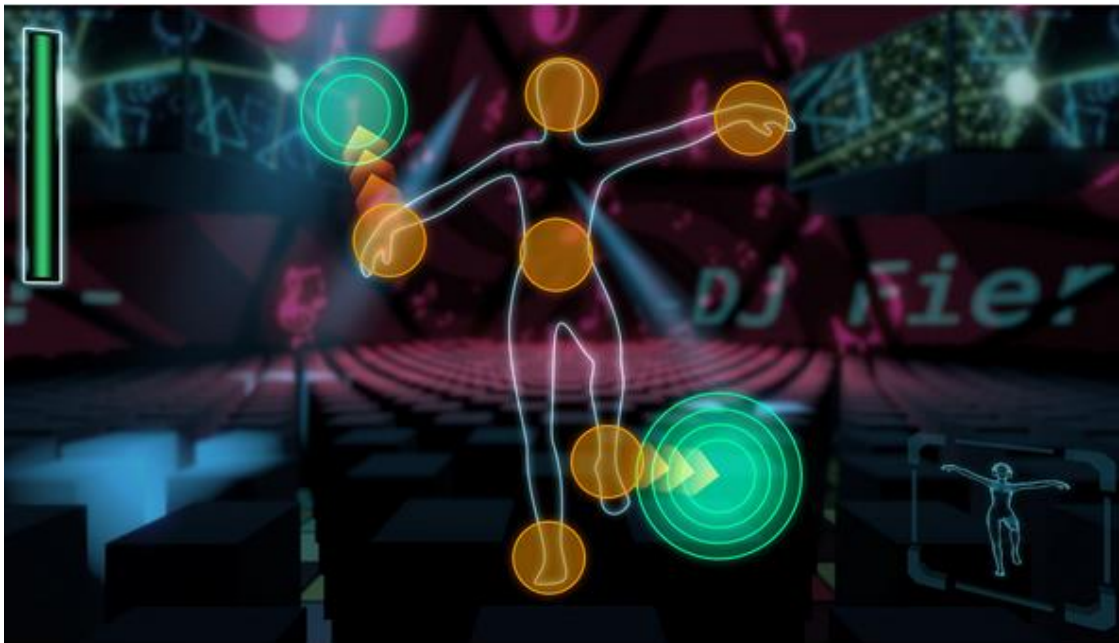


Afstudeerscriptie

Bepalen van de inspanningsintensiteit van de revalidatiegame DJ Fiero



De Hoogstraat Revalidatie

Carlijn Majoor en Zoë Karthaus

Opleiding Bewegingstechnologie
De Haagse Hogeschool
Juni 2015

Afstudeerscriptie

Bepalen van de inspanningsintensiteit van de revalidatiegame DJ Fiero

De Hoogstraat Revalidatie

Carlijn Majoor – 11090537

Zoë Karthaus – 11008946

Opleiding Bewegingstechnologie

De Haagse Hogeschool

Juni 2015

Eerste begeleider HHS: Dr. C.A.M. Doorenbosch

Tweede begeleider HHS: Dr. M.A.M. Berger

Begeleider De Hoogstraat: MSc. J. Janssen

Voorwoord

Deze scriptie is geschreven naar aanleiding van het afstudeerproject voor de opleiding Bewegingstechnologie aan De Haagse Hogeschool. Gedurende zestien weken is er gewerkt aan een onderzoeksopdracht van revalidatiecentrum De Hoogstraat. Hierin is de inspanningsintensiteit van de revalidatiegame DJ Fiero onderzocht.

Onze dank gaat uit naar onze afstudeerbegeleider Joep Janssen voor de begeleiding tijdens het project en zijn enthousiasme. Tevens willen we onze eerste begeleider Caroline Doorenbosch en tweede begeleider Monique Berger bedanken voor de ondersteuning en begeleiding vanuit de Haagse Hogeschool.

Den Haag, juni 2015

Carlijn Majoor en Zoë Karthaus

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	4
1. Inleiding.....	5
1.1 Revalidatiegame DJ Fiero.....	5
1.2 Onderzoek inspanningsintensiteit DJ Fiero.....	6
2. Methode	8
2.1 Experimenteel onderzoek.....	8
2.2 Apparatuur.....	10
2.3 Dataverwerking.....	11
2.4 Statistische analyse.....	11
3. Resultaten	13
3.1 Zuurstofverbruik en hartfrequentie tijdens de rustmeting en activiteiten	13
3.2 MET-waarden en Borgscores van de activiteiten.....	15
3.3 Statistische analyse van de MET-waarden en Borgscores	16
4. Discussie	18
4.1 Inspanningsintensiteit gedurende de DJ Fiero spellen	18
4.2 DJ Fiero in vergelijking tot actieve entertainmentvideogames.....	19
4.3 Inspanningsintensiteit van DJ Fiero voor NAH-patiënten.....	19
4.4 Aanbevelingen voor doorontwikkeling van DJ Fiero	20
5. Conclusie.....	22
Literatuurlijst	23
Bijlagen.....	25
Bijlage 1: Testformulier	25
Bijlage 2: Spelinstructies proefpersoon.....	26
Bijlage 3: Borgschaal (RPE).....	27
Bijlage 4: Spelinstellingen.....	28
Bijlage 5: MATLAB-script dataverwerking	29

Bijlage 6: Grafieken rust- en activiteitenmeting	33
Bijlage 7: Activiteitenduur per proefpersoon	42
Bijlage 8: SPSS-resultaten MET-waarde	44
Bijlage 9: SPSS-resultaten Borgscore	47

Samenvatting

De revalidatiegame DJ Fiero is een videogame bedoeld om revaliderende patiënten met niet-aangeboren hersenletsel (NAH) uit te dagen fysiek te bewegen. Doordat de game de mogelijkheid biedt om zelf de oefeningen van de spellen in te stellen, kunnen behandelaars individuele revalidatieprogramma's samenstellen voor de patiënten. Er is echter nog weinig bekend over de mate van inspanningsintensiteit van deze game.

In dit onderzoek is bepaald wat de inspanningsintensiteit (in metabole equivalenten (METs)) is van drie verschillende spellen van de revalidatiegame DJ Fiero. Hiervoor werden met behulp van zuurstofanalyseapparatuur de ademhalingsgassen geregistreerd. Aan dit onderzoek namen 10 gezonde jongvolwassenen deel. Van deze proefpersonen is allereerst het energieverbruik in rust gemeten en gelijkgesteld aan 1 MET. Vervolgens is het energieverbruik gemeten gedurende het spelen van drie DJ Fiero spellen. Naast de drie DJ Fiero spellen is als vierde activiteit het energieverbruik van stevig wandelen gemeten, zodat de game met de activiteiten uit het fysieke activiteitencompendium vergeleken kan worden. Ook zijn er andere onderzoeken naar de inspanningsintensiteit van actieve videogames die bedoeld zijn voor entertainment, waarmee de MET-waarden van de DJ Fiero spellen vergeleken kunnen worden. Na afloop van iedere activiteit van ongeveer 10 minuten, hebben de proefpersonen hun subjectieve ervaren intensiteit (Rating of Perceived Exertion (RPE)) aangegeven op een Borgschaal.

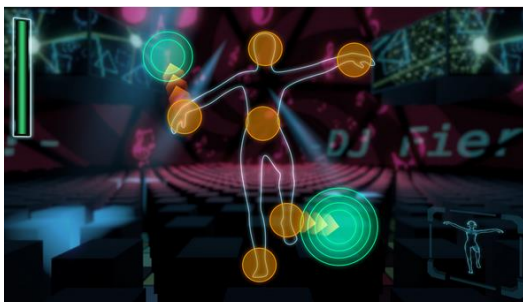
Vervolgens is voor elke activiteit de gemiddelde MET-waarde en de standaarddeviatie berekend. Voor alle proefpersonen was de gemiddelde inspanningsintensiteit voor spel Onderste Extremititeit (OE: 2,7 METs) significant groter dan voor spel Bovenste Extremititeit (BE: 1,6 METs) en spel Mix (combinatie van OE en BE: 2,1 METs), en bleek de inspanningsintensiteit voor spel Mix significant groter dan voor spel BE. Stevig wandelen (4,2 METs) was significant het meest inspanningsintensief en behoorde als enige activiteit tot de categorie matig intensief. Alle drie de DJ Fiero spellen hebben een inspanningsintensiteit onder de 3 METs en behoren daarom tot de categorie licht intensief. De gemiddelde Borgscores van de drie spellen en de activiteit stevig wandelen bleken niet significant van elkaar te verschillen.

1. Inleiding

Revalidatiecentrum De Hoogstraat maakt al een aantal jaar gebruik van actieve videogames, zoals de spellen van Nintendo's Wii en Microsofts Kinect, om verschillende lichamelijke bewegingen geïntegreerd te trainen. Omdat deze actieve games niet voldoende gericht zijn op revalidatie, ontwikkelt De Hoogstraat een applied revalidatiegame bedoeld voor kinderen en jongeren met niet-aangeboren hersenletsel (NAH). De game is bedoeld als een activeringsprogramma waarmee fysieke vaardigheden zoals spierkracht, balans, uithoudingsvermogen en coördinatie kunnen worden getraind. Omdat de behandeldoelen per revalidant kunnen verschillen, dienen de oefeningen in de game persoonsgericht ingesteld te kunnen worden. Tevens is het de bedoeling dat de revalidant thuis met de game zelfstandig kan trainen, waardoor het revalidatieprogramma uitgebreid wordt en daarmee effectiever is.

1.1 Revalidatiegame DJ Fiero

Met behulp van een startsubsidie is De Hoogstraat in staat gesteld een prototype te bouwen van een eigen revalidatiegame, genaamd DJ Fiero. Inmiddels is er een demoversie ontwikkeld van deze game waarin de revalidant lichamelijk wordt uitgedaagd om geprojecteerde targets te bereiken door de juiste bewegingen uit te voeren (zie *Figuur 1*). De bewegingen die gemaakt worden door de revalidant worden door een infraroodsensor (Kinect) geregistreerd en weergegeven op een beeldscherm.



Figuur 1: Spelsituatie revalidatiegame DJ Fiero

Op het scherm is een standaard omtrek van een lichaam te zien. Op de handen en voeten worden oranje cirkels geprojecteerd. Eveneens rond het hoofd en ter hoogte van het lichaamszwaartepunt komen deze cirkels in beeld. Tijdens het spel is het de bedoeling om deze oranje cirkels naar de targets, de groene cirkels, toe te bewegen. Wanneer de oranje cirkels voldoende op de targets zijn geplaatst, wordt de beweging goedgekeurd en verschijnen er nieuwe targets in beeld.

De game bestaat uit vijf verschillende oefencategorieën: bewegingen van de bovenste extremiteit, onderste extremiteit, romp, gemixte oefeningen en bonusoefeningen. Binnen deze categorieën kan uit meerdere specifieke oefeningen gekozen worden. Een oefening kan bijvoorbeeld het maken van een abductiebeweging van de arm zijn, waarbij een target ter hoogte van de schouder wordt geprojecteerd. Met alle voorgeprogrammeerde oefeningen kan een spel worden samengesteld. De moeilijkheidsgraad kan per oefening ingesteld worden door de range of motion, de snelheid en het aantal herhalingen aan te passen. Hierbij kan gekozen worden voor een lage, gemiddelde of hoge stand. Na het spelen van het spel

zijn de behaalde oefeningen, de snelheid per oefening en de tijdsduur per herhaling terug te lezen.

Van het spelen van de revalidatiegame DJ Fiero is momenteel nog geen goed inzicht in de mate van inspanningsintensiteit. Dit maakt het voor de behandelaars lastig om de spellen samen te stellen voor een gerichte behandeling van de patiënt. Daarbij zijn de behandelaars geïnteresseerd om te weten tot welke mate van inspanning de patiënt wordt uitgedaagd tijdens de DJ Fiero spellen. Dit is van belang omdat er voor elke patiënt een op maat gemaakt revalidatieprogramma wordt opgesteld waarin belasting-belastbaarheid centraal staat. In dit onderzoek zal daarom de inspanningsintensiteit van verschillende DJ Fiero spellen worden bepaald.

1.2 Onderzoek inspanningsintensiteit DJ Fiero

Naar de inspanningsintensiteit van actieve videogames die ontworpen zijn voor entertainment, zoals Wii-spellen, is al eerder onderzoek verricht door o.a. Graves et al. (2010) en Willems & Bond (2009). In deze onderzoeken is het zuurstofverbruik tijdens het spelen van de Wii-spellen gemeten. Vervolgens werd hiermee de inspanningsintensiteit van de Wii-spellen bepaald en uitgedrukt in het metabole equivalent (MET), bijv.: Wii Muscle conditioning (2,4 METs), Wii Balance (1,9 METs) en Wii Aerobics (3,6 METs). MET is een veelgebruikte maat om uit te drukken hoeveel energie er tijdens een activiteit wordt verbruikt ten opzichte van rust. 1 MET staat voor het rustmetabolisme van 3,5 ml O₂ per minuut per kg lichaamsgewicht (Jetté, Sidney & Blümchen, 1990). Het zuurstofverbruik tijdens rust is echter persoonsafhankelijk en kan sterk afwijken van deze gemiddelde waarde (Ainsworth et al., 2011; Byrne, Hills, Hunter, Weinsier & Schutz, 2005). Om nauwkeurige MET-waarden van de revalidatiegame DJ Fiero te bepalen, zou het zuurstofverbruik in rust individueel gemeten moeten worden.

Wanneer er MET-waarden voor de DJ Fiero spellen bekend zijn, kunnen deze spellen vergeleken worden met de activiteiten in het activiteitencompendium. Dit is een overzicht waarin voor verschillende fysieke activiteiten de MET-waarden staan weergegeven, zoals 4 km/h wandelen (3,0 METs), 15 km/h fietsen (5,8 METs) en 8 km/h hardlopen (8,3 METs) (Ainsworth et al., 2011). Fysieke activiteiten worden gecategoriseerd als licht intensief (< 3 METs), matig intensief (3 - 6 METs) en zwaar intensief (> 6 METs) (Pate et al., 1995). Het onderzoek van Haskell et al. (2007) heeft aangetoond dat door vijf keer in de week gedurende 30 minuten matig intensief te trainen (3 - 6 METs) er positieve gezondheidseffecten worden bereikt. Hierop is de algemene beweegnorm gebaseerd (Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008). De Nederlandse Norm Gezond Bewegen definieert echter een ander minimaal niveau van bewegen (Wendel-Vos, 2014). Voor volwassenen geldt eenzelfde trainingsfrequentie als voor de algemene beweegnorm, echter ligt de intensiteit hoger (4 - 6,5 METs). Om te onderzoeken of de DJ Fiero spellen aan deze beweegnorm voldoen, zou naast de inspanningsintensiteit van de DJ Fiero spellen ook een matige intensieve activiteit gemeten kunnen worden. In de onderzoeken van Graves et al. (2010) en Willems en Bond (2009) is er gekozen om naast de Wii-spellen ook de activiteit stevig wandelen te meten. Uit het activiteitencompendium van Ainsworth et al. (2011) blijkt de inspanningsintensiteit van de activiteit stevig wandelen 4,3 METs te zijn en hiermee dus te behoren tot de categorie matig intensief (3 - 6 METs).

Ondanks dat de revalidatiegame in eerste instantie bedoeld is voor kinderen en jongeren met NAH, zou de DJ Fiero game het best geplaatst kunnen worden in het activiteitencompendium als de inspanningsintensiteit van de spellen gemeten wordt bij gezonde proefpersonen. De fysieke mogelijkheden van de oorspronkelijke doelgroep lopen namelijk erg uiteen. Meerdere onderzoeken zijn verricht naar de invloed van NAH op het energieverbruik in rust en tijdens fysieke activiteiten. Het onderzoek van Kafri, Myslinski, Gade en Deutsch (2014) vergelijkt de inspanningsintensiteit van volwassen NAH-patiënten met gezonde volwassenen tijdens het spelen van actieve videogames. Hieruit bleek de inspanningsintensiteit van het spelen van de actieve videogames lager te zijn voor de NAH-patiënten dan voor de gezonde proefpersonen. De ervaren intensiteit tijdens de actieve videogames, aangegeven op een Borgschaal (RPE), bleek echter voor allebei de groepen hetzelfde.

In dit onderzoek zal de inspanningsintensiteit van drie verschillende spellen van de revalidatiegame DJ Fiero en de activiteit stevig wandelen worden bepaald. De inspanningsintensiteit zal per activiteit worden uitgedrukt in een MET-waarde zodat de activiteiten te plaatsen zijn in het activiteitencompendium. Ook kunnen de MET-waarden van de drie DJ Fiero spellen vergeleken worden met actieve videogames die bedoeld zijn voor entertainment, zoals Wii-spellen. Tevens zal onderzocht worden of er verschil zit in de ervaren intensiteit, aangegeven op een Borgschaal, tussen de vier verschillende activiteiten. Uiteindelijk zal er een indicatie worden gegeven voor de inspanningsintensiteit van de DJ Fiero spellen voor NAH-patiënten.

De onderzoeksvraag luidt:

Wat is de inspanningsintensiteit (in METs) van verschillende spellen van de revalidatiegame DJ Fiero?

De deelvragen zijn:

- *Hoe inspannend is de revalidatiegame DJ Fiero in vergelijking tot stevig wandelen op een snelheid van minimaal 5 km/h?*
- *Verschild de ervaren intensiteit, die door de proefpersoon is aangegeven op een Borgschaal, tussen het spelen van de verschillende DJ Fiero spellen en het stevig wandelen?*
- *Hoe inspannend is de revalidatiegame DJ Fiero in vergelijking tot de MET-waarden van actieve videogames bedoeld voor entertainment, zoals de Wii, die bekend zijn uit de literatuur?*

Na de eerste eigen spelervaringen met de DJ Fiero game wordt verwacht dat de game een inspanningsintensiteit heeft van 2 - 3 METs (licht intensief) en dus minder intensief is dan stevig wandelen (> 3 METs). Binnen de game wordt verwacht dat een spel voor de onderste extremiteit hogere MET-waarden oplevert dan een spel voor de bovenste extremiteit. Dit komt doordat in de onderste extremiteit er grotere spiergroepen aangestuurd moeten worden.

2. Methode

Tien gezonde jongvolwassenen (19 - 25 jaar; 3 mannen en 7 vrouwen) hebben deelgenomen aan dit onderzoek. De data is verzameld tussen maart en april 2015. De testen vonden voor iedere proefpersoon op een afzonderlijke dag plaats van 9.00 uur tot 11.00 uur in het bewegingslab van De Haagse Hogeschool.

2.1 Experimenteel onderzoek

Rustmeting

Voorafgaand aan de testdag werden de proefpersonen ingelicht over de procedure van de metingen. Voor de rustmeting zijn ze gevraagd om vanaf de avond voor de testdag koffie en andere cafeïnehoudende dranken, zware maaltijden en intensieve activiteiten te vermijden.

De rustmeting werd uitgevoerd tussen 9.00 en 10.00 uur 's ochtends. In het bewegingslab was een omgevingstemperatuur van 20 - 22 °C, een luchtdruk van 1027 - 1029 hPa en een luchtvochtigheid van 46 - 55%. Het zuurstofverbruik werd gemeten met behulp van een indirecte calorimeter (Oxycon Delta ERICHJAEGER BV, Bunnick, Nederland). De kalibratie van de Oxycon Delta is 's ochtends voor de rustmeting uitgevoerd.

Tijdens de rustmeting is gedurende 10 minuten het zuurstofverbruik en de hartfrequentie gemeten met respectievelijk een Oxycon Delta en een Polar RS400. De proefpersonen namen hierbij een liggende houding aan.

Meting antropometrie

Na afloop van de rustmeting zijn de lichaamslengte en het lichaamsgewicht gemeten zonder dat de proefpersoon schoenen droeg. Het lichaamsgewicht werd gemeten met behulp van een elektronische weegschaal (Soehnle, type Gala). De lichaamslengte werd gemeten met behulp van een aan de muur bevestigd meetlint (Seca, type 206). Ook de overige gegevens van de proefpersoon, zoals de leeftijd en de mate van getraindheid (aantal uur en welke sport), zijn op het testformulier (zie *Bijlage 1*) genoteerd.

Oefenspel

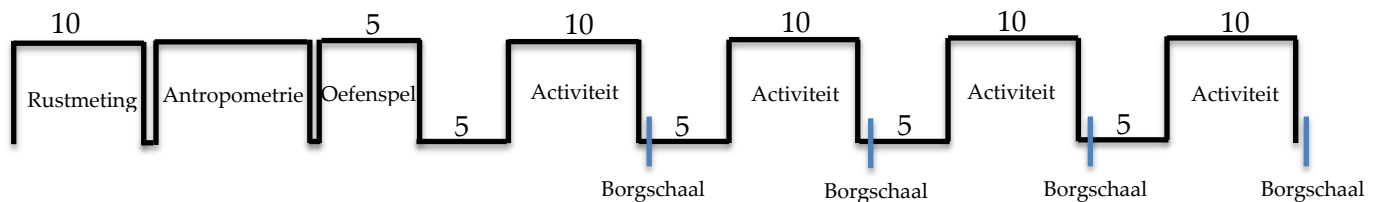
Voorafgaand aan de meting van de activiteiten, speelden de proefpersonen een oefenspel van 5 minuten om vertrouwd te raken met de revalidatiegame DJ Fiero. Dit oefenspel bevatte alle oefeningen die in de gemeten spellen voorkwamen. De proefpersonen kregen instructies over hoe de verschillende oefeningen uitgevoerd dienden te worden (zie *Bijlage 2*). Gedurende het spelen van het oefenspel is bepaald wat voor de proefpersoon de beste afstand is tot de Kinect. Deze afstand is afhankelijk van de lichaamslengte van de proefpersoon.

Meting activiteiten

Vervolgens werden de proefpersonen opnieuw voorzien van de Oxycon Delta en de Polar RS400. Van vier verschillende activiteiten, namelijk spel BE, spel OE, spel Mix en stevig wandelen, werd gedurende circa 10 minuten het zuurstofverbruik en de hartfrequentie gemeten. Na iedere activiteit volgde er een herstelperiode van 5 minuten. Aan het begin van deze periode is het Oxyconmasker afgedaan en werd aan de proefpersoon gevraagd om de ervaren intensiteit van de activiteit aan te geven op een Borgschaal (RPE) van 6 - 20 (zie

Bijlage 3) (Borg, 1982; Wilmore, Costill & Kenney, 2009). Een minuut voor het begin van de volgende activiteit werd het Oxyconmasker weer opgezet.

De testvolgorde staat weergegeven in *Figuur 2*. De vier activiteiten, spel BE, spel OE, spel Mix en stevig wandelen, werden in willekeurige volgorde uitgevoerd.



Figuur 2: Testvolgorde met de activiteiten en herstelperiodes uitgedrukt in minuten. De vier activiteiten, spel BE, spel OE, spel Mix en stevig wandelen, werden in willekeurige volgorde uitgevoerd.

Spel BE en spel OE bestonden uit vier verschillende oefeningen. De gekozen oefeningen zijn bepaald aan de hand van eerder onderzoek naar de revalidatiegame DJ Fiero, waarbij de functionaliteit en validiteit van de verschillende oefeningen bepaald is (Biesebroek, M., 2015). De validiteit van de oefeningen werd bepaald aan de hand van een analyse naar de hoekuitslagen van de gewrichten tijdens het spelen van de oefeningen. Deze hoeken dienden zo goed mogelijk overeen te komen met de door de game gevraagde hoekuitslagen. De vier meest valide oefeningen voor zowel de bovenste als onderste extremiteit zijn opgenomen in spel BE en spel OE. Spel Mix bestond uit alle acht de oefeningen van spel BE en spel OE samen. De oefeningen binnen de spellen hadden een vaste volgorde die voor elke proefpersoon gelijk bleef. Wel zijn de vier activiteiten voor alle proefpersonen in willekeurige volgorde gemeten. De range en snelheid van de drie spellen zijn in alle gevallen ingesteld op het hoogste niveau.

Van de volgende vier activiteiten werd het zuurstofverbruik gemeten. De specifieke instellingen van de drie DJ Fiero spellen staan in Bijlage 4.

1. DJ Fiero spel BE: Bewegingen van de bovenste extremiteit.

- Abductie linker- en rechterarm
- Anteflexie linker- en rechterarm
- Adductie linker- en rechterarm
- Extensie elleboog

2. DJ Fiero spel OE: Bewegingen van de onderste extremiteit.

- Abductie linker- en rechterbeen
- Anteflexie linker- en rechterbeen
- Schaats-squat
- Squat

3. DJ Fiero spel Mix: Een mix van bewegingen van de onderste en bovenste extremiteit.

- Abductie linker- en rechterarm
- Anteflexie linker- en rechterarm
- Adductie linker- en rechterarm
- Extensie elleboog
- Abductie linker- en rechterbeen

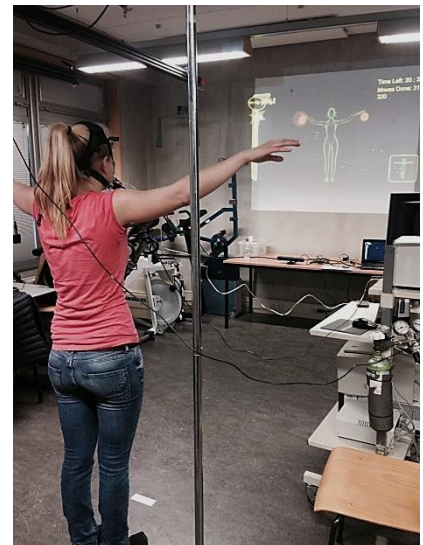
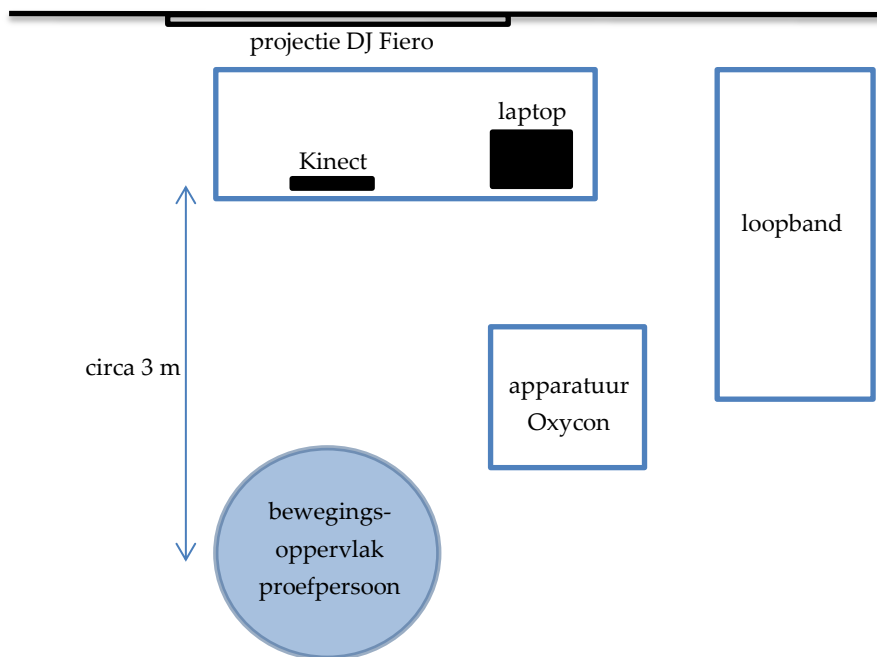
- Anteflexie linker- en rechterbeen
- Schaats-squat
- Squat

4. Stevig wandelen: Het stevig wandelen op een loopband op een voor de proefpersoon comfortabele loopsnelheid tussen 5 en 7,5 km/h.

De proefpersonen begonnen met een loopsnelheid van 5 km/h en werden gevraagd om deze eventueel op te hogen tot een comfortabele snelheid voor stevig wandelen. De meting van deze activiteit werd gestart zodra de door de proefpersoon gekozen loopsnelheid voor stevig wandelen bereikt werd.

Meetopstelling

In *Figuur 3* staat een schematische weergave van de meetopstelling. Tijdens de metingen van de DJ Fiero spellen stonden de proefpersonen recht tegenover de beamerprojectie, waar de game werd weergegeven. De Kinect werd voor deze beamerprojectie op een tafel geplaatst. De proefpersonen stonden, afhankelijk van hun lichaamslengte, op een afstand van ongeveer 3 meter van de Kinect. In *Figuur 4* staat een fotoweergave van de meetopstelling tijdens het spelen van de DJ Fiero spellen.



Figuur 3: Schematische weergave van de meetopstelling. De proefpersonen bevonden zich op een afstand van ongeveer 3 meter van de Kinect. Achter de Kinect werd de DJ Fiero game geprojecteerd.

Figuur 4: Meetopstelling tijdens het spelen van de DJ Fiero spellen.

2.2 Apparatuur

Oxycon Delta

De Oxycon Delta (Jaeger, Hoechberg, Duitsland) meet het breath-by-breath zuurstofverbruik (VO_2) tijdens de gehele test door indirecte calorimetrie. Dit werd geregistreerd met Labmanager software (versie 5.3.0.4).

Polar RS400

De Polar RS400 (Polar, Kempele, Finland) meet met een hartslagband en een -horloge de hartfrequentie tijdens de gehele test. De gegevens werden uitgelezen met behulp van Polar ProTrainer 5 software.

Loopband EN-MILL

Tijdens de meting van de activiteit stevig wandelen werd er gelopen op een EN-MILL loopband (Bonte Zwolle BV, Zwolle, Nederland).

Kinect XBOX 360

Een Kinect XBOX 360 (Microsoft, Redmond, Washington), die bewegingen met een infraroodsensor kan registreren, werd aangesloten aan een laptop (Lenovo G50-70) om de revalidatiegame DJ Fiero te spelen. De spellen zijn gespeeld met de software DJFiero26februari2015.

Weegschaal Soehnle type Gala

Met de weegschaal Soehnle type Gala werd het lichaamsgewicht van de proefpersonen gemeten.

Meetlint Seca type 206

Met een aan de muur bevestigd meetlint Seca type 206 werd de lichaamslengte van de proefpersonen gemeten.

Borgschaal (RPE)

De subjectieve maat voor de inspanningsintensiteit werd met behulp van een Borgschaal van 6 - 20 (zie *Bijlage 3*) (Borg, 1982) afgenomen na iedere meting van een van de vier activiteiten.

2.3 Dataverwerking

Van het breath-by-breath gemeten zuurstofverbruik werd een databestand met het gemiddelde per 5 seconden uitgelezen. Het rustmetabolisme en de rusthartslag zijn voor iedere proefpersoon bepaald voor de periode tussen minuut 3 en 9 van de rustmeting. Het gemiddelde werd over deze 6 minuten berekend.

De data van het zuurstofverbruik (ml/min/kg) en de hartfrequentie (slagen/min) werden gemiddeld voor de gehele tijdsduur van elke activiteit (circa 10 minuten). Voor iedere proefpersoon werd de MET-waarde per activiteit verkregen door het gemiddelde zuurstofverbruik (ml/min/kg) van de activiteit te delen door het rustmetabolisme (ml O₂/min/kg).

Voor de dataverwerking is gebruik gemaakt van de programma's Microsoft Excel 2010 en MATLAB R2014a. Het MATLAB-script dat werd gebruikt staat in *Bijlage 5*.

2.4 Statistische analyse

Voor ieder spel en het stevig wandelen werd de gemiddelde MET-waarde en de gemiddelde Borgscore met de bijbehorende standaarddeviaties bepaald. De gemiddelden en de

betrouwbaarheidsintervallen werden voor de MET-waarden en de Borgscores in een grafiek geplaatst.

Vervolgens werd onderzocht of er significante verschillen waren tussen de gemiddelde MET-waarden of tussen de gemiddelde Borgscores van de spellen en het stevig wandelen. Voor de MET-waarden werd dit gedaan met behulp van een Repeated Measures ANOVA en een post hoc test (paarsgewijze vergelijkingen met Bonferroni correctie).

Omdat de herhaalde metingen van de Borgscore op een ordinale schaal liggen, werd hiervoor de non-parametrische variant van de Repeated Measures ANOVA gebruikt. Met een Friedman's ANOVA en een paarsgewijze Wilcoxon Signed Ranks test zijn de verschillen tussen de gemiddelde Borgscores geanalyseerd.

Voor de statistische analyse is gebruik gemaakt van het programma IBM SPSS Statistics 20 en is het boek *Discovering statistics using SPSS* van Andy Field (2009) geraadpleegd.

3. Resultaten

De karakteristieken van de tien proefpersonen (3 mannen en 7 vrouwen) staan weergegeven in *Tabel 1*.

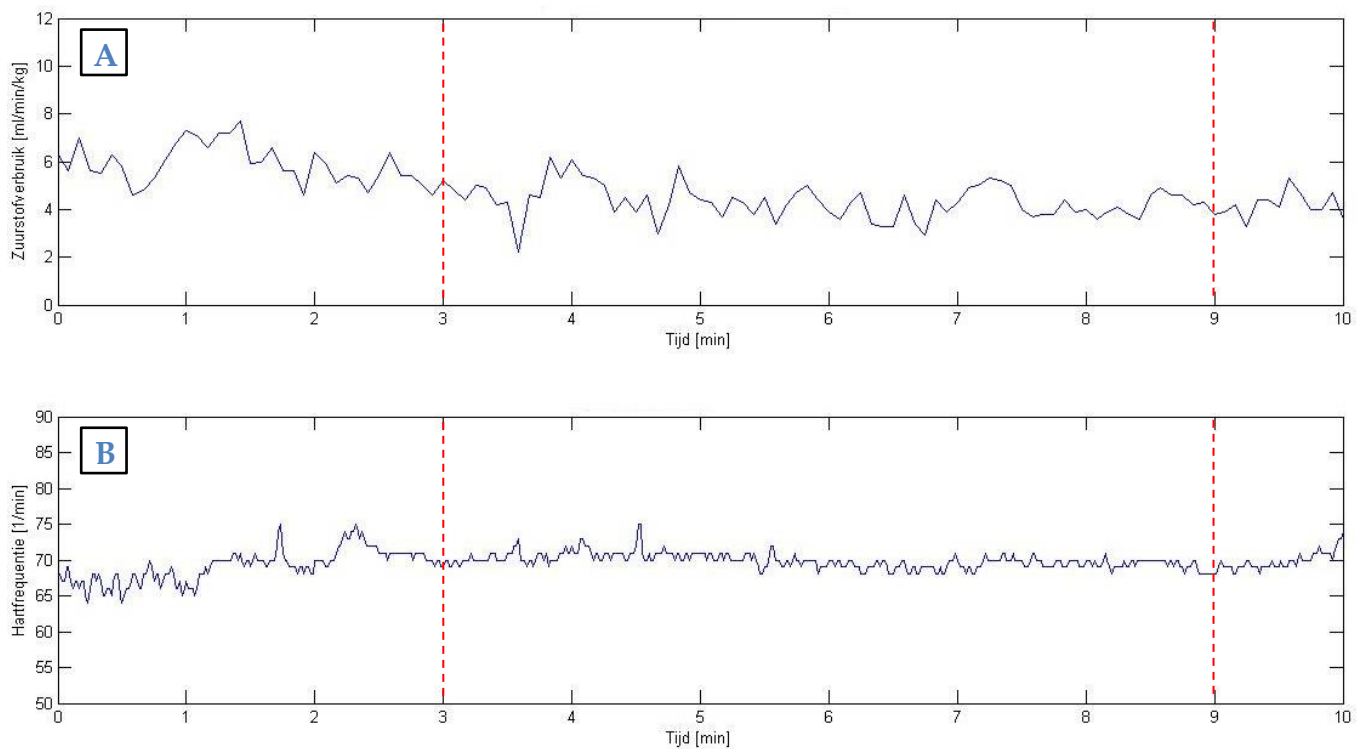
Proef- persoon	Geslacht (m/v)	Leeftijd (jaar)	Gewicht (kg)	Lengte (m)	BMI (kg/m ²)	Getraindheid	
						Tijd (uur)	Sport
1	V	22	87	1,78	27,5	8 8	fitness cricket
2	M	21	78	1,86	22,5	7	basketbal
3	V	19	63	1,62	24,0	7 1,5 1,5	judo cardio fitness
4	M	21	132	2,05	31,4	13	honkbal
5	V	20	79	1,65	29,0	3 0,5	hockey hardlopen
6	V	20	54	1,62	20,6	2 0,5 0,5	fitness hardlopen cardio
7	V	22	76	1,62	29,0	3	waterpolo
8	M	21	93	1,88	26,3	1	basketbal
9	V	22	71	1,72	24,0	1	spinnen
10	V	25	67	1,78	21,1	0,5	zwemmen
Gem ± SD	-	21,3 ± 1,6	80 ± 21	1,76 ± 0,14	25,5 ± 3,7	-	-

Tabel 1: Gegevens van de proefpersonen. De getraindheid wordt uitgedrukt in het aantal uur dat er per week een bepaalde sport wordt getraind. Basketbal = 10,0 METs, cardio = 7,8 METs, cricket = 4,8 METs, fitness = 5,0 METs, hardlopen = 7,0 METs, hockey = 5,0 METs, honkbal = 5,0 METs, judo = 10,3 METs, spinnen = 8,5 METs, waterpolo = 10,0 METs en zwemmen = 5,3 METs (Ainsworth et al., 2011).

3.1 Zuurstofverbruik en hartfrequentie tijdens de rustmeting en activiteiten

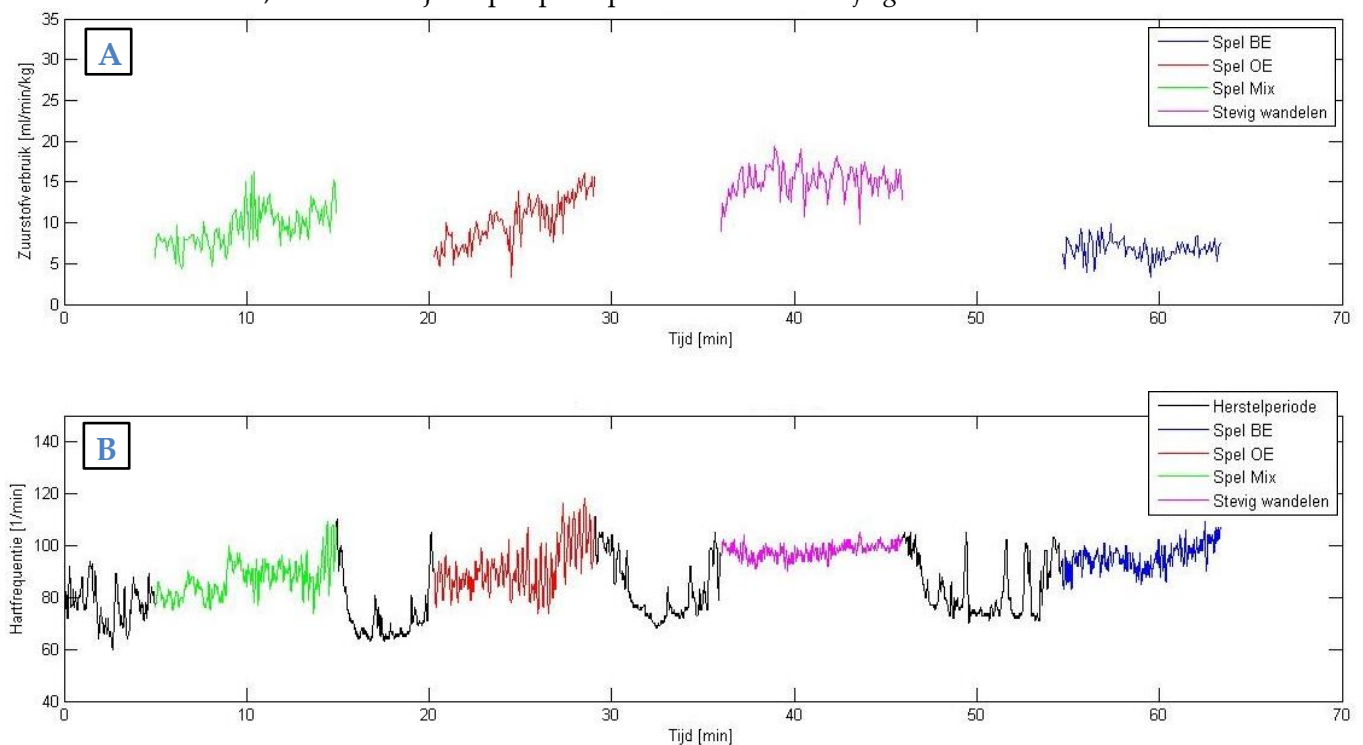
In *Figuur 5* worden de grafieken van de rustmeting van één van de proefpersonen weergegeven. Het zuurstofverbruik en de hartfrequentie staan hierin uitgezet tegen de tijd. De grafieken van de alle tien de proefpersonen staan in *Bijlage 6*.

Van iedere rustmeting is van minuut 3 tot 9 (zie het gedeelte tussen de rood gestippelde lijnen in *Figuur 5*) het gemiddelde berekend voor het rustmetabolisme en de rusthartslag. Voor de proefpersoon uit *Figuur 5* was het rustmetabolisme 4,3 ml O₂/min/kg en de rusthartslag 70 slagen/minuut.



Figuur 6: Rustmeting proefpersoon 10. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende 10 minuten rust. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende 10 minuten rust. De gemiddelde rusthartslag en het rustmetabolisme zijn individueel bepaald van minuut 3 t/m 9 (gedeelte tussen de rood gestippelde lijnen).

In *Figuur 6* staan van dezelfde proefpersoon de grafieken van de meting van de vier verschillende activiteiten (spel BE, spel OE, spel Mix en stevig wandelen). De grafieken van de activiteiten van de alle tien de proefpersonen staan in *Bijlage 6*. Iedere activiteit duurde circa 10 minuten, de exacte tijden per proefpersoon staan in *Bijlage 7*.



Figuur 5: Meting van de activiteiten bij proefpersoon 10. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende de activiteiten. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende de activiteiten en herstelperiodes. Groen = spel Mix, rood = spel OE, paars = stevig wandelen, blauw = spel BE en zwart = herstelperiode.

De MET-waarden zijn per activiteit bepaald door het gemiddelde zuurstofverbruik van de gehele activiteit te delen door het rustmetabolisme. Bij deze proefpersoon bleek de inspanningsintensiteit van spel Mix 2,2 METs, van spel OE 2,4 METs, van stevig wandelen 3,5 METs en van spel BE 1,6 METs. In *Figuur 5B* is te zien dat in de herstelperiodes tussen de activiteiten, de hartfrequentie weer daalt tot haar rusthartslag van 70 slagen/min.

In *Tabel 2* staan de resultaten voor de rusthartslag en het rustmetabolisme van alle proefpersonen. Ook staan in deze tabel de door de proefpersonen gekozen loopsnelheid voor comfortabel stevig wandelen en de afstand tussen de Kinect en de proefpersoon.

Proef-persoon	Rusthartslag (slagen/min)	Rustmetabolisme (ml O ₂ /min/kg)	Loopsnelheid (km/h)	Afstand tot Kinect (m)
1	*	3,5	6,0	2,80
2	61	5,5	5,4	2,85
3	75	3,5	5,2	2,52
4	63	3,0	6,8	3,20
5	60	3,3	5,9	2,78
6	72	4,6	5,0	2,75
7	57	3,4	5,0	2,77
8	67	3,6	5,0	3,06
9	60	3,3	6,0	2,89
10	67	4,3	5,3	2,93
Gem ± SD	65 ± 6	3,8 ± 0,8	5,6 ± 0,6	2,86 ± 0,18

Tabel 2: De gemiddelde rusthartslag en het rustmetabolisme zijn individueel bepaald van minuut 3 t/m 9 van de 10 minuten durende rustmeting. De loopsnelheid voor stevig wandelen en de afstand tot de Kinect zijn voor iedere proefpersoon individueel bepaald.

* Wegens een technisch defect is er geen waarde voor de rusthartslag van proefpersoon 1.

3.2 MET-waarden en Borgscores van de activiteiten

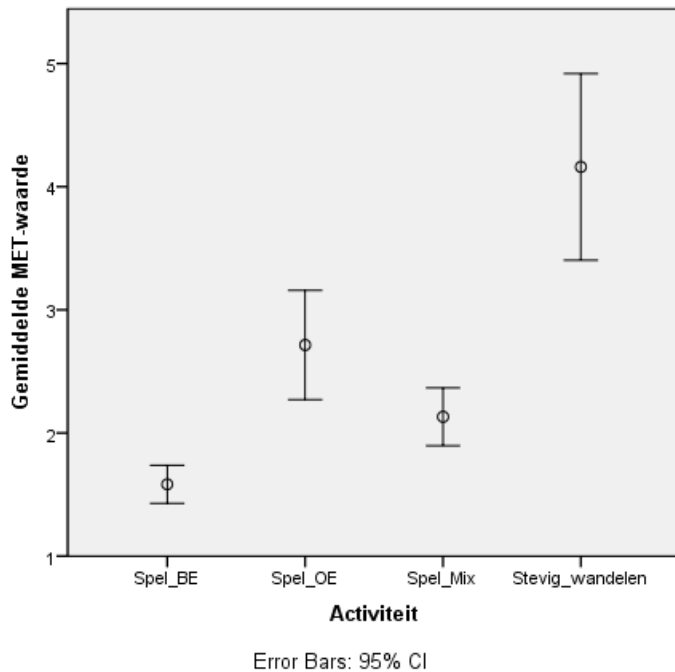
In *Tabel 3* staan de MET-waarden en de Borgscores (RPE) van de verschillende gemeten activiteiten weergegeven.

Proef-persoon	Spel BE		Spel OE		Spel Mix		Stevig wandelen	
	METs	RPE	METs	RPE	METs	RPE	METs	RPE
1	1,6	10	3,1	10	2,4	9	5,1	10
2	1,4	9	2,7	11	2,0	10	3,0	11
3	1,7	10	2,3	11	1,9	11	3,2	12
4	1,8	12	3,2	9	2,5	11	6,0	12
5	1,7	11	2,9	11	2,2	10	5,1	11
6	1,2	10	1,7	11	1,5	10	2,8	12
7	1,7	12	2,7	12	2,1	11	4,0	12
8	1,9	11	4,0	12	2,6	11	4,4	11
9	1,4	8	2,2	8	1,9	10	4,5	9
10	1,6	10	2,4	11	2,2	11	3,5	12
Gem ± SD	1,6 ± 0,2	10,3 ± 1,3	2,7 ± 0,6	10,6 ± 1,3	2,1 ± 0,3	10,4 ± 0,7	4,2 ± 1,1	11,2 ± 1,0

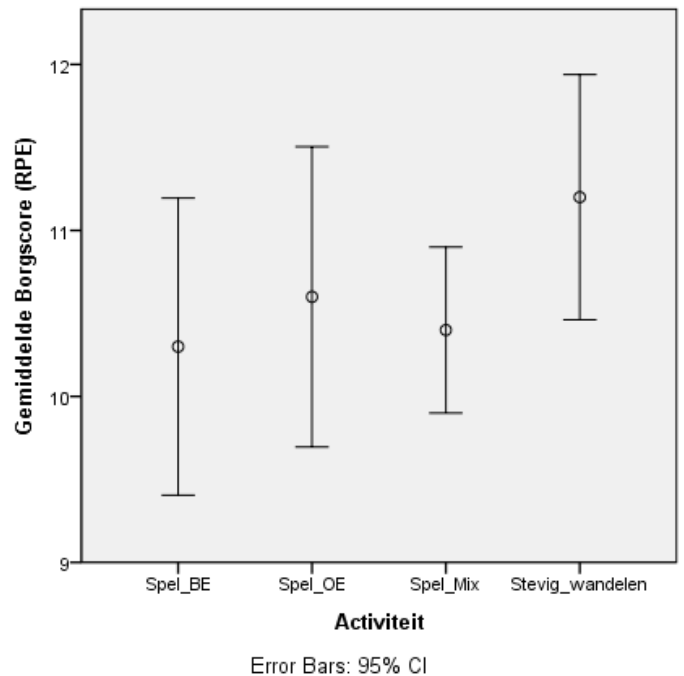
*Tabel 3: Van iedere activiteit de gemiddelde MET-waarde en Borgscore (RPE) per proefpersoon. Voor alle activiteiten zijn deze gemiddelden genomen over de gehele activiteitenduur van ongeveer 10 minuten (de exacte activiteitenduur per proefpersoon staat in *Bijlage 7*). De Borgscore is gemeten op een schaal van 6 - 20 (zie *Bijlage 3*).*

3.3 Statistische analyse van de MET-waarden en Borgscores

Figuur 7 toont aan dat de gemiddelde MET-waarden van de vier activiteiten significant van elkaar verschillen aangezien de betrouwbaarheidsintervallen onderling bijna niet overlappen. Alleen voor spel OE en spel Mix is het, door de geringe overlap, niet zeker of de gemiddelde MET-waarden significant van elkaar verschillen.



Figuur 8: De gemiddelde MET-waarde en het betrouwbaarheidsinterval van de verschillende activiteiten.



Figuur 8: De gemiddelde Borgscore en het betrouwbaarheidsinterval van de verschillende activiteiten.

Figuur 8 suggereert dat de gemiddelde Borgscores voor de vier activiteiten niet significant van elkaar verschillen aangezien de betrouwbaarheidsintervallen onderling allemaal overlappen.

Vergelijking MET-waarden

Uit de Repeated Measures ANOVA (Greenhouse-Geisser correctie) blijkt dat de gemiddelde MET-waarde significant verschilt bij de verschillende activiteiten, $F(1,41; 12,72) = 54,55$, $p < 0,01$. Een post hoc test (paarsgewijze vergelijkingen met Bonferroni correctie) laat zien dat de gemiddelde MET-waarde voor stevig wandelen significant groter is dan voor de drie DJ Fiero spellen (zie Tabel 4: spel BE (MD = 2,6), spel OE (MD = 1,4) en spel Mix (MD = 2,0)). Verder is de gemiddelde MET-waarde voor spel OE significant groter dan die voor spel BE (MD = 1,1) en spel Mix (MD = 0,6). De gemiddelde MET-waarde voor spel Mix is significant groter dan die voor spel BE (MD = 0,5). De volledige SPSS-resultaten van de MET-waarde staan in Bijlage 8.

	Spel BE		Spel OE		Spel Mix		Stevig wandelen	
	MD	p	MD	p	MD	p	MD	p
Spel BE	-		-1,1	0,000	-0,5	0,000	-2,6	0,000
Spel OE	1,1	0,000	-		0,6	0,003	-1,4	0,003
Spel Mix	0,5	0,000	-0,6	0,003	-		-2,0	0,000
Stevig wandelen	2,6	0,000	1,4	0,003	2,0	0,000	-	

Tabel 4: Paarsgewijze vergelijkingen met Bonferroni correctie van de gemiddelde MET-waarden: de verschillen tussen de gemiddelde MET-waarden (MD = Mean Difference) van de drie spellen en het stevig wandelen met de significantie (p). Het verschil tussen de gemiddelden is significant bij $p < 0,05$.

Vergelijking Borgscores

Uit de Friedman's ANOVA blijkt dat de gemiddelde Borgscore significant verschilt bij de verschillende activiteiten, $\chi^2(3) = 9,12$; $p < 0,05$. Uit de post hoc test, paarsgewijze Wilcoxon Signed Ranks tests met Bonferroni correctie ($\alpha = 0,0125$), blijkt echter dat er geen significante verschillen zijn tussen de gemiddelde Borgscores van de drie DJ Fiero spellen. Ook blijkt de gemiddelde Borgscore van stevig wandelen niet significant hoger dan die van de drie spellen. De volledige SPSS-resultaten van de Borgscore staan in *Bijlage 9*.

4. Discussie

Binnen dit onderzoek is bepaald wat de inspanningsintensiteit is van drie verschillende DJ Fiero spellen en de activiteit stevig wandelen. Door middel van zuurstofanalyse is het rustmetabolisme per proefpersoon bepaald en konden vervolgens de MET-waarden van de vier verschillende activiteiten berekend worden. Het gemiddelde zuurstofverbruik in rust was $3,8 \pm 0,8$ ml/min/kg. Deze waarde komt goed overeen met de standaardwaarde van 3,5 ml/min/kg (Jetté et al., 1990). Ook bleek dat het gemeten zuurstofverbruik in rust tussen de proefpersonen erg verschilden, zoals de onderzoeken van Ainsworth et al. (2011) en Byrne et al. (2005) ook al aangaven. In dit onderzoek liepen de waarden voor het zuurstofverbruik in rust tussen de proefpersonen uiteen van 2,96 tot 5,51 ml/min/kg. Het is dus goed geweest dat het rustmetabolisme individueel bepaald is, zodat er per proefpersoon nauwkeurigere MET-waarden konden worden berekend.

Aan de vier verschillende activiteiten zijn gemiddelde MET-waarden toegekend, zodat de inspanningsintensiteit van het spelen van de drie spellen onderling en met de activiteit stevig wandelen zijn te vergelijken. De inspanningsintensiteit voor spel OE ($2,7 \pm 0,6$ METs) bleek significant groter dan voor spel BE ($1,6 \pm 0,2$ METs) en spel Mix ($2,1 \pm 0,3$ METs), en de inspanningsintensiteit voor spel Mix bleek significant groter dan voor spel BE. Deze verschillen zijn te verklaren aan de hand van de spiergroepen die geactiveerd worden tijdens de spellen. Gedurende het spelen van spel OE zijn grotere spiergroepen actief dan tijdens spel BE. Omdat de inspanningsintensiteit voor de drie verschillende spellen lager is dan 3 METs, vallen de DJ Fiero spellen, zoals verwacht, binnen de categorie licht intensief.

De activiteit stevig wandelen ($5,6 \pm 0,6$ km/h) heeft een gemiddelde MET-waarde van $4,2 \pm 1,1$ METs, waardoor de activiteit, zoals verwacht, behoort tot de categorie matig intensief (3 - 6 METs). De gemiddelde snelheid en MET-waarde voor stevig wandelen uit dit onderzoek komen zeer goed overeen met de activiteit stevig wandelen uit het activiteitencompendium: 5,6 km/h en 4,3 METs (Ainsworth et al., 2011). Opvallend was dat voor alle tien de proefpersonen de volgorde van de vier activiteiten naar oplopende inspanningsintensiteit identiek bleek te zijn. De oplopende volgorde van inspanningsintensiteit was, ondanks dat de volgorde van de activiteiten wisselden, voor alle proefpersonen: spel BE, spel Mix, spel OE en stevig wandelen.

Naast de MET-waarden zijn er door de proefpersonen Borgscores gegeven aan de verschillende activiteiten. Dit is gedaan om na te gaan of de ervaren intensiteit verschilt tussen de spellen en de activiteit stevig wandelen. Er bleek geen significant verschil te zijn tussen de gemiddelde Borgscores van de vier activiteiten: spel BE ($10,3 \pm 1,3$), spel OE ($10,6 \pm 1,3$), spel Mix ($10,4 \pm 0,7$) en stevig wandelen ($11,2 \pm 1,0$).

4.1 Inspanningsintensiteit gedurende de DJ Fiero spellen

Ondanks dat de inspanningsintensiteit van de spellen overeenkomt met de verwachtingen, verschilt het energieverbruik gedurende het spelen van de spellen. Bij het analyseren van de grafieken valt op dat het energieverbruik bij alle proefpersonen gedurende het einde van spel OE en spel Mix toeneemt, waarbij de schaats-squat en squat werden uitgevoerd. Deze oefeningen hebben waarschijnlijk dus een hogere inspanningsintensiteit dan de andere oefeningen in de spellen. Bij het merendeel van de proefpersonen was het zuurstofverbruik aan het eind van spel OE, dus tijdens de schaats-squat en squat oefeningen, gelijkwaardig

aan het zuurstofverbruik tijdens het stevig wandelen. Bij twee proefpersonen lag het zuurstofverbruik zelfs hoger dan tijdens het stevig wandelen. De schaats-squat en squat oefeningen van de DJ Fiero game behoren, gezien de grafieken van het zuurstofverbruik, waarschijnlijk dus wel tot de categorie matig intensief (3 - 6 METs). Ondanks dat dit de zwaarste twee oefeningen van de spellen lijken te zijn, zou vermoeidheid een rol gespeeld kunnen hebben in de verhoogde inspanningsintensiteit omdat deze oefeningen als laatst in de spellen voorkwamen. Een vervolgonderzoek waarin de inspanningsintensiteit van de spel-oefeningen afzonderlijk gemeten wordt, zou de verschillen qua inspanningsintensiteit tussen de losse spel-oefeningen inzichtelijker kunnen maken.

De verschillen in de grafieken van de zuurstofopname tijdens de drie spellen en de activiteit stevig wandelen zijn ook terug te zien in de grafieken van de hartfrequentie. De stijgingen en dalingen van de hartfrequentie komen overeen met die van de zuurstofopname, waardoor de hartfrequentie wellicht als een indicator zou kunnen dienen voor de inspanningsintensiteit.

4.2 DJ Fiero in vergelijking tot actieve entertainmentvideogames

De MET-waarden uit dit onderzoek zijn te vergelijken met eerdere onderzoeken naar het energieverbruik tijdens het spelen van actieve entertainmentvideogames en stevig wandelen. Onderzoeken van Willems en Bond. (2009) (Wii Tennis ($3,1 \pm 1,3$), Wii Baseball ($2,8 \pm 0,7$), Wii Boxing ($4,7 \pm 1,4$) en stevig wandelen ($5,7 \pm 1,2$)) en Graves et al. (2010) (Wii Yoga ($1,9 \pm 0,4$), Wii Muscle conditioning ($2,4 \pm 0,4$), Wii Balance ($1,9 \pm 0,5$), Wii Aerobics ($3,6 \pm 0,8$) en stevig wandelen ($4,5 \pm 1,0$)) hadden vergelijkbare resultaten, waarbij significant hogere MET-waarden werden gevonden bij de activiteit stevig wandelen in vergelijking tot de actieve videogames. De resultaten van dit onderzoek komen het meest overeen met de resultaten uit het onderzoek van Graves et al. (2010). De resultaten van Willems en Bond (2009) zijn namelijk hoger in inspanningsintensiteit voor zowel de Wii-spellen als het stevig wandelen. Het verschil in resultaten zou verklaard kunnen worden doordat het onderzoek van Willems en Bond uit is gegaan van een rustmetabolisme van $3,5 \text{ ml O}_2/\text{min/kg}$. De gegevens van de proefpersonen (leeftijd, BMI, loopsnelheid, enz.) en het meetprotocol (activiteitenduur en herstelduur) kwamen in beide onderzoeken wel overeen. Ondanks dat er verschillen zijn tussen resultaten van dit onderzoek en het onderzoek van Willems en Bond (2009) kan er geconcludeerd worden dat de inspanningsintensiteit van de revalidatiegame DJ Fiero overeenkomt met Wii-spellen.

4.3 Inspanningsintensiteit van DJ Fiero voor NAH-patiënten

Behalve de vergelijking met andere actieve videogames, kunnen de resultaten ook vergeleken worden met het fysieke activiteitencompendium (Ainsworth et al., 2011) en kan de DJ Fiero game ingedeeld worden in een van de drie intensiteitscategorieën: licht (< 3 METs), matig (3-6 METs) of zwaar (> 6 METs) (Pate et al., 1995). Dit had niet gekund wanneer de metingen van de DJ Fiero spellen waren gedaan bij proefpersonen met niet-aangeboren hersenletsel (NAH), de oorspronkelijke doelgroep van de revalidatiegame. Van hoe inspannend de DJ Fiero game zal zijn voor NAH-patiënten, kan door dit onderzoek met gezonde proefpersonen echter wel een inschatting worden gemaakt.

Het begrip NAH is breed en de aard en ernst van het letsel kunnen binnen de doelgroep dan ook erg verschillen. Meerdere onderzoeken zijn verricht naar de invloed van NAH op het

energieverbruik in rust en tijdens fysieke activiteiten. Jixing et al. (1999) suggereert dat hersenletsel een verhoging van het rustmetabolisme veroorzaakt. Voor herstel van het letsel zou veel zuurstof naar het hersenweefsel gestuurd worden. Veel andere onderzoeken delen deze gedachten (Bruder, Lasseque, Pelissier, Graziani & Francois, 1994; Long, Schaffel, Geiger, Schiller & Blakemore, 1979; Miles, 2006). Bij uitval van bepaalde spiergroepen moet een patiënt (over)compenseren met andere spieren om een beweging te kunnen uitvoeren, wat tot een hoger energieverbruik zou kunnen leiden. Ook moet er rekening worden gehouden met een verval in uithoudingsvermogen wanneer een patiënt lange tijd in het ziekenhuis of in een coma heeft gelegen. Hierdoor zou er ook een hoger energieverbruik verwacht worden.

Er zijn echter onderzoeken die juist het tegenovergestelde suggereren. Hurkmans, Ribbers, Streur-Kranenburg, Stam en Berg-Emons (2011) vonden een lager rustmetabolisme bij patiënten met hersenletsel in vergelijking met gezonde mensen. NAH-specifieke factoren, zoals verhoogde spierspanning en instabiele houding, zouden het zuurstofverbruik kunnen verhogen (Gordon et al., 2004; Pang, Eng, Dawson & Gylfadottir, 2006). Anderzijds zouden deze NAH-specifieke factoren kunnen leiden tot minder intensieve activiteitbeoefening en dus juist een lager zuurstofverbruik. Patiënten met een verstoorde functie aan een ledemaat verbruiken gemiddeld minder energie gedurende het spelen van een fysieke videogame doordat spieren in deze ledemaat minder geactiveerd worden. Een andere component waar het energieverbruik afhankelijk van kan zijn, is het medicijngebruik van de patiënt (Chiolero, de Tribolet & Schultz, 1989).

Het onderzoek van Kafri, Myslinski, Gade en Deutsch (2014) vergelijkt de inspanningsintensiteit van volwassen NAH-patiënten met gezonde volwassenen tijdens het spelen van actieve entertainmentvideogames. De NAH-patiënten hebben deze aandoening langer dan 6 maanden en kunnen zelfstandig zonder hulpmiddelen minimaal 15 meter aaneengesloten wandelen. Uit het onderzoek van Kafri et al. (2014) bleek de inspanningsintensiteit van het spelen van de actieve videogames lager te zijn voor de NAH-patiënten dan voor de gezonde proefpersonen. De ervaren intensiteit tijdens de actieve videogames, aangegeven op een Borgschaal (RPE), bleek echter voor allebei de groepen hetzelfde.

Het te verwachten energieverbruik tijdens het spelen van de revalidatiegame DJ Fiero zal voor iedere NAH-patiënt dus zeer verschillend zijn. Voor NAH-patiënten zonder fysieke aandoeningen kan een vergelijkbaar rustmetabolisme ingeschat worden als voor gezonde mensen en daarmee ook een vergelijkbaar energieverbruik voor het spelen van de DJ Fiero spellen. Bij patiënten met verlies van spierkracht of een gedeeltelijke verlamming zal het energieverbruik lager liggen tijdens het spelen van de DJ Fiero game. Voor patiënten met een verlaagd rustmetabolisme kan verwacht worden dat juist hogere gemiddelde MET-waarden worden bereikt tijdens het spelen van de DJ Fiero spellen. Voor een goede inschatting kan gekozen worden om voorafgaand aan het spelen van de DJ Fiero game een rustmeting uit te voeren bij de revalidant om het zuurstofverbruik of de rusthartslag te meten. Wanneer gekozen wordt om de rusthartslag te meten, moet echter rekening gehouden worden met het feit dat de hartfrequentie slechts een indicatie kan geven van het energieverbruik.

4.4 Aanbevelingen voor doorontwikkeling van DJ Fiero

Voor NAH-patiënten die een inactief leven leiden, kan het lastig zijn de drempel over te gaan om actief te bewegen. Beslissen om een hoog intensieve inspanning te verrichten kan daarom

lastiger zijn dan te kiezen voor een matig intensieve activiteit. Bovendien is de kans op overbelasting en blessures groter indien de inspanningsintensiteit hoger is. Voor positieve gezondheidseffecten wordt een algemene beweegnorm gehanteerd van vijf keer in de week gedurende 30 minuten matig intensief (3 - 6 METs) bewegen (Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008). De DJ Fiero game zal met deze algemene norm worden vergeleken in plaats van met de Nederlandse Norm Gezond Bewegen (NNGB), omdat de NNGB in de toekomst waarschijnlijk zal worden aangepast (Wendel-Vos, 2014). De intensiteit van de drie DJ Fiero spellen ligt onder de grens van 3 METs, wat betekent dat de game niet voldoet aan de matig intensieve intensiteit van de algemene beweegnorm. De spelinstellingen waren bij deze spellen al ingesteld op de hoogste niveaus voor range of motion en snelheid. Indien verlangd wordt dat het spelen van de DJ Fiero spellen een matig intensieve activiteit (3 - 6 METs) wordt, dan kunnen meerdere oplossingen zorgen voor het ophogen van de inspanningsintensiteit. Allereerst kunnen spel BE en spel Mix intensiever gemaakt worden wanneer gewichtjes in de handen gehouden worden. Dit verhoogt de belasting gedurende oefeningen van de bovenste extremiteit, waardoor de MET-waarden zullen verhogen. Daarnaast zal het energieverbruik verhogen wanneer oefeningen gedaan worden waarbij meerdere spiergroepen actief zijn. Dit is gemakkelijk te bereiken door armen en benen tegelijk te gebruiken gedurende een oefening. Aangezien de spellen tijdens de metingen in dit onderzoek ingesteld waren op de hoogste moeilijkheidsgraden voor de snelheid en range, kan de inspanningsintensiteit niet opgehoogd worden door de spelinstellingen aan te passen. Wel kunnen spelsamenstellingen gemaakt worden waarin voornamelijk oefeningen voorkomen die een hogere inspanningsintensiteit hebben, zoals de schaats-squat en squat. Een vervolgonderzoek naar de inspanningsintensiteit van losse oefeningen kan daarom nuttige informatie toevoegen voor de ontwikkeling van de revalidatiegame DJ Fiero.

Omdat de revalidatiegame DJ Fiero nog in ontwikkeling is, zou het mogelijk zijn om de game aan te passen zodat er in de toekomst intensievere DJ Fiero spellen gespeeld kunnen worden. Allereerst is het dan aan te raden om de keuze voor de visuele prikkels uit te laten schakelen of te versnellen. Doordat deze keuze telkens tussen de oefeningen doorkwam, hadden de proefpersonen een pauzemoment tussen de oefeningen waardoor de intensiteit van de spellen verlaagd werd. Ook zou de maximale snelheidsinstelling van de spellen verhoogd kunnen worden zodat de bewegingen sneller achter elkaar uitgevoerd moeten worden en de spellen daardoor intensiever zullen zijn. Daarnaast zou het aantal oefeningen van de game uitgebreid kunnen worden met intensievere oefeningen. Door een combinatie van meerdere 2D-bewegingen in dezelfde oefening te programmeren, ontstaat er een intensievere oefening van 3D-bewegingen.

Het is belangrijk dat de DJ Fiero game behalve voldoende inspanningsintensief ook motiverend genoeg is zodat de doelgroep de revalidatiegame zal gaan spelen. Daarom is gevraagd naar de spelervaringen van de proefpersonen. Negen van de tien proefpersonen koppelden terug dat de spellen van de DJ Fiero game het leukst zouden zijn als de oefeningen door elkaar zouden worden afgespeeld. De proefpersonen vonden spel Mix dan ook het leukste spel aangezien hierin de meeste verschillende oefeningen zaten. Wellicht zou de revalidatiegame voor de patiënten dus leuker kunnen worden gemaakt, door de verschillende oefeningen door elkaar af te laten spelen in plaats van na elkaar zoals in de huidige versie van de DJ Fiero game uitsluitend mogelijk is.

5. Conclusie

De gemiddelde inspanningsintensiteit voor spel BE bleek $1,6 \pm 0,2$ METs, voor spel OE $2,7 \pm 0,6$ METs en voor spel Mix $2,1 \pm 0,3$ METs. Het spelen van de revalidatiegame DJ Fiero kan dus gezien worden als een licht intensieve activiteit (< 3 METs). De drie spellen zijn voor gezonde mensen dus niet intensief genoeg om te voldoen aan de intensiteit van de algemene beweegnorm (3 - 6 METs). De verschillen tussen de gemiddelde inspanningsintensiteit van de drie verschillende DJ Fiero spellen bleken significant.

Voor de activiteit stevig wandelen ($5,6 \pm 0,6$ km/h) bleek de inspanningsintensiteit $4,2 \pm 1,1$ METs. De inspanningsintensiteit van de drie DJ Fiero spellen lag significant lager dan van stevig wandelen. In de ervaren intensiteit, door de proefpersonen aangegeven op een Borgschaal (RPE), werden echter geen significante verschillen gevonden tussen de drie spellen en het stevig wandelen.

Qua inspanningsintensiteit is de DJ Fiero game vergelijkbaar met actieve videogames die bedoeld zijn voor entertainment zoals Wii-spellen. Uit onderzoeken, waarin de inspanningsintensiteit van Wii-spellen met stevig wandelen werd vergeleken, kwamen vergelijkbare resultaten. Hierbij werden significant hogere MET-waarden gevonden bij de activiteit stevig wandelen in vergelijking tot de Wii-spellen.

Omdat de revalidatiegame DJ Fiero bedoeld is voor NAH-patiënten is er een literatuurstudie gedaan naar het rustmetabolisme en het energieverbruik van deze doelgroep. Hieruit is gebleken dat de gevolgen van het hersenletsel per patiënt erg kunnen verschillen. Voor een inschatting van de inspanningsintensiteit voor een patiënt kan daarom gekozen worden om een zuurstofruistmeting uit te voeren of de rusthartslag te bepalen. Aan de hand van deze individuele meting kan een inschatting gemaakt worden of de inspanningsintensiteit van de game vergelijkbaar is met die van gezonde mensen of hiervan afwijkt. Aan de hand van deze gegevens kan de behandelaar een DJ Fiero spel opstellen.

Literatuurlijst

Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Herrmann, S.D., Meckes, N., Bassett, D.R., Tudor-Locke, C., Greer, J.L., Vezina, J., Whitt-Glover, M.C., & Leon, A.S. (2011). 2011 Compendium of physical activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43, 1575-1581.

“2011 Compendium of physical activities” is beschikbaar via <http://links.lww.com/MSS/A82>.

Biesebroek, M. (2015). *Stageverslag DJ Fiero De Hoogstraat*.

Borg, G.A.V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 377-381.

Bruder, N., Lasseque, D., Pelissier, D., Graziani, N., & Francois, G. (1994). Energy expenditure and withdrawal of sedation in severe head-injured patients. *Critical Care Medicine*, 22, 1114-1119

Byrne, N.M., Hills, A.P., Hunter, G.R., Weinsier, R.L., & Schutz, Y. (2005). Metabolic equivalent: one size does not fit all. *Journal of Applied Physiology*, 99, 1112-1119.

Chiolero, R.L., de Tribolet, N., & Schultz, Y. (1989). Energy metabolism in brain injury. *Intensive Care and Emergency Medicine*, 9, 164-172.

Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. London: SAGE Publications.

Gordon, N.F., Gluanick, M., Costa, F., Fletcher, G., Franklin, B.A., Roth, E.J., & Shephard, T. (2004). Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular Nursing; the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism; and the Stroke council. *Circulation*, 109, 2031-2041.

Graves, L.E.F., Ridgers, N.D., Williams, K., Stratton, G., Atkinson, G., & Nigel T.C. (2010). The physiological cost and enjoyment of Wii Fit in adolescents, young adults, and older adults. *Journal of Physical Activity and Health*, 7, 393-401.

Haskell, W.L., Lee, I.M., Pate, R.R., Powell, K.E., Blair, S.N., Franklin, B.A., Macera, C.A., Heath, G.W., Thompson, P.D., & Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 1423-1434.

Hurkmans, H.L., Ribbers, G.M., Streur-Kranenburg, M.F., Stam, H.J., Berg-Emons, R.J., & van den (2011). Energy expenditure in chronic stroke patients playing Wii Sports: a pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 8, 38.

Jetté, M., Sidney, K., & Blümchen, G. (1990). Metabolic equivalent (METS) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical Cardiology*, 13, 555-565.

Jixing, L., Guxiang, Y., Jieho, C., et al. (1999). Energy expenditure in brain injury. *Chinese Journal of Clinical Nutrition*.

Kafri, M., Myslinski, M.J., Gade, V.K., & Deutsch J.E. (2014). Energy expenditure and exercise intensity of interactive video gaming in individuals poststroke. *Neurohabilitation and Neural Repair*, 28, 56-65.

Long, C.L., Schaffel, N., Geiger, J.W., Schiller, W.R., & Blakemore, W.S. (1979). Metabolic response to injury and illness: estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 3, 452-456.

Miles, J.M. (2006). Energy expenditure in hospitalized patients: implications for nutritional support. *Mayo Clinic Proceedings*. 81, 809-816.

Pang, M.Y., Eng, J.J., Dawson, A.S., & Gylfadottir, S. (2006). The use of aerobic exercise training in improving aerobic capacity in individuals with stroke: a meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 20, 97-111.

Pate, R.R., Pratt, M., Blair, S.N., Haskell, W.L., Macera, C.A., Bouchard, C., Buchner, D., Ettinger, W., Heath, G.W., King, A.C., Kriska, A., Leon, A.S., Marcus, B.H., Morris, J., Paffenbarger, R.S., Patrick, K., Pollock, M.L., Rippe, J.M., Sallis, J., & Wilmore, J.H. (1995). A recommendation from the centers for disease control and prevention and the american college of sports medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27, 402-407.

Physical Activity Guidelines Advisory Committee (2008). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report 2008. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services.

Wendel-Vos, G. C. W. (2014). *Normen van lichamelijke (in)activiteit*. Nationaal Kompas Volksgezondheid. Bilthoven: RIVM. Geraadpleegd op 29 mei 2015, van <http://www.nationaalkompas.nl/gezondheidsdeterminanten/leefstijl/lichamelijke-activiteit/wat-is-lichamelijke-activiteit/>

Willems, M.E.T., & Bond, T.S. (2009). Metabolic equivalent of brisk walking and playing new generation active computer games in young-adults. *Medicina Sportiva*, 13, 95-98.

Wilmore, J.H., Costill, D.L., & Kenney, W.L. (2009). *Inspannings- en sportfysiologie*. Amsterdam: Elsevier gezondheidscentrum.

Bijlagen

Bijlage 1: Testformulier

Testformulier DJ Fiero

Proefpersoon

Naam: _____

Geboortedatum: _____

Lichaamslengte: _____

Lichaamsgewicht: _____

Getraindheid: _____

Test

Datum testafname: _____ Afstand tot Kinect: _____

	Begintijd	Eindtijd	Borgscore	Opmerkingen
Rustmeting			X	
Oefenspel				
Herstelperiode				
Activiteit 1: BE / OE / Mix / Stevig wandelen				
Herstelperiode				
Activiteit 2: BE / OE / Mix / Stevig wandelen				
Herstelperiode				
Activiteit 3: BE / OE / Mix / Stevig wandelen				
Herstelperiode				
Activiteit 4: BE / OE / Mix / Stevig wandelen				

Bijlage 2: Spelinstructies proefpersoon

In onderstaande tabel staan de instructies per oefening uitgelegd.

Oefening	Instructies
Abductie armen	De armen gelijktijdig 90° abducen.
Adductie armen	De armen gelijktijdig 40° adducen. Het is hierbij niet toegestaan de ellebogen te flecteren.
Anteflexie armen	De armen gelijktijdig 90° anteflecteren. Het is hierbij niet toegestaan de ellebogen te flecteren.
Extensie armen	Met geflecteerde armen vanuit een exorotatie stand omhoog extenderen. De eindpositie is 150° abductie in de schouder en 150° extensie in de elleboog.
Abductie benen	Het been 50° abducen. Hierbij moet het lichaam verticaal blijven staan.
Anteflexie benen	Het bovenbeen 90° flecteren. Het onderbeen hoeft hierbij niet mee te bewegen.
Schaats-squat	De benen uit elkaar positioneren en het lichaamszwaartepunt boven één van de benen verplaatsen. Het lichaamszwaartepunt naar beneden verplaatsen door door het been te zakken tot een kniehoek van 90° wordt bereikt.
Squat	De benen iets uit elkaar positioneren. Het lichaamszwaartepunt naar beneden verplaatsen door tegelijkertijd door beide benen zakken tot een kniehoek van 90° wordt bereikt. De armen gedurende de squat in 90° anteflexie.

Tabel 5: Instructies proefpersonen uitgewerkt per oefening.

Bijlage 3: Borgschaal (RPE)

Score	Intensiteit
6	Geen enkele inspanning
7	Extreem licht
8	
9	Zeer licht
10	
11	Licht
12	
13	Redelijk zwaar
14	
15	Zwaar
16	
17	Zeer zwaar
18	
19	Extreem zwaar
20	Maximale inspanning

Tabel 6: De Borgschaal (Borg, 1982; Wilmore, Costill & Kenney, 2009).

Bijlage 4: Spelinstellingen

Onderstaande tabellen geven de volgorde waarin de oefeningen zijn opgedeeld per spel aan. Daarnaast staat het ingestelde aantal herhalingen en de range per oefening aangegeven.

Spel BE		
Oefening	Aantal herhalingen	Range
1. Abductie armen	20x links, 20x rechts	90° abductie
2. Adductie armen	20x links, 20x rechts	40° adductie
3. Anteflexie armen	20x links, 20x rechts	90° anteflexie
4. Extensie ellebogen	20x links, 20x rechts	150° abductie, 150° extensie

Tabel 7: Instellingen DJ Fiero spel BE

Spel OE		
Oefening	Aantal herhalingen	Range
1. Abductie benen	40x rechts	50° abductie
2. Anteflexie benen	20x links, 20x rechts	90° anteflexie
3. Schaats-squat	40x links	90° flexie knie
4. Squat	40x	90° flexie knie

Tabel 8: Instellingen DJ Fiero spel OE

Spel Mix		
Oefening	Aantal herhalingen	Range
1. Abductie armen	10x links, 10x rechts	90° abductie
2. Adductie armen	10x links, 10x rechts	40° adductie
3. Anteflexie armen	10x links, 10x rechts	90° anteflexie
4. Extensie ellebogen	10x links, 10x rechts	180° abductie, 180° extensie
5. Abductie benen	20x rechts	50° abductie
6. Anteflexie benen	10x links, 10x rechts	90° anteflexie
7. Schaats-squat	20x links	90° flexie knie
8. Squat	20x	90° flexie knie

Tabel 9: Instellingen DJ Fiero spel Mix

Bijlage 5: MATLAB-script dataverwerking

```
%% Databestand van proefpersoon selecteren

clear all
close all
data = uigetfile('*.xls*', 'Selecteer het databestand van de proefpersoon');

%% Data van rustmeting inlezen

OxyconR = round(xlsread(data, 'Rustmeting')*1000000)/1000000;

ProefNr = OxyconR(1,5);

Tijd_OxyR = OxyconR(10:end,1);
O2_OxyR = OxyconR(10:end,4);
HF_OxyR = OxyconR(10:end,2);

TijdenR = OxyconR(3:4,8);

TijdenR(1:2,2) = [find(Tijd_OxyR == TijdenR(1,1)) find(Tijd_OxyR ==
TijdenR(2,1))];

%% Data van activiteiten inlezen

OxyconM = round(xlsread(data, 'Metingen')*1000000)/1000000;

Tijd_OxyM = OxyconM(10:end,1);
O2_OxyM = OxyconM(10:end,4);
HF_OxyM = OxyconM(10:end,2);

TijdenBE = OxyconM(3:4,8);
TijdenOE = OxyconM(3:4,10);
TijdenMix = OxyconM(3:4,12);
TijdenLopen = OxyconM(3:4,14);

TijdenM = round(OxyconM(6:7,11)*1000000)/1000000;
TijdenM(1:2,2) = [find(Tijd_OxyM == TijdenM(1,1)) find(Tijd_OxyM ==
TijdenM(2,1))];

TijdenBE(1:2,2) = [find(Tijd_OxyM == TijdenBE(1,1)) find(Tijd_OxyM ==
TijdenBE(2,1))];
TijdenOE(1:2,2) = [find(Tijd_OxyM == TijdenOE(1,1)) find(Tijd_OxyM ==
TijdenOE(2,1))];
TijdenMix(1:2,2) = [find(Tijd_OxyM == TijdenMix(1,1)) find(Tijd_OxyM ==
TijdenMix(2,1))];
TijdenLopen(1:2,2) = [find(Tijd_OxyM == TijdenLopen(1,1)) find(Tijd_OxyM ==
TijdenLopen(2,1))];

Oxy_BE = O2_OxyM(TijdenBE(1,2):TijdenBE(2,2));
Oxy_OE = O2_OxyM(TijdenOE(1,2):TijdenOE(2,2));
Oxy_Mix = O2_OxyM(TijdenMix(1,2):TijdenMix(2,2));
Oxy_Lopen = O2_OxyM(TijdenLopen(1,2):TijdenLopen(2,2));

Tijd_OxyBE = Tijd_OxyM(TijdenBE(1,2):TijdenBE(2,2))-TijdenM(1,1)+5;
Tijd_OxyOE = Tijd_OxyM(TijdenOE(1,2):TijdenOE(2,2))-TijdenM(1,1)+5;
Tijd_OxyMix = Tijd_OxyM(TijdenMix(1,2):TijdenMix(2,2))-TijdenM(1,1)+5;
```

```

Tijd_OxyLopen = Tijd_OxyM(TijdenLopen(1,2):TijdenLopen(2,2))-
TijdenM(1,1)+5;

Duur_SpelBE = TijdenBE(2,1)-TijdenBE(1,1);
Duur_SpelOE = TijdenOE(2,1)-TijdenOE(1,1);
Duur_SpelMix = TijdenMix(2,1)-TijdenMix(1,1);
Duur_SpelLopen = TijdenLopen(2,1)-TijdenLopen(1,1);

table(Duur_SpelBE, Duur_SpelOE, Duur_SpelMix, Duur_SpelLopen)

%% Berekenen van MET-waarden

TijdenR3_9(1:2,1) = [TijdenR(1,1)+3 TijdenR(2,1)-1];
TijdenR3_9(1:2,2) = [find(Tijd_OxyR == TijdenR3_9(1,1)) find(Tijd_OxyR ==
TijdenR3_9(2,1))];

O2_OxyR3_9 = O2_OxyR(TijdenR3_9(1,2):TijdenR3_9(2,2));
O2_OxyR = O2_OxyR(TijdenR(1,2):TijdenR(2,2));
HF_OxyR = HF_OxyR(TijdenR(1,2):TijdenR(2,2));

Tijd_OxyR = Tijd_OxyR(TijdenR(1,2):TijdenR(2,2))-TijdenR(1,1);

RustMET= mean(O2_OxyR);
RustMET3_9 = mean(O2_OxyR3_9);

MET_BE = Oxy_BE/RustMET3_9;
MET_OE = Oxy_OE/RustMET3_9;
MET_Mix = Oxy_Mix/RustMET3_9;
MET_Lopen = Oxy_Lopen/RustMET3_9;

METBE = mean(MET_BE);
METOE = mean(MET_OE);
METMix = mean(MET_Mix);
METLopen = mean(MET_Lopen);

%% Data van Polar inlezen

Polar = xlsread(data,'Polar');

HF_Pol = round(Polar(2:end,1)*1000000)/1000000;

N = length(HF_Pol);
dt = 1/60;
k = 0:N-1;
Polar(2:end,5)=(k*dt)';

Tijd_Pol = Polar(2:end,5);

SynchR = Polar(1,4);
SynchM = Polar(2,4);

Tijd_PolR = round((Tijd_Pol - SynchR)*1000000)/1000000;
Tijd_PolM = round((Tijd_Pol - SynchM)*1000000)/1000000;

TijdenM(3,1) = round((TijdenM(1,1)-5)*1000000)/1000000;

TijdenR(1:2,3) = [find(Tijd_PolR == TijdenR(1,1)) find(Tijd_PolR ==
TijdenR(2,1))];

```



```

TijdenM(1:3,3) = [find(Tijd_PolM == TijdenM(1,1)) find(Tijd_PolM ==
TijdenM(2,1)) find(Tijd_PolM == TijdenM(3,1))];

TijdenBE(1:2,3) = [find(Tijd_PolM == TijdenBE(1,1)) find(Tijd_PolM ==
TijdenBE(2,1))];
TijdenOE(1:2,3) = [find(Tijd_PolM == TijdenOE(1,1)) find(Tijd_PolM ==
TijdenOE(2,1))];
TijdenMix(1:2,3) = [find(Tijd_PolM == TijdenMix(1,1)) find(Tijd_PolM ==
TijdenMix(2,1))];
TijdenLopen(1:2,3) = [find(Tijd_PolM == TijdenLopen(1,1)) find(Tijd_PolM ==
TijdenLopen(2,1))];

Tijd_PolBE = Tijd_PolM(TijdenBE(1,3):TijdenBE(2,3))-TijdenM(3,1);
Tijd_PolOE = Tijd_PolM(TijdenOE(1,3):TijdenOE(2,3))-TijdenM(3,1);
Tijd_PolMix = Tijd_PolM(TijdenMix(1,3):TijdenMix(2,3))-TijdenM(3,1);
Tijd_PolLopen = Tijd_PolM(TijdenLopen(1,3):TijdenLopen(2,3))-TijdenM(3,1);

%% Berekenen van rustharts slag

HF_PolR = HF_Pol(TijdenR(1,3):TijdenR(2,3));
HF_PolM = HF_Pol(TijdenM(3,3):TijdenM(2,3));

HF_BE = HF_Pol((TijdenBE(1,3):TijdenBE(2,3)));
HF_OE = HF_Pol((TijdenOE(1,3):TijdenOE(2,3)));
HF_Mix = HF_Pol((TijdenMix(1,3):TijdenMix(2,3)));
HF_Lopen = HF_Pol((TijdenLopen(1,3):TijdenLopen(2,3)));

TijdenR3_9(1:2,3) = [find(Tijd_PolR == TijdenR3_9(1,1)) find(Tijd_PolR ==
TijdenR3_9(2,1))];

HF_PolR3_9 = HF_Pol(TijdenR3_9(1,3):TijdenR3_9(2,3));

RustHF3_9 = mean(HF_PolR3_9);

HFBE = mean(HF_BE);
HFOE = mean(HF_OE);
HFMix = mean(HF_Mix);
HFLopen = mean(HF_Lopen);

table(RustHF3_9, RustMET3_9, METBE, METOE, METMix, METLopen)

Tijd_PolR = Tijd_PolR(TijdenR(1,3):TijdenR(2,3))-TijdenR(1,1);
Tijd_PolM = Tijd_PolM(TijdenM(3,3):TijdenM(2,3))-TijdenM(3,1);

%% Grafieken van rustmeting

figure (1)

subplot(2,1,1)
plot (Tijd_OxyR,O2_OxyR)
axis([0 10 0 12])
title(['Zuurstofverbruik rustmeting proefpersoon ',num2str(ProefNr)])
xlabel('Tijd [min]')
ylabel('Zuurstofverbruik [ml/min/kg]')

subplot(2,1,2)
plot (Tijd_PolR, HF_PolR)
axis([0 10 50 90])
title(['Harts slag rustmeting proefpersoon ',num2str(ProefNr)])

```

```

xlabel('Tijd [min]')
ylabel('Hartfrequentie [1/min]')

%% Grafieken van de meting van activiteiten

figure (2)

subplot(2,1,1)
plot (Tijd_OxyBE, Oxy_BE,'b', Tijd_OxyOE, Oxy_OE,'r',Tijd_OxyMix,
Oxy_Mix,'g', Tijd_OxyLopen, Oxy_Lopen,'m')
axis([0 70 0 35])
title(['Zuurstofverbruik metingen proefpersoon ',num2str(ProefNr)])
xlabel('Tijd [min]')
ylabel('Zuurstofverbruik [ml/min/kg]')
legend('Spel BE', 'Spel OE', 'Spel Mix', 'Stevig wandelen')

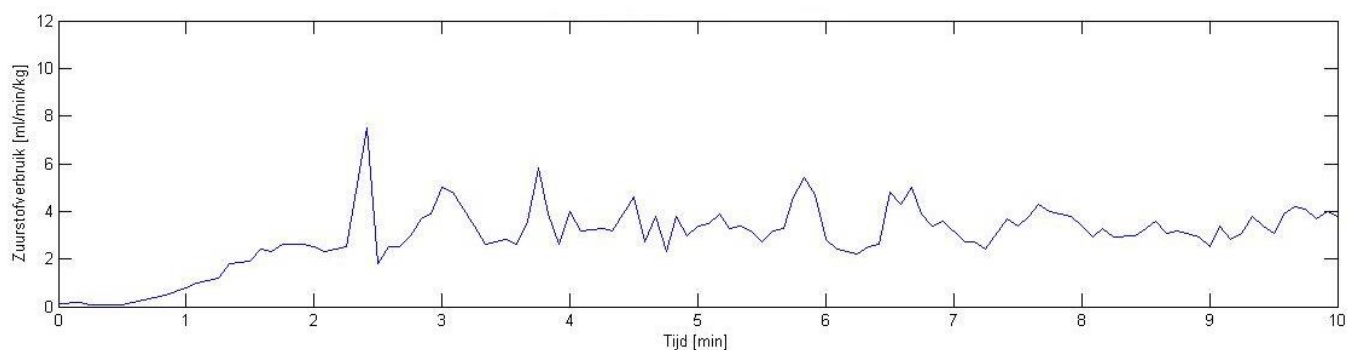
subplot(2,1,2)
plot (Tijd_PolM,HF_PolM,'k',Tijd_PolBE, HF_BE,'b', Tijd_PolOE, HF_OE,'r',
Tijd_PolMix, HF_Mix,'g',Tijd_PolLopen, HF_Lopen,'m')
axis([0 70 40 150])
title(['Hartslag metingen proefpersoon ' num2str(ProefNr)])
xlabel('Tijd [min]')
ylabel('Hartfrequentie [1/min]')
legend('Herstelperiode','Spel BE','Spel OE','Spel Mix','Stevig wandelen')

```

Bijlage 6: Grafieken rust- en activiteitenmeting

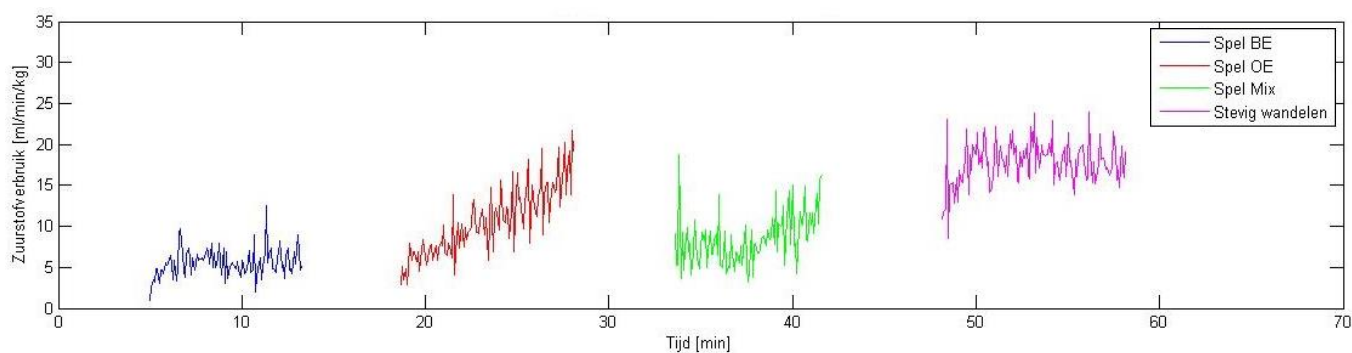
Proefpersoon 1

Rustmeting



Figuur 9: Rustmeting proefpersoon 1. Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende 10 minuten rust. Wegens een technisch defect is bij proefpersoon 1 de hartfrequentie tijdens de rustmeting niet gemeten.

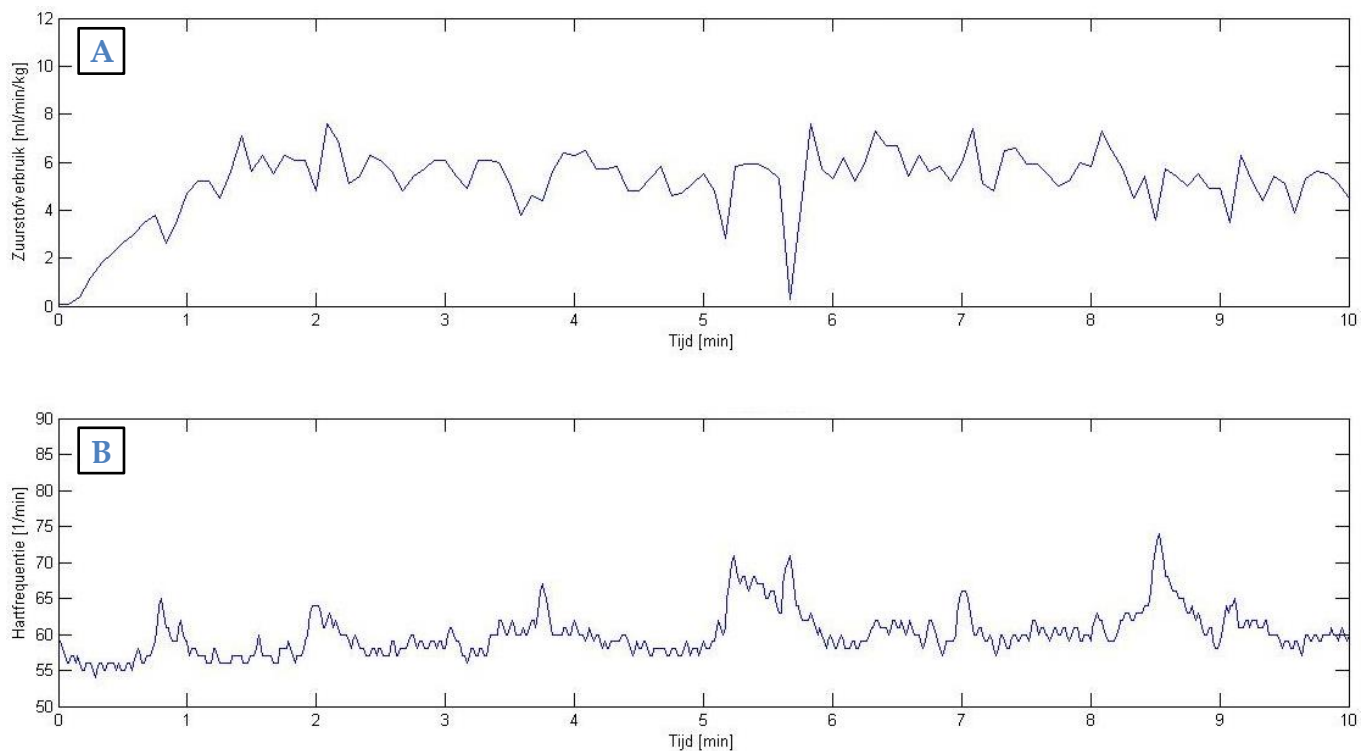
Meting activiteiten



Figuur 10: Meting van de activiteiten bij proefpersoon 1. Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende de activiteiten. Blauw = spel BE, rood = spel OE, groen = spel Mix en paars = stevig wandelen. Wegens een technisch defect is bij proefpersoon 1 de hartfrequentie gedurende de activiteiten en herstelperiodes niet gemeten.

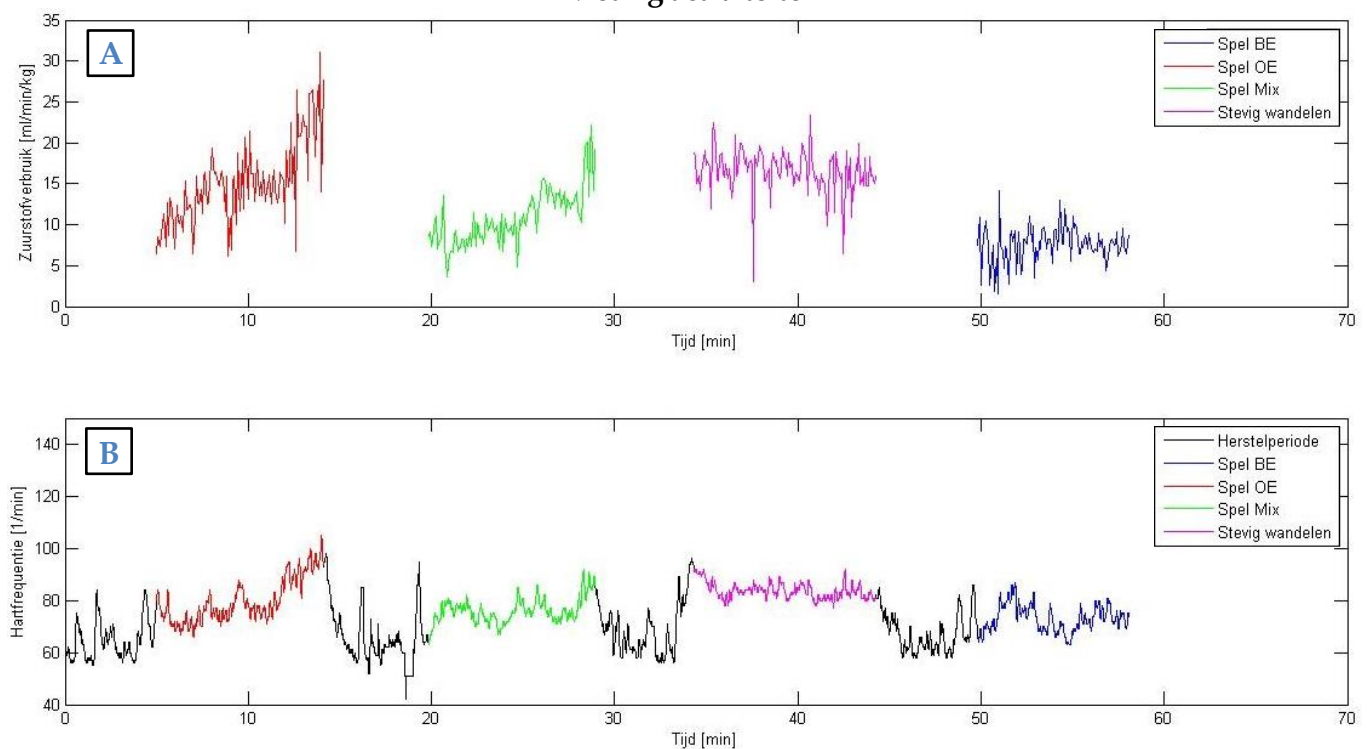
Proefpersoon 2

Rustmeting



Figuur 11: Rustmeting proefpersoon 2. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende 10 minuten rust. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende 10 minuten rust.

Meting activiteiten

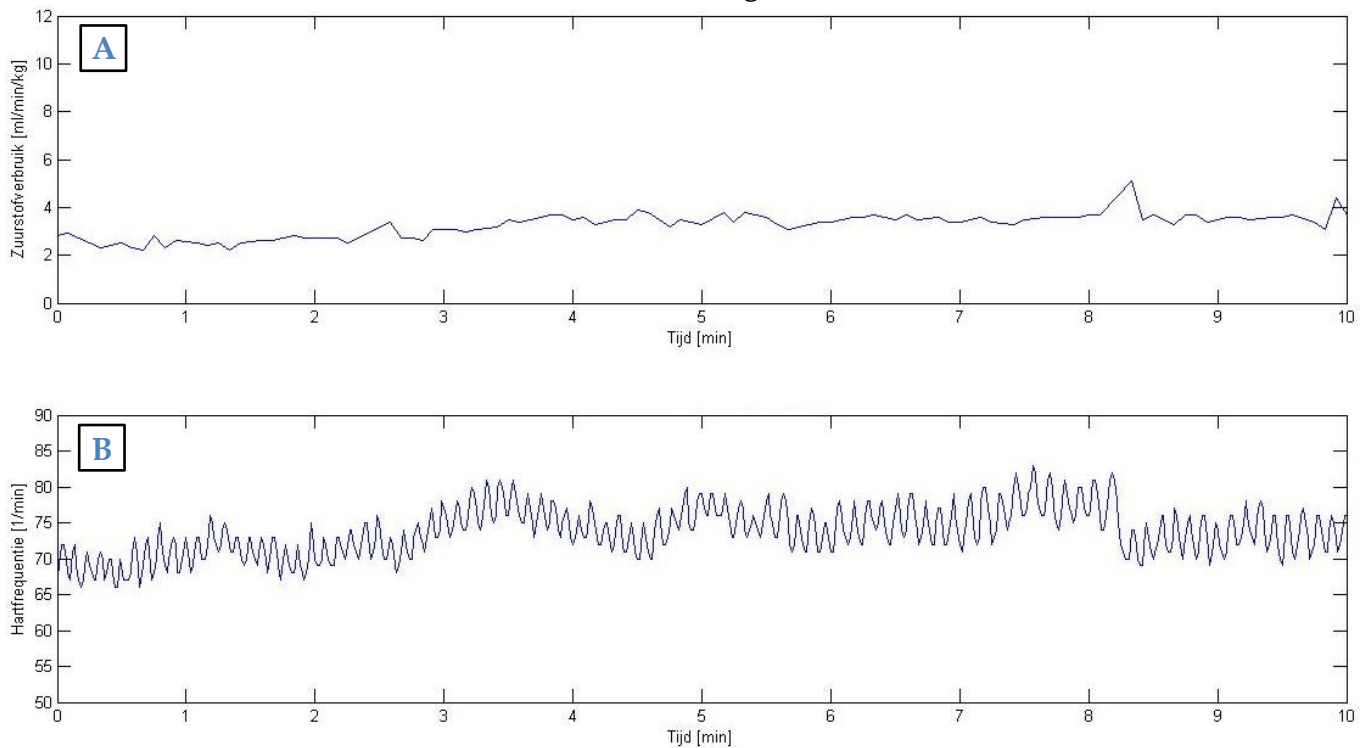


Figuur 12: Meting van de activiteiten bij proefpersoon 2. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende de activiteiten. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende de activiteiten en herstelperiodes.

Rood = spel OE, groen = spel Mix, paars = stevig wandelen, blauw = spel BE en zwart = herstelperiode.

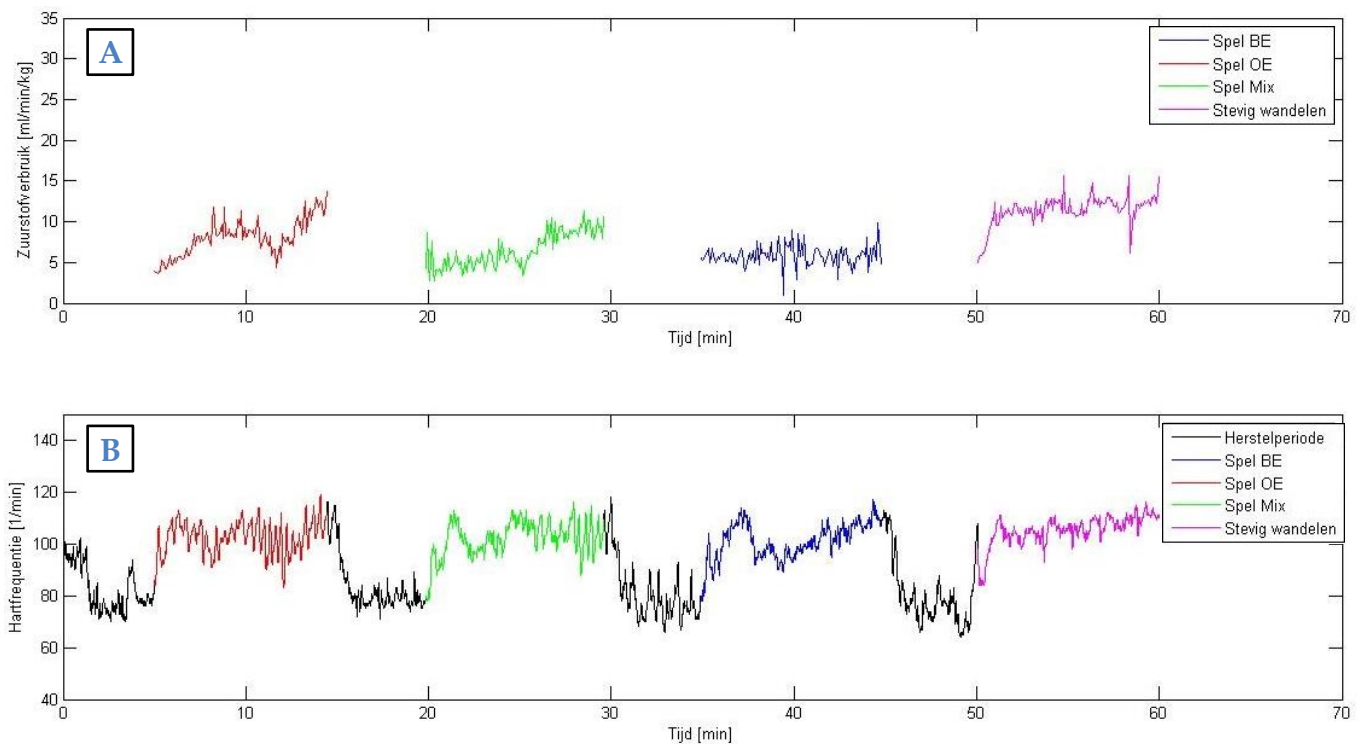
Proefpersoon 3

Rustmeting



Figuur 13: Rustmeting proefpersoon 3. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende 10 minuten rust. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende 10 minuten rust.

Meting activiteiten

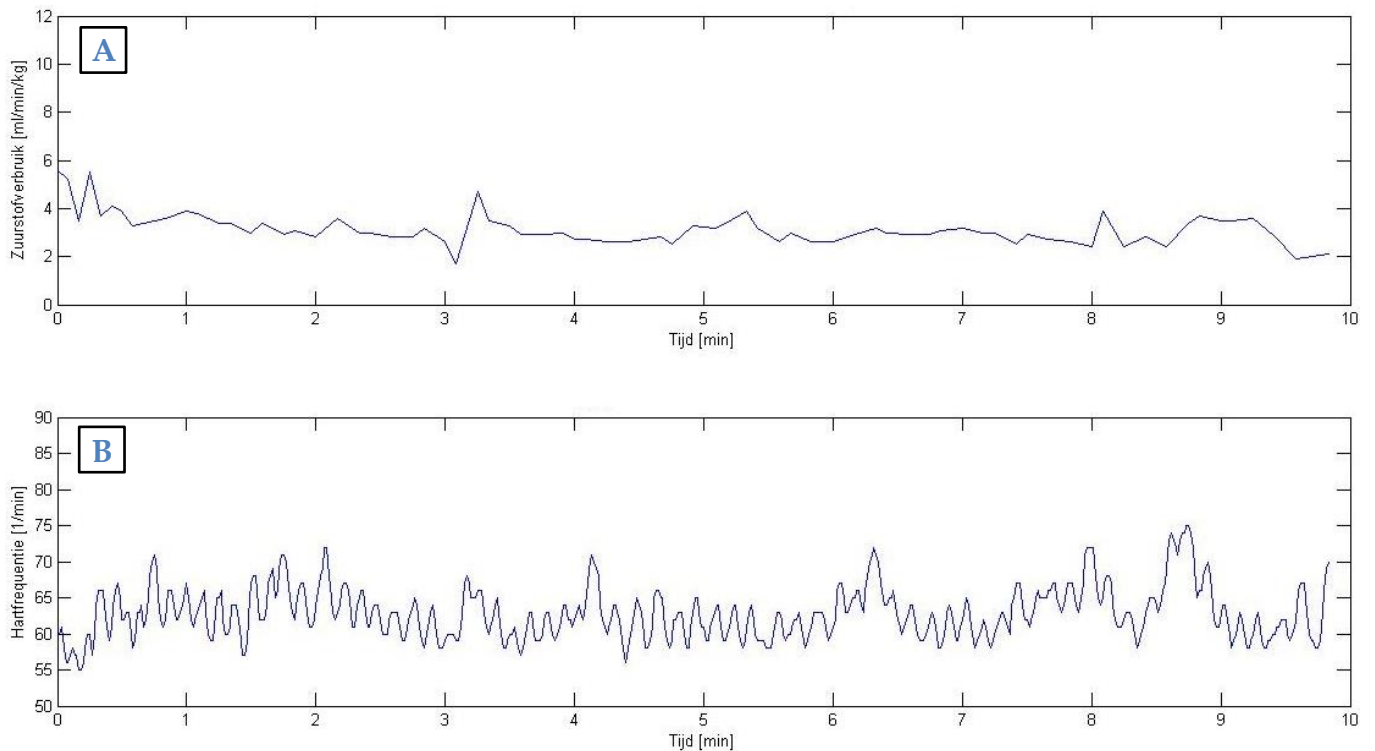


Figuur 14: Meting van de activiteiten bij proefpersoon 3. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende de activiteiten. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende de activiteiten en herstelperiodes.

Rood = spel OE, groen = spel Mix, blauw = spel BE, paars = stevig wandelen en zwart = herstelperiode.

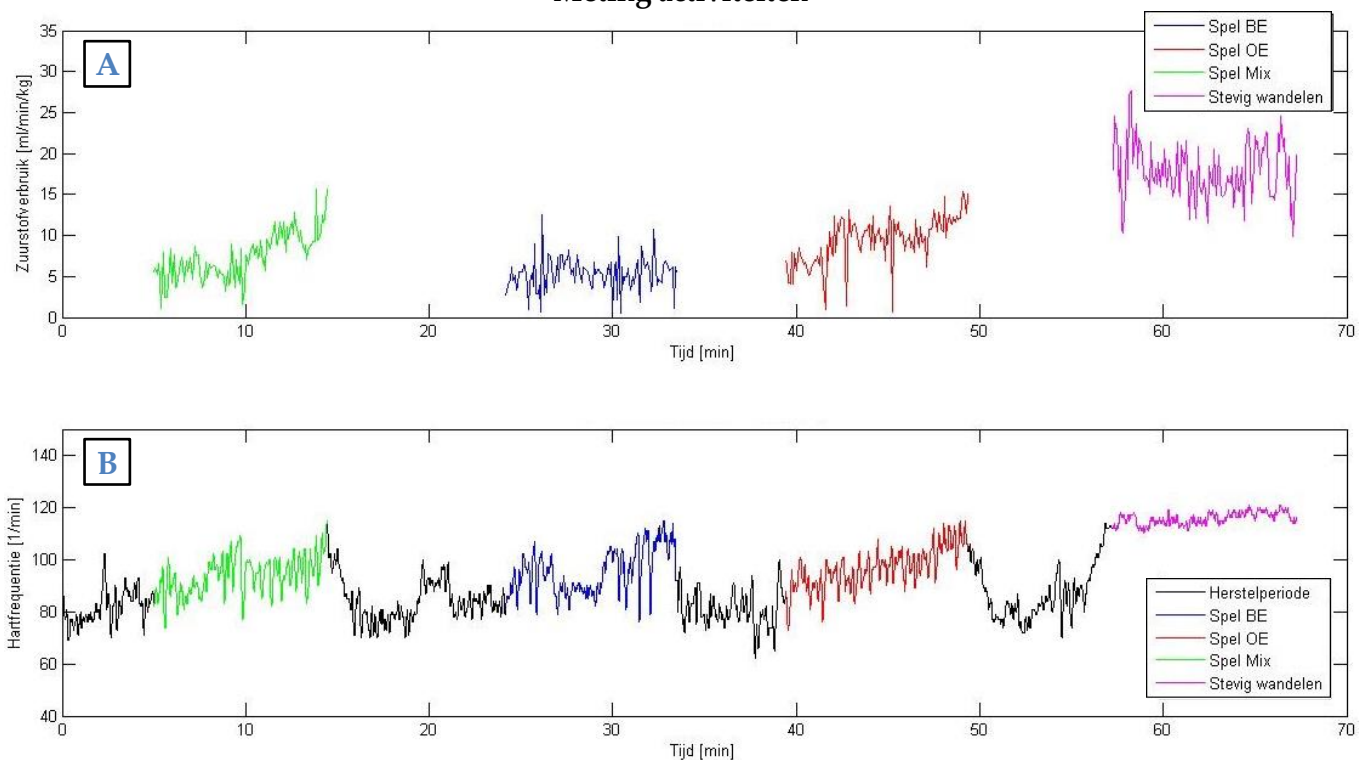
Proefpersoon 4

Rustmeting



Figuur 15: Rustmeting proefpersoon 4. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende 10 minuten rust. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende 10 minuten rust.

Meting activiteiten

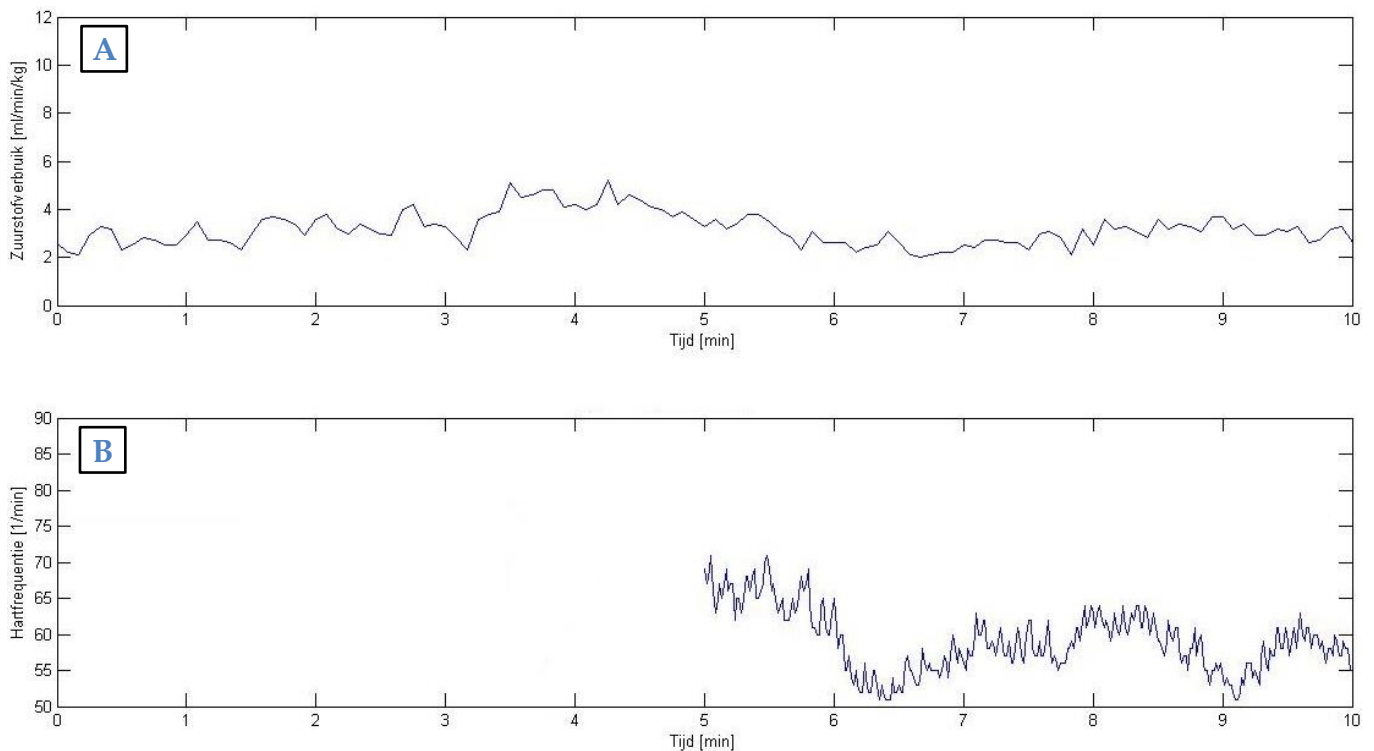


Figuur 16: Meting van de activiteiten bij proefpersoon 4. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende de activiteiten. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende de activiteiten en herstelperiodes.

Groen = spel Mix, blauw = spel BE, rood = spel OE, paars = stevig wandelen en zwart = herstelperiode.

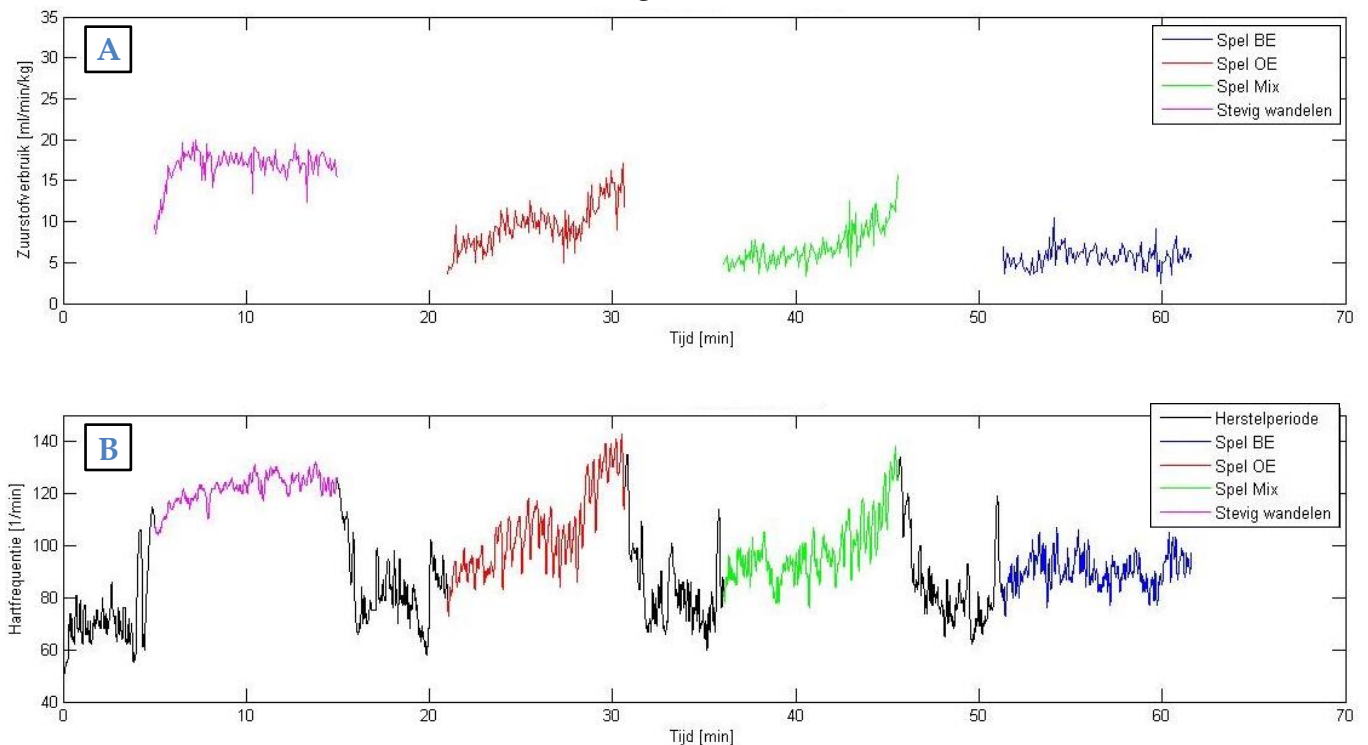
Proefpersoon 5

Rustmeting



Figuur 18: Rustmeting proefpersoon 5. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende 10 minuten rust. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende 10 minuten rust. Wegens een technisch defect is bij proefpersoon 5 de hartfrequentie tijdens de eerste 5 minuten van de rustmeting niet gemeten.

Meting activiteiten

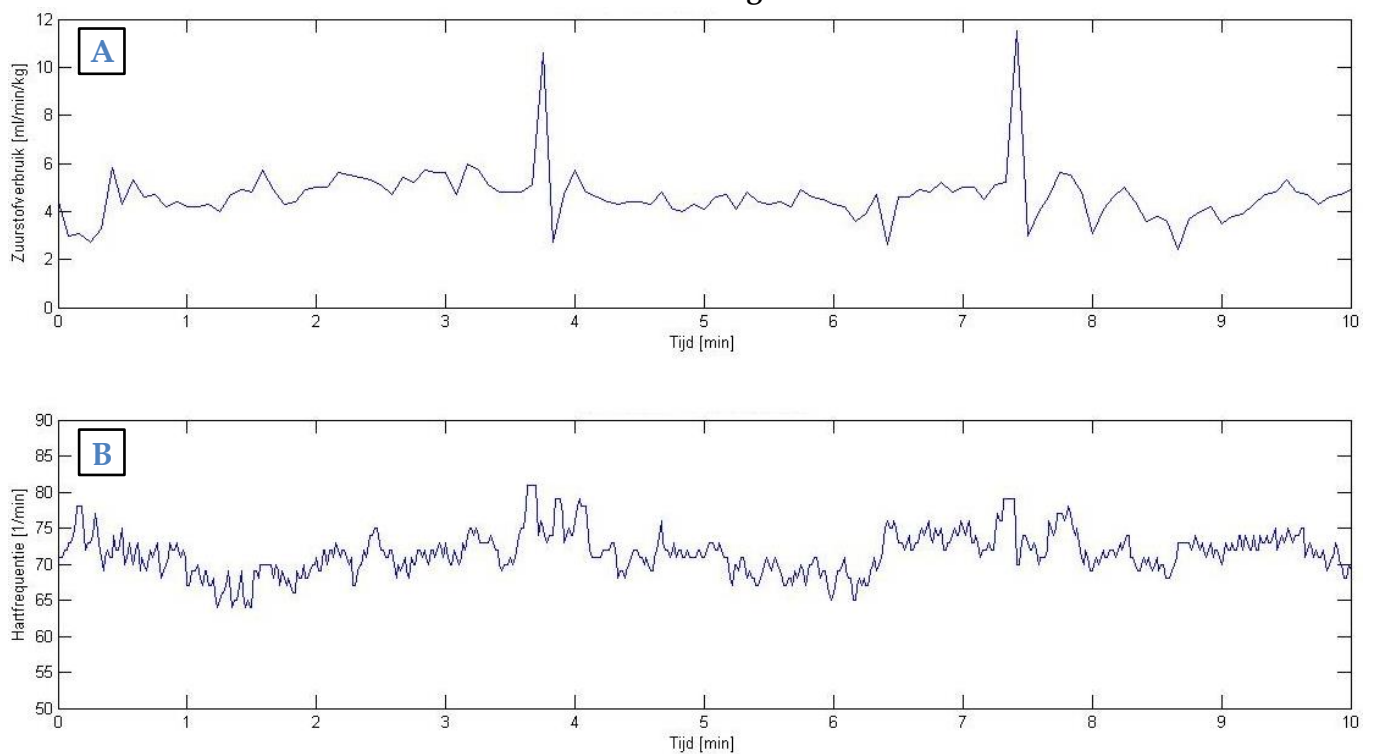


Figuur 17: Meting van de activiteiten bij proefpersoon 5. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende de activiteiten. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende de activiteiten en herstelperiodes.

Paars = stevig wandelen, rood = spel OE, groen = spel Mix, blauw = spel BE en zwart = herstelperiode.

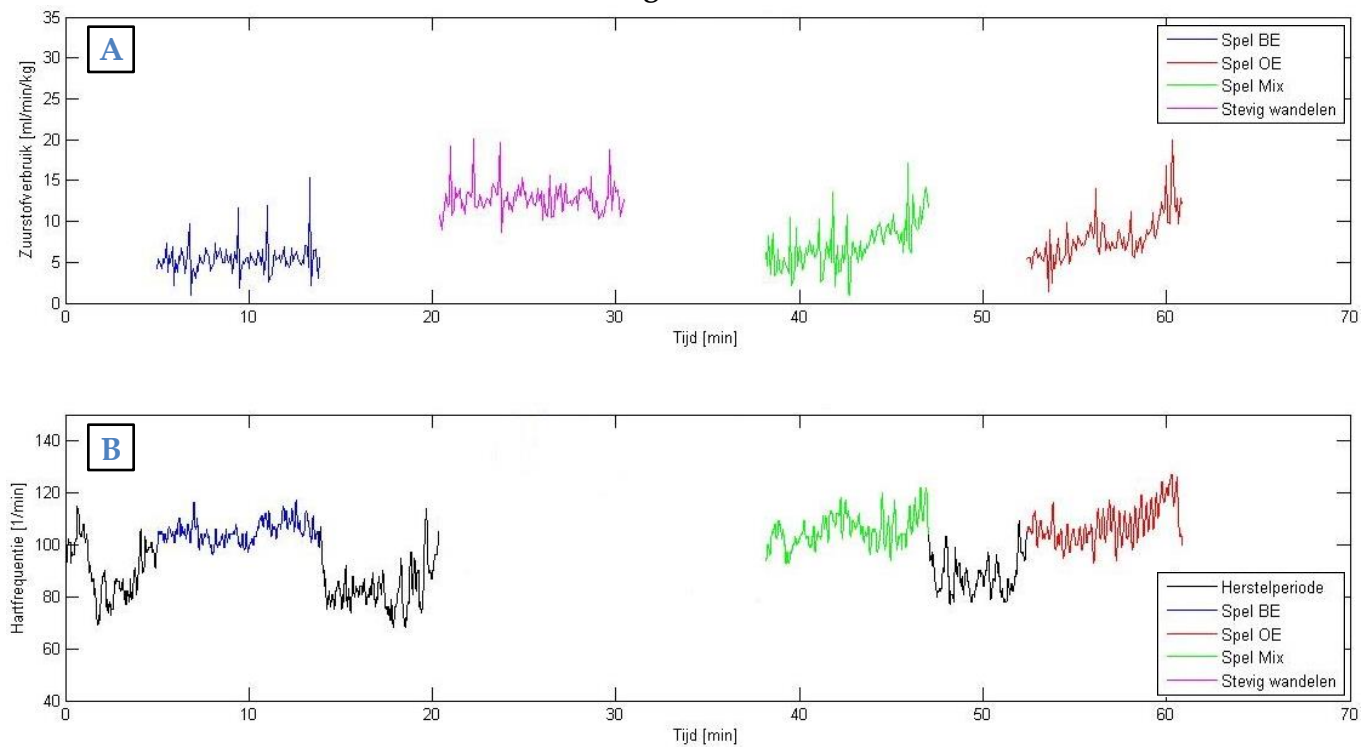
Proefpersoon 6

Rustmeting



Figuur 19: Rustmeting proefpersoon 6. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende 10 minuten rust. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende 10 minuten rust.

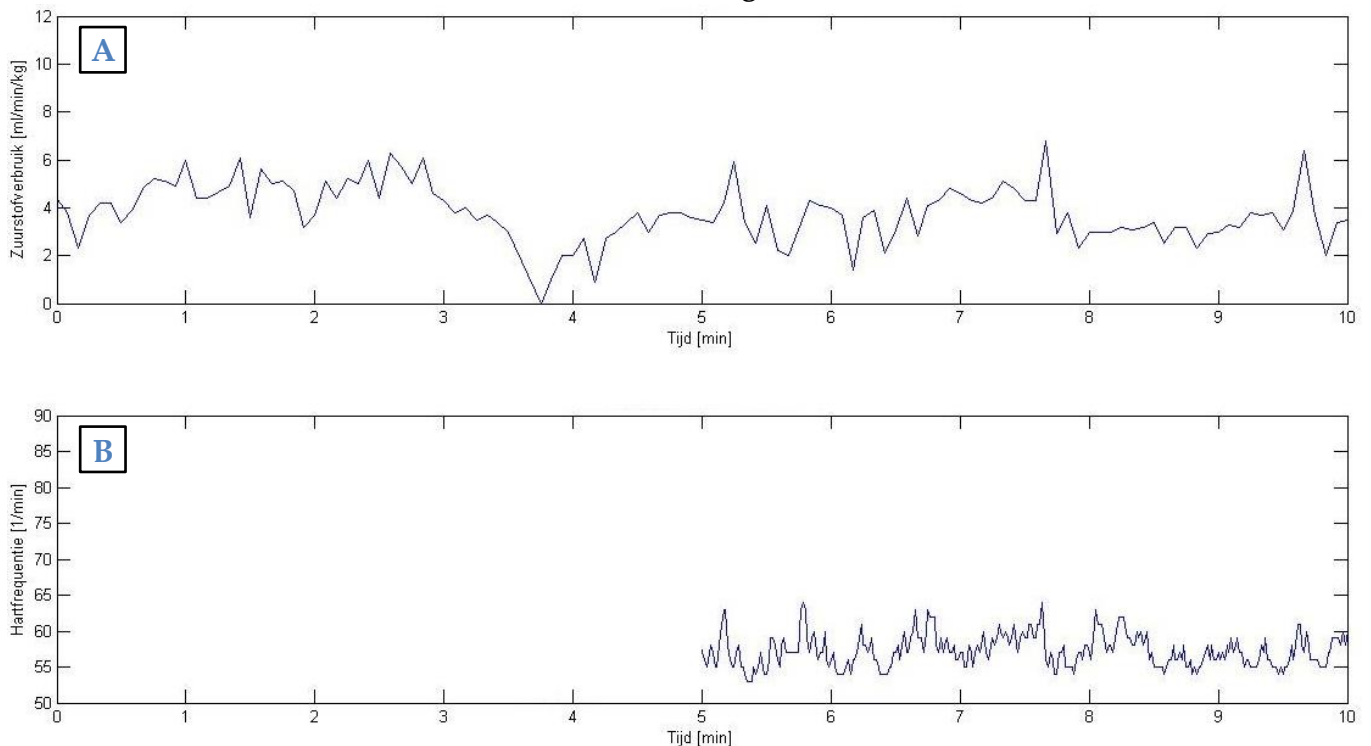
Meting activiteiten



Figuur 20: Meting van de activiteiten bij proefpersoon 6. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende de activiteiten. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende de activiteiten en herstelperiodes. Wegens een technisch defect is bij proefpersoon 6 de hartfrequentie tijdens stevig wandelen en de hierop volgende herstelperiode niet gemeten. Blauw = spel BE, paars = stevig wandelen, groen = spel Mix, rood = spel OE en zwart = herstelperiode.

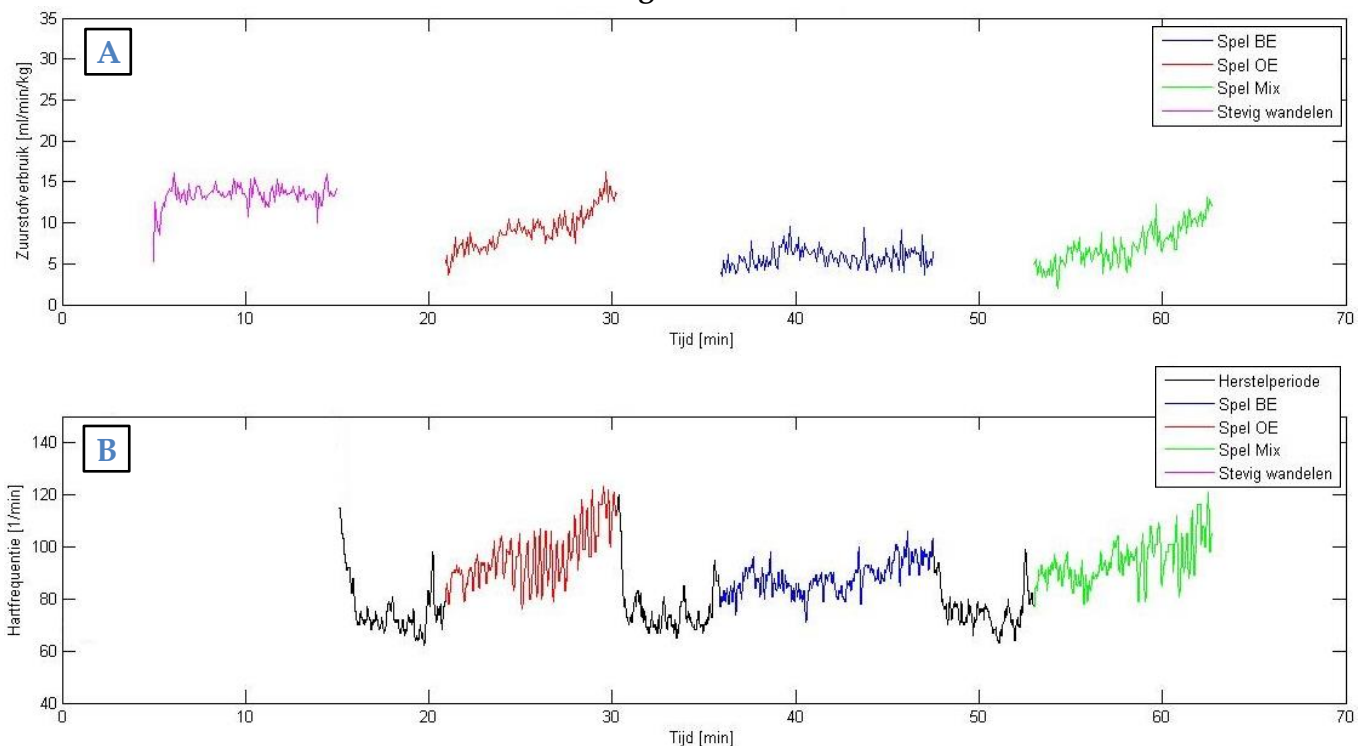
Proefpersoon 7

Rustmeting



Figuur 21: Rustmeting proefpersoon 7. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende 10 minuten rust. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende 10 minuten rust. Wegens een technisch defect is bij proefpersoon 7 de hartfrequentie tijdens de eerste 5 minuten van de rustmeting niet gemeten.

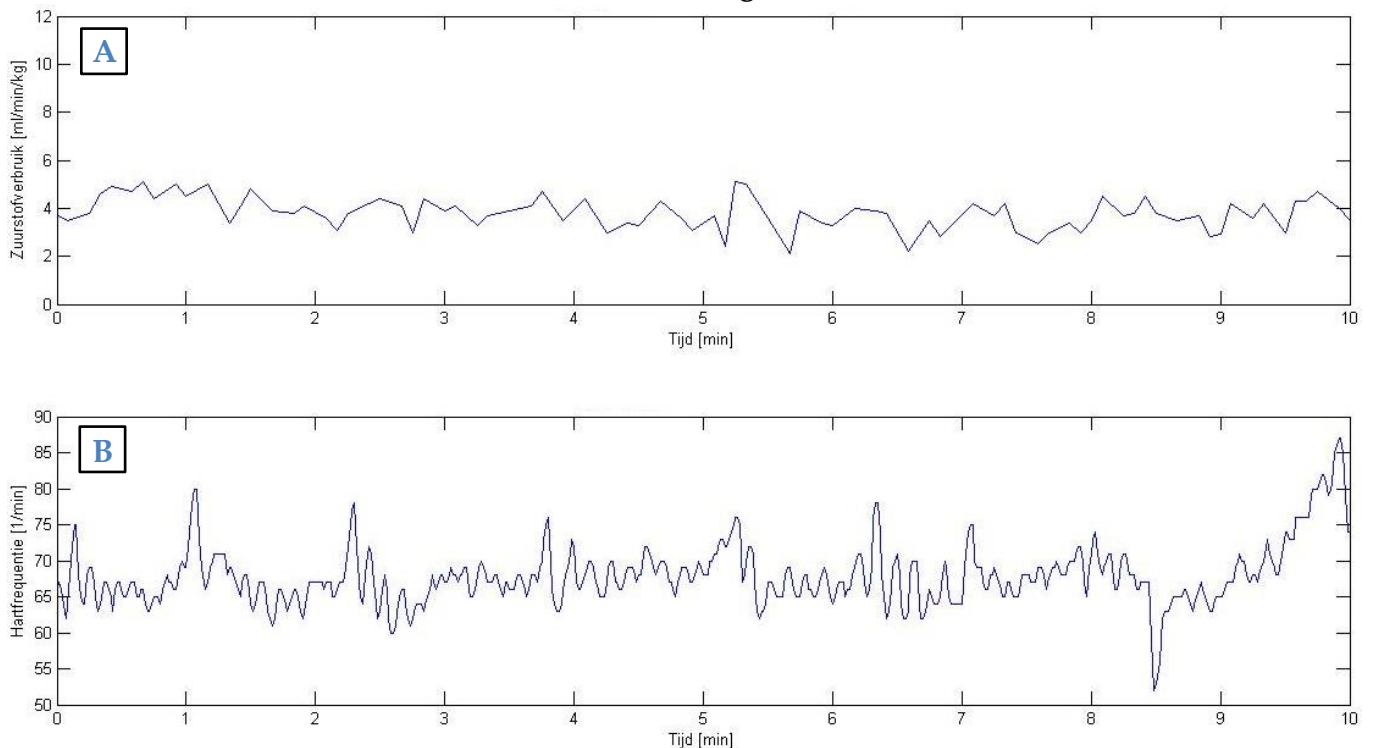
Meting activiteiten



Figuur 22: Meting van de activiteiten bij proefpersoon 7. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende de activiteiten. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende de activiteiten en herstelperiodes. Wegens een technisch defect is bij proefpersoon 7 de hartfrequentie tijdens stevig wandelen en de voorafgaande herstelperiode niet gemeten. Paars = stevig wandelen, rood = spel OE, blauw = spel BE, groen = spel Mix en zwart = herstelperiode.

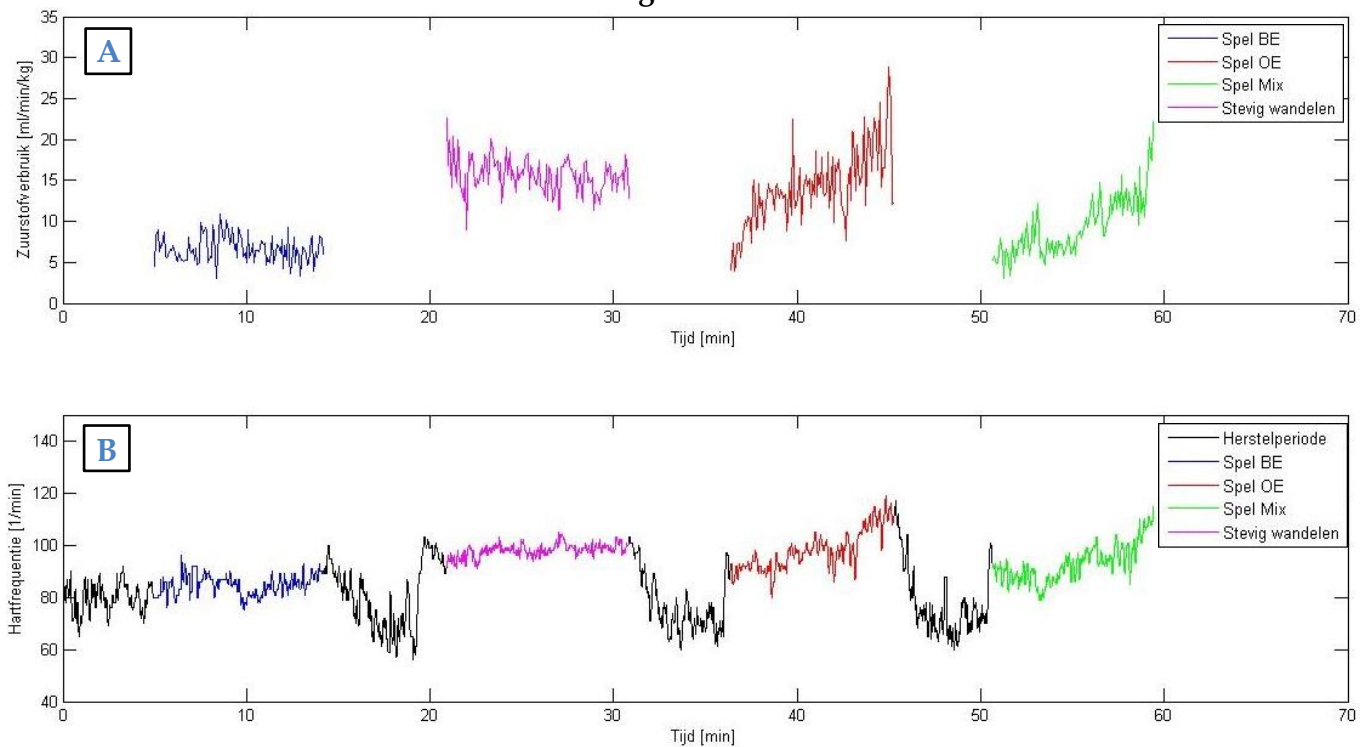
Proefpersoon 8

Rustmeting



Figuur 23: Rustmeting proefpersoon 8. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende 10 minuten rust. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende 10 minuten rust.

Meting activiteiten

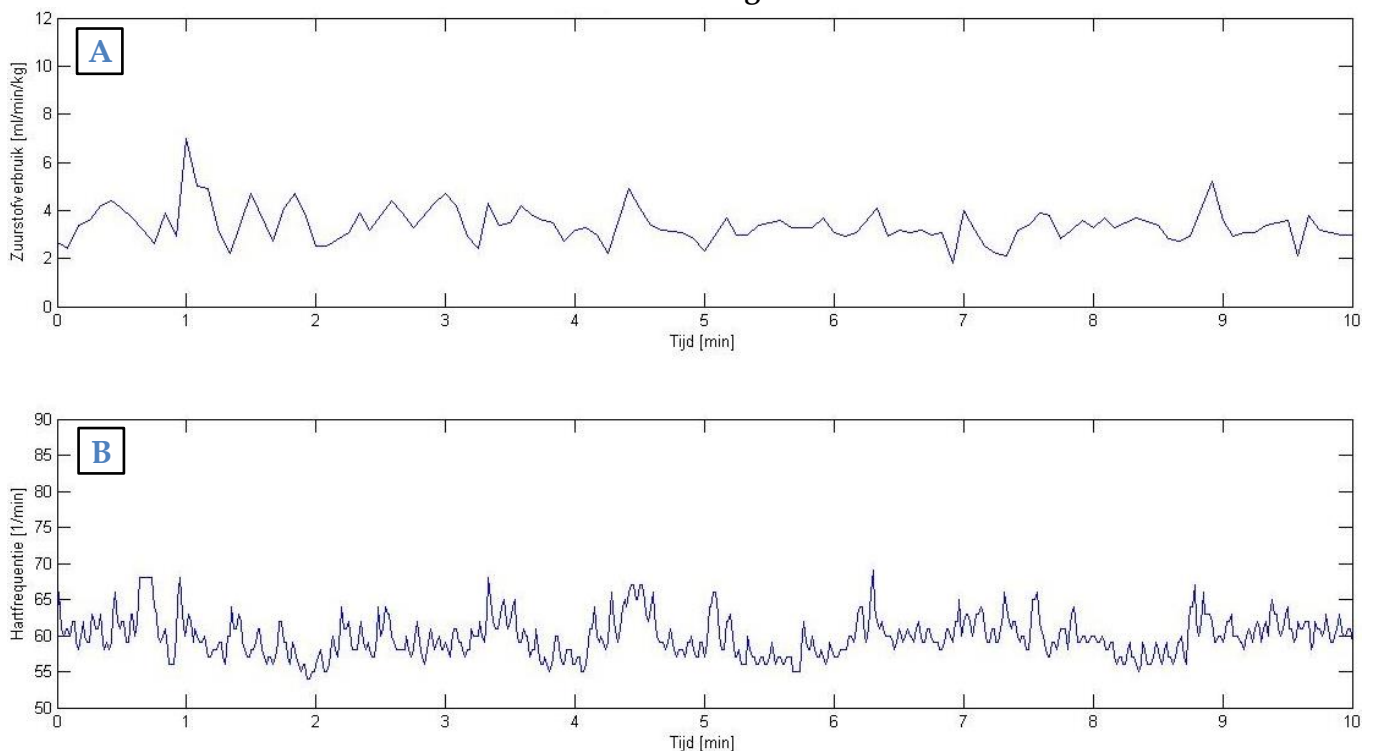


Figuur 24: Meting van de activiteiten bij proefpersoon 8. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende de activiteiten. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende de activiteiten en herstelperiodes.

Blauw = spel BE, paars = stevig wandelen, rood = spel OE, groen = spel Mix, en zwart = herstelperiode.

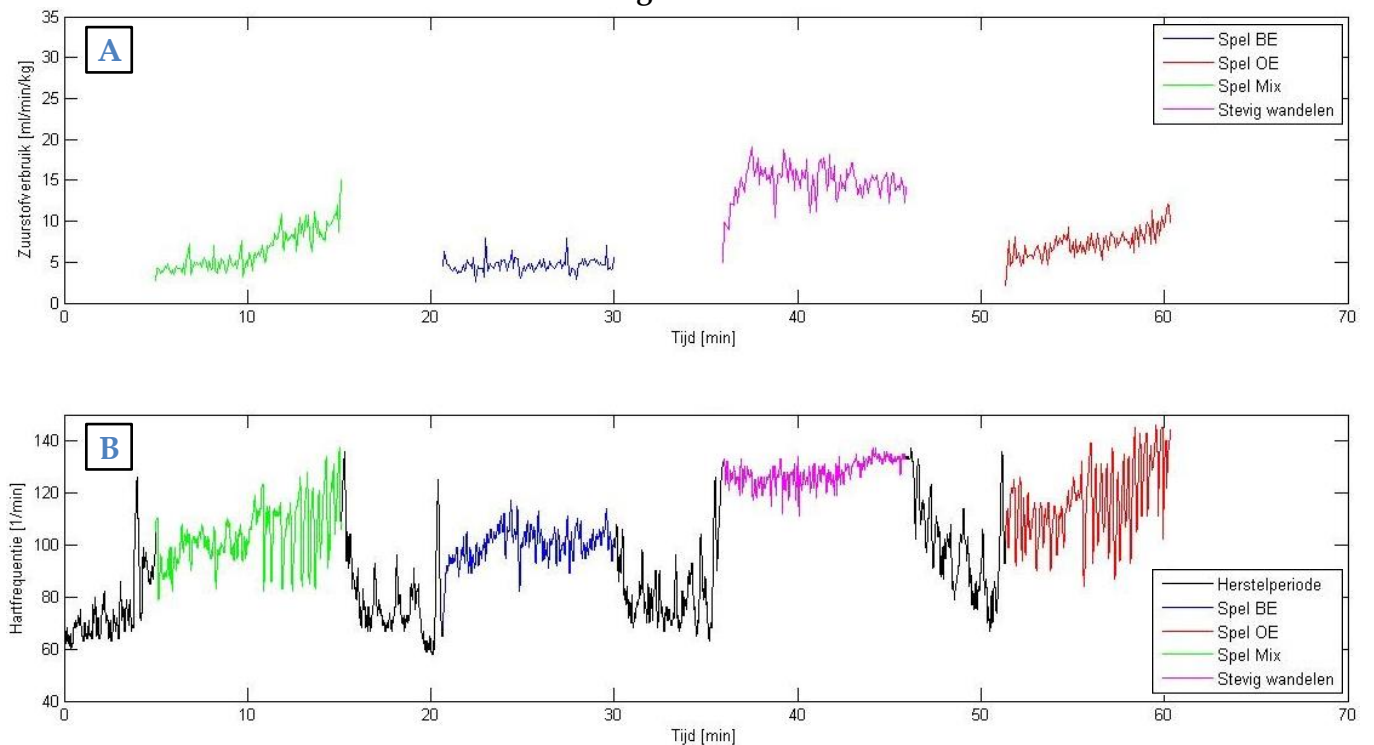
Proefpersoon 9

Rustmeting



Figuur 25: Rustmeting proefpersoon 9. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende 10 minuten rust. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende 10 minuten rust.

Meting activiteiten

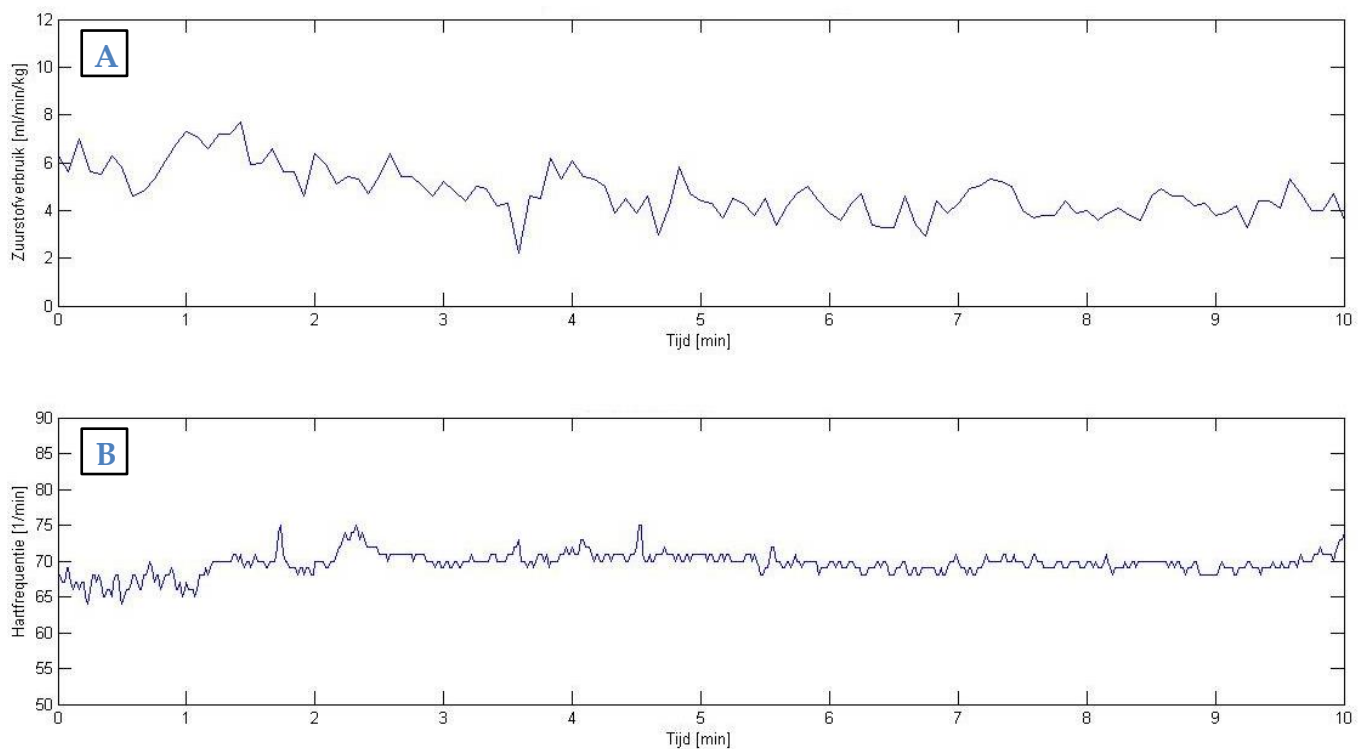


Figuur 26: Meting van de activiteiten bij proefpersoon 9. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende de activiteiten. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende de activiteiten en herstelperiodes.

Groen = spel Mix, blauw = spel BE, paars = stevig wandelen, rood = spel OE en zwart = herstelperiode.

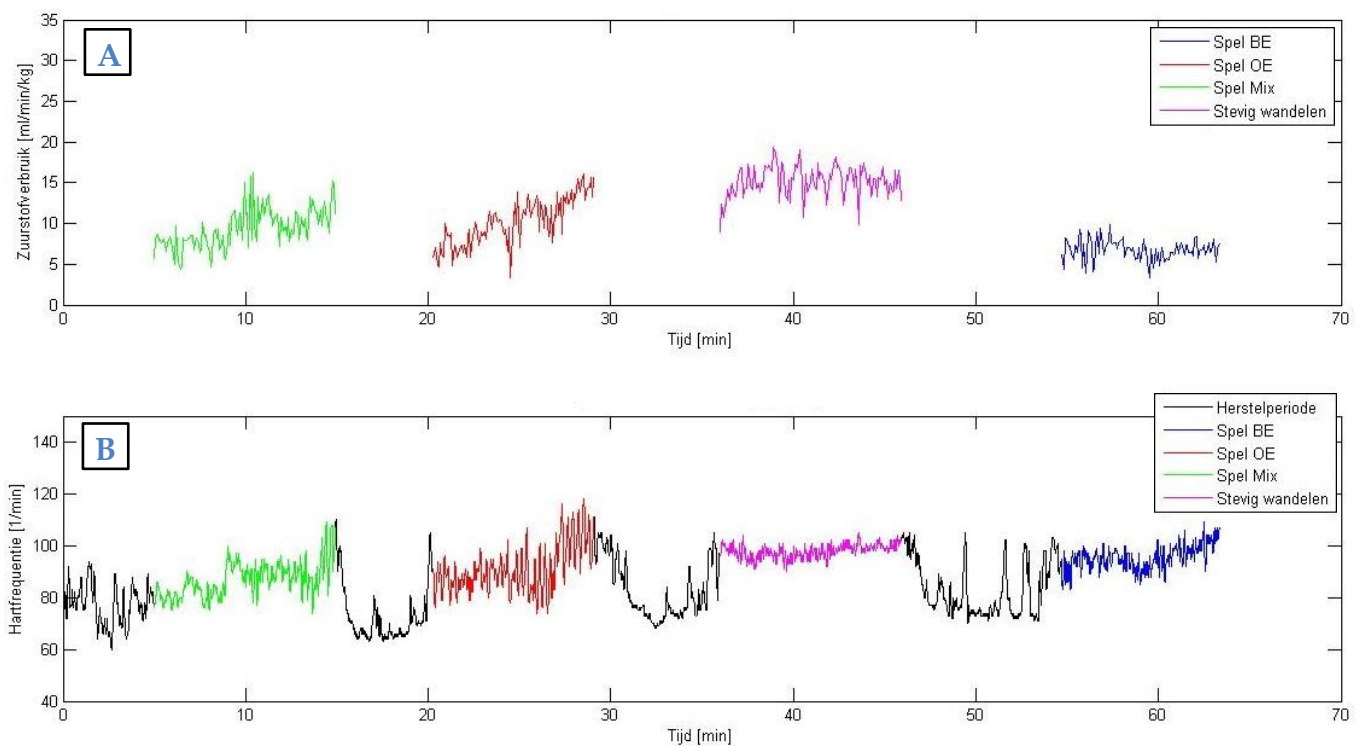
Proefpersoon 10

Rustmeting



Figuur 27: Rustmeting proefpersoon 10. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende 10 minuten rust. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende 10 minuten rust.

Meting activiteiten



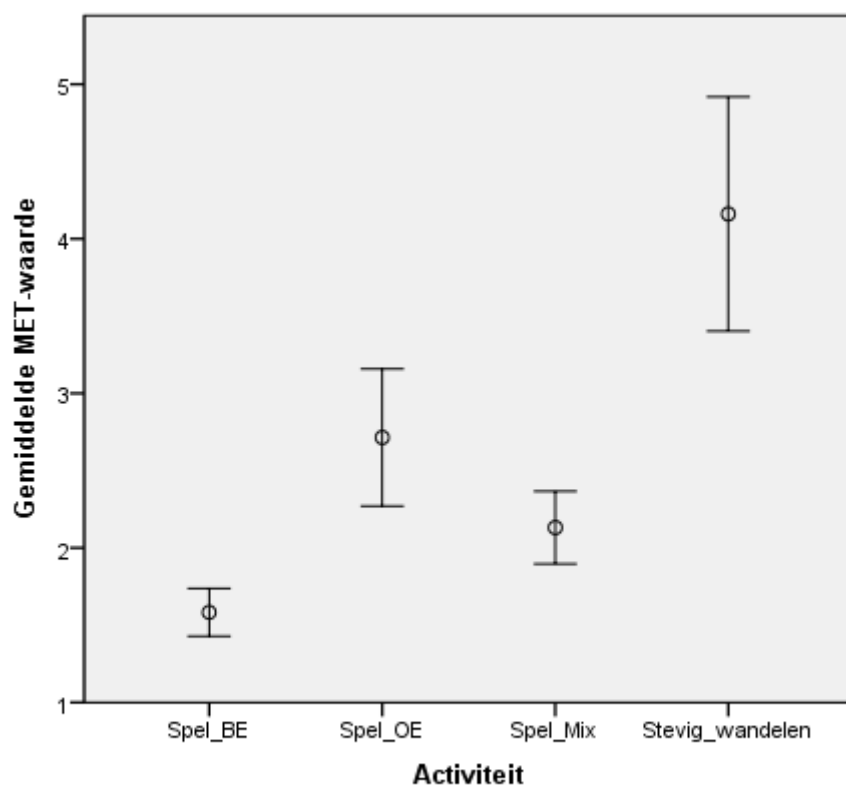
Figuur 28: Meting van de activiteiten bij proefpersoon 10. A: Het zuurstofverbruik (ml/min/kg) gedurende de activiteiten. B: De hartfrequentie (slagen/min) gedurende de activiteiten en herstelperiodes. Groen = spel Mix, rood = spel OE, paars = stevig wandelen, blauw = spel BE en zwart = herstelperiode.

Bijlage 7: Activiteitenduur per proefpersoon

Proef- persoon	Activiteitenduur (min)			
	Spel BE	Spel OE	Spel Mix	Stevig wandelen
1	8,25	9,42	8,00	10,00
2	8,25	9,08	9,08	9,92
3	9,83	9,42	9,75	9,92
4	9,33	9,92	9,42	10,00
5	10,25	9,67	9,50	10,00
6	8,83	8,42	8,83	10,00
7	11,58	9,33	9,67	10,00
8	9,17	8,83	8,75	9,92
9	9,33	9,00	10,08	10,00
10	8,67	8,83	9,92	9,92
Gem (SD)	9,35 (1,01)	9,19 (0,44)	9,30 (0,63)	9,96 (0,04)

Tabel 10: De activiteitenduur per proefpersoon van de verschillende activiteiten in minuten.

Bijlage 8: SPSS-resultaten MET-waarde



Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Spel_BE	1,58	,215	10
Spel_OE	2,71	,621	10
Spel_Mix	2,13	,329	10
Stevig_wandelen	4,16	1,060	10

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Spel_BE	,163	10	,200*	,947	10	,630
Spel_OE	,120	10	,200*	,972	10	,905
Spel_Mix	,153	10	,200*	,963	10	,825
Stevig_wandelen	,128	10	,200*	,960	10	,783

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Repeated Measures ANOVA

Mauchly's Test of Sphericity^a

Measure: MEASURE_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^b		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
Activiteit	,051	22,997	5	,000	,471	,534	,333

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. Design: Intercept

Within Subjects Design: Activiteit

b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Activiteit	Sphericity Assumed	36,941	3	12,314	54,551	,000
	Greenhouse-Geisser	36,941	1,414	26,122	54,551	,000
	Huynh-Feldt	36,941	1,601	23,079	54,551	,000
	Lower-bound	36,941	1,000	36,941	54,551	,000
Error(Activiteit)	Sphericity Assumed	6,095	27	,226		
	Greenhouse-Geisser	6,095	12,728	,479		
	Huynh-Feldt	6,095	14,405	,423		
	Lower-bound	6,095	9,000	,677		

Post hoc test: paarsgewijze vergelijkingen met Bonferroni correctie

Transformation Coefficients (M Matrix)

Measure: MEASURE_1

Dependent Variable	Activiteit			
	1	2	3	4
Spel_BE	1	0	0	0
Spel_OE	0	1	0	0
Spel_Mix	0	0	1	0
Stevig_wandelen	0	0	0	1

Estimates

Measure: MEASURE_1

Activiteit	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	1,583	,068	1,429	1,737
2	2,714	,196	2,270	3,159
3	2,131	,104	1,896	2,367
4	4,161	,335	3,403	4,919

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

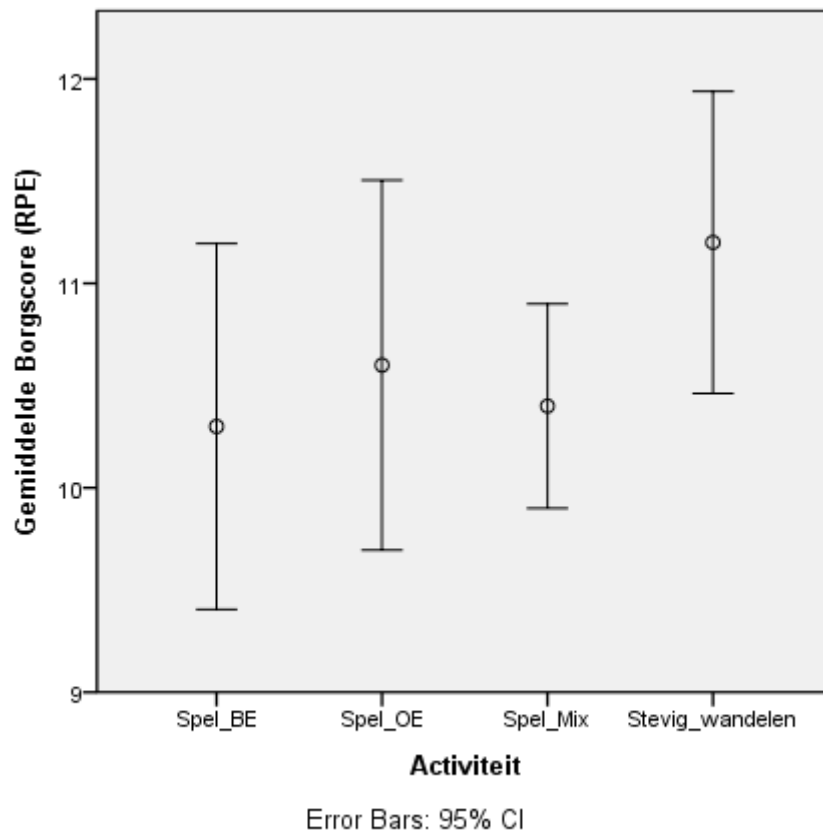
(I) Activiteit	(J) Activiteit	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-1,132 [*]	,147	,000	-1,627	-,636
	3	-,548 [*]	,062	,000	-,758	-,339
	4	-2,578 [*]	,297	,000	-3,577	-1,578
2	1	1,132 [*]	,147	,000	,636	1,627
	3	,583 [*]	,110	,003	,215	,951
	4	-1,446 [*]	,270	,003	-2,355	-,537
3	1	,548 [*]	,062	,000	,339	,758
	2	-,583 [*]	,110	,003	-,951	-,215
	4	-2,029 [*]	,268	,000	-2,932	-1,127
4	1	2,578 [*]	,297	,000	1,578	3,577
	2	1,446 [*]	,270	,003	,537	2,355
	3	2,029 [*]	,268	,000	1,127	2,932

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Bijlage 9: SPSS-resultaten Borgscore



Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Spel_BE	10,30	1,252	10
Spel_OE	10,60	1,265	10
Spel_Mix	10,40	,699	10
Stevig_wandelen	11,20	1,033	10

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
Spel_BE	2,05
Spel_OE	2,70
Spel_Mix	1,95
Stevig_wandelen	3,30

Test Statistics^a

N	10
Chi-Square	9,115
df	3
Asymp. Sig.	,028

a. Friedman Test

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Spel_OE - Spel_BE	Negative Ranks	1 ^a	6,00	6,00
	Positive Ranks	5 ^b	3,00	15,00
	Ties	4 ^c		
	Total	10		
Spel_Mix - Spel_BE	Negative Ranks	4 ^d	4,00	16,00
	Positive Ranks	4 ^e	5,00	20,00
	Ties	2 ^f		
	Total	10		
Stevig_wandelen - Spel_BE	Negative Ranks	0 ^g	,00	,00
	Positive Ranks	5 ^h	3,00	15,00
	Ties	5 ⁱ		
	Total	10		
Spel_Mix - Spel_OE	Negative Ranks	6 ^j	3,50	21,00
	Positive Ranks	2 ^k	7,50	15,00
	Ties	2 ^l		
	Total	10		
Stevig_wandelen - Spel_OE	Negative Ranks	1 ^m	3,00	3,00
	Positive Ranks	5 ⁿ	3,60	18,00
	Ties	4 ^o		
	Total	10		
Stevig_wandelen - Spel_Mix	Negative Ranks	1 ^p	4,50	4,50
	Positive Ranks	8 ^q	5,06	40,50
	Ties	1 ^r		
	Total	10		

a. Spel_OE < Spel_BE

b. Spel_OE > Spel_BE

c. Spel_OE = Spel_BE

d. Spel_Mix < Spel_BE

e. Spel_Mix > Spel_BE

f. Spel_Mix = Spel_BE

g. Stevig_wandelen < Spel_BE

h. Stevig_wandelen > Spel_BE

i. Stevig_wandelen = Spel_BE

j. Spel_Mix < Spel_OE

k. Spel_Mix > Spel_OE

l. Spel_Mix = Spel_OE

m. Stevig_wandelen < Spel_OE

n. Stevig_wandelen > Spel_OE

o. Stevig_wandelen = Spel_OE

p. Stevig_wandelen < Spel_Mix

q. Stevig_wandelen > Spel_Mix

r. Stevig_wandelen = Spel_Mix

Test Statistics^a

	Spel_OE - Spel_BE	Spel_Mix - Spel_BE	Stevig_wandelen - Spel_BE	Spel_Mix - Spel_OE	Stevig_wandelen - Spel_OE	Stevig_wandelen - Spel_Mix
Z	-,970 ^b	-,302 ^b	-2,121 ^b	-,440 ^c	-1,667 ^b	-2,309 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,332	,763	,034	,660	,096	,021

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

c. Based on positive ranks.