

# HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING VERBETERT HET AEROBE UITHOUDINGSVERMOGEN BIJ PATIËNTEN MET DIABETES MELLITUS TYPE 2, EEN PILOTSTUDIE.

*PRAKTIJKONDERZOEK*

**Student: Arne Kooistra**

**Studentnummer: 341235**

**Scriptiebegeleider/Supervisor: A. Dijkhuizen**

**Datum/Date : 10-06-2019**

HANZEHOGESCHOOL GRONINGEN | OPLEIDING FYSIOTHERAPIE



## Voorwoord

De scriptie die voor u ligt, heeft de titel 'High-intensity interval training verbetert het aerobe uithoudingsvermogen bij patiënten met diabetes mellitus type 2, een pilotstudie'. Deze scriptie is geschreven als afstudeeropdracht van de opleiding Fysiotherapie aan de Hanzehogeschool in Groningen.

Ik heb veel affiniteit met het onderwerp diabetes in combinatie met lichaamsbeweging. Voor dit onderzoek heb ik daarom contact gezocht met het erkende diabetesrevalidatiecentrum Beatrixoord te Groningen. Daar is de onderzoeksvraag van deze scriptie tot stand gekomen in overleg met het diabetesrevalidatieteam.

Tijdens het schrijven van mijn afstudeeropdracht ben ik begeleid door Annemarie Dijkhuizen en in de praktijk bijgestaan door Brigitta Joosen. Ik wil hen hartelijk bedanken voor alle hulp en tijd die zij mij geboden hebben.

Het proces tot het voltooien van deze scriptie was zowel interessant als uitdagend. Ik heb veel geleerd in de afgelopen maanden, onder andere dat ik plezier beleef aan het doen van onderzoek. Ik wens u dan ook veel plezier toe bij het lezen van dit eindresultaat.

Arne Kooistra

Groningen, 10 juni 2019

## Samenvatting

**Aanleiding:** Diabetes is een veel voorkomende oorzaak van vroegtijdig overlijden. Zo was diabetes mellitus type 2 in 2012 wereldwijd de directe oorzaak van 1,5 miljoen doden waardoor het op de zevende plek staat van doodsoorzaken. Er is echter overtuigend bewijs dat een vergroot aerob uithoudingsvermogen de kans op medische complicaties en daardoor het risico op vroegtijdig overlijden bij patiënten met diabetes mellitus type 2 kan minimaliseren. High-intensity interval training is een aangetoonde effectieve manier om het aerobe uithoudingsvermogen te vergroten. De effectiviteit van deze trainingwijze voor patiënten met diabetes type 2 is echter nog onvoldoende onderzocht. Binnen deze pilotstudie wordt onderzocht wat het effect is van high-intensity interval training op het aerobe uithoudingsvermogen bij patiënten met diabetes type 2.

**Methode:** In deze pilotstudie zijn vijf deelnemers geïnccludeerd uit een revalidatie kliniek voor patiënten met diabetes type 2. Voor en na de interventie zijn er metingen gedaan met behulp van de Constant Work Rate Test en de maximale inspanningstest. De interventie bestond uit tweemaal wekelijkse high-intensity interval trainingen op de fiets-ergometrie waarbij in tien pieken van één minuut naar 85-95% van de maximale hartfrequentie wordt gestreefd. De eindmeting vond plaats na zes weken. Voor de statistische analyse is de non-parametrische Wilcoxon Signed Rank Test gebruikt waarbij een p-waarde van <0,05 als significant werd gezien.

**Resultaten:** De vijf deelnemers hebben de zes weken interventieduur voltooid. Aan het eind van de interventie is het aerob uithoudingsvermogen van de deelnemers significant verbeterd ten opzichte van het aerobe uithoudingsvermogen vóór de interventie.

**Conclusie:** High-intensity interval training zorgt binnen zes weken voor een significante verbetering op het aerobe uithoudingsvermogen bij patiënten met diabetes type 2. Ondanks de kleine onderzoeksgroep in deze studie zijn de resultaten veelbelovend. Deze pilotstudie suggereert namelijk dat high-intensity interval training een nieuwe behandelmethodede is voor diabetes type 2 patiënten om het aerobe uithoudingsvermogen te vergroten en daarmee klinische complicaties te minimaliseren.

## Summary

**Introduction:** Diabetes is a major cause of early death. In fact, diabetes mellitus type 2 was in 2012 the direct cause of 1.5 million deaths worldwide causing it to be seventh on the list of most prevalent causes of death. However, there is convincing evidence that high aerobic endurance can minimize the risk of medical complications and thereby lower the risk of early death in patients with diabetes type 2. High-intensity interval training has been proven to be an effective method to increase aerobic endurance. However, the effect of this method on patients with diabetes type 2 is not yet established. The aim of this pilot-study is to investigate the effect of high-intensity interval training on aerobic endurance in people with type 2 diabetes.

**Method:** This pilot-study including five participants has been performed in a rehabilitation clinic for patients with diabetes type 2. Pre and post intervention measurements were taken using the Constant Work Rate Test and a maximum exercise test with oxygen consumption analysis. The intervention consisted of two high-intensity interval trainings on cyclist ergometry weekly, in which with ten intensity peaks participants were challenged to work on 85-95% of their maximum heart rate. The final assessment took place after six weeks. For the statistical analysis the non-parametric Wilcoxon Signed Rank Test was used. A p-value of <0.05 was considered significant.

**Results:** The five participants completed the six-week intervention period. After the intervention the participants had a significantly improved aerobic endurance compared to the aerobic endurance prior to the intervention.

**Conclusion:** High-intensity interval training for six weeks provides a significant improvement in aerobic endurance in patients with diabetes type 2. Despite the small group size, the results of this study are promising. This pilot-study implies that high-intensity interval training is potentially a novel treatment method for diabetes type 2 patients to ameliorate their aerobic endurance and thereby minimize clinical complications.

# Inhoud

Voorwoord .....	1
Samenvatting .....	2
Summary .....	3
Inleiding.....	5
Methode.....	6
Onderzoeksdesign .....	6
Onderzoekspopulatie .....	6
Interventie .....	7
Meetinstrumenten & primaire uitkomstmaat .....	8
Statistische analyse .....	9
Resultaten .....	9
Discussie.....	11
Aanbeveling .....	13
Conclusie .....	13
Literatuurlijst .....	14
Bijlage 1 WMO toetsing.....	16
Bijlage 2 Informed consent.....	17

## Inleiding

Het aantal patiënten met diabetes type 2 (DM2) is sinds 1980 bijna verviervoudigd (World Health Organisation, 2016). Diabetes is een veel voorkomende oorzaak van vroegtijdig overlijden. Zo was DM2 in 2012 wereldwijd de directe oorzaak van 1,5 miljoen doden waardoor het op de zevende plek staat van doodsoorzaken (World Health Organisation, 2016). In 2030 wordt verwacht dat het aantal diabetespatiënten zelfs zal oplopen tot 592 miljoen (Madsen, Thorup, & Jeppesen, 2015).

DM2 kan worden gedefinieerd als een bihormonale metabole stoornis die wordt gekenmerkt door onvoldoende insulinesecretie en een abnormale glucagonsecretie (Unger & Cherrington, 2012). Insuline is een hormoon dat invloed heeft op de glucosestofwisseling. Onder invloed van insuline kan glucose worden opgenomen in de lichaamscellen. Vervolgens kan glucose gebruikt worden als brandstof in de vorm van adenosinetriposfaat (ATP) of omgezet worden in glycogeen of glycerol. Wanneer er onvoldoende insulinesecretie plaats vindt, ontstaat er een te hoge bloedglucosespiegel (hyperglycemie). Hierbij hecht glucose aan de celwanden waardoor de cytotoxische stof sorbitol vrijkomt. Het vrijkomen van de stof sorbitol zorgt bij DM2 patiënten voor een verhoogde kans op diverse medische complicaties zoals retinopathie, nefropathie en neuropathiecomplicaties (Li, Tsai, & Chou, 2002; Nathan, 1993). Ook zorgt diabetes voor een verdubbeling van het risico op vaatziekten en wordt het zelfs geassocieerd met bepaalde vormen van kanker zoals leverkanker (Rao Kondapally Seshasai, *et al.*, 2011; Huxley, Ansary-Moghaddam, Berrington de González, Barzi, & Woodward, 2005).

Er is echter overtuigend bewijs dat een vergroot aerobisch uithoudingsvermogen (VO<sub>2</sub>max) de kans op medische complicaties en daardoor het risico op vroegtijdig overlijden bij patiënten met diabetes kan minimaliseren (McAuley, Myers, Abella, Tan, & Froelicher, 2007; Myers, *et al.*, 2002; Myers, Kaykha, & George, 2004; Church, LaMonte, Barlow, & Blair, 2005; Leitzmann, Park, & Blair, 2007). Het Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie (KNGF) bevestigt deze informatie in de DM2 richtlijn (Praet, *et al.*, 2009). De bewegingstherapie die momenteel aangeboden wordt aan DM2 patiënten bestaat voornamelijk uit duurtrainingen of laag-intensieve interval trainingen. Bij dit type training wordt op een intensiteit van 60% van de maximale hartfrequentie (HFmax) getraind. Het doel hiervan is om de VO<sub>2</sub>max te vergroten.

Recente onderzoeken beschrijven echter dat bij mensen met een chronische aandoening high-intensity interval training (HIIT), waarbij de streefwaarde >85% van de HFmax bedraagt, een groter effect heeft op de VO<sub>2</sub>max dan duurtraining met een lage intensiteit (Weston, Wisløff, & Coombes, 2014). Diverse onderzoeken, waarbij de effecten van HIIT bij patiënten met DM2 is onderzocht, beschrijven positieve effecten zoals een toename van de insuline sensitiviteit in de skeletspieren en een hogere mate van rekrutering van spiervezels. Ook beschrijven deze onderzoeken dat het gebruik van glycogeen tijdens de training resulteert in een daling van de bloedglucosewaarde na de training. Andere adaptaties die plaats vinden door HIIT is een verhoogd aantal glucosetransporters in de spier, genaamd GLUT4, waardoor er meer glucoseopname plaatsvindt in de spiercel (Little, *et al.*, 2011). Ook de endotheelcel functie verbetert tot 72 uur na de HIIT (Tjønnå, Rognmo, Bye, Stølen, & Wisløff, 2011). Wat het effect van HIIT is op de VO<sub>2</sub>max is echter nog niet onderzocht.

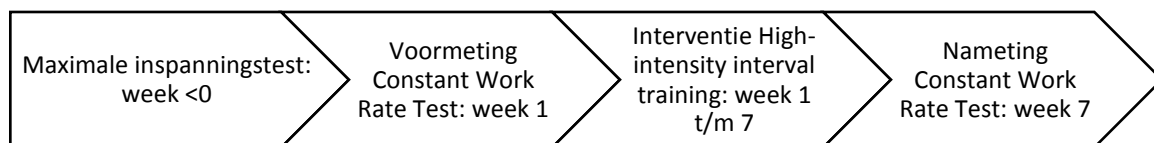
Het doel van deze studie is om te onderzoeken wat het effect is van HIIT op de VO<sub>2</sub>max. De onderzoeksvraag hierbij luidt: Wat is het effect van high-intensity interval training op het aerobe uithoudingsvermogen bij diabetes type 2 patiënten?

## Methodie

### Onderzoeksdesign

Voor een kwantitatieve praktijkstudie staat een randomized control trial het hoogst aangeschreven. Gezien het beperkte aantal deelnemers aan deze studie (n=5) was dit niet mogelijk. Daarom is er gekozen voor een prospectieve pilotstudie waarin alle DM2 patiënten die gedurende de onderzoeksperiode klinisch of poliklinisch behandeld werden in het revalidatiecentrum Beatrixoord te Groningen de interventie aan te bieden. Aan de start van de studie werd gedacht aan een retrospectieve controle groep om de data van de deelnemers mee te vergelijken. Dit bleek echter niet mogelijk te zijn in verband met ver uiteenlopende type duurtrainingen, lengte van behandeling en onvolledige verslaglegging van metingen. In deze studie is enkel een interventiegroep onderzocht.

De onderzoeksopzet van deze studie bestaat uit een interventie met een voor- en nameting (Figuur 1). De beoogde intensiteit van de interventie is per deelnemer bepaald door gegevens uit een maximale inspanningstest. De maximale inspanningstest is afgenomen vóór de start van het onderzoek.



Figuur 1: Tijdslijn van de maximale inspanningstest, voor- en nameting en interventie.

Voor deze pilotstudie is het medisch ethisch protocol doorlopen. Mede doordat de deelnemers niet gerandomiseerd een interventie toebedeeld krijgen en omdat de interventie al beschreven is binnen de richtlijn 'beweeginterventie voor diabetes mellitus type 2', is er geen reden voor medisch ethische toetsing (Bijlage 1) (Praet, *et al.*, 2009).

### Onderzoekspopulatie

Alle DM2 patiënten die rond de start van het onderzoek voor het eerst werden behandeld in het revalidatiecentrum Beatrixoord te Groningen werden gevraagd mee te doen aan deze studie. Voor deelname moesten de deelnemers voldoen aan de in- en exclusiecriteria (Tabel 1). Voorafgaand aan het onderzoek hebben de deelnemers een informed consent formulier getekend (Bijlage 2).

Tabel 1: In- en exclusiecriteria.

Inclusiecriteria	Exclusiecriteria
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnose DM2 &gt;3 maanden.</li> <li>- Gebruik bloedglucose verlagende medicatie (bij de start van de interventie).</li> <li>- Bloedglucosewaarde tussen de 4.0-20.0 mmol tijdens de interventie.</li> <li>- Maximale inspanningstest is uitgevoerd vóór de start van de studie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lichaamsgewicht &gt;160kg.</li> <li>- Geen derde ventilatory threshold (VT3) op de maximale inspanningstest behaald.</li> <li>- Maximale inspanningstest niet langer dan 3 maanden vóór de studie uitgevoerd.</li> </ul>

## Interventie

De interventie bestaat uit een HIIT die tweemaal wekelijks wordt uitgevoerd voor een duur van zes weken. De intensiteit van de HIIT in deze pilotstudie bestaat uit tien keer één minuut interval waarbij 85-95% van de HFmax behaald wordt. De tien keer één minuut interval wordt afgewisseld met een minuut actieve rust. De interventie is uitgevoerd op de fietsergometrie en bevat een warming-up en cooling-down van beide vier minuten (Tabel 2). Een totale HIIT training duurt 28 minuten.

Voor de opzet van deze interventie is aanspraak gemaakt op eerdere onderzoeken (Little, *et al.* 2011; Madsen, Thorup, & Jeppesen, 2015; Weston, Wisløff, & Coombes, 2014). Zo correspondeert de duur van deze pilotstudie (zes weken) met de review van Weston, *et al.* (2014), daarin wordt genoemd dat de duur van de HIIT-interventie vaak tussen de vier en zestien weken is. De studie van Little, *et al.* (2011) beschrijft het positieve effect van een zo genaamde 'Low volume high-intensity interval training' waarbij de duur van de volledige training maximaal dertig minuten bedraagt. Ook in deze studie is daarom gebruik gemaakt van deze vorm van HIIT.

Tabel 2: De high-intensity interval training.

Onderdeel	Duur	Wattage (W)	Hart frequentie (HF)
Warming up	4 minuten	Van 20W naar de W die correspondeert met 60% van de HFmax.	HF stijgend
Hoge intensiteit interval	10 keer 1 minuut	De W die correspondeert met 85% van de HFmax.	85-95% HFmax
Actief rustmoment	10 keer 1 minuut	10W onder de W die correspondeert met de tweede ventilatoire drempel (VT2).	-
Cooling-down	4 minuten	Afdalend van de W die correspondeert met 60% van de HFmax naar 20W.	HF dalend
HFmax= maximale hart frequentie			



## Meetinstrumenten & primaire uitkomstmaat

Om de beoogde intensiteit van de HIIT te bepalen is de maximale inspanningstest gebruikt. Om het effect van de interventie te testen is de Constant Work Rate Test (CWRT) gebruikt. In deze studie is de uitkomst van de CWRT de primaire uitkomstmaat.

Tijdens de uitvoering van beide testen werd er niet met de deelnemer gesproken. De gehanteerde stopcriteria zijn als de deelnemer zelf wenst te stoppen, omwentelingen (RPM) <50 of >60 voor >10 seconden, hartritmestoornissen of andere medische complicaties, te lage (<4.0 mmol) of te hoge (>19.9 mmol) bloedglucosewaarden of pijn waardoor uitvoering van de test belemmerd wordt. Zowel vooraf als na de test wordt de algehele gezondheid van de deelnemer gemonitord door metingen van de saturatie, hartfrequentie, Borg-score van de vermoeidheid van de benen (schaal van 1-10) en Borg-score van dyspneu (schaal van 1-10).

De demografische gegevens in deze studie zijn met toestemming van de deelnemers verkregen uit het elektronisch patiëntdossier en worden in de resultaten anoniem weergegeven (Bijlage 2).

### *Maximale inspanningstest*

De maximale inspanningstest is uitgevoerd door middel van fietsergometrie. Deze test is de gouden standaard voor het meten van de VO<sub>2</sub>max (Poole & Jones, 2017). De maximale inspanningstest maakt gebruik van het 'Ramp protocol' (Myers & D, Ramp, 2000). Hierbij wordt de wattage van de fietsergometrie geleidelijk aan verhoogd tot de deelnemer aangeeft niet meer verder te kunnen. Uitkomstmaten van de maximale inspanningstest worden definitief beoordeeld door een arts. De diverse uitkomsten van de maximale inspanningstest die gebruikt worden in dit onderzoek staan weergegeven in tabel 3.

*Tabel 3: Uitkomstmaten van de inspanningstest, onderverdeeld in aerobe en cardiovasculaire aspecten.*

Aerobe capaciteit:	Cardiovasculaire capaciteit:
- VO <sub>2</sub> max ((mL/min)/kg)	- Hartfrequentie (HF)(1/min)
- Weerstand (Wattage)	- Hartslagreserve (HRR)(1/min)
- Respiratory exchange ratio (RER)	- Systolische bloeddruk (Psys)(mmHg)
- Metabool equivalent (METS)	- Diastolische bloeddruk (Pdia)(mmHg)

De uitkomstmaten in tabel 3 worden bepaald in verschillende fasen van de test, namelijk in de rustfase, in de actieve fase bij het behalen van de tweede en derde ventilatoire drempels (VT<sub>2</sub>&VT<sub>3</sub>) en in de maximale inspanningsfase. Verder worden er op basis van leeftijd, gewicht en lengte een voorspelde uitkomstmaten berekend.

### *Constant Work Rate Test*

De CWRT bestaat uit drie minuten warming-up waarna er zolang mogelijk op het wattage wordt gefietst passend bij de anaerobe drempel, ook wel VT<sub>3</sub> genoemd (Tabel 4). Bij deze test wordt de totale duur min de duur van de warming-up als uitkomst genoteerd.

Tabel 4: De Constant Work Rate Test.

Onderdeel	Duur	Wattage (W)
Warming up	1 <sup>e</sup> minuut	40% van het maximaal behaalde W (Wmax) tijdens de maximale inspanningstest
	2 <sup>e</sup> minuut	50% van het Wmax tijdens de maximale inspanningstest
	3 <sup>e</sup> minuut	60% van het Wmax tijdens de maximale inspanningstest
Kern	Zolang mogelijk	Het W wat correspondeert met het behaalde W bij VT3 tijdens de maximale inspanningstest
Cooling down	10 minuten	50 W of lager

## Statistische analyse

De data van deze studie zijn geanalyseerd met behulp van IBM SPSS Statistics 25. Een non-parametrische statistische test is geïndiceerd in verband met de kleine groepsgrootte. Gezien de uitkomst maat bestaat uit een voor- en nameting is er sprake van gepaarde data. In deze studie is daarom gekozen voor de Wilcoxon Signed Rank Test die aan deze beide voorwaarden voldoet. Hierbij wordt een p-waarde van <0,05 als significant bevonden.

## Resultaten

### Demografische gegevens

Van de deelnemers zijn drie van de vijf man (Tabel 5). De gemiddelde leeftijd van de studiegroep is 54 jaar (Standaard deviatie (SD)= 15) met een gemiddeld gewicht van 124,8 kg (SD= 15,0). De lengte van de deelnemers is gemiddeld 180,6 cm (SD= 11,5). Twee deelnemers gebruiken orale glucose verlagende medicatie en twee deelnemers gebruiken insuline, één van de vijf deelnemers gebruikt beide medicamenten.

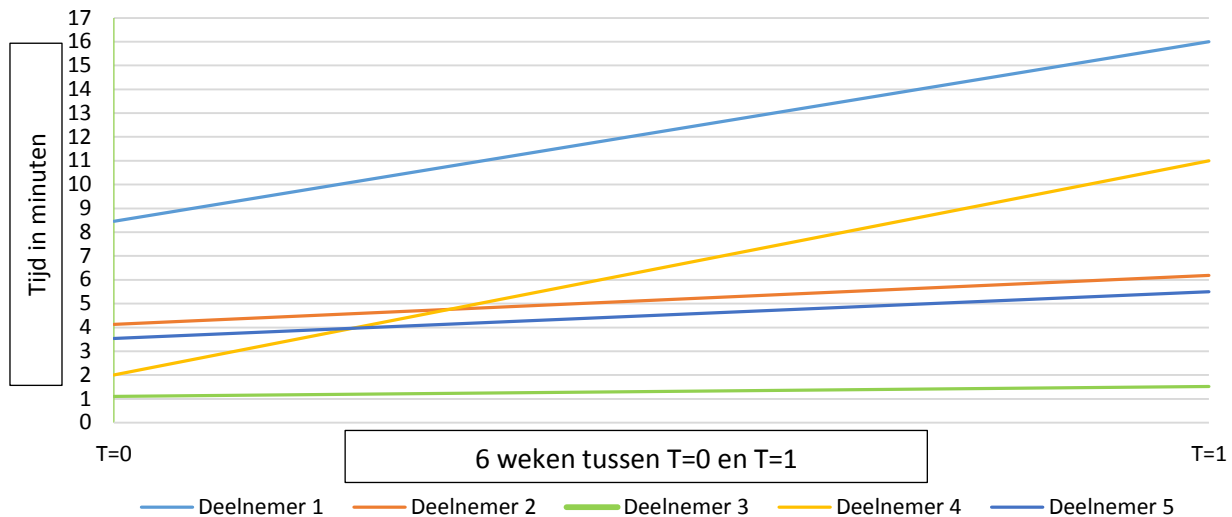
Tabel 5: Demografische gegevens van de onderzoeksgroep.

Variabelen (n=5)	Gemiddelde waarde
Geslacht	
<i>Man</i>	3
<i>Vrouw</i>	2
Leeftijd in jaren	54 (SD= 15)
Lengte in cm	180,6 (SD= 11,5)
Gewicht in kg	124,8 (SD= 15,0)
Glucose verlagende medicatie	2
Insuline	2
Beide	1
SD: Standaarddeviatie	

### Het effect van HIIT op het aerobe uithoudingsvermogen

De vijf deelnemers hebben de zes weken interventieduur voltooid. De CWRT is zowel vóór (T=0) als na (T=1) de interventie gebruikt om het aerobe uithoudingsvermogen te meten. Bij alle deelnemers van dit onderzoek is na zes weken het aerobe uithoudingsvermogen significant toegenomen ( $p=0.043$ , Figuur 2 en Tabel 6).

### Het aerobe uithoudingsvermogen van de deelnemers voor en na de interventie gemeten met de Constant Work Rate Test.



Figuur 2: Resultaten van de Constant Work Rate Test per deelnemer. De voormeting wordt weergegeven met T=0 en de nameting met T=1.

Tabel 6: Statistische analyse met de Wilcoxon Signed Rank Test.

	T=0	T=1	Z-waarde	P-waarde
Gemiddelde uitkomst CWRT in minuten	3.84 (SD= 2.84)	8.04 (SD= 5.56)	-2.023	0.043
CWRT: Constant Work Rate Test, SD= standaarddeviatie, T=0 is voormeting en T=1 is nameting.				

Vooraf aan de interventie is de voorspelde waarde van de VO<sub>2</sub>max per deelnemer berekend. Deze voorspelde waarde van de VO<sub>2</sub>max is samen met de toename van de CWRT in percentage weergegeven in tabel 7. Ook leeftijd en geslacht zijn hierbij vermeld.

Tabel 7: Gegevens en resultaten per deelnemer.

Deelnemer	Leeftijd	Geslacht	Voorspelde waarde VO <sub>2</sub> max op T=0	Uitkomst CWRT (min) op T=0	Uitkomst CWRT (min) op T=1	Toename van uitkomst CWRT.
1	64	M	90%	8,45	16,00	189%
2	59	V	82%	4,13	6,19	150%
3	61	V	81%	1,10	1,52	138%
4	28	M	90%	2,00	11,00	550%
5	59	M	101%	3,53	5,50	156%

M= man, V= Vrouw, CWRT= Constant Work Rate test, T0= voormeting, T1= nameting

## Discussie

In deze pilotstudie is onderzocht wat het effect is van high-intensity interval training (HIIT) op het aerobe uithoudingsvermogen bij patiënten met diabetes mellitus type 2 (DM2). Uit deze studie kan geconcludeerd worden dat HIIT in zes weken tijd het aerobe uithoudingsvermogen significant verbetert bij vijf deelnemers met DM2.

Verder blijkt dat er sprake is van een opvallend grote spreiding in de toename van aerobe uithoudingsvermogen van de deelnemers (minimaal: 138% maximaal: 550%, Tabel 7). Het feit dat de jongste deelnemer (28 jaar) de hoogste toename van het aerob uithoudingsvermogen liet zien na de interventie (550%), zou kunnen suggereren dat leeftijd correleert met de toename van het aerobe uithoudingsvermogen. Gezien de leeftijd van de deelnemers niet homogeen verdeeld is, kan deze hypothese niet met de data van dit onderzoek beantwoord worden. Uit het onderzoek van Short, *et al.* (2003) blijkt echter dat er geen correlatie is tussen leeftijd en toename van het aerobe uithoudingsvermogen door training. Wel beschrijft dit onderzoek dat leeftijd significant correleert met insulinegevoeligheid. Dat wil zeggen dat jongeren een grotere toename in insuline gevoeligheid hebben door aerobe training dan volwassenen en ouderen (Short, *et al.*, 2003). Dit werd bevestigd in deze studie waarbij de jongste deelnemer na de interventie niet alleen een sterk verbeterd aerob uithoudingsvermogen had maar ook volledig kon stoppen met zowel glucose verlagende orale medicatie als insuline. Een andere mogelijke verklaring voor de grote spreiding in de toename van het aerobe uithoudingsvermogen is het niveau van de VO<sub>2</sub>max die de deelnemer heeft voor de interventie. Zo kan de hypothese gesteld worden dat wanneer een deelnemer een lage VO<sub>2</sub>max startwaarde heeft, er veel verbetering behaald kan worden. Mogelijk resulteert dit in een grotere toename van het aerobe uithoudingsvermogen na de HIIT. De data van deze studie suggereert echter dat een lage VO<sub>2</sub>max niet per definitie leidt tot een grotere toename van het aerobe uithoudingsvermogen (Tabel 7). De opvallende spreiding in toename van het aerob uithoudingsvermogen kan in dit onderzoek niet verklaard worden. Hopelijk kan dit in de toekomst nader onderzocht worden.

Een ander interessant gegeven uit dit onderzoek is dat de verbetering van HIIT al optreedt na een duur van zes weken. Hoewel dit in lijn is met de duur van de HIIT in onderzoek van Little (2011), wordt in andere onderzoeken vaak gekozen voor een langere interventieduur van de HIIT (Astorino, *et al.*, 2017; Rodas, L, Cadefau, Cussó, & Parra, 2000). De resultaten uit dit onderzoek na een

interventieduur van zes weken zijn veelbelovend. Mocht dit bevestigd kunnen worden in een grootschalig onderzoek, dan zou deze kortere interventieduur voordelig zijn. Niet alleen kan een kortere interventieduur de therapiekosten per patiënt verlagen, ook kan dit mogelijk leiden tot een verkorting van de lange wachtlijsten voor diabetes revalidatiecentra.

Een ander belangrijk gegeven betreffende de resultaten is dat in de literatuur staat beschreven dat door de HIIT niet alleen het aerobe uithoudingsvermogen verbetert maar ook het anaerobe uithoudingsvermogen (Finn, 1996). Dit zou kunnen betekenen dat een verhoogde duur van de CWRT na de interventie niet alleen een toename in het aerobe uithoudingsvermogen betreft maar ook een toename in het anaerobe uithoudingsvermogen. Waarschijnlijk zal een toename in het anaerobe uithoudingsvermogen na HIIT echter relatief klein zijn ten opzichte van de toename in het aerobe uithoudingsvermogen. Dit onderscheid had gemaakt kunnen worden door een extra maximale inspanningstest aan het eind van de interventie toe te voegen. De maximale inspanningstest kan namelijk objectief de anaerobe drempel meten door middel van een ademgasanalyse. Omwille van beperkte financiële middelen kon er helaas maar één maximale inspanningstest gedaan worden per deelnemer. Deze is aan de start van dit onderzoek gebruikt om de intensiteit van de HIIT en de begin waarde van de CWRT vast te stellen.

Deze studie heeft enkele suboptimale factoren, zoals de kleine onderzoeksgroep en het missen van een controle groep. Deze factoren leiden er toe dat ondanks het grote significante effect op het aerob uithoudingsvermogen, er geen harde uitspraken gedaan kunnen worden over correlaties tussen HIIT en een toegenomen aerob uithoudingsvermogen en factoren als leeftijd, gewicht, geslacht, medicatiegebruik en het percentage van de voorspelde waarde van de VO<sub>2</sub>max. Gezien de veelbelovende resultaten uit deze studie is het voor de toekomst relevant om de hypothese nogmaals te testen in een studie met een adequate power inclusief controlegroep. Een controlegroep is met name van belang omdat de deelnemers niet alleen HIIT training kregen maar een uitgebreider therapeutisch programma volgen. Dit programma bestond onder andere uit bewegingsactiviteiten anders dan HIIT, zoals fitness, sport en spel en of zwemmen. Ook kregen de deelnemers leefstijladvies van de diabetesverpleegkundige, psycholoog, diëtiste en arts. Deze activiteiten zouden naast de HIIT ook kunnen zorgen voor een verbetering van het aerobe uithoudingsvermogen.

De kwaliteit van dit onderzoek is vergroot door de maximale inspanningstest die objectief de anaerobe drempel heeft geanalyseerd vóór de start van de interventie welke gebruikt is voor het instellen van de intensiteit van de CWRT en de HIIT. Ook het materiaal dat gebruikt is in dit onderzoek is een sterke eigenschap, zo is de ergometrie waarop de HIIT is uitgevoerd geïkht en is de maximale inspanningstest op eenzelfde soort ergometer uitgevoerd. Daarnaast is de hartfrequentie tijdens de HIIT gemeten door electrocardiografie zodat er per training geanalyseerd kon worden of de gewenste intensiteit wat HF betreft behaald werd. Zowel de voor- als de nameting zijn door dezelfde twee therapeuten afgenomen waarbij beide personen aanwezig waren. Verder is de interventie aangeboden door dezelfde twee therapeuten. Deze factoren zorgen samen voor een verhoogde betrouwbaarheid van deze studie.

## **Aanbeveling**

Om met zekerheid te kunnen vaststellen of HIIT zorgt voor een significante verbetering op het aerob uithoudingsvermogen bij patiënten met DM2 is een grotere interventiegroep noodzakelijk. Daarnaast is het van belang dat er een controlegroep aanwezig is die het reguliere programma van bewegingstherapie en leefstijladvies aangeboden krijgt. Verder wordt het aanbevolen de maximale inspanningstest te gebruiken om ook het aerobe uithoudingsvermogen vast te kunnen stellen door middel van een gasanalyse.

## **Conclusie**

De resultaten van dit onderzoek laten zien dat zes week durende HIIT interventie een significante verbetering geeft van het aerobe uithoudingsvermogen bij vijf deelnemers met DM2 ( $p= 0.043$ ). De toename in aerob uithoudingsvermogen van de deelnemers is tussen de 138% en 550%. Ondanks de kleine onderzoeksgroep in deze studie zijn de resultaten veel belovend. Deze pilotstudie suggereert dat HIIT mogelijk een nieuwe behandelmethodode is voor het verhogen van het aerobe uithoudingsvermogen en daarmee het minimaliseren van diabetes type 2 complicaties.

## Literatuurlijst

Astorino, T. A., Edmunds, R. M., Clark, A., King, L., Gallant, R. A., Namm, S., & Wood, K. M. (2017). High-intensity interval training increases cardiac output and VO<sub>2</sub>max. *Med Sci Sports Exerc.*

Church, T., LaMonte, M., Barlow, C., & Blair, S. (2005). Cardiorespiratory fitness and body mass index as predictors of cardiovascular disease mortality among men with diabetes. *Arch Intern Med.*

Finn, C. (1996). Effect of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO<sub>2</sub>max. *Med Sci Sports Exercise.*

Huxley, R., Ansary-Moghaddam, A., Berrington de González, A., Barzi, F., & Woodward, M. (2005). Type-II diabetes and pancreatic cancer: a meta-analysis of 36 studies. *Br J Cancer.*

Leitzmann, M., Park, Y., & Blair, A. (2007). Physical activity recommendations and decreased risk of mortality. *Arch Intern Med.*

Li, C. L., Tsai, S. T., & Chou, P. (2002). Comparison of metabolic risk profiles between subjects with fasting and 2-hour plasma glucose impairment. *Journal of clinical epidemiology.*

Little, J. P., Gillen, J. B., Percival, M., Safdar, A., Tarnopolsky, M. A., Punthakee, Z., & Gibala, M. J. (2011). Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology.*

Little, J. P., Gillen, J. B., Percival, M., Safdar, A., Tarnopolsky, M. A., Punthakee, Z., & Gibala, M. J. (2011). Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *American journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology.*

MacDougall, J. D., Hicks, A. L., MacDonald, J. R., McKelvie, R. S., Green, H. J., & Smith, K. M. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of applied physiology.*

Madsen, S. M., Thorup, A. C., & Jeppesen, P. B. (2015). High intensity interval training improves glycaemic control and pancreatic  $\beta$  cell function of type 2.

McAuley, P., Myers, J., Abella, J., Tan, S., & Froelicher, V. (2007). Exercise capacity and body mass as predictors of mortality among male veterans with type 2 diabetes. *Diabetes Care.*

Myers, J. Bellin, D (2000). Ramp protocols for clinical and cardiopulmonary exercise testing. 'Sports Medicine.

Myers, J., Kaykha, A., & George, S. (2004). Fitness versus physical activity patterns in predicting mortality in men. *Am J Med.*

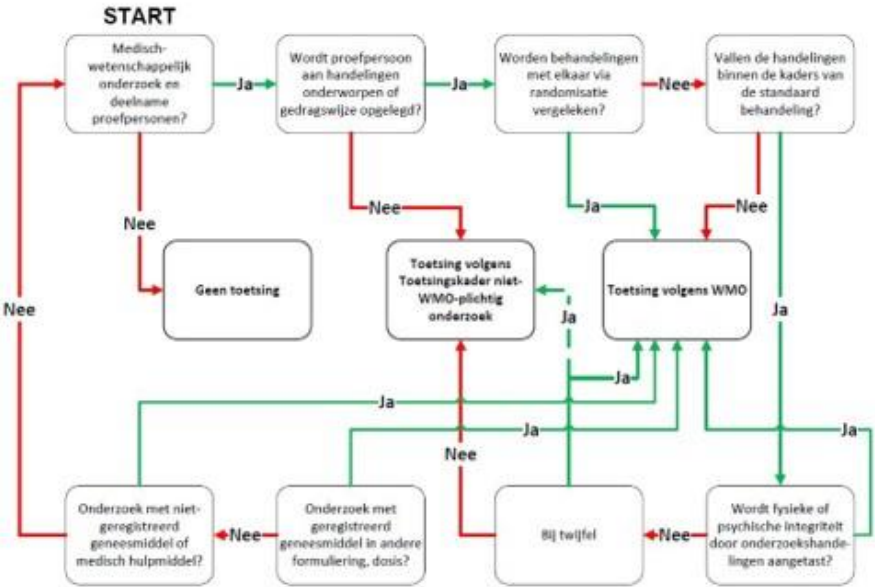
Myers, J., Prakash, M., Froelicher, V., Do, D., Partington, S., & Atwood, J. (2002). Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med.*

Nathan, D. M. (1993). Long-term complications of diabetes mellitus. *New England Journal of Medicine.*

- Praet, S., van Uden, C., Hartgens, F., Savelberg, H., Toereppel, K., & de Bie, R. (2009). *Beweeginterventie diabetes mellitus type 2*. URL: <https://www.kngf.nl/>
- Poole, D. C. & Jones, A., M. (2017). Measurement of the maximum oxygen uptake VO<sub>2</sub>max: VO<sub>2</sub>peak is no longer acceptable. *Journal of Applied Physiology*.
- Rao Kondapally Seshasai, S., Kaptoge, S., Thompson, A., Di Angelantonio, E., Gao, P., Sarwar, N., Sattar, N. (2011). Diabetes mellitus, fasting glucose, and risk of cause-specific death. *New England Journal of Medicine*, 829-841.
- Rodas, G., L, V. J., Cadefau, J. A., Cussó, R., & Parra, J. (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European journal of applied physiology*.
- Ross, A., & Leveritt, M. (2001). Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training. *Sports medicine*.
- Short, K. R., Vittone, J. L., Bigelow, M. L., Proctor, D. N., Rizza, R. A., Coenen-Schimke, J. M., & Nair, K. S. (2003). Impact of aerobic exercise training on age-related changes in insulin sensitivity and muscle oxidative capacity .
- Tjønnå, A. E., Rognmo, Ø., Bye, A., Stølen, T. O., & Wisløff, U. (2011). Time course of endothelial adaptation after acute and chronic exercise in patients with metabolic syndrome. *The Journal of Strength*.
- Unger, R. H., & Cherrington, A. D. (2012). Glucagonocentric restructuring of diabetes: a pathophysiologic and therapeutic makeover. *The Journal of clinical investigation*.
- Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*.
- World Health Organisation. (2016). URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>



# Bijlage 1 WMO toetsing



Figuur 3: WMO-toetsing

## Bijlage 2 Informed consent

# Toestemmingsverklaringformulier

**Titel onderzoek: High-intensity interval training verbetert het aerobe uithoudingsvermogen bij patiënten met diabetes mellitus type 2, een pilotstudie.**  
**Verantwoordelijke onderzoeker:**

### In te vullen door de deelnemer

Doordat ik hier een handtekening zet verklaar ik op een voor mij duidelijke wijze te zijn ingelicht over de inhoud en doelstelling van het onderzoek. Ik weet dat de gegevens van uit mijn dossier en van het onderzoek alleen anoniem en vertrouwelijk aan derden bekend gemaakt zullen worden. Mijn eventuele vragen over het onderzoek zijn naar tevredenheid beantwoord. Ik stem geheel vrijwillig in met deelname aan dit onderzoek. Ik behoud me daarbij het recht voor om op elk moment zonder opgaaft van redenen mijn deelname aan dit onderzoek te beëindigen.

Naam deelnemer: .....

Datum: ..... Handtekening deelnemer: .....

### In te vullen door de uitvoerende onderzoeker

Ik heb een mondelinge en schriftelijke toelichting gegeven op het onderzoek. Ik zal resterende vragen over het onderzoek naar vermogen beantwoorden. De deelnemer zal van een eventuele voortijdige beëindiging van deelname aan dit onderzoek geen nadelige gevolgen ondervinden.

Naam onderzoeker:

Naam eindverantwoordelijke therapeut:

.....

Datum: ..... Handtekening onderzoeker: .....