.M., van den Berg-Emons, H.J.G., Roebroek, M.E. & Stam, H.J. (2006). Determinanten van dagelijkse lichamelijke activiteit en fitheid bij adolescenten en jong volwassenen met meningomyelocel. *Revalidata*, 131, 31-32
- de Groot, J.F., Takken, T., Schoenmakers, M.A., Tummers, L., Vanhees, L. & Helders, P.J. (2010). Reproducibility of energy cost of locomotion in ambulatory children with spina bifida. *Gait Posture*, February, 31(2), 159-63

- de Groot, J.F., Takken, T., Schoenmakers, M.A., Vanhees, L. & Helders, P.J. (2008). Limiting factors in peak oxygen uptake and the relationship with functional ambulation in ambulating children with spina bifida. *European Journal of Applied Physiology*, 104, 657–665
- de Morree, J.J., Jongert, M.W.A., & van der Poel, G. (2006). *Inspanningsfysiologie, oefentherapie en training*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum
- Franklin, B.A. (1985). Exercise testing, training and arm ergometry. *Sports Medicine*, 2, 100–119
- Glaser, R.M., Sawka, M.N., Brune, M.F., & Wilde, S.W. (1980). Physiological responses to maximal effort wheelchair and arm crank ergometry. *Journal of applied physiology*. 48:1060-1064
- Goosey-Tolfrey, V.L. & Tolfrey, K. (2008). The multi-stage fitness test as a predictor of endurance fitness in wheelchair athletes. *Journal of Sports Sciences*, March, 26(5), 511-7
- Guilford, J. (1965). Fundamental statistics in psychology and education. In: den Boer, J-B. (1994) *Methodologie en statistiek voor communicatie-onderzoek*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum
- Hoffer, M.M., Feiwell, E., Perry, R., Perry, J. & Bonnet, C. (1973). Functional ambulation in patients with myelomeningocele. *Journal of Bone and Joint Surgery – The American Volume*, 55, 137–148
- Hutzler, Y. (1993). Physical performance of elite wheelchair basketball players in arm cranking ergometry and in selected wheeling tasks. *Paraplegia*, 31, 255-261
- Kondo, A., Kamihira, O., & Ozawa, H. (2009). Neural tube defects: Prevalence, etiology and prevention. *International Journal of Urology*, 16, 49-57
- McConnell, T.J., Horvat, M.A., Beutel-Horvat, T.A., Golding, L.A. (1989). Arm Crank versus Wheelchair Treadmill Ergometry to evaluate the Performance of Pareplegics. *Paraplegia*. 27:307-313
- Medbo, J.I., Mamen, A., Welde, B., von Heimburg, E. & Stokke, R. (2002). Examination of the Metamax I and II oxygen analysers during exercise studies in the laboratory. *Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation*, 62(8), 585-98
- Mitchell, L.E., Adzick, N.S., Melchionne, J., Pasquariello, P.S., Sutton, L.N., Whitehead, A.S. (2004). Spina bifida. *Lancet*, 364, 1885–1895
- Mohangoo, A.D., Van Gameren, H.B.M., Schönbeck, Y., Buitendijk, S.E. & van der Pal-de Bruin, K.M. (2011). Aangeboren afwijkingen in Nederland 1997-2009. Gebaseerd op de landelijke verloskunde en neonatale registraties. Leiden, TNO

- Roebroeck, M.E., Jahnsen, R., Carona, C., Kent, R.M. & Chamberlain, M.A. (2009). Adult outcomes and lifespan issues for people with childhood-onset physical disability. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51, 670 – 678
- Rossiter, H.B., Kowalchuk, J.M. & Whipp, B.J. (2006). A test to establish maximum O₂ uptake despite no plateau in the O₂ uptake response to ramp incremental exercise. *Journal of Applied Physiology*, 100, 764 –770
- Rowland, T.W. (1996) Developmental exercise physiology. Champaign, IL: Human Kinetics
- Rowland, T.W. (1993). Does peak VO₂ reflect VO₂max in children?: evidence from supra-maximal testing. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 25, 689 – 693
- Ryan, K.D., Ploski, C. & Emans, J.B. (1991). Myelodysplasia, the musculoskeletal problem: habilitation from infancy to adulthood. *Physical Therapy*, 71, 935–946
- Schoenmakers, M.A., de Groot, J.F., Gorter, J.W., Hillaert, J.L., Helders, P.J. & Takken, T., (2009). Muscle strength, aerobic capacity and physical activity in independent ambulating children with lumbosacral spina bifida. *Disability and Rehabilitation*, 31, 259 –266
- Schoenmakers, M.A., Uiterwaal, C.S., Gulmans, V.A., Gooskens, R.H. & Helders, P.J. (2005). Determinants of functional independence and quality of life in children with spina bifida. *Clinical Rehabilitation*, 19, 677– 685
- Shephard, R.J., Allen, C., Benade, A.J., Davies, C.T., Di Prampero, P.E., Hedman, R.,... Simmons, R. (1968) The maximum oxygen uptake: an international reference standard of cardiorespiratory fitness. *Bulletin of the World Health Organization*, 38, 757–764
- Simeonsson, R.J., McMillen, J.S. & Huntington, G.S. (2002). Secondary condititons in children with disabilities: spina bifida as a case example. *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, 8, 198-205
- Singh, D.K. (2003). Families of children with Spina Bifida: a review. *Journal of developmental and physical disabilities*, 15(1), 37-54
- Steele, C.A., Kalnins, I.V., Jutai, J.W., Stevens, S.E., Bortolussi, J.A. & Biggar, W.D. (1996). Lifestyle health behaviours of 11–16 year old youth with physical disabilities. *Health Education Research*, 11, 173–186
- Takken, T., Hulzebos, H.J. & van Brussel, M. (2011). Inspanningsfysiologie bij kinderen. Houten: Bohn Stafleu van Loghum
- Takken, T., van Bergen, M.W., Sackers, R.J., Helders, P.J. & Engelbert, R.H. (2007) Cardiopulmonary exercise capacity, muscle strength, and physical activity in children and adolescents with achondroplasia. *Journal of Pediatrics*, January, 150(1), 26-30

Takken, T., Terlingen, H.C., Helders, P.J., Pruijs, H., van der Ent, C.K. & Engelbert, R.H. (2004) Cardiopulmonary fitness and muscle strength in patients with osteogenesis imperfecta type I. *Journal of Pediatrics*, Dec, 145(6), 813-8

Takken, T., Spermon, N., Helders, P.J., Prakken, A.B. & van der Net, J. (2003). Aerobic Exercise Capacity in Patients with Juvenile Dermatomyositis. *The Journal of Rheumatology*, may, 30(5), 1075-80

Takken, T., van der Net, J. & Helders, P.J. (2003). Relationship between functional ability and physical fitness in juvenile idiopathic arthritis patients. *Scandinavian Journal of Rheumatol*, 32(3), 174-8

Takken, T., van der Net, J., Kuis, W. & Helders, P.J. (2003) Aquatic fitness training for children with juvenile idiopathic arthritis. *Rheumatology (Oxford)*, Nov, 42(11), 1408-14

van Brussel, M., Takken, T., Uiterwaal, C.S., Pruijs, H.J., van der Net, J., Helders, P.J. & Engelbert, R.H. (2008). Physical training in children with osteogenesis imperfecta. *Journal of Pediatrics*, 152(1), 111-6

van Brussel, M., Lelieveld, O.T., van der Net, J., Engelbert, R.H., Helders, P.J. & Takken, T. (2007) Aerobic and anaerobic exercise capacity in children with juvenile idiopathic arthritis. *Arthritis & Rheumatism*, July, 57(6), 891-7

van den Berg-Emons, H.J.G., Bussmann, J.B., Meyerink, H.J., Roebroek, M.E. & Stam, H.J. (2003). Body fat, fitness and level of everyday physical activity in adolescents and young adults with meningomyelocele. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 35, 271–275

Vanhees, L., Lefevre, J., Philippaers, R., Martens, M., Huygens, W., Troosters, T. & Beunen, G. (2005). How to assess physical activity? How to assess physical fitness? *European Journal of Preventive Cardiology*, 12, 102–114

Verschuren, O., Ketelaar, M., Gorter, J.W., Helders, P.J., Uiterwaal, C.S. & Takken, T. (2007). Exercise training program in children and adolescents with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 161(11), 1075-81

Werkman, M.S., Hulzebos, H.J., van de Weert-van Leeuwen, P.B., Arets, H.G., Helders, P.J. & Takken, T. (2011). Supramaximal verification of peak oxygen uptake in adolescents with cystic fibrosis. *Pediatric Physical Therapy*, 23(1), 15-21

Widman, L.M., Abresch, R.T., Styne, D.M. & Mc-Donald, C.M. (2007). Aerobic fitness and upper ex- tremity strength in patients aged 11 to 21 years with spinal cord dysfunction as compared to ideal weight and overweight controls. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 30 (1), S88 –S96

Bijlagen

Bijlage 1

De maximale armergometer test (modified McMaster All-Out Progressive Continuous Arm Cranking Protocol)

Materialen:

- Metamax (zie protocol blz: 7)
- Hartfrequentie meter (Hosand) met horloge
- Electro-magnetische Arm-ergometer (Lode Corival, Procare BV, Groningen , the Netherlands),
- Score formulier + pen

Belangrijk voor afname van de test:

- Het kind moet minimaal 10 minuten pauze hebben, als hiervoor een sprinttest of de 6 minuten rolstoel test is afgenomen.
- Het kind zit in zijn/haar eigen rolstoel, **welke op de rem staat!** Indien nodig (bij spasticiteit) benen fixeren dmv klittenband.
- De fixatieplanken voor en achter de grote wielen van de rolstoel plaatsen. Onderzoeker 3 (ondersteuner) houdt de handvaten van de rolstoel stevig vast.
- Noteer de afstand van de armergometer (zwart gedeelte) tot de fixatieplank.

Voorbereiding van ergometer:

- De ergometer staat tijdens de test gefixeerd aan de muur/deur in het lab.
- De handvatten van de ergometer staan synchroon.
- De instellingen zijn als volgt:
 - schouders in lijn met draaipunt van de ergometer
 - ellebogen 5°- 15° geflecteerd bij vasthouden van de handvatten in de verste positie van het lichaam.
 - Het nummer (hoogte) van de crank moet genoteerd worden op het CRF
- Zet de ergometer aan (zwarte knop boven op de ergometer)
- Stel de ergometer in:
Kies met de pijltjes voor **Hoofdmenu/ Manueel**
Daarna de  indrukken, zodat op het display 0 rpm en manueel staat.

- Tijdens de test, manueel de Wattage aanpassen per minuut (8 Watt per minuut).

Procedure:

1. Rustmeting van 10 minuten met de Metamax zittend voor de ergometer (als er al een rustmeting is geweest met de Metamax, dan kan dit korter (ong. 5 minuten) → kind moet sowieso 10 minuten rusten als er een andere test vooraf is geweest).
2. De test begint met een warming-up, waarbij het kind gedurende 1 minuut op een comfortabele snelheid moet fietsen (met de armen/handen), op 0 Watt.
3. Na de warming-up wordt de weerstand met 8 Watt per minuut verhoogd, totdat het kind echt niet meer kan (uitputting). De omwentelingen moeten liggen tussen de 40 – 80 per minuut.
4. Als de test gestopt is (Kind kan echt niet meer of de omwentelingen kwamen onder de 30), 5 min. rust.

5. De laatste 10 seconden (van de 5 minuten rust) starten met fietsen tussen de 40-80 omwentelingen per minuut op 0 Watt. De laatste 5 seconden Watt opvoeren naar 110% van behaalde Watt tijdens test. Vervolgens 5 minuten fietsen op 110% van de maximaal behaalde wattage. De omwentelingen moeten liggen tussen de 40 – 80 per minuut.

6. Een cooling-down van minimaal 1 minuut op 0 Watt weerstand.

De minimale omwentelingen tijdens de test moeten 30 zijn (anders valt de weerstand weg)!

Instructies aan de deelnemers:

- Mondelinge instructie: ‘De test begint met een warming-up. Je gaat dan rustig 1 minuut fietsen met je armen en handen. Daarna gaat het fietsen steeds iets zwaarder, maar je moet door blijven fietsen tot je echt niet meer kan. Je wordt er moe van, maar dat is niet erg. Je moet net zo lang blijven fietsen, tot je helemaal moe bent en echt niet meer kunt fietsen. Daarna mag je 5 minuten uitrusten en gaan we nog een keer 5 minuten fietsen.
- Visuele instructie: Doe het voor, waarbij je het accent legt, dat het kind echt blijft doorfietsen totdat hij/zij echt niet meer kan. Ook benadruk je de 5 minuten rust, waarna het kind weer 5 minuten moet fietsen.
- Aanmoedigen: Het is een maximale test, dus het kind aanmoedigen tijdens de test.

Noteren:

- Nummer (hoogte) van de crank.
- Afstand armergometer (zwarte gedeelte) tot de voorste fixatieplank.
- Tijd en Wattage noteren. Verder entry vanuit metamax.

Bijlage 2

Maximale inspanningstest op rollerbank

Materialen:

- Metamax (zie protocol op blz: 7)
- Gecodeerde hartfrequentie meter of een saturatiemeter (ivm alarm dat afgaat bij Hfr 200 bpm) → normale Hosand en polar wordt automatisch opgepakt door de rollerbank.
- Rollerbank
- Score formulier + pen

Belangrijk voor afname van de test:

- Het kind moet minimaal 10 minuten pauze hebben, als hiervoor een sprinttest of de 6 minuten rolstoel test is afgenomen.
- Als dit de eerste test is van de dag, laat het kind dan in een rustig tempo 3 minuten warm rijden, met daarna een pauze van 5 minuten.

Vorbereiding van de rollerbank:

De rollerbank staat recht op de grond, zodat er geen alternatieve beweging mogelijk is tijdens de test. Het kind zit in zijn/haar eigen rolstoel indien deze rechte wielen heeft. Als de eigen rolstoel wielen heeft die in camberstand staan, dan gebruiken we onze rolstoel.

Procedure:

1. Rustmeting van 10 minuten met de Metamax op de rollerbank (als er al een rustmeting is geweest met de Metamax, dan kan dit korter (ong. 5 minuten) → kind moet sowieso 10 minuten rusten als er een andere test vooraf is geweest).
2. De test begint met een warming-up, waarbij het kind gedurende 1 minuut op een comfortabele snelheid moet rijden (met de armen/handen), op 0.5 torque (minimale instellingen).
3. Daarna elke minuut 0.1 torque erbij, manueel opvoeren. Bij de 6^e minuut torque opvoeren met 0.2 per minuut.
4. Als de test gestopt is (Kind kan echt niet meer), 5 min. rust.
5. De laatste 10 seconden (van de 5 minuten rust) starten met rijden op 0.5 torque. De laatste 5 seconden torque opvoeren naar 110% van behaalde torque tijdens test. Vervolgens 5 minuten rijden op 110% van de maximaal behaalde torque. De omwentelingen moeten liggen tussen de 40 – 100 per minuut.
6. Een cooling-down van minimaal 1 minuut op 0.5 torque weerstand.

→ de omwentelingen liggen tussen de 40-100: dat is een grote range ivm de leeftijd en mogelijkheden van de kinderen. Kijk waar in het begin de “normale” omwentelingen van het kind liggen (bij de warming-up) en houdt dit aan. Noteer de range van omwentelingen op de CRF. Als het tempo minder wordt: stimuleer dat het tempo wordt vastgehouden.

Instructies aan de deelnemers:

- Mondelinge instructie: ‘De test begint met een warming-up. Je gaat dan rustig 1 minuut rolstoel rijden. Daarna gaat het rijden steeds iets zwaarder, maar je moet door blijven rijden tot je echt niet meer kan. Je wordt er moe van, maar dat is niet erg. Je

moet net zo lang blijven rijden, tot je helemaal moe bent en echt niet meer kunt rijden. Daarna mag je 5 minuten uitrusten en gaan we nog een keer 5 minuten rijden.

- Visuele instructie: Doe het voor, waarbij je het accent legt, dat het kind echt blijft door rijden totdat hij/zij echt niet meer kan. Ook benadruk je de 5 minuten rust, waarna het kind weer 5 minuten moet rijden.
- Aanmoedigen: Het is een maximale test, dus het kind aanmoedigen tijdens de test.

Noteren:

Tijd en torque noteren, ook range van rpm noteren. Print uit de rollerbank bijvoegen bij CRF. Verder entry vanuit metamax.

Gebruiksaanwijzing rollerbank

1. AAN → verschijnt *auto* op scherm, met de MODE-knop ga je naar volgende optie. Klik door tot *manual*. Bevestig je keuze door de ADV-knop

2. Het volgende scherm verschijnen de pictogrammen:

- AGE
- PLL (upper limb pulse rate)
- TM (training time)
- TTQ (torque value)

De eerste optie is *age*, met de +/- knoppen kan je het desbetreffende getal verminderen of verhogen. Het gaat niet lager dan 10, dus als het kind jonger is dan 10, toch 10 invullen. Druk MODE voor de volgende optie.

3. Na het invoeren van *age* kom je bij PLL, deze wordt automatisch ingesteld n.a.v. je leeftijd. Stel hem altijd in op maximaal → 200 (met +/- knoppen). Druk op MODE voor de volgende optie
4. Daarna kan je de time instellen, in ons geval niet nodig, omdat kinderen doorgaan tot vermoeidheid. Hij staat automatisch op 20 min, ik zet hem altijd op 30 minuten (met de +/- knoppen). Druk op MODE voor de volgende optie.
5. Vervolgens kan je de TTQ (torque value) instellen. (0.5-4.0). We beginnen met 0.5 torque.
6. Klaar met de instellingen? Druk op de ADV-knop. Vervolgens begint de printer te lopen. Wacht tot de display verandert, vervolgens begint de tijd te lopen en is de test begonnen.
7. Als er begonnen is komt op de display het pictogram WARM te staan (hij start altijd automatisch met warming-up) en wordt de weerstand geleidelijk opgevoerd. De weerstand wordt gebaseerd op de ingesteld torque. De warming-up duurt eigenlijk 3 minuten, wij houden 1 minuut aan. De warming-up eindigt als je de torque-waarden verandert. Wij voeren op met 0.1 torque per minuut tot en met 1.0 torque (de eerste 6 minuten), daarna met 0.2 per minuut.

(Algemeen gebruik verder:

De weerstand kan worden aangepast per 30 seconden door de +/- knop. LET OP! Je kan er 10 of 1 per klik bij doen, wij gebruiken dus de 1 klik. Je kan de opbouw van de training(per 30 sec) nazien op de grafische weergave.

Er gaat een buzzer als de tijd op is. Als de training eerder gestopt wil worden moet er op de ADV-knop gedrukt worden.

Dan verschijnt er automatisch het pictogram COOL, er wordt een 5 min. Durende cooling-down gegeven met een weerstand van 0,5 (doet hij automatisch). In ons geval is 1 minuut voldoende.

Als je nog een keer de ADV-knop indruk wordt het overzicht uitgeprint en is de test beëindigd.)