

De toekomst voor thuisrevalidatie

Een validiteitsonderzoek van de Activ8 professional, Actigraph wGT3X-BT, Fitbit Flex, Runkeeper en Runtastic ten opzichte van de Oxycon Delta tijdens het gaan op een loopband.



Aniek Sillekens
Mens en Techniek | Bewegingstechnologie
De Haagse Hogeschool
15-6-2016

Titel: De toekomst voor thuisrevalidatie

Ondertitel: Een validiteitsonderzoek van de Activ8 professional, Actigraph wGT3X-BT, Fitbit Flex, Runkeeper en Runtastic ten opzichte van de Oxycon Delta tijdens het gaan op een loopband.

Afstudeerder: Aniek Sillekens

Studentnummer: 12040398

Mens en Techniek | Bewegingstechnologie

De Haagse Hogeschool

Opdrachtgever: Expertisecentrum Bewegingstechnologie

Eerste begeleider: Hanneke Braakhuis, MSc

Tweede begeleider: Caroline Doorenbosch, PhD

15 juni 2016

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
Inleiding.....	4
Methode	6
Deelnemers	6
Meetinstrumenten	6
Meetprotocol	7
Data-analyse.....	8
Statistische analyse	9
Resultaten	9
Discussie.....	11
Conclusie	14
Literatuurlijst.....	14

De toekomst voor thuisrevalidatie

Een validiteitsonderzoek van de Activ8 professional, Actigraph wGT3X-BT, Fitbit Flex, Runkeeper en Runtastic ten opzichte van de Oxycon Delta tijdens het gaan op een loopband.
Mens en Techniek | Bewegingstechnologie | A. Sillekens | juni 2016

Samenvatting

FitAfterStroke (FAST)@HOME is een project waarin een digitale thuisrevalidatie-omgeving wordt gerealiseerd voor patiënten die revalideren van een CVA. In deze omgeving gaat gebruik gemaakt worden van activiteitenmonitors. Uit eerder onderzoek is gekomen dat deze monitors een stimulans zijn voor beweging. Gezondheidsapps suggereren hetzelfde te kunnen als activiteitenmonitors, het detecteren van beweging en het aantal verbruikte kilocalorieën schatten. In dit onderzoek wordt gekeken naar de validiteit van de monitors en apps op basis van het aantal verbruikte kilocalorieën van de Fitbit Flex, Activ8 professional, Actigraph wGT3X-BT, Runkeeper en Runtastic ten opzichte van de Oxycon Delta (gouden standaard). De verwachting is dat de correlatie tussen de monitors en de Oxycon Delta laag ligt, omdat alle monitoren een ander voorspellend model hanteren.

Om de validiteit te bepalen werd een onderzoek uitgevoerd waarbij de proefpersoon wandelde op de loopband. De proefpersoon wandelde op de snelheid van 4 km/uur, 6 km/uur en de comfortabele loopsnelheid. Op elke snelheid werd in het totaal twaalf minuten gewandeld, na deze wandeltijd kreeg de proefpersoon vijf minuten rust om de hartfrequentie te laten zakken.

Runkeeper, Runtastic en de Activ8 professional vertonen middelmatige tot hoge correlaties ($0.50 < r < 0.90$) en de Fitbit Flex en Actigraph wGT3X-BT tonen lage correlaties ($0.00 < r < 0.30$). De spreidingen en standaardafwijkingen van de meetinstrumenten liggen allen hoog.

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat geen van de activiteitenmonitors of gezondheidsapps valide is om te gebruiken in de gezondheidszorg op basis van het aantal verbruikte kilocalorieën. Voor het project FAST@HOME wordt aangeraden om verder onderzoek te doen naar activiteitenmonitors.

Inleiding

In Nederland krijgen jaarlijks circa 40.000 mensen een beroerte.¹ Een andere benaming voor beroerte is Cerebro Vasculair Accident (CVA), dat betekent een infarct of bloeding in de hersenen.¹ Verschillende professionals, zoals fysiotherapeuten en revalidatieartsen, begeleiden deze mensen bij revalidatie van een CVA. Deze professionals geven aan behoefte te hebben aan revalidatiebehandelprogramma's die inspirerend, efficiënt en effectief zijn en de therapietrouw vergroten.² Het is daarbij de bedoeling dat patiënten thuis de therapie kunnen uitvoeren.² Professionals begeleiden hierbij het proces op afstand door het monitoren via een digitale revalidatie-omgeving.²

Het project FitAfterStroke (FAST)@HOME wilt deze digitale thuisrevalidatie-omgeving gaan realiseren. Dit project heeft als doel thuis revalideren na een CVA mogelijk te maken middels een digitaal programma samengesteld op basis van de wensen van professionals, CVA-patiënten en mantelzorgers.² In FAST@HOME wordt een digitale revalidatie-omgeving samengesteld en getest, bestaande uit een geïntegreerd aanbod van

relevante Electronic – Health (E-Health) interventies.² E-Health interventies zijn onder andere games, e-coaching en draagbare technologie.² E-coaching biedt contact met de patiënt en de mogelijkheid voor controle van de cognitieve en motorische vaardigheden. Draagbare technologie bestaat uit het geheel van sensoren en apparaten dat door een persoon op het lichaam gedragen kan worden.^{3,4} Uit de omgeving worden variabelen zoals temperatuur en luchtvochtigheid bijgehouden door deze technologie.⁴ Naast informatie uit de omgeving worden er ook fysieke parameters geregistreerd, bijvoorbeeld hartfrequentie en slaapritme.⁴ Een voorbeeld van draagbare technologie is een activiteitenmonitor, die activiteiten als zitten, staan en lopen onderscheidt.^{4,5}

Eerdere onderzoeksresultaten tonen aan dat het gebruik van activiteitenmonitors een stimulerende methode is ter bevordering van lichaamsbeweging.^{6,7} Lichaamsbeweging is belangrijk voor de gezondheid.⁸ Dit verkleint de kans op verscheidene ziektebeelden, zoals hart- en vaatziekten of diabetes mellitus type 2.⁸ Daarnaast

zorgt lichaamsbeweging ervoor dat spieren actief blijven en de bloedvaten goed doorbloed.⁸ Voor mensen met een chronische aandoening, bijvoorbeeld na een CVA, is deze beweging extra belangrijk. Spieren en bloedvaten worden anders niet voldoende doorbloed.⁸ Patiënten met een chronische aandoening kunnen alledaagse vormen van lichaamsbeweging, zoals lopen, fietsen of traplopen gebruiken om de gezondheid te bevorderen.⁸ Door activiteitenmonitors toe te passen tijdens lichaamsbeweging, kan dit worden gestimuleerd. Dit heeft mogelijk een gunstig effect op de gezondheid.

Om thuisrevalidatie mogelijk te maken, zijn verschillende monitors te gebruiken. Er bestaan verscheidene activiteitenmonitors die in staat zijn bewegingen zoals liggen, zitten, staan, lopen, rennen en fietsen te onderscheiden.^{5,9-14} De activiteitenmonitors en gezondheidsapps die hierna worden genoemd, worden gebruikt in het onderzoek. Activiteitenmonitors die veelal gebruikt worden op de consumentenmarkt zijn: Fitbit^{5,9-12,15}, Actigraph^{12,13,15} en Activ8^{14,15}. Activiteitenmonitors schatten het aantal verbruikte kilocalorieën (kcal) op basis van een voorspellend model. De volgende parameters zijn onderdeel van het voorspellend model: duur en intensiteit van de inspanning en de lichaamssamenstelling.¹⁶ Variabele die invloed hebben op de lichaamssamenstelling zijn geslacht (man(m)/vrouw(v)), leeftijd (jaren), gewicht (kilogram (kg)) en lengte (centimeter (cm)). Daarnaast zijn er in de app-store voor smartphones oneindig veel gezondheidsapps te vinden, die suggereren hetzelfde te kunnen als activiteitenmonitors. Gezondheidsapps die veelal gebruikt worden, zijn Runkeeper en Runtastic.^{15,17} Een gezondheidsapp via de smartphone geeft alleen objectief weer hoeveel iemand beweegt en een schatting van het energieverbruik in kilocalorieën. De schatting bij Runkeeper wordt gemaakt met een voorspellend model met de parameters geslacht en gewicht. Runtastic maakt deze schatting met de parameters geslacht, lengte en gewicht.

De monitoren en apps die activiteiten kunnen registreren hebben de gemeenschappelijke factor om het aantal verbruikte kilocalorieën weer te geven aan het eind van de activiteit. Om een uitspraak te doen over het geschatte kilocalorieverbruik bij een activiteit, is het relevant om te kijken of het aantal geschatte kilocalorieën uit de data van activiteitenmonitors en gezondheidsapps ook daadwerkelijk overeenkomt met het aantal verbruikte kilocalorieën van de

activiteit die wordt uitgevoerd. Voor de patiëntpopulatie waar de digitale revalidatie-omgeving FAST@HOME voor wordt gemaakt, is het belangrijk dat de uitkomsten van het aantal verbruikte kilocalorieën uit de activiteitenmonitors en gezondheidsapps overeenkomen met wat de patiënt daadwerkelijk heeft uitgevoerd. De patiënten uit deze doelgroep hebben minder lichaamsbeweging, waardoor het belangrijk is dat de activiteiten die uitgevoerd worden, goed gemonitord worden. Om de validiteit van de monitors en apps te toetsen, kan gebruik worden gemaakt van de Oxycon Delta tijdens het uitvoeren van de activiteit.^{7,18,19} De Oxycon Delta meet het zuurstofverbruik in weefsels en wordt gebruikt als gouden standaard voor het aantal verbruikte kilocalorieën in het onderzoek.^{18,19}

De aanleiding voor deze validatiestudie is het project FAST@HOME. In deze studie wordt onderzoek gedaan naar welke activiteitenmonitor of gezondheidsapp mogelijk toegepast kan worden in deze digitale revalidatie-omgeving. Deze validatiestudie is een pilotstudie die wordt uitgevoerd met gezonde proefpersonen op een loopband. Op de loopband wandelt de proefpersoon op verschillende snelheden. Het onderzoek wordt uitgevoerd op meerdere snelheden zodat er beter uitspraak gedaan kan worden over de validiteit van de activiteitenmonitors of gezondheidsapps.

De onderzoeksvraag die hieruit naar voren komt is: Wat is de relatie tussen het aantal verbruikte kilocalorieën op basis van zuurstofverbruik en het aantal berekende kilocalorieën door de verschillende activiteitenmonitors (Activ8 professional, Actigraph wGT3X-BT en Fitbit Flex) en verschillende gezondheidsapps (Runkeeper en Runtastic) tijdens het gaan op een loopband op verschillende snelheden voor gezonde proefpersonen?

Uit eerder onderzoek is naar voren gekomen dat de activiteitenmonitors niet hetzelfde aantal verbruikte kilocalorieën (aan de hand van lengte, gewicht, leeftijd en geslacht), stappen of activiteiten weergeven.^{6,10-12} In de literatuur zijn de activiteitenmonitors vergeleken met andere activiteitenmonitors of met de Oxycon Delta.^{6,10-12} Eerdere onderzoeken geven aan dat de monitoren standaard meer of minder kilocalorieën weergeven dan in werkelijkheid zijn verbruikt.^{6,10-12} De verwachting is dat de correlatie van de afzonderlijke meetinstrumenten met de gouden standaard, Oxycon Delta, laag ligt. Deze verwachting komt

voort uit de verschillende voorspellende modellen van de activiteitenmonitors en gezondheidsapps waarmee het kilocalorieverbruik wordt geschat. De voorspellende modellen maken over het algemeen een overschatting of onderschatting van het kilocalorieverbruik.^{6,10-12} Elke monitor maakt gebruik van een eigen voorspellend model waarbij duur en intensiteit van de inspanning en de lichaamssamenstelling een rol spelen.¹⁶ Het resultaat zal uitwijzen welke activiteitenmonitors of gezondheidsapps valide zijn om te gebruiken tijdens de revalidatie van CVA patiënten op basis van het aantal verbruikte kilocalorieën.

Het doel van het onderzoek is de validiteit van verschillende activiteitenmonitors of gezondheidsapps te onderzoeken op basis van het aantal verbruikte kilocalorieën om te beslissen welke activiteitenmonitor of gezondheidsapp mogelijk toegepast kan worden in de thuisrevalidatie.

Methode

Deelnemers

In het onderzoek werden personen boven de 18 jaar geïnccludeerd. Exclusiecriteria waren tijdelijk of chronisch lijden aan lichamelijke klachten.

De proefpersonen werden geworven binnen de opleiding Mens en Techniek|

Bewegingstechnologie en het netwerk van de onderzoeker. Om aan te tonen dat de proefpersonen gezond waren, werd gebruik gemaakt van een anamneseformulier, bijlage 1.

De proefpersonen tekenden voor aanvang van de test een toestemmingsformulier waarin ze bevestigden mondeling en schriftelijk voldoende op de hoogte te zijn gesteld over de aard, methode en doel van het onderzoek, bijlage 2.

Meetinstrumenten

Er werd gebruik gemaakt van de loopband (EN-MILL), Oxycon Delta (Oxycon Delta, Jaeger B.V.), Polar RS400 hartfrequentie meter-horloge (Polar, RS400, Polar), Activ8 Professional (Activ8, Professional, Activ8), Actigraph wGT3X-BT Monitor (Actigraph, wGT3X-BT, Actigraph), Fitbit Flex (Fitbit, Flex, Fitbit), Runkeeper en Runtastic. In tabel 1 wordt weergegeven voor welke variabele het meetinstrument werd gebruikt. Tabel 2 geeft een overzicht van de input voor de meetinstrumenten voor de meting. De input voor deze meetinstrumenten werd door de monitoren gebruikt om het aantal verbruikte kilocalorieën te voorspellen met behulp van een voorspellend model. Daarnaast geeft tabel 2 een overzicht weer van de plaatsing van de meetinstrumenten tijdens het onderzoek.

Tabel 1 Overzicht van de meetinstrumenten met de uitkomstvariabele die nodig zijn om het aantal verbruikte kilocalorieën te voorspellen. Daarnaast wordt de meetfrequentie van het meetinstrument weergegeven. De respiratory exchange ratio (RER) waarde is de verhouding tussen koolstofdioxideproductie en zuurstofopname.

Meetinstrument	Type	Snelheid (km/uur)	Afstand (km)	V'O ₂ (ml/min)	RER-waarde	Kilocalorieën (kcal)	Tijd (sec)	Meet-Frequentie (Hz)
Loopband	EN-MILL	X	X				X	
Oxycon Delta				X	X		X	20 Hz
Activ8 Professional	Professional					X	X	20 Hz
Actigraph wGT3X-BT	wGT3X-BT					X	X	12,5 Hz
Fitbit Flex	Flex		X			X	X	
Runkeeper			X			X	X	
Runtastic			X			X	X	

Tabel 2 Overzicht van de meetinstrumenten met de input die nodig is voor het meetinstrument tijdens de meting. Daarnaast wordt de plaatsing per meetinstrument weergegeven.

Meetinstrument	Input voor de meting	Plaatsing meetinstrument
Oxycon Delta	Geslacht (m/v), Geboortedatum, Lengte (cm), Gewicht (kg)	Over het hoofd
Runkeeper	Geslacht (m/v), Geboortedatum, Gewicht (kg)	Midden boven arm
Runtastic	Geslacht (m/v), Lengte (cm), Gewicht (kg)	Midden boven arm
Fitbit Flex	Geslacht (m/v), Geboortedatum, Lengte (cm), Gewicht (kg)	Rechter pols
Actigraph wGT3X-BT	Geslacht (m/v), Geboortedatum, Lengte (Feet), Gewicht (Inches)	Middel, boven de navel
Activ8 professional	Geslacht (m/v), Geboortedatum, Lengte (cm), Gewicht (kg)	Linker broekzak

Meetprotocol

Het onderzoek vond plaats in het Beweging & Analyse lokaal van de opleiding Mens en Techniek | Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool.

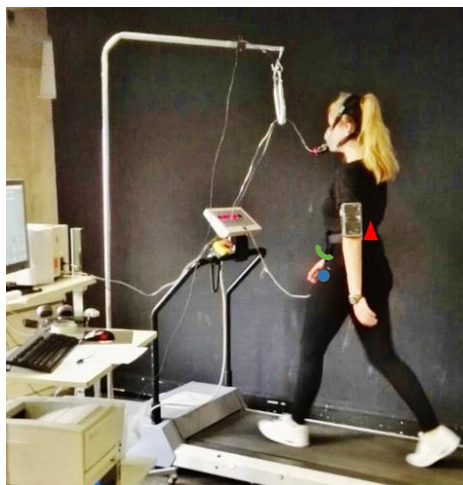
Een submaximaal test werd uitgevoerd waarbij werd gewandeld op drie verschillende snelheden op de loopband, met een hellingshoek van 0 graden.¹²⁻¹⁴ Voor de komst van de proefpersoon zorgde de onderzoeker ervoor dat de meetinstrumenten ingesteld waren en klaar stonden voor de meting. Voor de meetinstrumenten waren verschillende instellingen nodig, tabel 1 en 2. Het meetprotocol en de handleidingen voor de meetinstrumenten zijn te vinden in bijlage 3 tot en met 6. Het was voor de proefpersoon niet toegestaan te praten tijdens het onderzoek.

De snelheden waarop gewandeld werd, waren 4 km/uur, de comfortabele snelheid van de proefpersoon en 6 km/uur. De comfortabele snelheid werd bepaald middels een 10 meter looptest.²⁰⁻²⁴ Hierbij liep de proefpersoon driemaal over een traject van 10 meter. Aan de hand van de drie tijden van de 10 meter looptest werd de comfortabele snelheid van de proefpersoon bepaald. De comfortabele snelheid werd genoteerd op het daarvoor bestemde formulier, bijlage 7.

Vervolgens kreeg de proefpersoon een hartfrequentie meter (Polar RS400) om. De rusthartfrequentie werd vijf minuten gemeten waarbij de proefpersoon op een stoel zat. Na de rusthartfrequentie meting kon de test beginnen. De rusthartfrequentie werd gebruikt tijdens de rust van

de test, de onderzoeker kon aan de hand van de rusthartfrequentie bepalen of er na vijf minuten rust gestart kon worden met de volgende snelheid. De plaatsing van de meetinstrument staat weergegeven in tabel 2 en figuur 1.

Op de loopband droeg de proefpersoon de Actigraph wGT3X-BT (rode driehoek in figuur 1) en de Oxycon Delta, figuur 1. Met deze meetapparatuur werd vervolgens drie minuten gelopen waarna het zuurstofverbruik de steady state had bereikt.²⁵ Steady state is het evenwicht tussen de inspanning en zuurstofgebruik, dit wordt ongeveer na één tot drie minuten bereikt bij een submaximaal inspanning.²⁵ De overige meetapparatuur, Activ8 professional (blauwe ronde in figuur 1), Fitbit Flex (groene boog in figuur 1) en de smartphone met de apps van Runkeeper en Runtastic, werd na deze drie minuten bij de proefpersoon aangebracht. Voor het aanbrengen van de apparatuur werd de snelheid van de loopband verlaagd naar 2 km/uur. Na het aanbrengen van de meetapparatuur werd de snelheid verhoogd naar de snelheid waarop gewandeld werd. De proefpersoon wandelde vervolgens zeven minuten verder. Na twaalf minuten lopen volgde er een rustperiode van vijf minuten waarbij de proefpersoon plaats nam op een stoel en het masker van de Oxycon Delta af deed. Dit protocol werd gehanteerd voor iedere loopsnelheid, tabel 3. Tijdens de rustperiode van de proefpersoon sloeg de onderzoeker alle gegevens op en noteerde deze op papier, bijlage 7.



Figuur 1 Overzicht van de plaatsing van de meetinstrumenten bij de proefpersoon. De proefpersoon draagt de Oxycon Delta over het hoofd. De groene boog is de Fitbit Flex, de blauwe rond voor de Activ8 professional en de rode driehoek voor de Actigraph wGT3X-BT. Daarnaast draagt de proefpersoon de smartphone met behulp van een smartphone armband op het midden van de bovenarm met de apps Runkeeper en Runtastic.

Tabel 3 Overzicht van de onderdelen van de test met de daarbij behorende tijdsduur in minuten en de totale duur van het onderzoek.

Activiteit	Tijd (min)
Voorlichting	5
10 meter looptest	5
Aanbrengen hartfrequentie meter	3
Rusten	5
Aanbrengen apparatuur: Oxycon Delta, Actigraph wGT3X-BT en Fitbit Flex	5
Wandelen 4 km/uur	3
Tijdens wandelen 4 km/ uur aanbrengen overig apparatuur: Activ8 professional, Smartphone	2
Wandelen 4 km/uur	7
Rusten	5
Aanbrengen apparatuur: Oxycon Delta, Actigraph wGT3X-BT en Fitbit Flex	5
Wandelen comfortabele snelheid (km/uur)	3
Tijdens wandelen comfortabele snelheid (km/uur) aanbrengen overig apparatuur: Activ8 professional, Smartphone	2
Wandelen comfortabele snelheid (km/uur)	7
Rusten	5
Aanbrengen apparatuur: Oxycon Delta, Actigraph wGT3X-BT en Fitbit Flex	5
Wandelen 6 km/uur	3
Tijdens wandelen 6 km/ uur aanbrengen overig apparatuur: Activ8 professional, Smartphone	2
Wandelen 6 km/uur	7
Totale duur	80

Data-analyse

Voor de uitkomstmaten van de Oxycon Delta, Actigraph wGT3X-BT en Activ8 professional werden Matlab (R2013a) programma's geschreven om data om te zetten naar het aantal verbruikte kilocalorieën.

Voor de berekening van het aantal verbruikte kilocalorieën van de Oxycon Delta werden de $\dot{V}O_2$ en de respiratory exchange ratio (RER) waarde gebruikt. Van beide kolommen werd de mediaan berekend over de laatste zeven minuten van de test. De omreken tabel van de RER waarde (bijlage 8)²⁵ en de hoeveelheid kcal per liter O_2 werden ingeladen. Bij de gevonden RER waarde werd de hoeveelheid kcal per liter O_2 gezocht. De hoeveelheid O_2 werd vermenigvuldigd met de hoeveelheid kcal per liter O_2 . De uitkomst werd vermenigvuldigd met zeven minuten en hieruit komt de hoeveelheid kcal die in het totaal was verbruikt. Het programma is te vinden in bijlage 9.

Tevens werd voor de data van de Actigraph wGT3X-BT een programma geschreven. De data van de Actigraph wGT3X-BT werden ingelezen middels een Excel bestand. De vector magnitude (VM), samenstelling van de x, y en z-richting, werd gebruikt voor de berekening. Er werd een selectie van zeven minuten data genomen en daarvan werd de mediaan berekend. De mediaan werd omgerekend naar counts per minuut. Dit werd ingevoerd in de formule van Williams Work-Energy '98, vergelijking 1, die het kilocalorieverbruik berekende.²⁶ Body Mass (BM) staat voor het

gewicht van de proefpersoon in kg. De formule van Williams Work-Energy '98, vergelijking 1, werd vermenigvuldigd met zeven minuten voor het totaal aantal verbruikte kilocalorieën. Het programma is te vinden in bijlage 10.

De data van de Activ8 professional werd uitgegeven in counts per minuut. De data van de kolom van de activiteit werden geselecteerd, hiervan werden de data van de laatste zeven minuten geselecteerd. Van deze zeven minuten data werd de mediaan berekend. De mediaan in counts per minuut werd omgerekend naar het Metabool Equivalent (MET). MET is een maat voor intensiteit van een inspanning.^{25,27} De omrekening naar MET's gebeurde met de vergelijking van Freedson Treadmill Adult (1998), vergelijking 2. Hierna kon met de hoeveelheid MET het aantal verbruikte kilocalorieën worden berekend, vergelijking 3. Het programma is te vinden in bijlage 11.

De data van Runkeeper, Runtastic en de Fitbit Flex konden vanuit de app worden afgelezen. Deze werden uitgedrukt in het aantal verbruikte kilocalorieën over zeven minuten. De data werden genoteerd in Excel.

Vergelijking 1:

$$\text{kcal} = \text{CPM} * 0.000191 * \text{BM}$$

Vergelijking 2:

$$\text{MET's} = 1.439008 + (0.000795 * \text{cpm})$$

Vergelijking 3:

$$\text{kcal} = \frac{(\text{MET} * 3.5 * \text{BM} * \text{tijd (min)})}{200}$$

Statistische analyse

Om de validiteit van de activiteitenmonitors en gezondheidsapps te bepalen werd gekeken naar de correlatie. De correlatie werd bepaald tussen de gouden standaard en het meetinstrument. Er werden vijf correlaties berekend. Voordat de correlatie berekend kon worden, werd bekeken of de data normaal verdeeld waren. Dit werd gedaan met behulp van de test of normality.²⁸ Wanneer de data normaal verdeeld waren, werd de correlatie berekend met Pearson, voor de niet normaal verdeelde data werd gebruik gemaakt van Spearmann.²⁸ Voor het interpreteren van de correlatie wordt gebruik gemaakt van tabel 4.²⁹ Voor het bepalen van de afwijking van het

meetsysteem werden regressievergelijkingen opgesteld met behulp van de regression toets.²⁸ De regressievergelijkingen gaven vervolgens het percentage weer dat het meetinstrument afwijkt en de systematische afwijking van het meetinstrument. Vervolgens werd gekeken of de correlatie een goede overeenkomst weergaf, dit gebeurde met de limits of agreement (Bland Altman plot).²⁸ De Bland Altman plots geven de spreiding weer van 95% van de verschillen tussen beide meetinstrumenten, één van de meetinstrumenten en de gouden standaard. Deze toetsen werden toegepast in IBM SPSS Statics versie 23.

Tabel 4 Overzicht voor het interpreteren van de correlatie (r) waarden die uit de Pearson of Spearmann test komen.

Soort correlatie	Waarde waartussen de r ligt
Geen correlatie	$0.00 < r < 0.30$
Lage correlatie	$0.30 < r < 0.50$
Middelmatige correlatie	$0.50 < r < 0.70$
Hoge correlatie	$0.70 < r < 0.90$
Zeer hoge correlatie	$0.90 < r < 1.00$

Resultaten

Zestien proefpersonen, zes mannen en tien vrouwen, namen deel aan het onderzoek. Alle proefpersonen voldeden aan de eerder gestelde inclusie- en exclusiecriteria. De gemiddelde proefpersoon karakteristieken staan weergegeven

in tabel 5. De specifieke gegevens van de proefpersonen staan weergegeven in tabel 6. Het overzicht van de resultaten van het kilocalorieverbruik per monitor per snelheid staan weergegeven in bijlage 12.

Tabel 5 Overzicht van het minimum, maximum en de gemiddelde gegevens van de proefpersoon karakteristieken. De standaard deviatie geeft de spreiding rond het gemiddelde weer.

		N*	Mannen (%)	Vrouwen (%)	
Geslacht		16	37.5%	62.5%	
	N*	Minimum	Maximum	Gemiddelde	Standaard Deviatie (SD)
Leeftijd (jaren)	16	18,0	26,0	22,0	± 2,0
Lengte (cm)	16	164,0	185,0	174,7	± 6,9
Gewicht (kg)	16	57,0	86,0	67,3	± 9,0
BMI (kg/m ²)	16	18,1	26,8	22,0	± 2,2

*N = aantal deelnemers

Tabel 6 Overzicht van de proefpersoon karakteristieken en de comfortabele snelheid van de proefpersoon.

Proefpersoon	Geslacht	Leeftijd (jaren)	Lengte (cm)	Gewicht (kg)	BMI (kg/m ²)	Comfortabele snelheid (km/uur)
1	Vrouw	26	178	85	26,8	5.0
2	Man	23	185	75	21,9	4.6
3	Man	21	185	86	24,9	4.9
4	Vrouw	21	178	58	18,1	6.0
5	Vrouw	24	165	60	22,6	4.1
6	Vrouw	21	173	59	19,7	5.3
7	Man	23	175	63	20,6	5.8
8	Man	18	185	70	20,5	5.5
9	Vrouw	21	164	57	21,6	4.7
10	Vrouw	25	170	71	24,6	5.5
11	Vrouw	20	174	68	22,5	4.8
12	Vrouw	20	172	64	21,6	5.2
13	Vrouw	22	172	62	21	4.8
14	Vrouw	21	165	60	22	4.1
15	Man	23	174	74	24,4	5.6
16	Man	23	180	64	19,8	4.6
Gem		22	175	67	22	5.0

Om te bepalen of de verschillende activiteitenmonitors valide zijn op basis van het geschatte kilocalorieverbruik, werd de correlatie berekend. De correlatie tussen de gouden standaard (Oxycon Delta) en het meetinstrument staat weergegeven in tabel 7. De correlatie werd

berekend per snelheid en over het totaal. Het totaal bestaat uit alle data van de snelheden van één monitor. In tabel 7 is r de correlatie tussen de gouden standaard en ieder meetinstrument en p de significantie. De significantie geeft aan of er een statistisch verband aanwezig is.

Tabel 7 Overzicht van de correlatie per meetinstrument en per snelheid en van het meetinstrument over alle snelheden. De correlatie wordt weergegeven met r en p geeft de significantie weer. De significantie geeft aan of er een statisch verband aanwezig is (p<0.05).

	Runkeeper		Runtastic		Fitbit Flex		Actigraph wGT3X-BT		Activ8 professional	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
4 km/uur	0,620*	0,010	0,772*	0,000	0,147	0,588	0,324	0,239	0,560	0,117
Comfortabele snelheid	0,479	0,060	0,317	0,232	0,191	0,479	0,671*	0,006	0,683*	0,029
6 km/uur	0,767*	0,001	0,801*	0,000	0,167	0,536	0,611*	0,015	0,845*	0,015
Totaal	0,710*	0,000	0,520*	0,000	-0,002	0,990	0,384*	0,007	0,836*	0,000

*Correlatie is significant op het niveau van 0.05

Bij de snelheid van 4 km/uur is een hoge correlatie, tabel 4 en 7, te vinden bij de gezondheidsapp Runtastic. De activiteitenmonitor Activ8 professional geeft een middelmatige correlatie, tabel 4 en 7, op de comfortabele snelheid en een hoge correlatie, tabel 4 en 7, bij de snelheid van 6 km/uur. Over het totaal geeft de Activ8 professional een hoge correlatie, tabel 4 en 7, waarbij een significant verband ($p < 0.05$) aanwezig is. Voor de activiteitenmonitor Fitbit Flex geldt op alle snelheden en over het totaal dat er geen correlatie, tabel 4 en 7, aanwezig is en daarbij ook geen significant ($p > 0.05$) verband.

In tabel 8 staan de regressievergelijkingen van de meetinstrumenten weergegeven. De lineaire lijn, uitkomst van de regressievergelijking, tussen de gouden standaard en het meetinstrument werd

opgesteld aan de hand van de formule: $y = ax + b$, a is de richtingscoëfficiënt en b is de intercept. De richtingscoëfficiënt geeft aan hoeveel procent er gecorrigeerd moet worden. b is de waarde waarmee het kilocalorieverbruik standaard wordt overschat of onderschat. Voor de formule is y de Oxycon Delta en x het kilocalorieverbruik van het meetinstrument. De formule ziet er dan als volgt uit: Oxycon Delta = a * kilocalorie uitkomst meetinstrument + b. Het percentage in tabel 8 geeft weer hoeveel procent teveel werd gemeten. Een hoge richtingscoëfficiënt wordt gedefinieerd wanneer deze boven de 0,5 ligt en een lage richtingscoëfficiënt wordt gedefinieerd wanneer deze onder de 0,5 ligt. De afwijking van de intercept waarde mag niet hoger liggen dan twintig kcal.¹² Voor de Fitbit Flex geldt een onderschattingswaarde van achttien kcal.^{10,12}

Tabel 8 Overzicht van de regressievergelijkingen voor de meetinstrumenten. a is de richtingscoëfficiënt, l is de intercept die de standaard over- of onderschattig weergeeft en % is het percentage dat er teveel wordt gemeten.

Meetinstrument	4 km/uur			Comfortabel (km/uur)			snelheid	6 km/uur			Totaal		
	a	l	%	a	l	%		a	l	%	a	l	%
Runkeeper	0,538	1,596	46	0,573	19,781	43		1,431	-3,334	43	0,972	9,274	2.8
Runtastic	0,352	6,505	65	0,156	25,196	84		0,523	6,298	48	0,28	16,767	71
Fitbit Flex	0,037	29,232	96	0,061	32,790	94		0,050	40,709	95	0,052	34,210	95
Actigraph wGT3X-BT	0,334	23,779	67	0,572	17,277	43		0,497	22,190	50	0,242	29,294	76
Activ8 professional	0,021	28,001	98	0,488	13,424	51		0,758	7,814	24	-0,023	33,072	98

Voor de gezondheidsapp Runkeeper geldt dat er een hoge richtingscoëfficiënt is. De intercept waarmee Runkeeper gecorrigeerd moet worden ligt bij alle snelheden binnen de gestelde grens van de intercept van twintig kcal. Runtastic heeft een lage richtingscoëfficiënt voor de snelheid van 4 km/uur, comfortabele snelheid en over het totaal. De intercept waarde bij de snelheid van 4 km/uur, 6 km/uur en over het totaal liggen binnen de gestelde grens. Voor de activiteitenmonitor Fitbit Flex geldt dat er een lage richtingscoëfficiënt is en een intercept waarde die hoger ligt dan de gestelde grens. De monitor Actigraph wGT3X-BT heeft een lage richtingscoëfficiënt bij 4 km/uur, de comfortabele snelheid en op 6 km/uur. De intercept is voor bijna alle snelheden boven de grens. De Activ8 professional heeft een lage

richtingscoëfficiënt bij de snelheid van 4 km/uur, de comfortabele snelheid en het totaal. De intercept ligt bij de snelheid van 4 km/uur en bij het totaal boven de gestelde grens.

Naast de afwijking wordt er gekeken naar de spreiding van de resultaten. De Bland Altman plot geeft de spreiding weer van 95% van de verschillen tussen beide de meetinstrumenten. Hierin wordt een boven en ondergrens bepaald met behulp van het gemiddelde en de standaarddeviatie, vergelijking 4 en 5.

Vergelijking 4:

bovengrens = $\text{mean} + 1.96 * \text{Std. Deviation}$

Vergelijking 5:

ondergrens = $\text{mean} - 1.96 * \text{Std. Deviation}$

Tabel 9 Overzicht van de gegevens van de Bland Altman grafieken. B is de bovengrens, O de ondergrens en V geeft het verschil tussen de bovengrens en ondergrens weer.

Meetinstrument	4 km/uur			Comfortabel (km/uur)			snelheid	6 km/uur			Totaal		
	B	O	V	B	O	V		B	O	V	B	O	V
Runkeeper	14.95	-1.62	16.57	22.39	-5.45	27.84		18.69	2.06	16.63	19,31	-2,31	21.62
Runtastic	-23.44	-51.24	27.80	1.15	-56.34	57.49		-14.88	-37.87	22.99	-8,69	-51,4	42.71
Fitbit Flex	36.89	-32.94	69.83	44.75	-45.94	90.69		53.13	27.75	25.38	45,88	-36,50	82.38
Actigraph wGT3X-BT	21.50	1.76	19.74	16.24	-6.66	22.90		13.95	-8.61	22.56	32,15	-14,42	46.57
Activ8 professional	5.65	-16.16	21.81	7.37	-20.61	27.98		4.85	-11.49	16.34	130,28	-298,57	428.85

Voor de spreiding van de Bland Altman grafieken is het belangrijk dat deze zo klein mogelijk is. Een kleine spreiding geeft meer overeenkomst met de gouden standaard. De spreiding tussen de boven- en ondergrens mag niet groter dan twintig zijn. Voor bijna alle activiteitenmonitors en gezondheidsapps geldt dat de spreiding groter is dan de gestelde grens.

Discussie

Het doel van het onderzoek is de validiteit van verschillende activiteitenmonitors of gezondheidsapps onderzoeken op basis van het aantal verbruikte kilocalorieën om te beslissen

welke activiteitenmonitor of gezondheidsapp mogelijk toegepast kan worden in de thuisrevalidatie. De validiteit waren bepaald met behulp van de correlaties die berekend werden met Pearson en Spearmann, regressievergelijkingen en Bland Altman grafieken. De verwachting was dat er een lage correlatie aanwezig zou zijn tussen de meetinstrumenten en de gouden standaard op basis van het aantal verbruikte kilocalorieën, door overschatting of onderschatting van het kilocalorieverbruik die de meetinstrumenten geven.^{6,10-12} Deze verwachting komt voort uit de verschillende voorspellende modellen van de

activiteitenmonitors en gezondheidsapps waarmee het kilocalorieverbruik wordt berekend.

De verwachting voor de meetinstrumenten met de Oxycon Delta was dat de correlatie laag zou zijn. De activiteitenmonitors en gezondheidsapps geven wisselende correlaties weer, waarbij overschatting of onderschatting van het kilocalorieverbruik zichtbaar is in de regressievergelijking van de meetinstrumenten. De Fitbit Flex komt zowel in de literatuur als in dit onderzoek naar voren als een activiteitenmonitor die het kilocalorieverbruik standaard onderschat.^{10,12} De literatuur geeft voor de overige activiteitenmonitors en gezondheidsapp aan dat het kilocalorieverbruik wordt overschat, dit wordt in het onderzoek bevestigd.^{10,12}

Runkeeper heeft een middelmatige correlatie over alle snelheden, tabel 7.²⁹ Om de waarde van de correlatie te bepalen moet ook nog worden gekeken naar de richtingscoëfficiënt en intercept van de regressievergelijking. Daarnaast wordt er nog gekeken naar de spreiding van de data met de Bland Altman grafieken. De richtingscoëfficiënt van Runkeeper valt onder de grens van hoog. Wanneer er specifieker gekeken wordt naar de richtingscoëfficiënt blijkt dat de standaardafwijkingen binnen de gestelde grens vallen, tabel 8. De Bland Altman grafieken geven een grote verspreiding bij de comfortabele snelheid en over het totaal, tabel 9.

Een middelmatige tot hoge correlatie geeft de gezondheidsapp Runtastic, tabel 7.²⁹ Er wordt een lage richtingscoëfficiënt gevonden bij de regressieanalyse, met een acceptabele afwijking voor de snelheid van 4 km/uur, 6 km/uur en het totaal, tabel 8. Daarnaast is de spreiding in de Bland Altman grafiek van de data van Runtastic is groot, tabel 9.

De Fitbit Flex heeft op alle snelheden en over het totaal een lage correlatie, tabel 7.²⁹ Het percentage waarmee de correctie plaats vindt ligt gemiddeld op 95%, tabel 8. De spreiding in de grafiek van de Bland Altman heeft een hoge variabiliteit, tabel 9.

De Actigraph wGT3X-BT heeft een lage tot middelmatige correlatie, tabel 7.²⁹ De data van de Actigraph wGT3X-BT wordt met een hoge waarde overschat en het percentage waarmee gecorrigeerd wordt ligt hoog, tabel 8. De spreiding van de data van de Actigraph wGT3X-BT is groot, tabel 9.

De Activ8 professional heeft een middelmatige tot hoge correlatie, tabel 7.²⁹ De afwijking waarmee de Activ8 professional standaard gecorrigeerd moet worden ligt hoog, tabel 8. De spreiding van de

Activ8 professional ligt voor de snelheid van 4 km/uur, comfortabele snelheid en 6 km/uur op een acceptabele spreiding, tabel 9.

Uit de resultaten komt naar voren dat alle activiteitenmonitors en gezondheidsapps niet valide zijn op basis van het kilocalorieverbruik op de snelheden 4 km/uur, 6 km/uur en de comfortabele snelheid van de proefpersoon. Voor alle meetinstrument geldt dat er een grote correctie waarde nodig of er een grote spreiding aanwezig is bij de data.

De gezondheidsapp Runkeeper maakt gebruik van een voorspellend model met afstand, snelheid, tijd, activiteit, gewicht en het basaal rustmetabolisme.³⁰ Voor het berekenen van het basaal rustmetabolisme is de lengte nodig, tabel 6.²⁷ Deze hoeft niet ingegeven te worden bij de specifieke proefpersoon instelling van de app, waardoor Runkeeper het kilocalorieverbruik niet naar waarheid kan schatten.

Runtastic is een gezondheidsapp die nog niet in staat is om te gebruiken voor binnen activiteiten, waar in dit onderzoek wel gebruik van werd gemaakt. De app maakt gebruik van de afstand door middel van het Global Positioning System (GPS) signaal dat wordt opgevangen. Op een loopband wordt het GPS signaal constant op dezelfde plaats gedetecteerd, waardoor in alleen de verplaatsing van de arm wordt gedetecteerd. Wanneer er wordt terug gekeken naar de verplaatsing blijkt dat de app meer verplaatsing registreert dan dat daadwerkelijk heeft plaats gevonden.

Een opvallend resultaat komt naar voren bij de Fitbit Flex. De correlatie van de monitor is laag en het percentage waarmee gecorrigeerd moet worden ligt op bijna 95%. Een van de mogelijke oorzaken kan zijn het dragen van de band om de pols. De band die om de pols wordt gedragen om stappen te tellen sluit niet goed aan. Doordat de stappen hierdoor niet goed worden geteld, wordt de data beïnvloed. Het algoritme om het aantal verbruikte kilocalorieën van de Fitbit Flex te berekenen is gebaseerd op basis van het rust metabolisme en op de verplaatsing.³¹

De Activ8 professional monitor is tijdens het onderzoek in de broekzak van de deelnemer geplaatst. De plaatsing van de monitor kan invloed gehad hebben op de data. In de broekzak van de proefpersoon is verplaatsing van de monitor mogelijk, waardoor andere bewegingen en activiteiten kunnen worden geregistreerd.¹⁴ Dit blijkt uit waarnemingen in de data waarin negentien

keer zitten en achtentwintig keer hardlopen tijdens de test werden gedetecteerd. De data die uit de meting naar voren waren gekomen, zijn verwerkt met deze gegevens. Er moet rekening mee gehouden worden dat de intensiteit van zitten en hardlopen anders is dan de intensiteit van wandelen. De intensiteit is meegenomen in de berekening van het aantal verbruikte kilocalorieën, vergelijking 3. Hierdoor kan het aantal verbruikte kilocalorieën afwijken.

Daarnaast kan het lopen op een loopband invloed gehad hebben op de resultaten. Om het energieverbruik van de proefpersoon te berekenen is verplaatsing nodig. In het geval van een loopband is er geen verplaatsing maar draait de loopband onder de proefpersoon weg. Door de activiteitenmonitors en gezondheidsapps wordt dit wel gezien als een activiteit waardoor er kilocalorieën worden verbruikt. Wanneer het onderzoek op straat was uitgevoerd met een draagbare Oxycon en verplaatsing, is het mogelijk dat er andere uitkomsten uit komen waarbij beter overeenkomst mogelijk is.

De apps Runkeeper, Runtastic en Fitbit Flex geven het aantal verbruikte kilocalorieën over het gehele tijdsbestek van de activiteit. De activiteitenmonitors Actigraph wGT3X-BT en Activ8 professional en de gouden standaard (Oxycon Delta) geven data terug per vijf seconden. Voor synchronisatie van de monitoren is een kleine meetfout toe gepast. De proefpersoon loopt eerst drie minuten met de Oxycon Delta, Fitbit Flex en Actigraph wGT3X-BT. Vervolgens wordt de snelheid voor twee minuten naar 2 km/uur gezet om de andere meetinstrumenten (Smartphone, Activ8 professional en Fitbit Flex) aan te brengen. Deze kleine fout is toegepast zodat de steady state niet meegenomen wordt bij de meetinstrumenten die geen data per vijf seconden leveren. Het lager zetten van de snelheid kan ervoor zorgen dat proefpersoon uit de steady state wordt gehaald. In de steady state is de zuurstofwaarde en RER waarde nog wisselend omdat de proefpersoon moet wennen aan de activiteit. Nadat de snelheid lager is gezet en de apparatuur is aangebracht, worden alle resultaten meegenomen. Het kan zijn dat de proefpersoon opnieuw in de steady state moet raken omdat de snelheid lager is gezet. Hierdoor is er kans dat resultaten een afwijking hebben.

Niet alle activiteitenmonitors en gezondheidsapps geven de resultaten per tijdsbestek weer. Runkeeper, Runtastic en de Fitbit

Flex leveren de data-uitkomst als één getal. Hierdoor moest de data van de Oxycon Delta, Activ8 professional en Actigraph wGT3X-BT omgerekend worden naar één getal, anders kon de data niet vergeleken worden. Om de data naar één getal te krijgen werd gebruik gemaakt van de mediaan van de data reeks. Een andere mogelijkheid dan de mediaan is het gebruik van het gemiddelde. Het gemiddelde wordt berekend over de data. Het is mogelijk dat het gemiddelde hoger ligt doordat er mogelijk uitschieters in de data aanwezig zijn.

Voor het omrekenen van de data van de Actigraph wGT3X-BT naar kcal per minuut, is het mogelijk met vijf formules te rekenen. De formule die tijdens dit onderzoek is gebruikt, is de formule waarbij de data het best overeen kwamen met de gouden standaard. In de formule die is toegepast moest nogmaals het gewicht van de proefpersoon worden ingevoerd. Tijdens het instellen van de meetinstrumenten werd dit ook al gedaan. Het is niet bekend wat het algoritme is om het aantal counts per minuut te berekenen en de mogelijke invloed van het dubbel invoeren van het gewicht.

De Activ8 professional is tijdens het onderzoek in de broekzak van de proefpersoon geplaatst. Uit de geregistreerde data bleek dat data verkeerd werden geregistreerd ondanks dat in het vooronderzoek een goede registrering van data naar voren kwamen wanneer de Activ8 professional in de broekzak werd geplaatst. Tijdens het onderzoek bleek dat dit geen goede plaatsing was, door de verplaatsing die de Activ8 professional kon maken. De broekzakken van de deelnemers wisselde van grootte waardoor de Activ8 professional makkelijk verplaatsing en verschuiving kon maken. Een mogelijkheid om verplaatsing van de Activ8 professional te voorkomen is het plaatsen van de Activ8 professional op het bovenbeen. Een mogelijkheid hiervoor is een infuuspleister te gebruiken.

Daarnaast is het de vraag of de comfortabele snelheid van de proefpersoon daadwerkelijk de comfortabele snelheid was. De proefpersoon loopt over een traject van 10 meter maar begint op één punt wat direct de start is. Voor een beter resultaat van de comfortabele snelheid kan het traject langer, 20 meter, worden gemaakt waardoor de proefpersoon eerst op gang komt, in plaats van dat er direct gemeten wordt. De proefpersoon komt hier eerst 5 meter op gang, wordt 10 meter gemeten en loopt vervolgens nog 5 meter verder.

Het onderzoek wijst uit dat de geteste activiteitenmonitors en gezondheidsapps niet valide zijn om het kilocalorieverbruik te bepalen tijdens het gaan op een loopband op 4 km/uur, de comfortabele snelheid en 6 km/uur. Het onderzoek is interessant voor de revalidatie maar ook voor mensen in het dagelijks leven. Op de consumentenmarkt worden deze monitors veel toegepast waarbij blijkt dat er standaard te veel of te weinig verbruikte kilocalorieën worden weergegeven aan het eind van de activiteit. De consument denkt hierdoor meer of minder kilocalorieën te hebben verbrand dan daadwerkelijk is geweest.

Uit de resultaten blijkt dat er geen relatie tussen de gouden standaard en de meetinstrumenten te vinden is. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat de meetinstrumenten niet valide zijn om toe te passen in de gezondheidszorg op basis van het aantal verbruikte kilocalorieën.

Voor het project FAST@HOME geldt hierdoor dat er nog verder onderzoek gedaan moet worden naar het toepassen van een activiteitenmonitor in de digitale revalidatie omgeving. Voor de patiënten die gebruik gaan maken van de digitale revalidatie-omgeving is het belangrijk dat de uitkomst uit de activiteitenmonitor of gezondheidsapp ook daadwerkelijk overeenkomt met de werkelijkheid. In het onderzoek is naar voren gekomen dat de activiteitenmonitor standaard het kilocalorieverbruik wordt overschat of onderschat. Een overschatting of onderschatting van kilocalorieverbruik of verkeerde registratie van activiteiten kan voor patiënt een ontmoediging zijn voor bewegen. De beweging is voor deze patiënten juist zo belangrijk. Daarnaast hebben de professionals weinig aan een digitale revalidatie-omgeving wanneer de data van patiënt niet goed geregistreerd worden, hierdoor wordt de revalidatie van de patiënt mogelijk beïnvloed. De beïnvloeding van de revalidatie kan ervoor dat patiënten te snel revalideren of juist te langzaam revalideren.

Conclusie

Er is onderzoek gedaan naar de validiteit van het aantal verbruikte kilocalorieën van Runkeeper, Runtastic, Fitbit Flex, Actigraph wGT3X-BT en de Activ8 professional. De validiteit van de activiteitenmonitors en gezondheidsapp is bepaald aan de hand van de gouden standaard, de Oxycon Delta.

Het onderzoek is uitgevoerd op een loopband waarbij proefpersonen wandelde op verschillende snelheden. De snelheden waarop de proefpersonen liepen waren 4 km/uur, de comfortabele loopsnelheid en 6 km/uur. De proefpersoon wandelde twaalf minuten op één snelheid met de meetinstrumenten.

De resultaten wijzen uit dat geen enkele activiteitenmonitor of gezondheidsapp valide is om toe te passen in de gezondheidszorg op basis van het aantal verbruikte kilocalorieën. Alle activiteitenmonitors of gezondheidsapps meten meer of minder kilocalorieën dan werkelijk verbruikt worden. Het advies voor FAST@HOME is om nog verder onderzoek te doen naar de activiteitenmonitors en gezondheidsapps voor deze toegepast kunnen worden in de digitale revalidatie-omgeving. Verder onderzoek kan gedaan worden met een andere plaatsing van de Activ8 professional en het uitvoeren van het onderzoek in een omgeving waar men verplaatsing maakt door gebruik te maken van een draagbare Oxycon Delta.

Literatuurlijst

1. Hersenletsel, Hersenletsel.nl; Wat is hersenletsel [Internet], Beschikbaar via: <http://www.hersenletsel.nl/alles-over-hersenletsel/wat-is-hersenletsel?/Een+beroerte+of+CVA/>. Geraadpleegd op: 2-12-2015
2. Lectoraat revalidatie van de Haagse Hogeschool, lectoraten, E-revalidatie [Internet], -. Beschikbaar via: <http://www.dehaagsehogeschool.nl/lectoraten-en-onderzoek/overzicht-lectoraten/revalidatie-lectoraten/projecten-en-onderzoek/e-revalidatie>. Geraadpleegd op: 14-12-2015
3. Daele T. van, Vanhoomissen T., Draagbare technologie in de geestelijke gezondheidszorg. Tijdschrift Klinische Psychologie, Jaargang 2015, nr. 1.
4. Leij B. de, Social media meetlat, 2016. De toekomst van digitaal; hoe ga je om met mobiel, draagbare technologie en het 'internet van dingen'. [Internet].- Beschikbaar via: <http://www.socialmediameetlat.nl/>. Geraadpleegd op: 9-4-2016

5. Bakers J., Verschuren O., Willems M., Visser-Meily J.M.A. Elke beweging telt. Nederlands Tijdschrift voor Revalidatiegeneeskunde. 2015, nr. 3.
6. Tully M.A., McBrice C., Heron L. en Hunter R.F., The validation of Fitbit Zip™ physical activity monitor as a measure of free-living physical activity, BMC Research Notes, 2014.
7. Hacken N.H.T. ten, Greef M.H.G. de, Stappentellers voor het monitoren en bevorderen van het lichamelijke activiteitsniveau. Nederlands Tijdschrift Geneeskunde, 26 januari 2008.
8. Morree J.J de, Jongert M.W.A, Poel G van der, Inspanningsfysiologie, oefentherapie en training, Bewegen voor gezondheid, trainen voor fitheid. Houten, Bohn Stafleu van Loghum 2011
9. Dontje M.L., Groot de M., Lengton R.R., Schans v.d. C.P. en Krijnen W.P. Measuring steps with the Fitbit activity tracker: an inter-device reliability study. Journal of Medical Engineering & Technology. 2015
10. Sasaki J.E., Hickey A., Mavilia M., Tedesco J., John D., Keadle S.K. en Freedson P.S. Validation of the Fitbit Wireless Activity Tracker for Prediction of Energy Expenditure. Journal of Physical Activity and Health. 2014.
11. Paul S.S., Tiedemann A., Hassett L.M., Ramsay E., Krikham C. Chagpar S., Sherrington C. Validity of the Fitbit activity tracker for measuring steps in community-dwelling older adults. BMJ Open Sport & Exercise Medicine. 2015.
12. Gusmer R.J., Bosch T.A., Watkins A.N., Ostrem J.D. en Dengel D.R.. Comparison of FitBit Ultra to Actigraph™ GT1M for Assessment of Physical Activity in Young Adults During Treadmill Walking. The open Sport Medicine Journal. 2014.
13. Trots S.G., Loprinzi P.D., Moore R. en Pfeiffer K.A.. Comparison of Accelerometer Cut Points for Predicting Activity Intensity in Youth. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2010.
14. Erasmus MC University Medical Center Rotterdam. Validation of the Active8 Activity Monitor: detection of body postures and movements. Dept. of Rehabilitation Medicine. 2013.
15. Jacobs A. Fitbit blijft aan kop in Nederland (maar wordt nog niet gekocht op doktersadvies). Smarthealth. 2013-2016
16. Braakhuis H. Activiteitenmonitoring en Inspanningsfysiologie. [Internet]. Beschikbaar via: https://blackboard.hhs.nl/bbcswebdav/pid-1932115-dt-content-rid-4667551_2/courses/GVS-BT-INSPFYS-12-1516/HC_ISF_activiteitenmonitoring%20in%20insp%20fys%20maart%202016.pdf. Geraadpleegd op: 29-3-2016
17. Bauer C. On the (In-)Accuracy of GPS Measures of Smartphones: A Study of Running Tracking Applications. ResearchGate. 2013.
18. Perret C. en Mueller G. Validation of a New Portable Ergospirometric Device (Oxycon Mobile) During Exercise. Sports Med. 2005
19. Hees van V.T., Lummel van R.C., Westerterp K.R. Estimating Activity-related Energy Expenditure Under Sedentary Condition Using a Tri-axial Seismic Accelerometer. Obesity. 2009, 6
20. Peppen R. van, Bie R. de. Systematisch meten van evenwicht en loopvaardigheid bij patiënten met een CVA. Springer 2003
21. Rooijen S.M. van, Geelen R.H.J.G., Hendrix L.A.H.P, Köke A.J.H, Beurskens A.J.H.M. Fysiek functioneren direct meetbaar. Springer 2007
22. Takacs J., Pollock C.L., Guenther J.R., Bahar M., Napier C., Hunt M.A.. Validation of the Fitbit One activity monitor device during treadmill walking. Elsevier 2014
23. Hollman J.H., Watkins M.K., Imhoff A.C., Braun C.E., Akervik K.A., Ness D.K. A comparison of variability in spatiotemporal gait parameters between treadmill and overground walking conditions. Elsevier 2016
24. Dean C.M., Richards C.L., Malouin F. Walking speed over 10 metres overestimates locomotor capacity after stroke. Clinical Rehabilitation 2001
25. Morree J.J de, Jongert M.W.A., Poel G. van der. Inspanningsfysiologie, oefentherapie en training; Ventilatie en gaswisseling bij Inspanning. Houten, 2011
26. Actigraph Service. What is the difference among the Energy Expenditure Algorithms? [Internet] 3-12-2011. Beschikbaar via:

- <https://help.theactigraph.com/entries/20744123-what-is-the-difference-between-the-energy-expenditure-algorithms>
Geraadpleegd op: 30-3-2016
27. Morree J.J de, Jongert M.W.A., Poel G. van der. Inspanningsfysiologie, oefentherapie en training;. Gezond leven met inspanning en training. Houten, 2011
 28. De Vocht A. Basishandboek SPSS 18, SPSS. Utrecht, 2010
 29. Tilburg Universiteit. Correlaties. [Internet]. -. Beschikbaar via: <https://www.tilburguniversity.edu/nl/studenten/studie/colleges/spsshelpdesk/edek/correlat/>. Geraadpleegd op: 26-5-2016
 30. Support Runkeeper. How Are Calories Burned Calculated? [Internet] -. Beschikbaar via: <https://support.runkeeper.com/hc/en-us/articles/201109676-How-are-Calories-Burned-calculated->
Geraadpleegd op: 31-5-2016
 31. Fitbit Help. How does Fitbit estimate how many calories I've burned? [Internet], 16-05-2016. Beschikbaar via: https://help.fitbit.com/articles/en_US/Help_article/1381
 - Geraadpleegd op: 3-6-2016
 32. Doorenbosch C.A.M. Anamneseformulier. [Internet] -. Beschikbaar via: https://blackboard.hhs.nl/bbcswebdav/pid-1770541-dt-content-rid-4580223_2/courses/GVS-BT-INSPFYS-12-1516/Anamneseformulier.pdf
Geraadpleegd op: 17-3-2016
 33. Berger, M.A.M, Bollema A, Doorenbosch C.A.M, Kat I., Pronk J. Apparatuur handleiding, Inspanningsfysiologie BT. [Internet] 03-2016. Beschikbaar via: https://blackboard.hhs.nl/bbcswebdav/pid-1770541-dt-content-rid-4603620_2/courses/GVS-BT-INSPFYS-12-1516/ApparaatuurHandleiding2016-v1.pdf
Geraadpleegd op: 18-3-2016
 34. Activ8. Activ8 professional. [Internet] 2014. Beschikbaar via: <https://www.activ8all.com/front15/wp-content/uploads/2014/08/20140422-Activ8-Professional-UK-v2.2-no-folding-lines-download-link.pdf>
Geraadpleegd op: 21-03-2016
 35. -. Ruwe data meten Activ8. -, -

Bijlagenboek

De toekomst voor thuisrevalidatie

Een validiteitsonderzoek van de Activ8 professional, Actigraph wGT3X-BT, Fitbit Flex, Runkeeper en Runtastic ten opzichte van de Oxycon Delta tijdens het gaan op een loopband.



Aniek Sillekens
Mens en Techniek | Bewegingstechnologie
De Haagse Hogeschool
15-6-2016

Titel: Bijlagenboek
De toekomst voor thuisrevalidatie

Ondertitel: Een validiteitsonderzoek van de Activ8 professional, Actigraph wGT3X-BT, Fitbit Flex, Runkeeper en Runtastic ten opzichte van de Oxycon Delta tijdens het gaan op een loopband.

Afstudeerder: Aniek Sillekens

Studentnummer: 12040398

Mens en Techniek | Bewegingstechnologie

De Haagse Hogeschool

Opdrachtgever: Expertisecentrum Bewegingstechnologie

Eerste begeleider: Hanneke Braakhuis, MSc

Tweede begeleider: Caroline Doorenbosch, PhD

15 juni 2016

Inhoudsopgave

Bijlage 1 Anamneseformulier ³²	4
Bijlage 2 Toestemmingsformulier	6
Bijlage 3 Meetprotocol	7
3.1 Oxycon Delta	8
3.2 Polar RS400	8
3.3 Activ8 professional	8
3.4 Actigraph wGT3X-BT	9
3.5 Fitbit Flex	9
3.6 Runkeeper	10
3.7 Runtastic	10
3.8 Tien meter looptest	11
3.9 Meting	11
3.10 Uitlezen meetapparatuur	14
Bijlage 4 Handleiding Oxycon Delta ³³	16
4.1 IJken van de apparatuur	17
Bijlage 5 Polar RS400 ³³	26
Bijlage 6 Activ8 professional ^{34,35}	29
Bijlage 7 Documentatie papieren	30
Bijlage 8 RER waarde tabel ²⁵	32
Bijlage 9 Matlab programma Oxycon Delta	33
Bijlage 10 Matlab programma Actigraph wGT3X-BT	34
Bijlage 11 Matlab Programma Activ8 professional	35
Bijlage 12 Resultaten	36
12.1 Overzicht van de resultaten over het geheel	36
12.2 Overzicht van de resultaten per snelheid	37
12.2.1 Snelheid 4 km/uur	37
12.2.2 Zelfgekozen snelheid proefpersoon	37
12.2.3 Snelheid 6 km/uur	38

Bijlage 1 Anamneseformulier³²

Voor- en achternaam:

Gewicht (kg):

Lengte (cm):

BMI ($\text{kg/m}^2 = \text{gewicht} / \text{lengte}^2$):

Geslacht (M/V):

Geboortedatum:

Geboorteplaats:

Woonplaats:

Huisarts:

Bij de volgende vragen het van toepassing zijnde antwoord aankruisen:

Risicofactoren		JA	NEE	?
1	Is de BMI hoger dan 30?			
2	Is er bij mannelijke familieleden (vader, zoon, broer) voor de leeftijd van 55 jaar of bij vrouwelijke familieleden (moeder, zus, of dochter) voor de leeftijd van 65 jaar een hartinfarct of plotse dood opgetreden of een bypass-operatie uitgevoerd?			
3	Rookt u of bent u recentelijk (binnen afgelopen half jaar) gestopt met roken?			
4	Heeft u hoge bloeddruk (bovendruk > 140, onderdruk > 90) en/of gebruikt u medicijnen tegen hoge bloeddruk?			
5	Heeft u een hoog cholesterolgehalte (boven de 5.2) en/of gebruikt u medicijnen tegen een hoog cholesterolgehalte?			
6	Heeft u diabetes (suikerziekte)?			
7	Beoefent u regelmatig één of meer actieve sporten? Zo nee, levert u op de meeste dagen van de week gedurende 30 minuten per dag een matige lichamelijke inspanning?			
8	Heeft u een hoog cholesterolgehalte (boven de 5 mmol/L)?			
SYMPTOMEN		JA	NEE	?
9	Heeft u wel eens pijn op de borst?			
10	Bent u wel eens kortademig in rust of bij lichte inspanning?			
11	Heeft u vaak last van duizeligheid?			
12	Valt u wel eens flauw?			
13	Heeft u wel eens duidelijk opgezette enkels?			
14	Heeft u regelmatig last van hartkloppingen?			
15	Gaat uw hart in rust wel eens heel snel (Boven de 100 per minuut)?			
16	Heeft u wel eens last van erge pijn in uw benen tijdens het lopen?			
17	Heeft u een hartafwijking (bijv. geruis)?			
18	Bent u wel eens abnormaal moe bij normale activiteiten?			
19	Heeft u astma, bronchitis, of andere longaandoening?			
20	Heeft u een schildklierandoening?			
21	Heeft u een leverziekte?			
22	Gebruikt u geregeld geneesmiddelen? Indien Ja, geef op achterzijde aan welke.			
23	Bent u ooit om gezondheidsredenen afgekeurd?			
24	Voelt u zich op dit moment gezond?			

Toestemmingsformulier

Verklaring proefpersoon

Ik verklaar hierbij op voor mij duidelijke wijze, mondeling en schriftelijk, te zijn ingelicht over de aard, methode en doel van het onderzoek. Mijn vragen zijn naar tevredenheid beantwoord. De schriftelijke informatie, behorende bij deze verklaring, is mij overhandigd.

Ik stem geheel vrijwillig in met deelname aan dit onderzoek. Ik behoud daarbij het recht deze instemming weer in te trekken zonder dat ik daarvoor een reden hoeft op te geven.

Naam proefpersoon:

.....

Datum:
proefpersoon

.....

Handtekening

Verklaring onderzoeker

Ik heb mondeling en schriftelijk toelichting verstrekt op het onderzoek. Ik verklaar mij bereid nog opkomende vragen over het onderzoek naar vermogen te beantwoorden.

Naam onderzoeker :

.....

Datum:
onderzoeker

.....

Handtekening

Bijlage 3 Meetprotocol

Voor het onderzoek zijn de volgende materialen nodig:

- Oxycon Delta
- Loopband
- Polar RS400
- Fitbit Flex
- Activ8 professional
- Actigraph wGT3X-BT
- Smartphone met Runkeeper & Runtastic
- Meetlint van minimaal 10 meter
- Tape
- Smartphone band voor om de arm
- Toestemmingsformulier (bijlage 2)
- Notatie papier (bijlage 4)
- Laptop met software Activ8 professional en Actigraph wGT3X-BT
- Computer met het programma Polar RS400
- Stoel
- Handdoek
- Water

Vorbereiden meting

De onderzoeker dient 1,5 uur voor aanvang van het onderzoek aanwezig te zijn in lokaal RZ2.19 van de Haagse Hogeschool.

3.1 Oxycon Delta

De Oxycon Delta dient aangezet te worden bij binnenkomst in het lokaal. De schakelaar zit aan de achterzijde van de Oxycon Delta. De opwarmtijd van de Oxycon Delta is minimaal één uur, na deze tijdsperiode kan het apparaat worden geijkt.³³ Voor de ijking kan gebruik worden gemaakt van de handleiding, bijlage 4.³³ Tijdens het ijkingsproces moet de onderzoeker er rekening mee houden dat het onderzoek wordt uitgevoerd op de loopband. Wanneer de onderzoeker de handleiding doorloopt, is de Oxycon Delta aan het eind klaar om te meten.³³

Stappen:

1. 1.5 uur van tevoren apparaat aanzetten.
2. 1 uur na het aanzetten van de Oxycon, kan de apparatuur worden geijkt. Doorloop de handleiding (bijlage 4) voor het ijken van de Oxycon.
3. Tijdens het ijken rekening houden met het gebruik van de loopband. Dit moet worden aangegeven wanneer men de Oxycon instelt.

3.2 Polar RS400

De Polar RS400 dient allereerst helemaal leeg te worden gemaakt, dit mogelijk met behulp van de handleiding, bijlage 5.³³ De onderzoeker kan het aantal Hertz instellen via de handleiding, dit moet worden ingesteld op één Hertz. Vervolgens legt de onderzoeker de hartfrequentiemeter band klaar. Daarna kan de onderzoeker het programma Polar Pro Trainer 5 openen op een schoolcomputer waaruit op het eind de hartslagmeter kan worden uitgelezen.

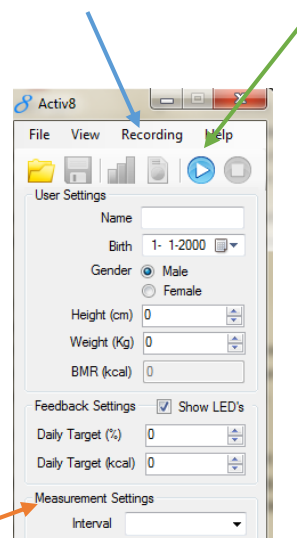
Stappen:

1. De Polar leeg halen van data.
2. Aantal Hertz instellen waarop wordt gemeten.
3. Hartfrequentie band klaar leggen
4. Polar programma voor het uitlezen klaar zetten.
5. Water klaar zetten, hierdoor wordt de verbinding tussen het horloge en de hartslagband beter.

3.3 Activ8 professional

De Activ8 professional moet worden aangesloten op de computer. Aan de computer wordt de Activ8 opgeladen, maar de Activ8 wordt ook ingesteld wanneer deze is aangesloten op de computer.

Voor de meting wordt de Activ8 ingesteld op meten met ruwe data. Dit gebeurt door Recording te selecteren, blauwe pijl in figuur 1. In recording kan raw values worden geselecteerd. Vervolgens worden de proefpersoon karakteristieken ingevuld: naam, geboortedatum, geslacht, lengte en gewicht. Als laatste moeten de measurement settings nog worden ingesteld, oranje pijl figuur 1. Bij interval kan er gekozen worden uit 5 seconde, 1 minuut en 5 minuten. De instelling moet op 5 seconde gezet worden. Bij configuration kan gebruik worden gemaakt van MET's-seconde of raw points – counts. Hier moet gekozen worden van MET's – seconde. De laatste instelling is de Wear



Figuur 1 Opstart overzicht van de Activ8 waarin de instelling voor de proefpersoon kunnen worden toegevoegd. Daarnaast worden de meetinstellingen ingesteld.

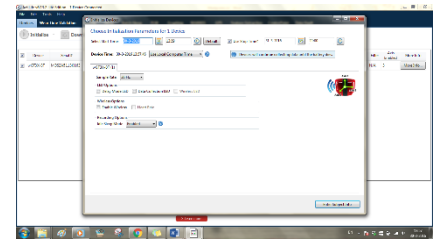
Position, hier kan worden gekozen voor leg/pocket of chest. De wear position werd ingesteld op leg/pocket.

Wanneer de proefpersoon twee minuten aan het lopen was op de loopband werd de Activ8 gestart middels de start knop rechts boven, groene pijl figuur 1. Wanneer de start knop is ingedrukt, komt onderaan, bij de zwarte pijl, figuur 1, device connected (measuring) te staan. Het programma wordt gesloten, de device kan worden ontkoppeld en in de broekzak van de proefpersoon worden geplaatst. Extra informatie voor het instellen van de Activ8 professional is weergegeven in bijlage 6.

3.4 Actigraph wGT3X-BT

De Actigraph kan van te voren worden ingesteld door het programma Actilife te installeren en te openen op de computer. Van dit programma zijn twee versies: full en lite. In dit geval wordt er gebruikt van de lite versie.

De Actigraph kan alleen worden ingesteld wanneer de Actigraph verbonden is met de computer. De instellingen kunnen worden gedaan door op initialize te drukken en vervolgens regular initialize te openen. Vervolgens opent figuur 2 zich. Hierin kan worden ingesteld op welk tijdstip je de Actigraph wilt laten meten en wanneer je deze wilt stoppen. Vervolgens druk je op enter subject info. Op de volgende pagina kunnen alle gegevens over de proefpersoon worden ingevoerd. Wanneer de gegevens van de proefpersoon zijn ingedrukt, kan worden gedrukt op initialize Device. De accelerometer is vervolgens klaar om te meten.



Figuur 2 Overzicht van het hoofdmenu van de Actigraph. Hierin kunnen de gegevens voor de proefpersoon worden ingevoerd en de starttijd en eindtijd van de Actigraph kunnen worden ingegeven.

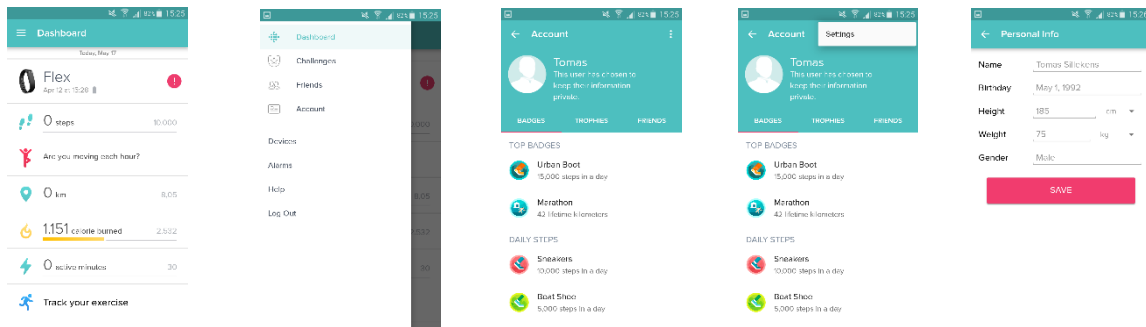
3.5 Fitbit Flex

Voor de Fitbit Flex dient de app te worden gedownload op een smartphone. Wanneer de app wordt geopend is figuur 3A zichtbaar. Links boven kan het menu worden geopend, figuur 3B. Met behulp van het menu kunnen de instellingen veranderd worden. Allereerst klinkt men in het menu op account, figuur 3C opent. In figuur 3C kan rechts bovenin het icoon settings worden aangeklikt. Vervolgens opent figuur 3E zich waarin de proefpersoon karakteristieken ingevuld kunnen worden.

Voor het starten moet men terug naar het hoofdmenu, figuur 3A, en kies daar track your exercise. Hier klikt men rechtsboven op de timer. Er wordt een track overzicht weergegeven waarin nog gekozen kan worden voor wandelen, rennen of wandeltochten. Kies hier voor wandelen en vervolgens kan men op play drukken.

Stappen:

1. Fitbit app installeren op de telefoon
2. App op de telefoon van de onderzoeker openen
3. Gegevens van de proefpersoon instellen.
4. Instellen dat de proefpersoon gaat wandelen
5. Starten van het de meting.



A B C D E

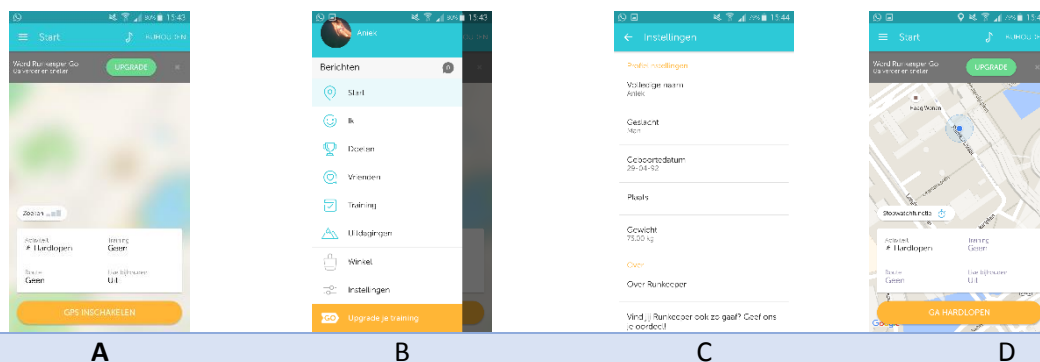
Figuur 3 Overzicht van de instellingen voor de Fitbit app. Figuur A geeft het openingsscherm weer, via figuur B geeft het menu weer waar naartoe genavigeerd kan worden. In figuur C opent het overzicht van het account zich waarin men kiest voor settings, figuur D wordt geopend. Vervolgens klinkt men op settings waarna figuur E opent, hierin kunnen de proefpersoon karakteristieken worden aangepast.

3.6 Runkeeper

Voor het programma runkeeper dient de onderzoeker deze te downloaden op de telefoon. Wanneer de app wordt geopend, opent figuur 4A. Om de instelling te veranderen naar de juiste proefpersoon moet er linksboven naast start worden geklikt, figuur 4B opent. In figuur 4B kiest men voor instellingen. In het instellingen scherm wordt door gescrold tot men figuur 4C tegen komt, waarin de naam, geslacht, geboortedatum en gewicht gewijzigd kunnen worden. Deze karakteristieken kunnen gewijzigd worden door erop te klikken. Pas de karakteristieken aan naar de juiste proefpersoon.

De onderzoeker kan nu terug naar het hoofdmenu. In het hoofdmenu, figuur 4D, klikt men op activiteit. Bij activiteit kan men kiezen voor GPS functie of stopwatchfunctie. In dit geval wordt er gekozen voor stopwatch met de activiteit wandelen.

Aan het eind van de activiteit moet het aantal kilometer worden genoteerd vanaf de loopband. Dit moet ingevoerd worden in de app om de resultaten weergegeven te krijgen.



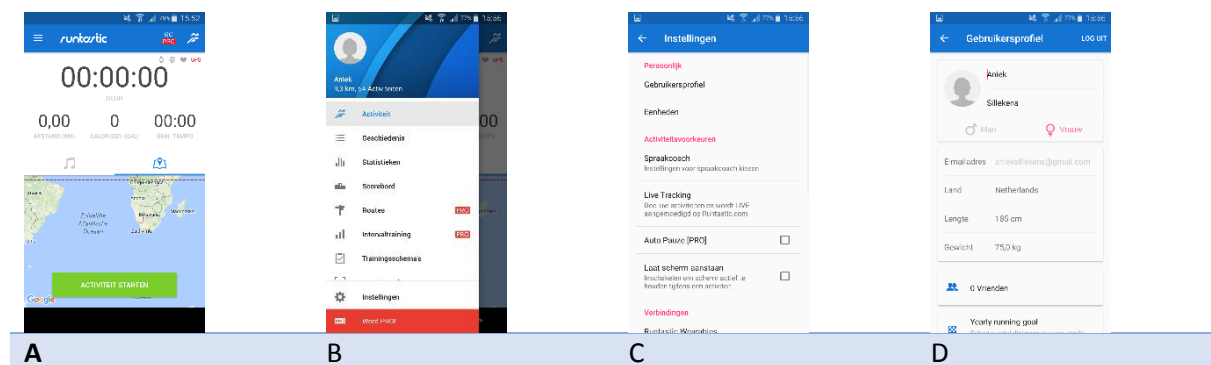
A B C D

Figuur 4 Overzicht van de stappen in Runkeeper. Figuur A geeft een algemeen overzicht van de app. Om de instellingen te kunnen gaan moet links boven worden geklikt, figuur B opent. Vervolgens scrold men in figuur B door tot men instellingen tegen komt. Vervolgens opent figuur C zich, hierin kunnen de instellingen van de proefpersoon worden aangepast. Als laatst gaat men terug naar het hoofdmenu waarbij de GPS is aangezet en opent figuur D zich. Hier moet nog de activiteit op wandelen gezet worden én op een stopwatch activiteit.

3.7 Runtastic

Voor het programma runkeeper dient de onderzoeker deze te downloaden op de telefoon. Wanneer de onderzoeker het programma opent, is figuur 5A zichtbaar. Links boven in kan worden geopend, figuur 5B, waarna de instellingen geopend kunnen worden, figuur 5C. Bij instellingen kiest men voor gebruikersprofiel, waarna figuur 5D opent. Hier kunnen de proefpersoon karakteristieken

worden genoteerd. Vervolgens gaat men weer naar figuur 5A. In figuur 5A kan rechtsboven de activiteit worden bepaald. De activiteit hier is wandelen. Voor het starten van de meting kiest men voor activiteit starten in figuur 5A.



Figuur 5 Overzicht van de stappen in Runtastic. Figuur A toont het openingsscherm van de app, wanneer links boven wordt geklikt opent figuur B zich. In figuur B klikt men op instellingen, waarna figuur C opent. In figuur C wordt op gebruikersprofiel gedrukt waarna figuur D zich opent en de proefpersoon instellingen aangepast kunnen worden.

3.8 Tien meter looptest

De onderzoeker maakt gebruik van het meetlint en de tape. De onderzoeker meet een afstand van 10 meter uit. Hierbij wordt op het beginpunt en op het eindpunt een stuk tape geplakt. De proefpersoon begint aan een kant, de start, en loopt vervolgens de gang door. De onderzoeker staat langs de 10 meter lijn zodat de tijd goed kan worden bepaald en genoteerd. De telefoon wordt in dit onderzoek als stopwatch gebruikt.

3.9 Meting

Vorbereiden proefpersoon

De proefpersoon ondertekend in deze fase de toestemmingsformulieren over het onderzoek. Daarbij wordt met de proefpersoon doorgesproken of de proefpersoon goed op de hoogte is van het doel, aard en methode van het onderzoek.

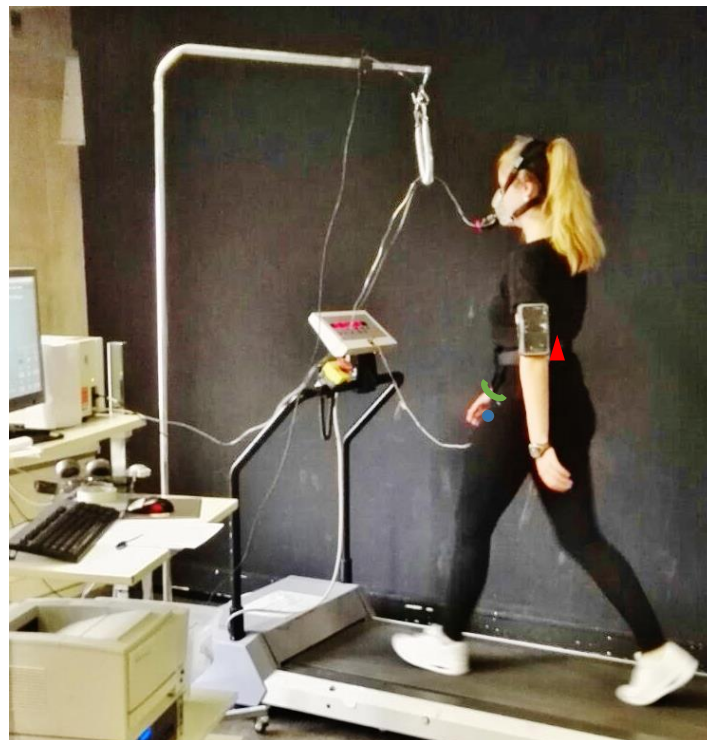
Allereerst wordt de tien meter looptest gedaan, voor het bepalen van de comfortabele snelheid van de proefpersoon. De tien meter looptest is uitgezet door de onderzoeker. De onderzoeker laat de proefpersoon drie keer het traject afleggen, waarbij de proefpersoon begint bij de tape en vervolgens gewoon de gang doorloopt. Van de drie tijden wordt het gemiddelde genomen, dit wordt de comfortabele snelheid van de proefpersoon.

Vervolgens krijgt de proefpersoon de hartslag meter om. Hierbij is het verstandig de hartfrequentie band van te voren vochtig maken zodat er beter verbinding kan worden gemaakt voor de hartslag. Wanneer er verbinding, dit kan gecontroleerd door op het scherm van het horloge een hartslag te zien is, kan de proefpersoon vijf minuten gaan zitten om te rusten. De onderzoeker noteert na vijf minuten de rusthartslag op het daarvoor bestemde formulier, bijlage 7. In de tijd dat de proefpersoon aan het rusten is, zet de onderzoeker de tijd van de Actigraph wGT3X-BT op de start- en eindtijd waarin gemeten wordt. De starttijd kan worden berekend tot het moment dat de proefpersoon zit voor het rusten. De eindtijd kan 50 minuten later gezet worden. Vervolgens kan de Actigraph wGT3X-BT ontkoppeld worden. In figuur 6 wordt de plaatsing van de meetinstrumenten weergegeven.

Na het rusten kan de proefpersoon op de loopband gaan staan, de Oxycon Delta en Actigraph wGT3X-BT worden bij de proefpersoon bevestigd en de proefpersoon kan drie minuten gaan wandelen. In de drie minuten dat de proefpersoon wandelt op een snelheid wordt de steady state

waarde bereikt. De snelheid van de loopband wordt voor twee minuten naar 2 km/uur gezet zodat alle apparatuur aangesloten kan worden. Na aansluiting van de apparatuur kan de proefpersoon weer terug naar de snelheid waarop gelopen werd. Hier begint de meting. De proefpersoon loopt op deze snelheid vervolgens nog zeven minuten. Na de zeven minuten, gaat de proefpersoon rusten tot de rusthartslag wordt bereikt. De rusthartslag zal bereikt worden na ongeveer vijf minuten. De meting begint hierna weer vanaf het aanbrengen van de Oxycon Delta.

De proefpersoon loopt op drie snelheden waarbij voor alle drie de snelheden hetzelfde protocol wordt gehanteerd. De drie snelheden waarop in volgorde wordt gelopen: 4 km/uur, comfortabele snelheid van de proefpersoon en 6 km/uur.



Figuur 6 Overzicht van de plaatsing van de meetinstrumenten bij de proefpersoon. De proefpersoon draagt de Oxycon Delta over het hoofd. De groene boog is de Fitbit Flex, de blauwe rond voor de Activ8 professional en de rode driehoek voor de Actigraph wGT3X-BT. Daarnaast draagt de proefpersoon de smartphone met behulp van een smartphone armband op het midden van de bovenarm met de apps Runkeeper en Runtastic.

Tabel 1 Overzicht van de activiteiten tijdens het onderzoek met de daarbij benodigde tijd in minuten

Activiteit	Tijd (min)
Voorlichting	5
10 meter looptest	5
Aanbrengen hartslagfrequentie meter	3
Rusten	5
Aanbrengen apparatuur: Oxycon Delta, Actigraph wGT3X-BT en Fitbit Flex	5
Wandelen 4 km/uur	3
Tijdens wandelen 4 km/ uur aanbrengen overig apparatuur: Activ8 professional, Smartphone	2
Wandelen 4 km/uur	7
Rusten	5
Aanbrengen apparatuur: Oxycon Delta, Actigraph wGT3X-BT en Fitbit Flex	5
Wandelen comfortabele snelheid	3
Tijdens wandelen comfortabele snelheid aanbrengen overig apparatuur: Activ8 professional, Smartphone	2
Wandelen comfortabele snelheid	7

Rusten	5
Aanbrengen apparatuur: Oxycon Delta, Actigraph wGT3X-BT en Fitbit Flex	5
Wandelen 6 km/uur	3
Tijdens wandelen 6 km/ uur aanbrengen overig apparatuur: Activ8 professional, Smartphone	2
Wandelen 6 km/uur	7
Totale duur	80

In de rust wordt het zuurstofmasker van de proefpersoon afgedaan, waardoor de proefpersoon de mogelijkheid heeft om iets te drinken. Voor de onderzoeker is het belangrijk om in de rust de resultaten van de Oxycon op te slaan en deze klaar te zetten voor de volgende meting. Daarnaast worden ook de resultaten van de Activ8, Runkeeper en Runtastic na elke snelheid opgeslagen.

3.10 Uitlezen meetapparatuur

Oxycon Delta

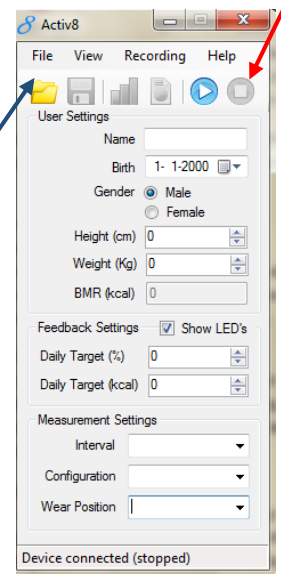
In de handleiding, bijlage 4, van de Oxycon Delta staat vanaf stap 8 hoe de meting moet worden gestopt en vervolgens opgeslagen moet worden.³³

Activ8 professional

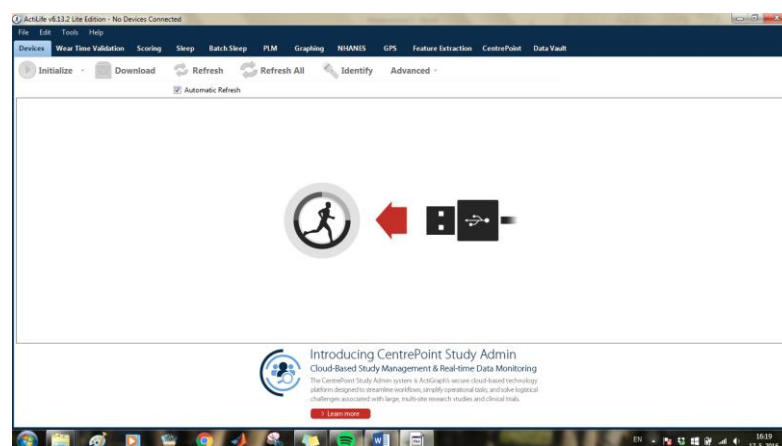
De Activ8 professional kan in de computer worden geplugd, waarna de meting via de software van de Activ8 kan worden gestopt. Hiervoor is de knop stop rechts bovenin zichtbaar, met de rode pijl. De onderzoeker slaat vervolgens de bestanden op, die worden aangeboden door de Activ8. De data wordt dubbel opgeslagen via file en vervolgens file save as, blauwe pijl. Het Excel bestand kan vervolgens ingeladen worden in Matlab.³⁴

Actigraph wGT3X-BT

De Actigraph wGT3X-BT is na de meting aangesloten aan de computer en is gestopt met meten. De meting komt in het hoofdscherm zichtbaar. In het hoofdscherm kiest de onderzoeker voor download. Bij het downloaden kan men verschillende opties kiezen, kies subject name <start data>. Daarnaast moeten alle vinken in het rechteroverzicht worden aangevinkt zodat alle data later nog terug gehaald kan worden. Vervolgens klikt men op downloaden. Het gedownloade bestand moet vervolgens in de full versie van de monitor omgezet worden naar een Excel bestand. Het Excel bestand wat hier uit komt, kan vervolgens ingelezen worden in Matlab.



Figuur 7 Overzicht om data te downloaden Activ8



Figuur 8 Overzicht van het hoofdmenu van de Actigraph

Fitbit Flex

De meting op de Fitbit Flex app moet na elke meting worden gestopt. Hierbij is dan een overzicht te zien van hoelang er is gelopen en hoeveel calorieën er dan zijn verbruikt. De training kan later worden terug gevonden wanneer de data uitgewerkt gaat worden aan de hand van de datum en de tijd.

Runkeeper

Het programma runkeeper kan worden gestopt via de telefoon. De app vraagt direct het aantal gelopen km in te vullen zodat het aantal verbrande calorieën kan worden berekend. Het aantal kilometer is af te lezen van de loopband waar de proefpersoon op loopt. De onderzoeker typt bij de opmerkingen de naam van de proefpersoon en de snelheid, hierdoor kan later de data terug gevonden worden.

Runtastic

Runtastic kan worden gestopt, waarna direct wordt aangegeven hoeveel calorieën er zijn verbruikt. De onderzoeker typt bij opmerkingen welke proefpersoon en welke snelheid er is gelopen. De onderzoeker kan later aan de hand van de datum, tijd en opmerkingen achterhalen welk proefpersoon er heeft gelopen en hoeveel calorieën er zijn verbrand.

Polar RS400

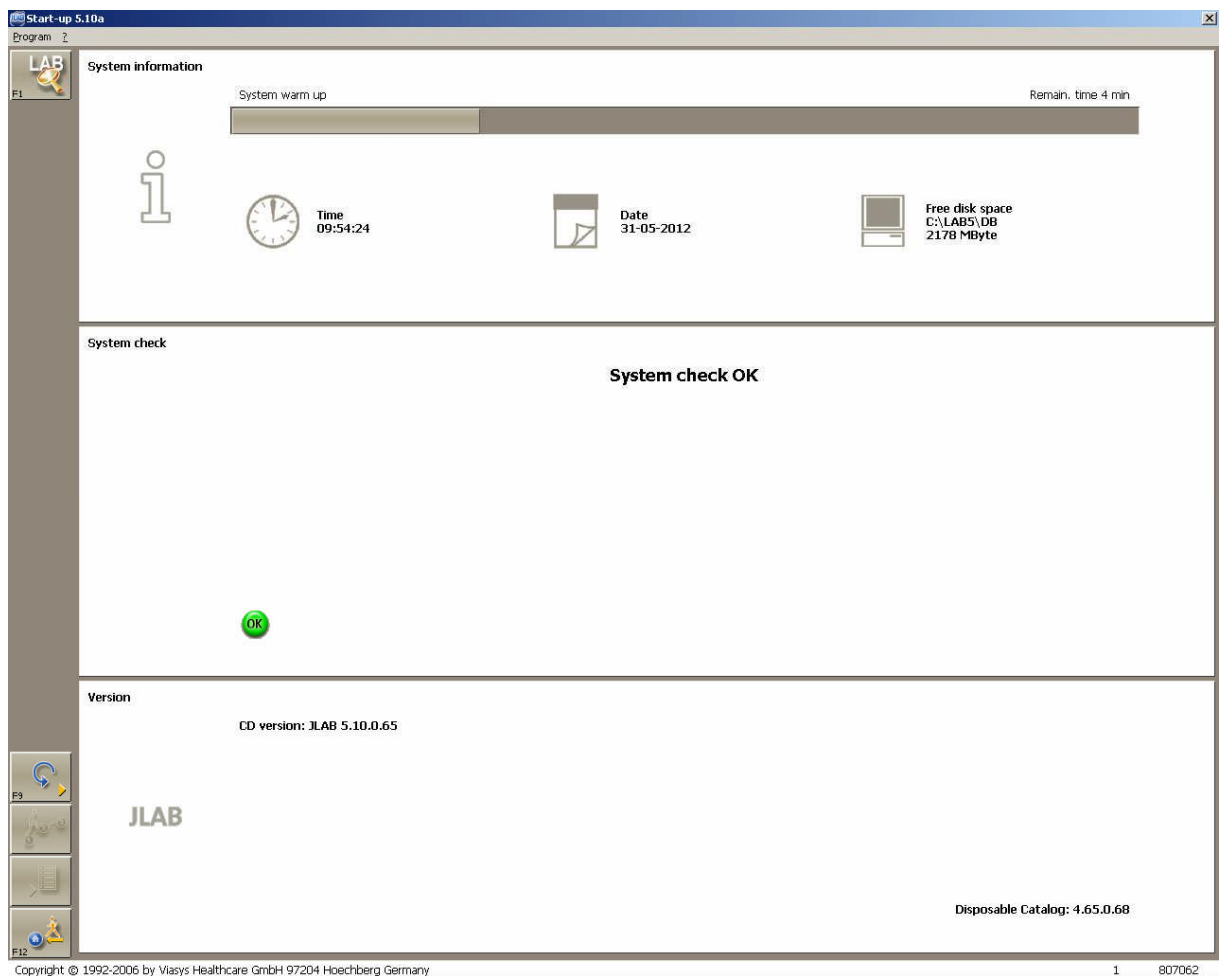
De Polar RS400 hartslagfrequentiemeter hoeft tussentijds niet uitgelezen te worden. De Polar is een back-up systeem om te bekijken of de proefpersoon inderdaad voldoende is uitgerust na de meting om weer te beginnen aan een nieuwe meting.

Stap 1: Aanzetten van de apparatuur

Minimaal **één uur voor aanvang** test de *Oxycon-delta* aanzetten. Centrale voeding aan (computer en Oxycon zijn dan ook aan).

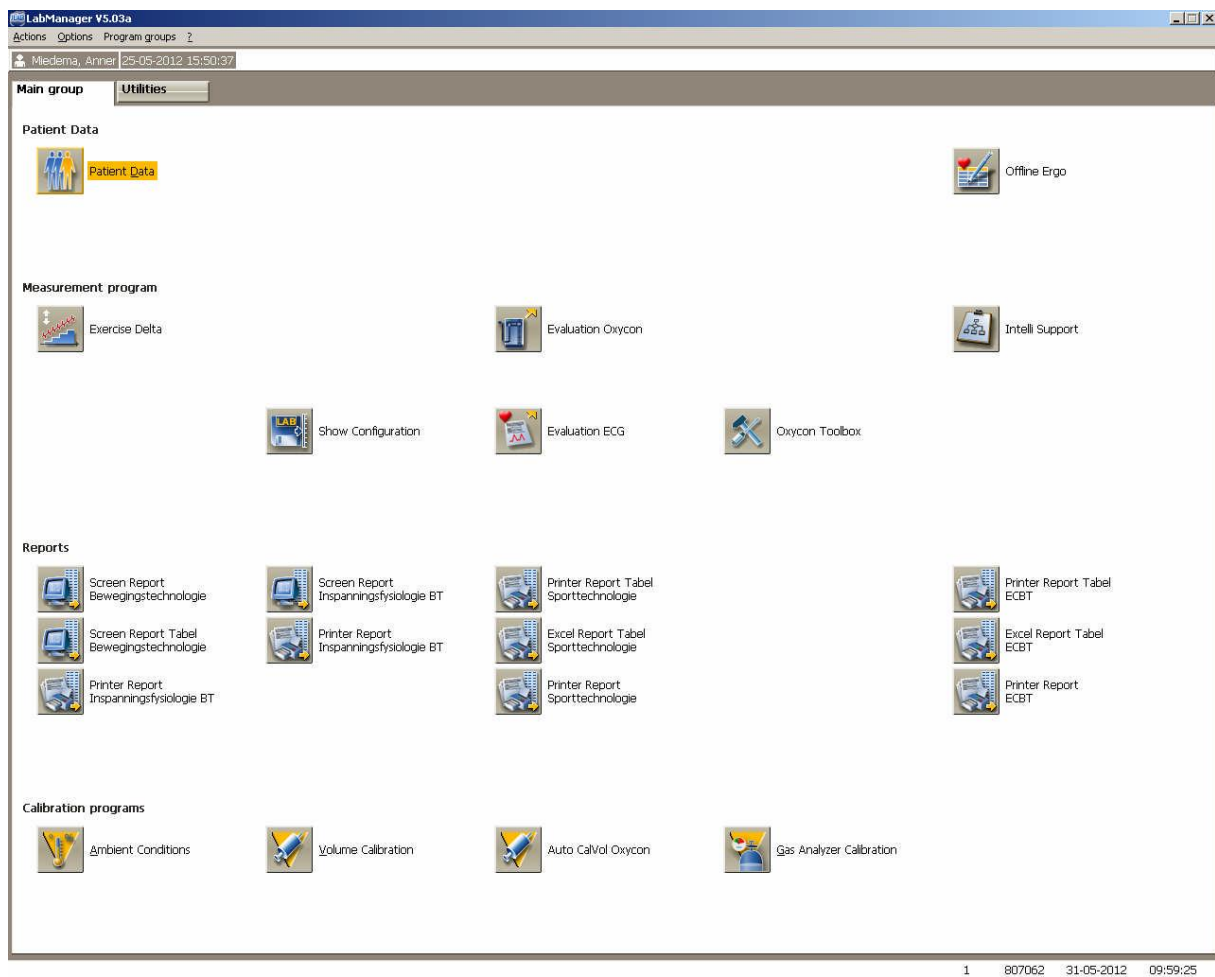
Stap 2: Opstarten van PC en software

- 2.1. Eén uur na het opwarmen vindt de ijkprocedure plaats. Per meet dag hoeft dit maar 1 keer te gebeuren.
- 2.2. Op de PC: Kies optie local administrator en wachtwoord 'abcd'.
- 2.3. Aanklikken van icoontje Labman5 op de desktop.
- 2.4. In het openingsscherm, figuur 8, wordt nu een "system warm-up" weergegeven. Dit duurt vijf minuten. Tevens vindt er een system check plaats.



Figuur 9 Openingsscherm

2.5. Als de warming-up is uitgevoerd krijg je nu het hoofdscherm te zien, figuur 9.



Figuur 10 Het hoofdscherm

4.1 IJken van de apparatuur

Stap 3: Omgevingsvariabelen

3.1. Klik op het icoon “ambient conditions” dat onderin het hoofdscherm in het tabblad “calibration” staat. Nu verschijnt het scherm zoals in figuur 10.



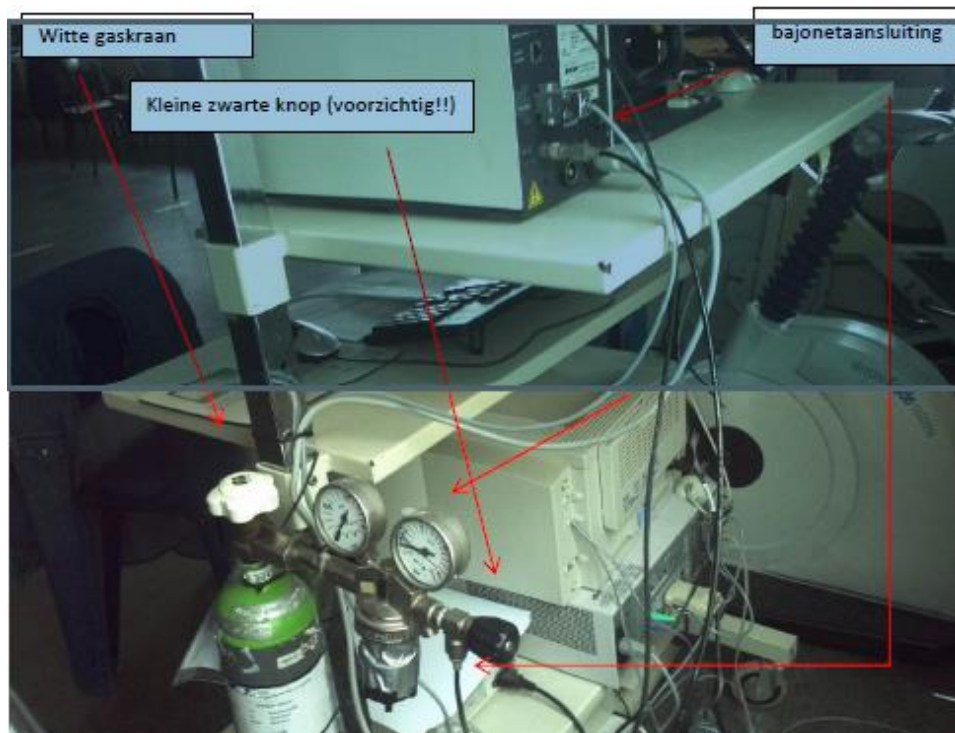
Figuur 11 Ambient conditions

3.2. Vul hier de huidige temperatuur, luchtvochtigheid en de luchtdruk in. Let erop dat de juiste fysische eenheden worden gebruikt! Barometer en thermometer hangen in het lokaal achter de Oxycon-delta.

3.3. Save de gegevens met knop links onderin [exit] (of F12) en je komt terug in het hoofdscherm.

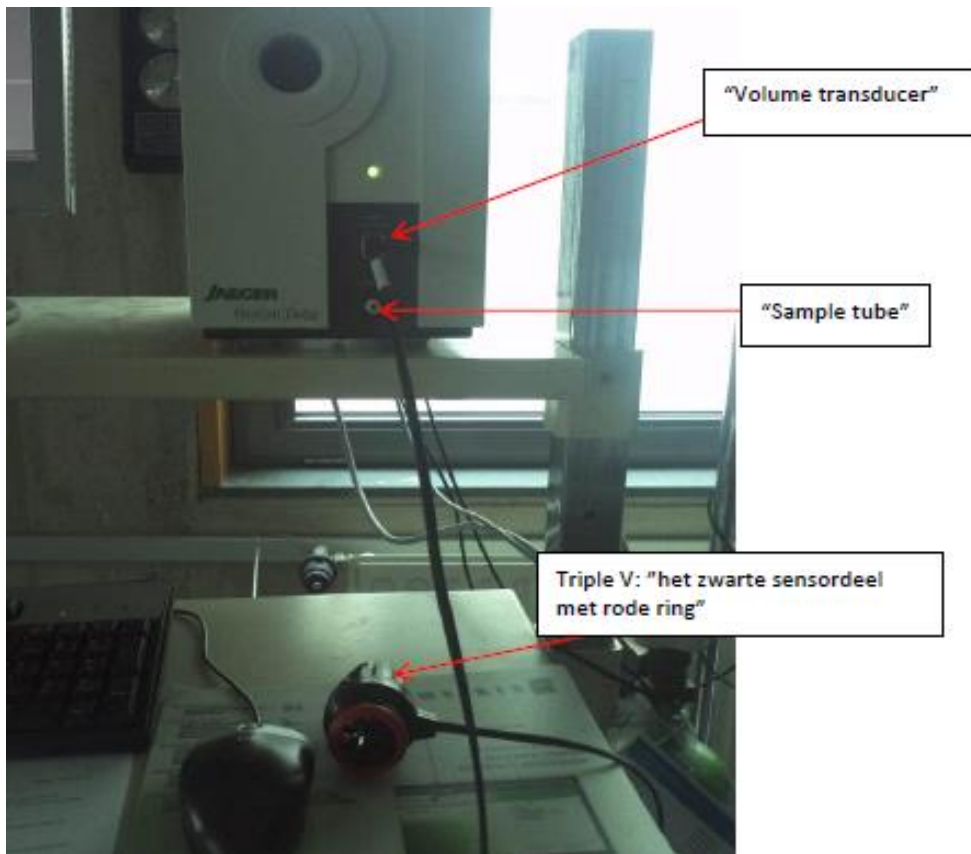
Stap 4 Gascalibratie

4.1. Controleer of de gasfles is aangesloten met de Oxycon-delta door middel van de bajonetsluiting (zie figuur 11).



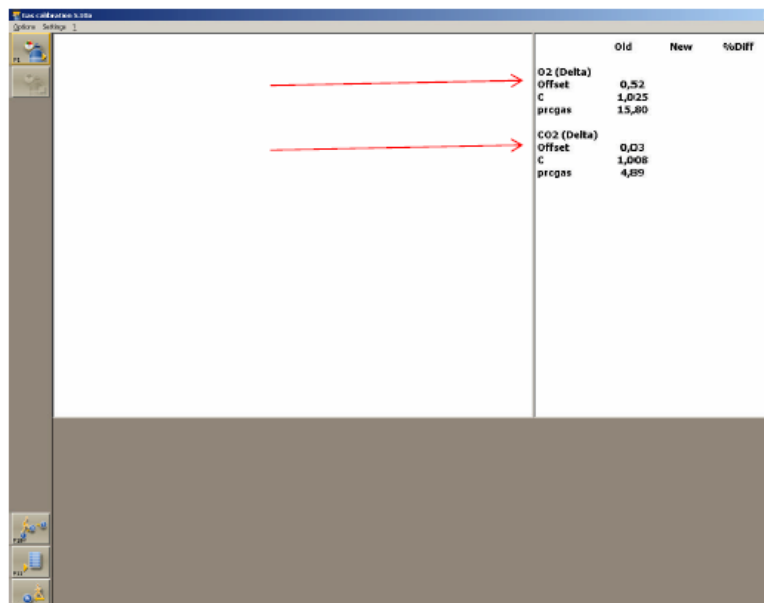
Figuur 12 Achterzijde van de Oxycon en de gasfles

- 4.2. De grote witte kraan bovenop de gasfles openen; ongeveer 2 slagen; **Negeer de dikke zwarte knop onderop het reduceerventiel** (zie figuur 11)!
- 4.3. Controleer voorzichtig of de kleine zwarte knop aan de rechter manometer open staat (is standaard geopend). Lees de druk op de rechter manometer van het reduceerventiel af; de aangeboden druk mag de 1,8 bar niet overschrijden! Controleer of de waarde tussen 1,5 en 1,8 bar zit. Anders labbeheerder waarschuwen.
- 4.4. Het **zwarte sensordeel met rode ring** (Triple V) naast de Oxycon leggen en niet in de buurt ademen. Sluit de sensor aan op 'volume transducer' met de zwarte kabel (zie figuur 12).
- 4.5. Sluit de dunne doorzichtige slang aan op de 'sample tube' de Oxycon. Hiermee wordt de gasverhouding van de buitenlucht bepaald (ambient air)(figuur 12).



Figuur 13 Vooraanzicht Oxycon, "sample tube" en "Triple V"

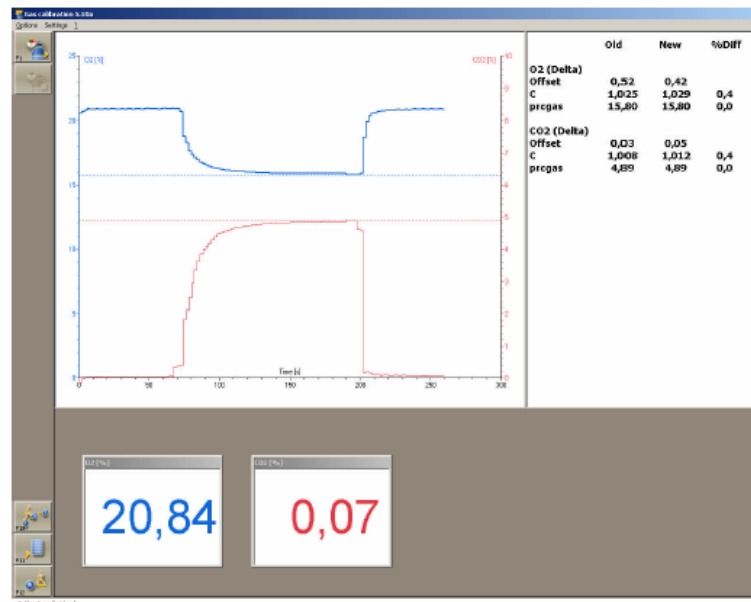
4.6. Dubbelklik op icoon Gas Analyser Calibration. Je krijgt nu dit scherm te zien (figuur 13). Controleer bij **setting** of de ingestelde volumeprocent-waarden kloppen met die op de kaart op de fles ijkmenggas (ongeveer 16% en 5 %).



Figuur 14 Openingscherm van Gas Analyse Calibration

4.7. Knop F1 aanklikken en de calibratie gaat lopen. Deze duurt ongeveer 300 seconden. Nu worden om en om het gas gecalibreerd op het ijkgas uit de fles en het gas van de omgeving (ambient).

Als na 2 minuten calibreren de gaswaarden in de grafiek nog steeds niet zijn veranderd, calibratie opnieuw uitvoeren. (Buitenlucht bevat 20.93 O₂ en 0,05 CO₂) Calibratie is klaar als linksboven de knop F1 weer zichtbaar is én linksonder de grafiek “calibration finished” staat (zie figuur 14). Controleer % diff: Bij < 5 is dit OK.



Figuur 15 Gas Analyse Calibration is klaar.

4.6. Gasfles nu dichtdraaien met grote witte knop bovenop de gasfles.

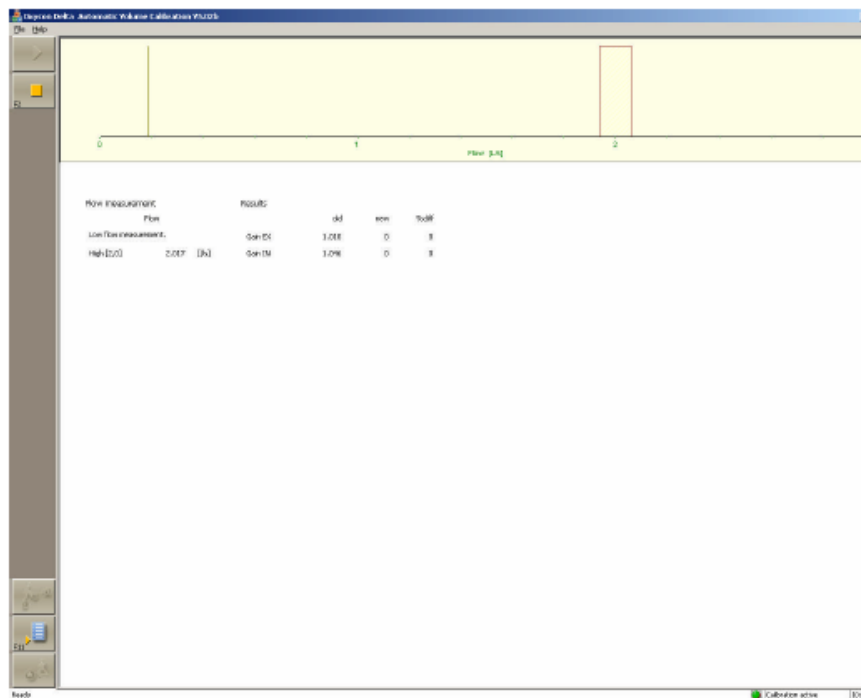
4.7. Knop F12 (exit) en vervolg de calibratie voor het volume (AutoCal).

Stap 5 Volumecalibratie (ijking voor het in- en uitademvolume)

5.1. Icoon automatische volumecalibration aanklikken. (Auto Cal volume Oxycon)

5.2. Verbind het zwarte sensordeel (triple V) met de pomp van de Oxyconkast (= grote opening vooraan).

5.3. Laat de meting automatisch uitvoeren door op F1 te drukken. Let op: geen handen of andere zaken in de luchtstroom houden. Als ‘finished’ verschijnt (linksonder READY) zoals in figuur 15, klik dan vervolgens op knop linksonder F12 (exit) om uit het programma te gaan (save calibration).



Figuur 16 Overzicht Volumecalibratie

Stap 6: Test

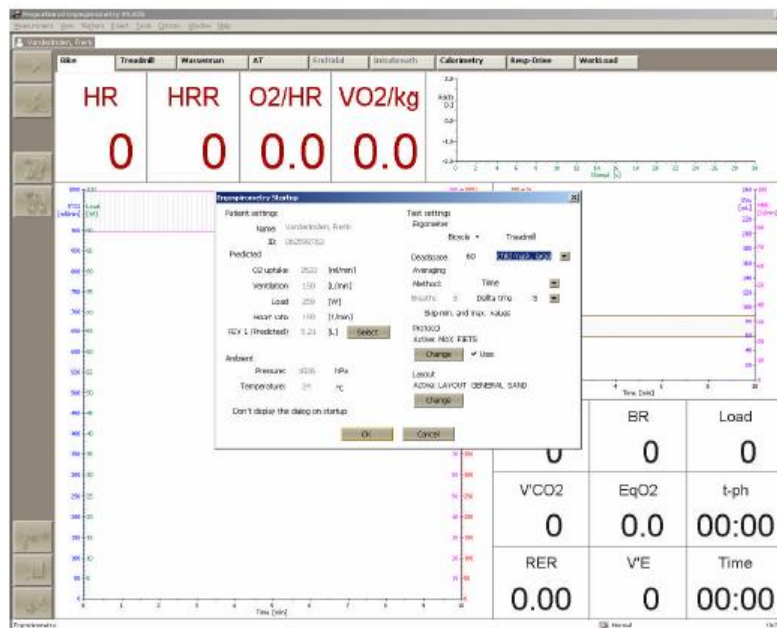
Klik op Tabblad Main Group

- 6.1. Klik op icoon **Patiënt data** (gegevens proefpersoon); druk op F2 en na Identificatie + Enter kun je de gevraagde proefpersoon gegevens invullen. (leeftijd gegevens scheiden door streepjes). Om door de invulvelden heen te springen gebruik tab!!
- 6.2. Klik na invullen op knop linksonder om terug te gaan naar het hoofdscherm.
- 6.3. De huidige proefpersoon staat nu in het grijs, linksboven, zoals in figuur 16.

Figuur 17 Invoeren van gegevens proefpersoon

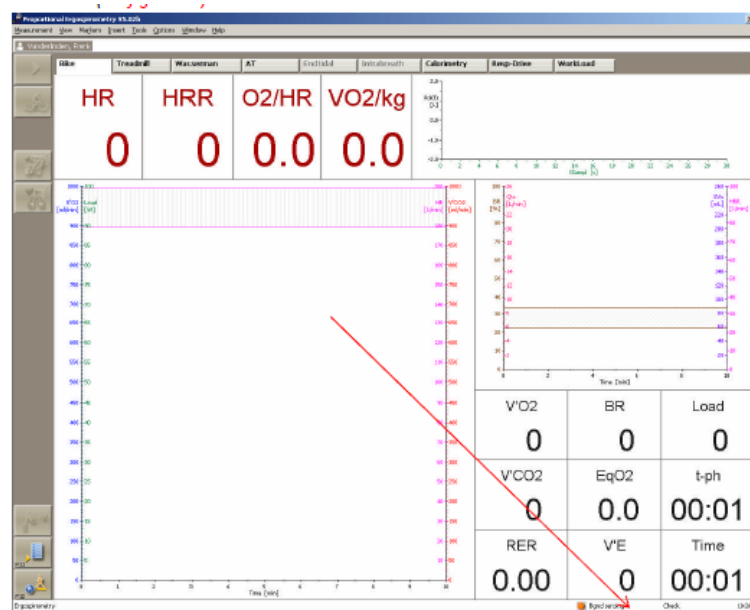
Stap 7: Uitvoering van de test met vooringesteld protocol

- 7.1. Klik icoon **exercise delta** aan op tweede rij van het hoofdscherm.
- 7.2. Controleer of de persoonsgegevens erin staan. Bij de loopband: kies Treadmill en zet het vinkje uit bij Use Protocol (zie figuur 17).



Figuur 18 Invoeren protocol

7.3 Klik op knop F1, dan start de **Background zeroing**, oranje lichtje onderaan scherm. Oxycon meet buitenlucht (1 minuut lang). Wacht totdat het oranje licht verandert in een groen licht met de tekst “ok” (zie figuur 18).



Figuur 19 Background zeroing

7.4 Doe het gezichtsmasker zonder sensor om (figuur 19 en 20). Zorg ervoor dat het “netje” goed om het hoofd heen zit (breedste zijde op de kruin). Indien de proefpersoon lang haar heeft, is men verplicht om het haar te binden door middel van een staart. Het gezichtsmasker zit pas goed, als bij het sluiten van het ademgat met de hand, er geen valse lucht via de zijkanten ingeademd kan worden. Let op! Als de hartslagfrequentie ook een relevante parameter is, vergeet dan niet een hartslagband en Polar hartslaghorloge te gebruiken. Bevochtig de band en plaats hem zoals te zien is in figuur 21. Hou het horloge altijd om, en synchroniseer deze met de Oxycon.

Laat de sensor in de Oxycon zitten voor de veiligheid.



Figuur 20 Het gezichtsmasker en het bijbehorende netje



Figuur 21 De juiste positie van het gezichtsmasker.



Figuur 22 Plaatsing van de hartslagband

7.5. Verbind vervolgens de sensor met masker; laat de draden **zijwaarts uitsteken** i.v.m het vollopen met “water”. **Loop nooit weg met het masker op!**

7.6. Klik op knop F1 (geel driehoekje wordt vierkantje). (rechtsonder staat ‘rest’) . Laat de proefpersoon 3 minuten rustig zitten met masker op, totdat rusthartslag bereikt kan worden en een R-waarde <1,0.

Bij vooringesteld **protocol** fietsmax of PWC-test de fasen rest en preferences laten lopen of gelijk doorklikken met F1, bij fase test wordt de test gedaan.

Stap 8: Stoppen en opslaan van de test met vooringesteld protocol

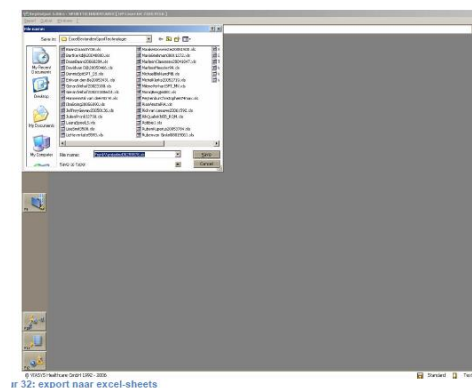
8.1 Druk op knop F1 (wordt vierkantje), dit stopt de test en de Oxycon komt in de recoverystand (recovery = ingesteld op belasting van 50 Watt voor 2 minuten). Laat de proefpersoon 2 minuten uitfietsen. Masker met sensor ophouden.

8.2. Kies ‘measurement’ uit menu bovenaan en kies Save (de data zijn nu opgeslagen in de database van Oxycon)

8.3 Druk op knop linksonder (F12) om terug te gaan naar hoofdscherm. In hoofdscherm kan m.b.v. icoon **Excell Tabel Sporttechnologie** de meting in Excel opgeslagen worden.

Stap 9. exporteer naar Excel en USB

1. Kies Excel Report Sporttechnologie . Je komt in een window waar je de data als .XLS files kan opslaan. Browse bijvoorbeeld naar het Bureaublad of je USB stick en sla de data op (figuur 22)



Figuur 23 Exporteren naar Excel-sheets

De excel data heeft een aantal kolommen met de volgende labels:

Time HR V'O2 VO2/kg V'CO2 RER BF V'E Speed Load
min 1/min ml/min ml/ ml/min 1/min L/min km/h W

Na afloop van iedere meting:

1. Gezichtsmasker uitspoelen en afdrogen voor volgende proefpersoon.
2. Elastische bandje niet meewassen.
3. Na 3 proefpersonen het doorzichtige slangetje loskoppelen van sensor en Oxycon
4. en voorzichtig rondslingerend leegzwaaien om condens te verwijderen.
5. Eind van de dag (dus na laatste meting)
6. Sensor + maskers laten schoonmaken en uitspoelen door de labbeheerder.

Borstband omdoen

Stap 1 Maak de elektroden van de borstband vochtig met water, figuur 23.

Stap 2

- Controleer of een zendgedeelte op het elastische bandje is bevestigd. Wanneer dit zo is ga door naar stap 2c.
- Verbind anders de letter L van het zendgedeelte met de LEFT op het elastische bandje en klik de zender erop. Let op, draag deze band ook goed om.
- Doe de band rond de borst en maak deze vast. (Er zijn 3 soorten sluitingen, deze zijn aangegeven in figuur 24).

Stap 3 Zorg dat het zendgedeelte in het midden van de borst zit net onder de borstspieren, bij vrouwen het liefst ONDER de BH beugel.

Stap 4 Doe het Polar horloge om en druk op start, nr. 5 in figuur 26. Wacht tot het horloge onderaan in het scherm een hartslag weergeeft en het hartje gaat knipperen.



Figuur 24 Elektroden bevochtigen en bevestigen hartslagband

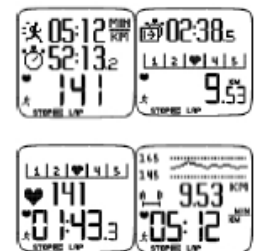


Figuur 25 Soorten sluitingen van de hartslagband

Handleiding

Stap 1 Bekijk de handleiding van over de polar RS400 via de computers op de Haagse Hogeschool.

- Klik op start.
- Kies all programs.
- Open de map PRACTICA.
- Kies de map bewegingstechnologie.
- Kies handleidingen
- Open het bestand, handleiding Polar PS400



Figuur 26 Overzicht van de mogelijkheden om aanpassen te doen in Polar RS400

Sample frequentie instellen

Stap 1 Druk op nr. 4 uit figuur 26, je komt in het menu.

Stap 2 Gebruik nr. 3 en 4 uit figuur 26 om te scrollen naar settings. Kies deze map door te drukken op nr. 5 van figuur 26.

Stap 3 Gebruik nr. 4 uit figuur 26 om naar beneden te gaan naar features, druk op nr. 5 van figuur 5.

Stap 4 Scroll met nr. 3 en 4 uit figuur 26 door dit menu tot de functie rec. Rate. Kies deze door nr. 5 uit figuur 26.

Stap 5 Kies de gewenste samplefrequentie (1, 5, 15, 60 seconden) door de gewenste sample te kiezen met nr. 5 uit figuur 26.

Meting starten

Stap 1 Er staat start en settings in beeld, start de meting door op nr. 5 van figuur 26 te klikken. Na een paar seconden laat de display de tijd zien die verstrijkt. Nu meet de polar.

Stap 2 Plaats markers al u dat prefereert, doe dit door nogmaals op nr. 5 uit figuur 26 te klikken. Dit kan zo vaak als u wilt.

Stap 3 Stoppen: klik op nr. 2 van figuur 26, er wordt dan gevraagd om continue of exit. Druk 1 maal op nr. 4 waardoor het pijltje van continue naar exit springt en druk op nr. 5. De meting is gestopt.



Figuur 27 Weergave van het polar horloge

Importeren van de data op de computer

Stap 1 Sluit de USB-aansluiting, met de infrarood-sensor (USB stick), aan op de computer. Figuur 27.

Stap 2 Start het programma Polar Pro Trainer 5. Figuur 27 rechts boven in. Staat deze niet op het bureaublad zoek dan in het start menu dit programma.

Stap 3 Druk op nr. 4 uit figuur 26, je komt in het menu. Door gebruik van nr. 3 en 4 uit figuur 26 kan je door het menu scrollen. Doe dit tot je connect, figuur 4, tegenkomt. Druk op nr. 5 uit figuur 26.

Stap 4 Druk in het programma Polar Pro Trainer 5 op nr. 1 van figuur 26, gegevens overdragen. Wanneer er gevraagd wordt naar softwarevoorkeuren druk op ok.

Stap 5 Richt met de rode kant van de infrarood-sensor op A van figuur 26. Er zal te zien zijn, zoals in figuur 28, dat de gegevens worden overgedragen.

Stap 6 Als de overdracht compleet is, moet het horloge worden afgesloten door twee maal op nr. 2 van figuur 26 te klikken.



Figuur 27



Figuur 28 USB aansluiting van het Polar horloge

Openen en opslaan van de data op de computer

Stap 1 Na het laden opent planning, zoals in figuur 29.

Stap 2 Dubbelklik op de datum en de training die je wilt openen.

Stap 3 Figuur 29 komt naar voren. Kies het goede tabblad, nr. 1 figuur 29.

Stap 3 Vul in nr. 2 van figuur 29 de naam van de proefpersoon (eventueel nog meer gegevens als dit relevant is).

Stap 4 Dubbelklik op vlak nr. 3 van figuur 29, de grafiek zal zich groot openen.

Wil je dit figuur bewaren maak hier dan een print screen van en plak deze in Word.

Stap 5 Om de data in een tabel te zien klik nr. 3 (overzicht) uit figuur 29.



Figuur 29 Weergave van het overzetten van de data van het horloge naar de computer

Gegevens verwijderen uit het horloge

Stap 1 Druk op nr. 4 uit figuur 26, je komt weer in het menu.

Stap 2 Gebruikt nr. 3 en 4 uit figuur 26 om te scrollen naar file. Kies deze map door te drukken op nr. 5 van figuur 26.

Stap 3 Gebruik nr. 4 uit figuur 26 om naar beneden te gaan naar delete, klik op nr. 5 van figuur 26.

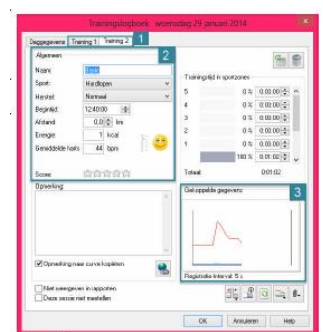
Stap 4 Je ziet nu exercise en all exercise. Scroll met nr. 4 uit figuur 26 naar all exercise en druk op nr. 5 van figuur 26.

Stap 5 Er staat nu Yes en No in beeld, druk nogmaals op nr. 4 (naar Yes) en daarna op nr. 5 uit figuur 26. Alle bestanden zijn nu verwijderd.

Stap 6 Druk drie maal op nr. 3 uit figuur 26, zo kom je weer op start scherm terecht.



Figuur 9



Figuur 10

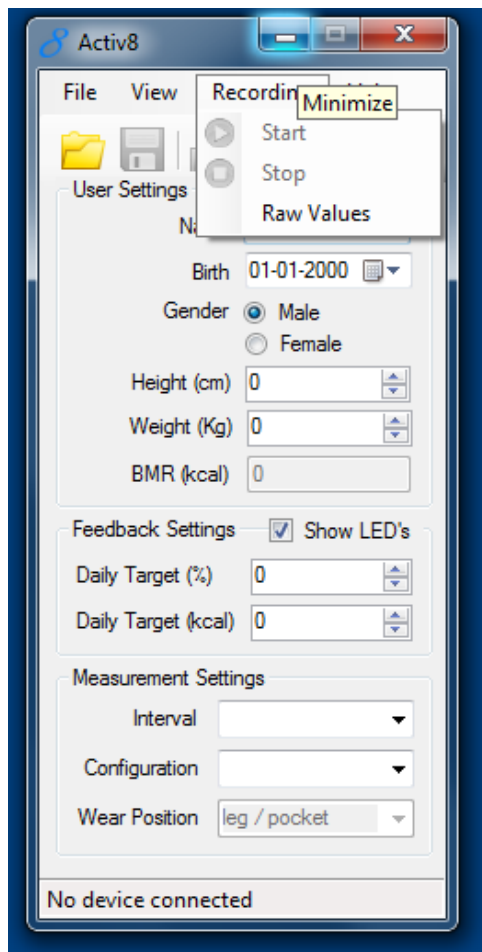
Figuur 30 Overzicht van het
programma polar met de
ingeladen data

Voor het gebruik van de Activ8 professional kan gebruik worden gemaakt van de handleiding die wordt meegeleverd.³⁴

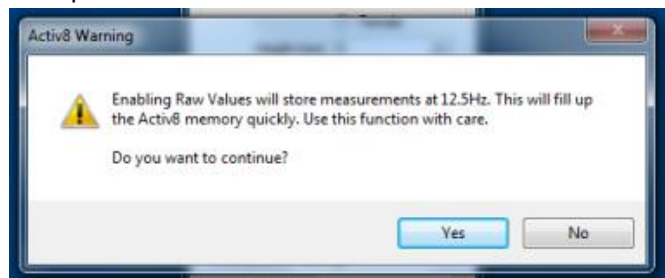
Ruwe data meten³⁵

Bij het opstarten van de Activ8 moeten enkele instellingen worden aangegeven. Standaard wordt de echte ruwe data niet mee gemeten. Dit is wel aan de raden in veel gevallen, zodat later nog eventuele bewerkingen gedaan kunnen worden, die anders niet meer kunnen.

Voor het meten van ruwe data klik je boven in de balk bij Recording, figuur 31, en zet je een vinkje bij Raw Values. Je krijgt dan een waarschuwing, figuur 30, klik nu op Yes.



Figuur 32 Overzicht Activ8, instellen van het meten op raw values



Figuur 31 Pop up bij het instellen van raw values meten

Als je ruwe data opneemt, is de capaciteit van het geheugen van de Activ8 de beperkende factor voor het langdurig meten. Je kunt nu maximaal 1,5 uur meten. Het is echter aan te raden niet de volle 1,5 te meten om te voorkomen dat toch het laatste stukje niet gemeten wordt. Probeer bij langere metingen een pauze in te lassen (ook goed voor de proefpersoon). Sluit dan de A8 op de pc aan en sla de data op, het geheugen is nu weer leeg. De A8 kan nu weer 1,5 uur meten, tot het geheugen opnieuw vol is. De batterij is dan nog steeds niet leeg. Dus 2 keer een uur meten met ruwe data moet lukken en zal in veel validatieonderzoek voldoende zijn.

Bijlage 7 Documentatie papieren

Proefpersoon code:

Meet datum	
Lengte (cm)	
Gewicht (kg)	
BMI (kg/m ²)	
Geboortedatum	
Leeftijd (jaren)	

Omgevingsvariabelen

Temperatuur (graden)	
Barometer (luchtdruk) (hPa)	
Luchtvochtigheid (%)	

10 meter looptest

- Loop 1 (m/s)	10/	
- Loop 2 (m/s)	10/	
- Loop 3 (m/s)	10/	
Gem snelheid (m/s)	(1+2+3)/3	
Gem snelheid (km/uur)	Snelheid (m/s) x 3.6	

Rusthartslag (slagen(sl)/min)

Rusthartslag (sl/min)	
-----------------------	--

Snelheid 1

Snelheid (km/uur)

Afstand (km)	
Hartslag (sl/min) start	
Hartslag (sl/min) eind	
Rusthartslag (sl/min)	
O ₂ (ml/min)	

Calorieverbruik

Fitbit (kcal)	
Activ8 (kcal)	
Actigraph (kcal)	
Runkeeper (kcal)	
Runtastic (kcal)	

Snelheid 2

Snelheid (km/uur)

Afstand (km)	
Hartslag (sl/min) start	
Hartslag (sl/min) eind	
Rusthartslag (sl/min)	
O ₂ (ml/min)	

Calorieverbruik

Fitbit (kcal)	
Activ8 (kcal)	
Actigraph (kcal)	
Runkeeper (kcal)	
Runtastic (kcal)	

Snelheid 3

Snelheid (km/uur)

Afstand (km)	
Hartslag (sl/min) start	
Hartslag (sl/min) eind	
Rusthartslag (sl/min)	
O ₂ (ml/min)	

Calorieverbruik

Fitbit (kcal)	
Activ8 (kcal)	
Actigraph (kcal)	
Runkeeper (kcal)	
Runtastic (kcal)	

Bijlage 8 RER waarde tabel²⁵

RER	kcal per liter O ₂
0,7	4,67
0,71	4,69
0,72	4,7
0,73	4,71
0,74	4,73
0,75	4,74
0,76	4,75
0,77	4,76
0,78	4,78
0,79	4,79
0,8	4,8
0,81	4,81
0,82	4,82
0,83	4,83
0,84	4,85
0,85	4,86
0,86	4,88
0,87	4,89
0,88	4,9
0,89	4,91
0,9	4,92
0,91	4,94
0,92	4,95
0,93	4,96
0,94	4,97
0,95	4,99
0,96	5
0,97	5,01
0,98	5,02
0,99	5,04
1	5,05

Bijlage 9 Matlab programma Oxycon Delta

Programma voor het verwerken van de data van de Oxycon Delta

```
clear all
close all
clc

%Openen van een Excel bestand in Matlab
[num,txt] = xlsread('C:\Users\Aniek\Documents\Afstuderen\Metingen\Data\BM090\Oxycon\BM0904');

A = num(36:120,2); %Data gegevens van de VO2 uit het excel bestand halen
M = median(A); %De mediaan van de VO2 bepalen, mediaan is het getal waaronder 50% ligt en waarboven 50% van de getallen ligt

VO2 = (M/1000); %VO2 data omzetten van ml/min naar l/min

B = num(36:120,5); %Data gegevens van de RER uit het excel bestand halen
K = median(B); %De mediaan van de RER bepalen, mediaan is het getal waaronder 50% ligt en waarboven 50% van de getallen ligt

%Openen van excel bestand waarin data gegevens staan van de RER waarde
exceldata = xlsread('C:\Users\Aniek\Documents\Afstuderen\Matlab\Omreken tabel Oxycon');

x = exceldata(:,1); %RER waarde uit de exceldata sheet halen
y = exceldata(:,2); %KCAL per liter O2 uit de exceldata

aap = find(x==K); %Rij vinden waar de RER waarde staat
kcal = (exceldata(aap,2)); %Kcal per liter O2 bepalen bij aap

hub = (VO2*kcal); %Bepalen hoeveel kcal per minuut
kcalt = (hub*7); %Totaal aantal calorieën bepalen
```

Bijlage 10 Matlab programma Actigraph wGT3X-BT

Programma voor het verwerken van de Actigraph

```
clear all
close all
clc

%Openen van een Excel bestand in Matlab
exceldata =
xlsread('C:\Users\Aniek\Documents\Afstuderen\Metingen\Data\BM090\Actigraph\
BM0906');

%Kolommen benoemen uit de Actigraph Data
VM = exceldata(:,10); %Vector magnitude kolom

P = VM(12:54); %7 minuten van de vector magnitude
VM1 = median(P); % Mediaan van de vector magnitude

BM= 85; %Gewicht van de proefpersoon
CPM = (VM1*6);%De tijd vermenig naar counts per minuten

kcal = (CPM*0.0000191*BM); %Formule voor het aantal calorieën per minuut
kcalm = (kcal*7);%Totaal aantal verbruikte calorieën
```

Bijlage 11 Matlab Programma Activ8 professional

Programma voor het verwerken van de data van de Activ8

```
clear all
close all
clc

[num,txt]
xlsread('C:\Users\Aniek\Documents\Afstuderen\Metingen\Data\BM090\Activ8\BM0906');

A = num(:,12); %Selecteren van de kolom van de activiteit

B = A(11:95); %7 minuten van de activiteit
C = median(B); %Mediaan van de zeven minuten

BM = 85; %gewicht van de proefpersoon

mets = (1.439008+(0.00795.*C)); %Formule om het aantal MET te berekenen

G = ((mets.*3.5.*BM)/200); %Met behulp van het aantal MET en het gewicht het
aantal calorieën per minuut berekenen
kcal = (G.*7); %Totaal aantal verbruikte calorieën berekenen
```

Bijlage 12 Resultaten

In de resultaten wordt gebruik gemaakt van afkortingen. PP staat voor proefpersoon, het getal dat erna komt staat voor welke proefpersoon het was. SN staat voor snelheid en vervolgens staat er een getal achter. Het getal 1 betekent 4 km/uur, 2 betekent de comfortabele snelheid en 3 betekent 6 km/uur.

Alle waarden in de tabellen zijn in kcal.

12.1 Overzicht van de resultaten over het geheel

Tabel 2 Overzicht van de snelheden en het aantal verbruikte kilocalorieën per activiteitenmonitoren, per proefpersoon en per snelheid. Alle waarden zijn in kilocalorieën. PP staat voor proefpersoon, het getal erachter staat voor welk proefpersoon het was. SN betekent snelheid en het getal erachter geeft aan welke snelheid. Nummer 1 is de snelheid van 4 km/uur, nummer 2 is de comfortabele snelheid van de proefpersoon en nummer 3 is de snelheid van 6 km/uur.

Proefpersoon	Oxycon Delta	Runkeeper	Runtastic	Fitbit Flex	Actigraph wGT3X-BT	Activ8 professional
PP1SN1	38,20	29,00	91,00	58,00	19,70	38,40
PP1SN2	44,40	37,00	86,00	42,00	34,90	43,60
PP1SN3	53,90	36,00	84,00	57,00	51,90	50,40
PP2SN1	23,90	21,00	67,00	14,00	14,40	27,70
PP2SN2	20,20	22,00	58,00	16,00	18,40	29,50
PP2SN3	35,60	29,00	65,00	21,00	41,50	211,00
PP3SN1	24,20	19,00	59,00	21,00	21,20	29,30
PP3SN2	33,60	27,00	60,00	28,00	41,60	35,10
PP3SN3	33,30	28,00	58,00	37,00	41,50	35,40
PP4SN1	36,20	24,00	74,00	15,00	18,60	42,90
PP4SN2	45,10	30,00	68,00	8,00	34,00	314,30
PP4SN3	46,00	32,00	71,00	15,00	39,70	54,20
PP5SN1	25,50	21,00	60,00	53,00	13,70	35,50
PP5SN2	27,10	24,00	58,00	61,00	20,10	38,60
PP5SN3	36,10	29,00	55,00	52,00	30,20	44,60
PP6SN1	28,80	33,00	62,00	50,00	12,20	29,90
PP6SN2	32,10	33,00	62,00	50,00	27,00	32,70
PP6SN3	38,30	34,00	60,00	45,00	28,10	36,30
PP7SN1	27,40	22,00	57,00	7,00	20,80	106,10
PP7SN2	33,80	26,00	67,00	7,00	35,10	155,50
PP7SN3	39,90	31,00	71,00	15,00	41,70	194,80
PP8SN1	25,80	21,00	62,00	43,00	14,10	29,60
PP8SN2	25,80	22,00	56,00	45,00	15,70	29,80
PP8SN3	36,70	30,00	58,00	49,00	31,10	37,40
PP9SN1	31,80	23,00	74,00	15,00	21,10	36,60
PP9SN2	32,60	27,00	65,00	15,00	27,40	38,90
PP9SN3	41,60	30,00	67,00	15,00	39,50	45,20
PP10SN1	29,20	20,00	67,00	19,00	18,50	180,70
PP10SN2	38,00	15,00	29,00	64,00	34,60	47,00
PP10SN3	39,60	30,00	64,00	14,00	35,50	306,60
PP11SN1	27,40	21,00	55,00	25,00	14,60	30,10
PP11SN2	32,40	25,00	63,00	15,00	26,00	34,00
PP11SN3	37,00	27,00	60,00	15,00	32,40	185,70
PP12SN1	36,40	22,00	79,00	55,00	00,00	240,70
PP12SN2	50,20	35,00	79,00	73,00	00,00	338,70
PP12SN3	52,80	35,00	77,00	70,00	00,00	56,60

PP13SN1	34,20	30,00	81,00	17,00	23,70	321,30
PP13SN2	38,70	33,00	73,00	18,00	31,10	61,80
PP13SN3	47,90	39,00	86,00	9,00	46,80	445,70
PP14SN1	30,40	25,00	71,00	15,00	20,60	188,70
PP14SN2	36,60	16,00	31,00	72,00	36,70	277,10
PP14SN3	43,50	32,00	72,00	7,00	38,40	47,30
PP15SN1	30,80	25,00	60,00	37,00	26,70	191,40
PP15SN2	32,80	29,00	78,00	41,00	33,70	271,60
PP15SN3	45,50	36,00	81,00	45,00	49,60	53,50
PP16SN1	34,40	22,00	63,00	9,00	13,90	194,80
PP16SN2	36,10	23,00	68,00	14,00	21,10	240,80
PP16SN3	47,30	31,00	62,00	6,00	34,40	240,80

12.2 Overzicht van de resultaten per snelheid

12.2.1 Snelheid 4 km/uur

Tabel 3 Overzicht van het aantal verbruikte kilocalorieën per monitor en per proefpersoon op de snelheid van 4 km/uur.

Proefpersonen	Oxycon Delta	Runkeeper	Runtastic	Fitbit Flex	Actigraph wGT3X-BT	Activ8 professional
PP1	38,20	29,00	91,00	58,00	19,70	38,40
PP2	23,90	21,00	67,00	14,00	14,40	27,70
PP3	24,20	19,00	59,00	21,00	21,20	29,30
PP4	36,20	24,00	74,00	15,00	18,60	42,90
PP5	25,50	21,00	60,00	53,00	13,70	44,60
PP6	28,80	33,00	62,00	50,00	12,20	29,90
PP7	27,40	22,00	57,00	7,00	20,80	
PP8	25,80	21,00	62,00	43,00	14,10	29,60
PP9	31,80	23,00	74,00	15,00	21,10	36,60
PP10	29,20	20,00	67,00	19,00	18,50	
PP11	27,40	21,00	55,00	25,00	14,60	30,10
PP12	36,40	22,00	79,00	55,00		38,40
PP13	34,20	30,00	81,00	17,00	23,70	27,70
PP14	30,40	25,00	71,00	15,00	20,60	29,30
PP15	30,80	25,00	60,00	37,00	26,70	42,90
PP16	34,40	22,00	63,00	9,00	13,90	44,60

12.2.2 Zelfgekozen snelheid proefpersoon

Tabel 4 Overzicht van het aantal verbruikte kilocalorieën per monitor per persoon op de comfortabele snelheid van de proefpersoon

Proefpersonen	Snelheid (km/uur)	Oxycon Delta	Runkeeper	Runtastic	Fitbit Flex	Actigraph wGT3X-BT	Activ8 professional
PP1	5.00	44,40	37,00	86,00	42,00	34,90	43,60
PP2	4.10	20,20	22,00	58,00	16,00	18,40	29,60
PP3	6.00	33,60	27,00	60,00	28,00	41,60	35,10
PP4	5.50	45,10	30,00	68,00	8,00	34,00	
PP5	4.80	27,10	24,00	58,00	61,00	20,10	38,60
PP6	4.70	32,10	33,00	62,00	50,00	27,00	32,70
PP7	5.20	33,80	26,00	67,00	7,00	35,10	
PP8	4.10	25,80	22,00	56,00	45,00	15,70	29,80

PP9	4.80	32,60	27,00	65,00	15,00	27,40	38,90
PP10	5.80	38,00	15,00	29,00	64,00	34,60	47,00
PP11	5.30	32,40	25,00	63,00	15,00	26,00	34,00
PP12	5.60	50,20	35,00	79,00	73,00		
PP13	4.90	38,70	33,00	73,00	18,00	31,10	61,80
PP14	5.50	36,60	16,00	31,00	72,00	36,70	
PP15	4.60	32,80	29,00	78,00	41,00	33,70	43,60
PP16	4.60	36,10	23,00	68,00	14,00	21,10	29,60

12.2.3 Snelheid 6 km/uur

Tabel 5 Overzicht van het aantal verbruikte kilocalorieën per monitor en per proefpersoon op de snelheid van 6 km/uur.

Proefpersonen	Oxycon Delta	Runkeeper	Runtastic	Fitbit Flex	Actigraph wGT3X-BT	Activ8 professional
PP1	53,90	36,00	84,00	57,00	51,90	50,40
PP2	35,60	29,00	65,00	21,00	41,50	
PP3	33,30	28,00	58,00	37,00	41,40	35,40
PP4	46,00	32,00	71,00	15,00	39,70	54,20
PP5	36,10	29,00	55,00	52,00	30,20	44,60
PP6	38,30	34,00	66,00	45,00	28,10	36,30
PP7	39,90	31,00	71,00	15,00	41,70	
PP8	36,70	30,00	58,00	49,00	31,10	37,40
PP9	41,60	30,00	67,00	15,00	39,50	45,20
PP10	39,60	30,00	64,00	14,00	35,50	
PP11	37,00	27,00	60,00	15,00	32,40	
PP12	52,80	35,00	77,00	70,00		56,60
PP13	47,90	39,00	86,00	9,00	46,80	
PP14	43,50	32,00	72,00	7,00	38,40	47,30
PP15	45,50	36,00	81,00	45,00	49,60	53,50
PP16	47,30	31,00	62,00	6,00	34,40	50,40