

De effecten van HIIT vs. HVT bij mensen met overgewicht of obesitas.

Geschreven door Robin van Leeuwen. In opdracht van Hogeschool Utrecht. 26-04-2013.

SAMENVATTING

Doel/Vraagstelling

Overgewicht is een groeiend probleem in Nederland. Effectieve beweegrichtlijnen zijn van nodig voor de preventie van overgewicht. Het doel van deze systematische literatuur review is het beschrijven van recente bevindingen over de gezondheidseffecten van trainingsvormen bij mensen met overgewicht of obesitas. De onderzoeksvraag is: *Wat zijn de verschillen en overeenkomsten tussen de effecten van High Intensity Interval Training en High Volume Training op de VO2max, Lichaamssamenstelling en glucosetolerantie bij mensen met overgewicht en obesitas?*

Methode

Er is een literatuur onderzoek uitgevoerd in de databases van PubMed, Embase, Cochrane en Lucas. Er is gezocht naar onderzoeken die gezondheidseffecten van HIIT vergelijken met HVT. Geïnccludeerd zijn RCT's, systematische reviews of cohort onderzoeken.

Resultaten

Er zijn 9 onderzoeken geïnccludeerd waarvan 7 RCT's en 2 cohort onderzoeken. De onderzoeken beschrijven als uitkomstmaten voor het meten van de trainingseffecten VO2max, BMI, vetpercentage, Taille Heup Ratio en glucosetolerantie. 4 RCT's beschrijven het effect van HIIT en HVT op VO2max. Er worden significant grotere resultaten behaald voor het verbeteren van VO2max bij HIIT in vergelijking met HVT. 4 RCT's beschrijven het effect van HIIT en HVT op BMI, vetpercentage en Taille Heup Ratio. HIIT en HVT blijken beide effectief voor het verminderen van BMI en vetpercentage, maar HIIT lijkt grotere resultaten te behalen voor het verminderen van vetpercentage. Dit resultaat wordt niet in alle onderzoeken behaald. Er is weinig onderzoek uitgevoerd naar het effect van HIIT en HVT op glucosetolerantie. 1 RCT en 2 cohort onderzoeken zijn geïnccludeerd waarin het effect van HIIT op glucosetolerantie is onderzocht. HIIT lijkt positieve effecten te hebben op de glucosetolerantie. Omdat er geen onderzoeken bekend zijn die het effect van HIIT en HVT vergelijken kunnen er geen uitspraken over de verschillen en overeenkomsten worden gedaan.

Conclusie

HIIT en HVT hebben beide significante effecten op de VO2max, BMI en vetpercentage. Aangetoond is dat HIIT significant meer effect heeft op toename van de VO2max. Voor BMI, vetpercentage en Taille Heup Ratio lijken dezelfde resultaten behaald te worden bij HIIT en HVT. Ten aanzien van glucosetolerantie kunnen geen uitspraken worden gedaan over de verschillen en overeenkomsten vanwege het beperkte aantal onderzoeken.

Trefwoorden

High Intensity Interval Training, High Volume Training, overgewicht, obese, VO2max, BMI, vetpercentage, Taille Heup Ratio, glucosetolerantie

ABSTRACT

Objectives

The increase in overweight is a growing problem in the Netherlands. Effective guidelines for physical activity are necessary to prevent overweight. The purpose of this systematic review is to investigate recent knowledge about the health outcomes of different training methods on people with overweight or obesity. The question of this systematic review is: *What are the differences and similarities between the effects of High Intensity Interval Training and High Volume Training on VO2max, body composition and glucose tolerance in people with overweight or obesity?*

Methods

A literature research was performed in the databases of PubMed, Embase, Cochrane and Lucas. Studies comparing the effects of HIIT and HVT on health outcomes were included. Included studies are RCT's, systematic reviews and cohort studies.

Results

9 studies are included of which 7 RCT's and 2 cohort studies. As an outcome measurement of training effects the selected studies use VO2max, BMI, body fat percentage, Waist Hip Ratio and glucose tolerance. 4 RCT's conclude that both HIIT and HVT are effective for improving VO2max, but greater results are shown for HIIT. 4 RCT's conclude that both HIIT and HVT are effective on decreasing BMI and body fat percentage, but it seems that HIIT is more effective for decreasing body fat percentage. This effect was not shown in other studies. There has been little research to assess the effects of training methods on glucose tolerance. Because of this no results can be shown on the effect of HIIT comparing HVT.

Conclusion

Based on this systematic review, HIIT and HVT are effective for improving VO2max, decreasing BMI and body fat percentage. For improving VO2max greater results have been found on HIIT in comparison with HVT. For BMI and body fat percentage similar results have been found for HIIT and HVT. No comparing studies have been found for HIIT and HVT on glucose tolerance. Because of that it's not possible to conclude any results on the beneficial effects of HIIT comparing HVT.

Key words

High Intensity Interval Training, High Volume Training, overweight, obese, VO2max, BMI, body fat, Waist Hip Ratio, glucose tolerance

INLEIDING

Overgewicht (BMI 25-29.9 kg/m²) is een groeiend probleem in Nederland. In 1981 had 1 op de 3 volwassenen overgewicht. In 2011 had ruim 1 op de 2 volwassenen overgewicht. Hiervan is er bij 14% sprake van obesitas (BMI ≥ 30 kg/m²) (RIVM, 2013). De indirecte kosten van overgewicht worden geschat op 2 miljard euro (Bovendeur, 2007). Overgewicht vergroot het risico op aandoeningen als diabetes type 2 en hart- en vaatziekte. De verwachting is dat het aantal mensen met diabetes de komende jaren met 80% zal stijgen. In 2007 waren er 740.000 mensen gediagnosticeerd met diabetes, oftewel 4% van de Nederlandse bevolking. Naar verwachting hebben 1,3 miljoen mensen in 2025 diabetes, oftewel 7,2% van de Nederlandse bevolking (RIVM, Forse stijging van diabetes verwacht, 2013). Hierbij is het belangrijk te vermelden dat van alle mensen met diabetes ongeveer 90% diabetes type 2 heeft (Baan & Poos, 2011).

Het stijgende aantal mensen met overgewicht is in trend met de afname van lichaamsbeweging (Gezondheidsraad, 2003). Door de Nederlandse regering zijn er beweegrichtlijnen vastgesteld voor de gewenste hoeveelheid beweging, de Nederlandse Norm Gezond Bewegen (NNGB) en de Fitnorm. De NNGB adviseert voor volwassenen minimaal 30 minuten matig intensief bewegen gedurende ten minste 5 dagen per week. De Fitnorm adviseert 3 keer per week gedurende 20 minuten zwaar intensieve lichamelijke beweging. Deze 2 richtlijnen moeten bijdragen aan het onderhouden van gezondheid, het verbeteren van fitheid en de preventie van overgewicht. De Gezondheidsraad adviseert in het adviesrapport Overgewicht & obesitas (2003) 60 minuten matig intensief bewegen gedurende alle dagen van de week ter preventie van overgewicht. In 2011 voldeed ongeveer 60% van de volwassenen aan de NNGB en slechts 20% voldeed aan de fitnorm (Wendel-Vos, 2012). Tot op heden zijn er weinig onderzoeken bekend naar de oorzaak van bewegingsarmoede. In het rapport Overgewicht & obesitas van de Gezondheidsraad (2013) worden geen tijd, geen zin en geen geld als mogelijke oorzaken beschreven. De beweegrichtlijnen hebben niet geleid tot een verminderde prevalentie van bewegingsarmoede of daling van overgewicht onder volwassenen. In diverse onderzoeken is voldoende aangetoond dat lichaamsbeweging van therapeutische waarde is bij de preventie en aanpak van overgewicht (Thomas, Elliot, & Naughton, 2006). Daarom is een effectieve aanpak van bewegingsarmoede van essentieel belang.

Uit recent onderzoek blijkt dat lichamelijke beweging op hoge intensiteit resulteert in dezelfde tot betere gezondheidseffecten in vergelijking met matig intensief bewegen bij mensen met een cardiovasculaire aandoening of een verhoogd risico op een cardiovasculaire aandoening (Guiraud, et al., 2012). Dit betekent dat dezelfde tot betere gezondheidseffecten bereikt kunnen worden met een kortere trainingstijd.

Introductie onderzoeksvraag

Het doel van deze review is recente bevindingen over de gezondheidseffecten van trainen op een hoge intensiteit bij mensen met overgewicht of obesitas te beschrijven. Door het beschrijven van deze bevindingen kunnen beweegrichtlijnen worden ontwikkeld voor de aanpak van bewegingsarmoede. Met als doel de preventie van overgewicht en daaraan gerelateerde gezondheidsrisico's. De fysiotherapeut kan als professional een bijdrage leveren aan de ontwikkeling en uitvoering van beweegrichtlijnen bij mensen met obesitas of diabetes type 2.

De vraagstelling van deze systematische literatuur review is: *Wat zijn de verschillen en overeenkomsten tussen de effecten van High Intensity Interval Training en High Volume Training op de VO₂max, lichaamssamenstelling en glucosetolerantie bij mensen met overgewicht en obesitas?* Met deelvraag: *Leiden korte intensieve beweegvormen tot gelijke, grotere of mindere gezondheidseffecten in vergelijking met matig intensieve beweegvormen?*

Afbakening onderwerp

Deze review richt zich specifiek op onderzoeken waarin de uitkomstmaten VO2max, lichaamssamenstelling of glucosetolerantie beschreven worden.

De VO2max is het maximale zuurstofopnamevermogen. De VO2max is een indicatie van iemands lichamelijke fitheid. Een lage VO2max vergroot de kans op hart- en vaatziekte. Daarnaast blijkt uit onderzoek dat een lage VO2max correleert met een hogere mortaliteit bij mensen met obesitas (Gremeaux, et al., 2012). Hierbij is sprake van een dosis respons relatie. Hoe meer beweging mensen krijgen, des te hoger de VO2max, des te lager de kans op hart- en vaatziekte (Hartstichting, 2008).

Overgewicht ontstaat door een disbalans tussen enerzijds energieverbruik (lichamelijke beweging) en anderzijds energie consumptie (voedingsinname). Zoals eerder vermeld is de toename van overgewicht een gevolg van daling in lichamelijke beweging. Hoewel de energieconsumptie de afgelopen jaren gelijk is gebleven is het energie verbruik afgenomen (Gezondheidsraad, 2003). Overgewicht vergroot gezondheidsrisico's. Naarmate het overgewicht toeneemt, worden gezondheidsrisico's groter. Vooral overgewicht met een abdominale vetverdeling maakt gezondheidsrisico's groter (Snijder, Dam, Visser, & Seidell, 2006).

Eén van de eerste consequenties van overgewicht is een verminderde glucosetolerantie. De KNGF-standaard beweeginterventie diabetes mellitus type 2 (2009) beschrijft dat overgewicht een rol speelt bij het ontstaan van diabetes type 2. Een mogelijke oorzaak van de verminderde glucosetolerantie is de opstapeling van ectopische vetten waardoor insuline resistentie ontstaat (Praet, et al., 2009).

Opbouw artikel

In deze review worden de kenmerken van de verschillende trainingsvormen beschreven. Achtereenvolgens worden de effecten van HIIT en HVT op VO2max, lichaamssamenstelling en glucosetolerantie beschrijven. De sterke en minder sterke punten van deze review worden in de discussie beschreven. Tot slot wordt in de conclusie antwoord gegeven op de vraagstelling.

METHODE

Er is gezocht naar literatuur in de databases van PubMed, Embase, Cochrane en LUCAS. Van de verzamelde artikelen zijn de referenties gecontroleerd op relevante bronnen. De volgende zoektermen zijn alleen of in combinatie met elkaar gebruikt: High Intensity Interval Training, Sprint Interval Training, High Intensity Interval Exercise gecombineerd met VO2max en/of body composition en/of anthropometric measures en/of BMI gecombineerd met obesity en/of obese en/of overweight en/of diabetes. Er is geen taalrestrictie aan de zoekactie gekoppeld.

Inclusiecriteria en exclusiecriteria

Geïnccludeerd zijn RCT's en systematische reviews die HIIT trainingsvormen vergelijken met HVT trainingsvormen. Geïnccludeerde studies hebben als uitkomstmaat VO2max, lichaamssamenstelling of glucosetolerantie. De onderzoekspopulatie bestaat uit volwassen personen tussen de 18 en 55 jaar met een gezond gewicht, overgewicht of obesitas. Onderzoeken waarin de populatie bestaat uit diabetes type 2 patiënten zijn ook geïnccludeerd. Proefpersonen met andere comorbiditeiten zoals hart- en vaatziekte zijn geëxcludeerd. Daarnaast zijn onderzoeken geëxcludeerd waarin; de onderzoekspopulatie bestaat uit kinderen, 55 plussers, dieren of goed getrainde atleten. Andere redenen van exclusie zijn; de beweeginterventie is niet goed gedocumenteerd of de onderzoekspopulatie volgde een co-interventie zoals een dieet. Het resultaat van de zoekacties en het aantal geïnccludeerde studies op basis van de in- en exclusiecriteria is weergegeven in een flowchart, zie bijlage 1. Knelpunten bij het zoeken en vinden van literatuur worden beschreven in de discussie.

Kwaliteitsbeoordeling

De kwaliteit van de geïnccludeerde studies is bepaald door middel van de 10 officiële onderwerpen van de PEDro schaal. Hierbij is het belangrijk om te vermelden dat bij de PEDro schaal niet het maximale aantal punten (10) behaald kon worden, omdat tijdens een trainingsinterventie therapeuten en deelnemers niet geblindeerd konden worden. Van de geselecteerde RCT's zijn de PEDro scores in de PEDro databank opgezocht. Wanneer er geen PEDro score beschikbaar was is het artikel door 2 personen beoordeeld met behulp van de pedroschaal. Ook de reviews zijn door 2 personen beoordeeld. Dit is gebeurd met behulp van de officiële formulieren voor het beoordelen van systematische reviews van Cochrane. Resultaten van de kwaliteitsbeoordeling zijn weergegeven in bijlage 2.

Data verzameling

De geïnccludeerde studies zijn kritisch gelezen. De relevante gegevens zijn systematisch in tabelvorm verzameld. De volgende gegevens zijn verzameld: schrijvers, titel, jaar van publicatie, studiedesign, kwaliteit van het onderzoek, totaal aantal proefpersonen, kenmerken proefpersonen, inclusiecriteria proefpersonen, geselecteerde uitkomstmaten, gebruikte meetinstrumenten, beginwaardes proefpersonen, uitval van proefpersonen, soort interventie, tijdsduur interventie, prikkelparameters en onderzoeksresultaten. De verzamelde gegevens zijn verwerkt in bijlage 3. Ook is er kritisch gekeken naar de validiteit van de meetinstrumenten, de gebruikte meetprotocollen. Daarnaast zijn referentiewaarde per uitkomstmaat verzameld. Informatie over de toegepaste klinimetrie is weergegeven in bijlage 4.

RESULTATEN

Er zijn 9 onderzoeken geïnccludeerd waarvan 7 RCT's en 2 cohort onderzoeken. De laagst behaalde PEDro score is een 4, de hoogste een 7. Gemiddeld is de methodologische kwaliteit redelijk. De kwaliteit van de onderzoeken worden verder beschreven in de discussie.

Trainingsvormen

In de beschreven onderzoeken worden High Intensity Interval Training (HIIT), High Intensity Training (HIT) en High Volume Training (HVT) met elkaar vergeleken. De verschillende Trainingsvormen zijn weergegeven in tabel 1. Het is belangrijk om te vermelden wat de verschillen tussen de Trainingsvormen zijn. HIIT wordt omschreven als een intensieve Trainingsvorm waarin korte intensieve arbeidsperiodes worden afgewisseld met actieve of passieve rustperiodes tussendoor (Holly K, 2012). Bij HIIT ligt de nadruk op de intensiteit van een training. Door de arbeid-rust intervallen is het mogelijk om gedurende een langere tijd op een hoge intensiteit te trainen. In de literatuur worden verschillende HIIT variaties omschreven met betrekking tot duur, series en intensiteit. De in deze review geïnccludeerde HIIT vormen hebben een intervalduur met arbeidperiode van 15 seconden tot 4 minuten afgewisseld met rustperiode van 15 seconden tot 3 minuten. De verhouding tussen arbeid en rust varieert van 1:1, 1:2, 1:3 en groter. De intensiteit waarmee HIIT wordt uitgevoerd is beschreven op waardes tussen de 85% en 100% van de VO₂max of 90-100% van de HR max. Om deze intensiteit te bereiken worden Trainingsvormen zoals hardlopen en fietsen als meest geschikt beschreven. Vanwege de vele variabele bij HIIT zijn er geen exacte prikkelparameters bekend waaraan HIIT moet voldoen. In vergelijking met HIIT ligt bij HVT de nadruk op het Trainingsvolume. Trainingsvolume is de Trainingsduur x Trainingsfrequentie. Door op een lagere intensiteit te bewegen is het mogelijk om dit gedurende een langere periode vol te houden. De in deze review geïnccludeerde HVT vormen hebben een intensiteit van 40-75% van de VO₂max. De duur van de geïnccludeerde trainingen varieert van 30-47 minuten. Een derde beschreven Trainingsvorm is HIT. Bij deze Trainingsvorm wordt er gedurende een relatief korte periode op een hoge intensiteit getraind. In tegenstelling tot HIIT wordt er bij HIT geen gebruik gemaakt van intervallen. De in deze review geïnccludeerde HIT studie beschrijft een intensiteit 80% van de VO₂max met een energieverbruik van 400kcal. De Trainingsomvang van de in deze review geïnccludeerde

trainingsprotocollen wordt berekend met de formule: trainingsduur x trainingsfrequentie x trainingsintensiteit.

Trainingsvorm	Intensiteit	Duur	Series	Arbeid-rustverhouding
HIIT	85-100% VO2max 90-100% HRmax	15 sec-4 min	4-45	1:1, 1:2, 1:3 en groter
HIT	70-85% VO2max 80-90% HRmax	<30 minuten	1	N.v.t.
HVT	40-75% VO2max 65-85% HRmax	>30 minuten	1	N.v.t.

Tabel 1. Trainingsvormen en prikkelparameters.

VO2max.

Er zijn 4 RCT's geïnccludeerd waarin het effect van trainingsintensiteit op VO2max wordt beschreven. In bijlage 3 zijn de verzamelde gegevens van de geïnccludeerde RCT's weergegeven.

In een onderzoek van O'Donovan et al. (2005) werden 42 proefpersonen verdeeld over 3 groepen. De proefpersonen waren inactieve mannen van 30-45 jaar met overgewicht (BMI $\geq$ 25) en een zwakke VO2max. Groep 1 (HIT) deed als interventie fietsen op een intensiteit van 80% VO2max. Groep 2 (HVT) deed als interventie fietsen op een intensiteit van 60% VO2max en groep 3 (controle groep) deed geen interventie. Gedurende 24 weken werd er 3 keer per week gefietst. Per keer werden 400kcal verbruikt. Aan het begin van de interventie en na elke 4 weken training werd de VO2max berekend via een directe meting. De directe werd uitgevoerd met behulp van een maximale fietstest van 8-16 minuten. Elke 2 minuten werd de weerstand verhoogd tot het punt dat vermoeidheid bereikt werd. Met behulp van een gasademanalyse werd de VO2max berekend.

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 2. In tabel 2 is te lezen dat de HIT en HVT groepen na 24 weken een significante toename in VO2max hebben in vergelijking met de beginsituatie, HIT 25% (P<0.001) en HVT 15% (P<0.001). Hoewel HIT tot een grotere toename in VO2max resulteert in vergelijking met HVT is dit verschil niet significant. Bij de controlegroep is de VO2max niet toegenomen.

Tabel 2. Verschil in VO2max ml/kg/min voor en na de interventie (O'Donovan et al. 2005).

Periode	Controle groep	HVT	HIT
Beginsituatie	29.40 $\pm$ 6.47	30.97 $\pm$ 5.71	31.76 $\pm$ 5.99
24 weken	28.40 $\pm$ 5.39	35.82 $\pm$ 6.28*	38.90 $\pm$ 8.08*

* Verschil is significant groter in vergelijking met beginsituatie en in vergelijking met controlegroep na 24 weken P<0.001

O'Donovan et al. (2005) concluderen dat HIT effectiever is voor het verbeteren van VO2max in vergelijking met HVT bij een gelijk energieverbruik.

In een onderzoek van Helgerud et al. (2007) werden 40 proefpersonen verdeeld over 4 groepen. De proefpersonen waren mannen van gemiddeld 24 jaar met een gezond gewicht, BMI 20-25, en een goede VO2max. Groep 1 (HVT) deed als interventie hardlopen gedurende 45 minuten op een intensiteit van 70%HR max. Groep 2 (HIT) deed als interventie hardlopen gedurende 24.25 minuten op een intensiteit van 85% HR max. Groep 3 (HIIT, 15/15) deed als interventie interval hardlopen gedurende 23.5 minuten. De intervallen bestonden uit 15 seconden arbeid op 95% HR max afgewisseld met 15 seconden rust op 70% HR max. Groep 4 (HIIT 4x4) deed als interventie interval hardlopen gedurende 25 minuten. De intervallen bestonden uit 4x4 minuten arbeid op 90-95% HR max met tussendoor 3 minuten rust op 70% HR max. Gedurende 8 weken werden er 3 trainingen per week uitgevoerd. De totale trainingsomvang was voor alle groepen gelijk. Aan het begin van de interventie en na 8 weken werd de VO2max berekend via een directe meting. De meting werd

uitgevoerd met behulp van een loopband test en gasademanalyse. De test werd gestart met een warming up van 10 minuten op 60% van de voorspelde VO₂max. Vervolgens werd de loopsnelheid elke minuut opgevoerd tot het punt dat vermoeidheid bereikt werd. De hoogst gemeten hartslag in de laatste minuut werd gebruikt als individuele HR max voor het bepalen van de trainingsintensiteit.

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 3. In tabel 3 is te lezen dat de HVT en HIT groepen na 8 weken geen significante toename in VO₂ max hebben in vergelijking met de beginsituatie. De HIIT 15/15 en HIIT 4x4 groepen hebben na 8 weken beide een significante toename in VO₂ max in vergelijking met de beginsituatie, 5.5% (P<0.01) en 7.2% (P<0.001). Het trainingseffect van HIIT 15/15 is significant groter vergeleken met HVT (P<0.001) en HIT (P<0.05). Ook het trainingseffect van HIIT 4x4 is significant groter vergeleken met HVT (P<0.001) en HIT (P<0.01).

Tabel 3. Verschil in VO₂max ml/kg/min voor en na de interventie (Helgerud et al. 2007).

Periode	HVT	HIT	HIIT 15/15	HIIT 4x4
Beginsituatie	55.8 ± 6.6	59.6 ± 7.6	60.5 ± 5.4	55.5 ± 7.4
8 weken	56.8 ± 6.3	60.8 ± 7.1	64.4 ± 4.4*#a	60.4 ± 7.3 **#b

* Significant verschil tussen beginsituatie en na 8 weken P<0.01

** Significant verschil tussen beginsituatie en na 8 weken P<0.001

#a significant verschil met HVT en HIT na 8 weken P<0.001 en P<0.05

#b significant verschil met HVT en HIT na 8 weken P<0.001 en P<0.01

Helgerud et al. (2007) komen tot de conclusie dat hoe hoger de intensiteit des te groter het effect op VO₂max.

In een onderzoek van Schjerve et al. (2008) werden 40 proefpersonen verdeeld over 3 groepen. De proefpersonen waren mannen en vrouwen van 20 jaar of ouder met obesitas, BMI≥30, en een zeer zwakke VO₂max. Groep 1 (HIIT) deed als interventie hardlopen met intervallen. De intervallen bestonden uit 4x4 minuten arbeid op 85-95% HR max met tussendoor 3x3 minuten rust op 50-60% HR max. De training werd gestart met een warming up van 10 minuten op 50-60% HR max en beëindigd met een cooling down van 5 minuten op 50-60% HR max. De totale trainingstijd van groep 1 was 40 minuten. Groep 2 (HVT) deed als interventie hardlopen op een intensiteit van 60-70%HR max gedurende 47 minuten. De trainingsomvang van groep 1 en 2 was gedurende de interventie gelijk. Groep 3 deed als interventie krachttraining. Deze groep begon de training met een warming up van 15 minuten op de loopband op 40-50% HR max. Vervolgens werden er 4 series van 5 herhalingen op 90% van het 1 herhalingsmaximum op een leg press apparaat uitgevoerd. Ook werden er elke training 3 series van 30 herhalingen rug- en buikspieroefeningen gedaan. Gedurende 12 weken werden er 3 trainingen per week uitgevoerd. Aan het begin van de interventie en na 12 weken werd de VO₂max berekend via een directe meting. Dit gebeurde met behulp van een loopband test met gasademanalyse. De test werd gestart met een warming up van 10 minuten op 50-60% HR max. Vervolgens werd de helling en loopsnelheid geleidelijk opgevoerd tot vermoeidheid bereikt werd. De individuele HR max werd bepaald door 5 slagen op te tellen bij de hoogst gemeten HR.

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 4. In tabel 4 is te lezen dat alle 3 de groepen een significante toename in VO₂max hebben in vergelijking met de beginsituatie. Groep 1; 33% (P<0.01) Groep 2; 16% (P<0.01) en groep 3; 10% (P<0.01). De toename in VO₂max is significant groter na 12 weken HIIT in vergelijking met HVT en krachttraining (P<0.001).

Tabel 4. Verschil in VO2max ml/kg/min voor en na de interventie (Schjerve et al. 2008).

Periode	HIIT	HVT	krachttraining
Beginsituatie	23.6 ± 1.3	25.1 ± 1.4	25.4 ± 1.9
12 weken	+ 33%*#	+ 16%*	+ 10%*

* Significant verschil tussen beginsituatie en na 8 weken P<0.01

Significant verschil met HVT en krachttraining P<0.001

Schjerve et al. (2008) concluderen dat HIIT, HVT en krachttraining effectief zijn voor het verbeteren van VO2max en het verminderen van gezondheidsrisico's, maar dat HIIT resulteert in een significant grotere toename van VO2max (P<0.001).

In een onderzoek van Sijie, Hainai, Fengying & Jianxiong (2012) werden 42 proefpersonen verdeeld over 3 groepen. De proefpersonen waren vrouwen met overgewicht, BMI >25, een vetpercentage van >30% en een zwakke VO2max. Groep 1 (HIIT) deed als interventie intervaltraining gedurende 30 minuten. De intervallen bestonden uit 3 minuten arbeid op 85% VO2max afgewisseld met 3 minuten rust op 50% VO2max. Er werd gestart met een warming up van 10 minuten en afgesloten met een cooling down van 5 minuten. De totale trainingsduur was 42 minuten. Groep 2 (HVT) deed als interventie training gedurende 40 minuten op een intensiteit van 50% VO2max. Ook deze groep begon de training met 10 minuten warming up en sloot af met een cooling down van 5 minuten. De totale trainingsduur was 55 minuten. Een derde groep (controle groep) deed geen interventie. De trainingsomvang van groep 1 en 2 was gedurende de interventie gelijk. Gedurende 12 weken werd er door groep 1 en 2 vijf keer per week getraind. Aan het begin van de interventie en na 12 weken werd de VO2max berekend via een directe meting. De meting werd uitgevoerd met behulp van een loopband test en gasademanalyse. De loopband test begon met een snelheid van 3.3 km/h met 0% helling gedurende 3 minuten. Vervolgens werd de snelheid opgevoerd naar 6.3 km/h met 0% helling gedurende 1 minuut. Daarna werd de snelheid elke minuut met 0.8 km/h verhoogd tot 10 km/h bereikt werd. Vanaf dat punt werd ook de helling elke minuut met 1% verhoogd. Dit ging door tot vermoeidheid werd bereikt. De hartslag op 85% en op 50% van de VO2max werden gebruikt als richtlijn voor het bepalen van de trainingsintensiteit.

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 5. In tabel 5 is te lezen dat de HIIT en HVT groepen na 12 weken beide een significante toename in VO2max hebben in vergelijking met de beginsituatie, 8.4% (P<0.01) en 4.7% (P<0.05). Het verschil na 12 weken is ook significant groter in vergelijking met de controlegroep. Het meest opvallende resultaat is dat de toename in VO2max na 12 weken HIIT significant groter is in vergelijking na 12 weken HVT (P<0.05).

Tabel 5. Verschil in VO2max ml/kg/min voor en na de interventie (Sijie et al. 2012).

Periode	HIIT	HVT	Controle groep
Beginsituatie	33.3 ± 3.9	32.9 ± 4.7	32.8 ± 4.1
12 weken	36.1 ± 3.1**C##	34.5 ± 3.9*#	33.6 ± 3.9

* P<0.05 ** P<0.01 significant verschil tussen beginsituatie en na 12 weken

C P<0.05 significant verschil HIIT na 12 weken vergeleken met HVT na 12 weken

P<0.05 ## P<0.01 significant verschil HIIT en HVT vergeleken met controle groep na 12 weken

Sijie et al. (2012) concluderen dat HIIT en HVT beide effectief zijn voor het vergroten van de VO2max, maar dat HIIT met een kortere trainingsduur resulteert in een significant grotere toename in VO2max in vergelijking met HVT (P<0.05).

HIIT vs. HVT vs. HIT VO2max.

Samenvattend kan worden gesteld dat 1 studie aantoonde dat HIT en HVT beide effectief zijn voor het vergroten van de VO2max bij inactieve mannen met overgewicht. Drie studies tonen aan dat HIIT significant effectiever is in vergelijking met HVT voor het vergroten van de VO2max bij mensen met een gezond gewicht, overgewicht of obesitas. Daarnaast werd in 1 van deze 3 studies aangetoond dat HIIT significant effectiever is in vergelijking met HIT voor het vergroten van de VO2max bij mannen met een gezond gewicht.

Lichaamssamenstelling (BMI, vetpercentage en THR).

Er zijn 4 RCT's geïnccludeerd waarin het effect van trainingsintensiteit op lichaamssamenstelling wordt beschreven. In bijlage 3 zijn de verzamelde gegevens van de geïnccludeerde RCT's weergegeven.

In een onderzoek van Schjerve et al. (2008) werden 40 proefpersonen in drie groepen verdeeld. De proefpersonen waren mannen en vrouwen van 20 jaar of ouder met een BMI ≥ 30 . De 3 groepen bestonden uit een HIIT groep, een HVT groep, en een groep die aan krachttraining deed. De HIIT groep deed als interventie hardlopen met intervallen. De intervallen bestonden uit 4x4 minuten hardlopen op 85-95% HR max met tussendoor 3 minuten rust op 50-60% HR max. De training werd gestart met een warming up van 10 minuten op 50-60% HR max en werd beëindigd met een cooling down van 5 minuten op 50-60% HR max. De totale trainingstijd was 40 minuten. De HVT groep deed als interventie hardlopen gedurende 47 minuten op een intensiteit van 60-70% HR max. De trainingsomvang van groep 1 en 2 waren gedurende de interventie gelijk. Groep 3 deed als interventie krachttraining. Deze groep begon de training met een warming up van 15 minuten op de loopband op 40-50% HR max. Vervolgens werden er 4 series van 5 herhalingen op 90% van het 1 herhalingsmaximum op een leg press apparaat uitgevoerd. Ook werden er elke training 3 series van 30 herhalingen rug- en buikspieroefeningen gedaan. Gedurende 12 weken werden er 3 trainingen per week uitgevoerd. Bij het begin van de interventie en na 12 weken werd de lichaamssamenstelling gemeten. De BMI werd berekend met behulp van de formule; BMI = lichaamsgewicht (in kilogram)/lichaamslengte² (in meter). THR werd gemeten volgens standaard protocol en met behulp van een Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) werd het vetpercentage gemeten. Voorafgaand aan de DEXA mochten proefpersonen 8-9 uur niet eten.

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 6. Niet weergegeven in tabel 6 is dat de HIIT en HVT groepen na 12 weken een significante gewichtsafname hebben in vergelijking met de beginsituatie, 2% (P<0.04) en 3% (P<0.005). In tabel 6 is te lezen dat de HIIT en HVT groepen na 12 weken een significante vermindering van BMI hebben in vergelijking met de beginsituatie, 1.6% (P<0.04) en 3% (P<0.007). Ook is het vetpercentage in de HIIT en HVT groepen na 12 weken significant afgenomen in vergelijking met de beginsituatie 2.2% (P<0.02) en 2.5% (P<0.03). In de groep die aan krachttraining deed is er geen significante verandering meetbaar in gewicht, BMI en vetpercentage. Voor alle 3 de groepen was er geen significante verandering meetbaar van THR.

Tabel 6. Verschil in BMI kg/m², vetpercentage van totaal lichaamsgewicht en THR in cm voor en na de interventie (Schjerve et al. 2008).

Variabele	Periode	HIIT	HVT	krachttraining
BMI	beginsituatie	36.6 ± 1.2	36.7 ± 1.4	34.5 ± 1.4
	12 weken	36.0 ± 1.2 *(P<0.04)	35.6 ± 1.4 *(P<0.007)	Geen verandering
Vetpercentage	beginsituatie	40.6 ± 1.4	43.6 ± 1.5	41.4 ± 1.3
	12 weken	-2.5% *(P<0.03)	-2.2% *(P<0.02)	Geen verandering
THR	beginsituatie	1.00 ± 0.03	0.90 ± 0.03	0.90 ± 0.03
	12 weken	Geen verandering	Geen verandering	Geen verandering

*significante afname in vergelijking met beginsituatie

Schjerve et al. (2008) concluderen dat HIIT en HVT beide effectief zijn voor het verminderen van gewicht, BMI en vetpercentage. HIIT is mogelijk effectiever omdat een kortere trainingstijd nodig is.

In een onderzoek van Moreira, Carozo de Souza, Schwinge, de Sá & Zoppi (2008) werden 22 proefpersonen in 3 groepen verdeeld. De proefpersonen waren volwassen mannen en vrouwen van gemiddeld 40 jaar met een BMI ≥ 25 en een inactieve leefstijl. Groep 1 (HVT) deed als interventie duurtraining gedurende 60 minuten op een intensiteit 10% lager dan de anaerobe drempel. Groep 2 (HIIT) deed als interventie intervaltraining op 20% hoger dan de anaerobe drempel. De arbeid-rust ratio was bij de HIIT groep 1:2. Groep 3 was een controle groep die geen interventie deed. De trainingsomvang van groep 1 en 2 was gedurende de interventie gelijk. Gedurende 12 weken werden 3 trainingen per week uitgevoerd op een fietsergometer

Bij het begin en na 12 weken interventie werd de lichaamssamenstelling gemeten. De BMI werd berekend met behulp van de formule; BMI = lichaamsgewicht (in kilogram)/lichaamslengte² (in meter). THR werd gemeten volgens standaard protocol en voor het meten van het vetpercentage werd gebruik gemaakt van een Bioelectrical Impedance Analysis (BIA). Voordat de BIA meting werd uitgevoerd mochten proefpersonen 10 uur niet eten, moesten ze 2 liter water hebben gedronken en mochten ze een dag van te voren geen alcohol nuttigen of lichamelijke inspanning verrichten.

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 7. In tabel 7 is te lezen dat de HIIT en HVT groepen na 12 weken een significante daling in BMI hebben in vergelijking met de beginsituatie, 1.4% ($P < 0.05$) en 1.5% ($P < 0.05$). Het vetpercentage is na 12 weken significant afgenomen in vergelijking met de beginsituatie, 2.8% ($P < 0.05$) voor de HIIT groep en 2% ($P < 0.05$) voor de HVT groep. Ook hebben beide groepen na 12 weken een significante afname in THR, 2.5% ($P < 0.05$) en 1.2% ($P < 0.05$), in vergelijking met de beginsituatie, maar deze afname is significant groter voor de HIIT groep in vergelijking met de HVT groep ($P < 0.05$). Bij de controle groep was er na 12 weken geen verandering meetbaar in lichaamssamenstelling.

Tabel 7. Verschil in BMI kg/m², vetpercentage van totaal lichaamsgewicht en THR in cm voor en na de interventie (Moreira et al. 2008).

Variabele	Periode	HIIT	HVT	Controle groep
BMI	beginsituatie	28.3 $\pm$ 3.7	27.5 $\pm$ 1.9	32.6 $\pm$ 4.7
	12 weken	27.9 $\pm$ 3.7#b	27.1 $\pm$ 1.8#a#b	Geen verandering
Vetpercentage	beginsituatie	29.5 $\pm$ 7.6	31.9 $\pm$ 3.7	35.5 $\pm$ 6.6
	12 weken	28.9 $\pm$ 7.4#a#b	31.4 $\pm$ 4.1#a#b	Geen verandering
THR	beginsituatie	0.81 $\pm$ 0.08	0.86 $\pm$ 0.07	0.87 $\pm$ 0.1
	12 weken	0.79 $\pm$ 0.07 #b#c	0.85 $\pm$ 0.07	Geen verandering

#a significant verschil vergeleken met controle groep ($P < 0.05$)

#b significant verschil vergeleken met beginsituatie ($P < 0.05$)

#c significant verschil vergeleken met HVT na 12 weken ($P < 0.05$)

Moreira et al. (2008) concluderen dat HIIT en HVT bij een gelijke trainingsomvang een even groot effect hebben op BMI en vetpercentage, maar dat HIIT een significant groter effect heeft op THR in vergelijking met HVT ($P < 0.05$).

In een onderzoek van Sijie et al. (2012) werden 42 proefpersonen in 3 groepen verdeeld. De proefpersonen waren vrouwen met een BMI ≥ 25 en een vetpercentage ≥ 30 . Groep 1 (HIIT) deed als interventie gedurende 30 minuten intervaltraining. De intervallen bestonden uit 3 minuten hardlopen op 85% VO₂max afgewisseld met 3 minuten rust op 50% VO₂max. Er werd gestart met een warming up van 10 minuten en afgesloten met een cooling down van 5 minuten. De totale trainingstijd was 42 minuten. Groep 2 (HVT) deed als interventie 40 minuten hardlopen op een

intensiteit van 50% VO₂max. Ook deze groep begon de training met 10 minuten warming up en sloot af met een cooling down van 5 minuten. De totale trainingsduur was 55 minuten. De trainingsomvang van groep 1 en 2 was gedurende de interventie gelijk. Groep 3 (controle groep) deed geen interventie.

Gedurende 12 weken werden 5 trainingen per week uitgevoerd. Bij het begin van de interventie en na 12 weken werden resultaten gemeten. De BMI werd berekend met behulp van de formule: BMI = lichaamsgewicht (in kilogram)/lichaamslengte² (in meter). Door middel van een DEXA werd het vetpercentage gemeten. Voorafgaand aan de DEZE mochten proefpersonen 10-12 uur niet eten. THR werd gemeten volgens standaard protocol.

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 8. In tabel 8 is te lezen dat de HIIT groep en de HVT groep na 12 weken een significante daling hebben in BMI in vergelijking met de beginsituatie, 5.4% (P<0.01) en 6% (P<0.01). Ook is voor de HIIT groep en HVT groep het vetpercentage na 12 weken significant afgenomen in vergelijking met de beginsituatie, 9.9% (P<0.01) en 5.1%(P<0.01). Voor de HIIT groep is het vetpercentage na 12 weken significant meer afgenomen in vergelijking met de HVT groep (P<0.05). Ook is de THR voor de HIIT en HVT groepen na 12 weken significant afgenomen in vergelijking met de beginsituatie, 4.8% (P<0.01) en 3.6% (P<0.05). Bij de controle groep was er na 12 weken geen significante verandering in lichaamssamenstelling meetbaar.

Tabel 8. Verschil in BMI kg/m², vetpercentage van totaal lichaamsgewicht en THR in cm voor en na de interventie (Sijie et al. 2012).

Variabele	Periode	HIIT	HVT	Controle groep
BMI (KG/M ²)	beginsituatie	27.72 ± 1.88	28.32 ± 1.96	28.77 ± 1.79
	12 weken	26.25 ± 1.86#a#b	26.64 ± 2.23#a#b	29.0 ± 2.01
Vetpercentage	beginsituatie	40.57 ± 4.03	41.13 ± 4.17	40.97 ± 3.99
	12 weken	36.55 ± 4.32#a#b#c	38.98 ± 4.04#a#b	41.14 ± 4.07
THR	beginsituatie	0.83 ± 0.04	0.83 ± 0.05	0.83 ± 0.03
	12 weken	0.79 ± 0.03#a#b	0.80 ± 0.04#d#e	0.83 ± 0.05

#a (P<0.01) #d (P<0.05) significant verschil vergeleken met beginsituatie

#b (P<0.01) #e (P<0.05) significant verschil HIIT en HVT vergeleken met controlegroep na 12 weken

#c significant verschil vergeleken met HVT na 12 weken (P<0.05)

Sijie et al. (2012) concluderen dat HIIT en HVT beide effectief zijn voor het verbeteren van de lichaamssamenstelling, maar dat HIIT bij een gelijke trainingsomvang een groter effect heeft op het verminderen van het vetpercentage in vergelijking met HVT (P<0.05).

In een onderzoek van Terada et al. (2012) werden 15 proefpersonen in 2 groepen verdeeld. De proefpersonen waren diabetes type 2 patiënten van 55-75 jaar. Groep 1 (HVT) deed als interventie 30 minuten training op een intensiteit van 40% VO₂ max. Groep 2 (HIIT) deed als interventie 30 minuten intervaltraining. De intervallen bestonden uit een arbeidsperiode van 1 minuut op 100% VO₂max afgewisseld met 3 minuten rust op 20% VO₂max. De gemiddelde intensiteit van groep 1 was gelijk aan die van groep 2; 40%VO₂ max. Ook de trainingsomvang van groep 1 en 2 was gedurende de interventie gelijk.

Gedurende 12 weken werden 5 trainingen per week uitgevoerd. Bij het begin van de interventie en na 12 weken werden resultaten gemeten. De BMI werd berekend met behulp van de formule: BMI = lichaamsgewicht (in kilogram)/lichaamslengte² (in meter). Met behulp van een DEXA werd het vetpercentage gemeten en THR werd gemeten volgens standaard protocol.

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 9. In tabel 9 is te lezen dat er voor de HIIT groep en HVT groep na 12 weken geen significante verschillen zijn in BMI en THR in vergelijking met de beginsituatie. Het vetpercentage is na 12 weken significant afgenomen voor de HIIT groep met 5,3% ($P < 0.009$) en voor de HVT groep met 3.6% ($P < 0.028$) in vergelijking met de beginsituatie. Er is geen significant verschil in resultaten tussen beide groepen gemeten.

Tabel 9. Verschil in BMI, vetpercentage en THR voor en na de interventie (Terada et al. 2012).

Variabele	Periode	HIIT	HVT
BMI	beginsituatie	28.4 ± 4.1	33.1 ± 4.5
	12 weken	28.1 ± 4.0	32.6 ± 4.3
Vetpercentage	beginsituatie	36.1 ± 10.9	41.6 ± 6.3
	12 weken	34.2 ± 10.4*	40.1 ± 5.6**
THR	beginsituatie	0.96	1.00
	12 weken	0.97	1.00

* ($P < 0.009$) ** ($P < 0.028$) significant in vergelijking met beginsituatie

Terada et al. (2012) concluderen dat HIIT en HVT bij een gelijke trainingsomvang even grote effecten hebben op lichaamssamenstelling.

HIIT vs. HVT lichaamssamenstelling.

Samenvattend kan worden gesteld dat 4 studies aantonen dat 12 weken HIIT en 12 weken HVT beide effect hebben op lichaamssamenstelling. In 1 studie wordt aangetoond dat HIIT en HVT beide een even groot effect hebben op het verminderen van BMI en vetpercentage bij vrouwen met obesitas. In 1 studie wordt aangetoond dat HIIT en HVT bij mensen met overgewicht een even groot effect hebben op BMI en vetpercentage, maar dat HIIT een significant groter effect heeft op THR ($P < 0.05$). In 1 studie wordt aangetoond dat HIIT en HVT bij vrouwen met overgewicht beide effectief zijn voor het verminderen van BMI en THR, maar dat HIIT een significant groter effect heeft op vetpercentage ($P < 0.05$) en in 1 studie wordt aangetoond dat HIIT en HVT bij mensen met diabetes type 2 een even groot effect hebben op lichaamssamenstelling.

Glucosetolerantie

Er zijn 3 studies geïnccludeerd waarin het effect van trainingsintensiteit op glucosetolerantie of insulinegevoeligheid wordt beschreven. Omdat op het moment van schrijven naar mijn weten geen studies beschikbaar zijn waarin het effect van trainingsintensiteit op glucosetolerantie of insulinegevoeligheid wordt vergeleken zijn er 3 studies geïnccludeerd die HIIT niet vergelijken met een andere trainingsvorm. 2 van de 3 studies zijn cohort onderzoeken. In bijlage 3 zijn de verzamelde gegevens van de geïnccludeerde studies weergegeven

In een onderzoek van Little et al. (2011) werd bij 8 proefpersonen voor en na een HIIT interventie de bloedglucosewaarde gemeten. De proefpersonen waren niet insuline afhankelijke diabetes patiënten van gemiddeld 62 jaar met een gemiddeld BMI van 31.7. Gedurende 2 weken werden 6 lichamelijke trainingen uitgevoerd. De lichamelijke training bestond uit 10 x 60 seconden fietsen op 90% HR max met tussendoor 60 seconden rust op 50 Watt. Er werd gestart met een warming up van 3 minuten en geëindigd met een cooling down van 2 minuten. De totale trainingstijd per sessie was 25 minuten. 5 dagen voor de eerste training en 2 dagen na de laatste training werd gedurende 24 uur een continu glucose meting (CGM) uitgevoerd.

De resultaten zijn weergegeven in tabel 10. In tabel 10 is te lezen dat de 24 uur gemiddelde bloedglucosewaarde significant is afgenomen, 13% ($P < 0.01$), na een HIT interventie.

Tabel 10. Bloedglucosewaarden in mmol/l voor en na de interventie (Little et al. 2011).

Periode	24 uur gemiddelde bloedglucosewaarden
Beginsituatie	7.6
2 weken	6.6 *

* (P<0.01) significant verschil in vergelijking met beginsituatie

Little et al. (2011) concluderen dat 2 weken HIIT met een totale arbeidsduur van 75 minuten per week de 24 uur gemiddelde bloedglucosewaarde doet verminderen bij patiënten met diabetes type 2.

In een onderzoek van Whyte, Gill & Cathcart (2009) werd bij 10 proefpersonen voor en na een HIIT interventie de bloedglucosewaarde en insulinewaarde gemeten. De proefpersonen waren inactieve mannen (<1 uur lichamelijke training per week) van gemiddeld 32 jaar met een gemiddeld BMI van 31. De lichamelijke training bestond uit 30 seconden maximaal sprinten afgewisseld met 4.5 minuten herstel periode op 30 Watt. In 2 weken werd het aantal series opgebouwd van 4 naar 6. Tijdens sessie 1 en 2 werden 4 series uitgevoerd, tijdens sessie 3 en 4 werden 5 series uitgevoerd en tijdens sessie 5 en 6 werden 6 series uitgevoerd. De trainingen werden uitgevoerd op een fietsergometer. Het trainingsvolume was in dit onderzoek aanzienlijk lager dan in het onderzoek van Little et al. (2011). Voor de interventie, 24 uur en 72 uur na de interventie werd de bloedglucosewaarden gemeten. Dit gebeurde door een Orale Glucose Tolerantie Test (OGTT). Voordat de OGTT werd afgenomen mochten de proefpersonen gedurende 12 uur niet eten of drinken en lagen de proefpersonen gedurende 10 minuten in rugligging. Na 30, 60, 90 en 120 minuten werd er bloed afgenomen.

De resultaten zijn weergegeven in tabel 11. In tabel 11 is te lezen dat de bloedglucosewaarde niet significant is afgenomen 24 uur en 72 uur na de interventie in vergelijking met de beginsituatie. 24 uur na de interventie is de insulinewaarde wel significant afgenomen (P<0.05). Dit effect is 48 uur later niet meer aanwezig.

Tabel 11. Bloedglucosewaarde in mmol/l en insulinewaarde bij beginsituatie, 24 uur post interventie en 72 uur post interventie (Whyte et al. 2009).

Periode	bloedglucosewaarde	Insulinewaarde
Beginsituatie	5.51 ± 0.05	10.42 ± 1.91
24 uur post interventie	5.35 ± 0.11*	7.86 ± 1.38#
72 uur post interventie	5.23 ± 0.21**	10.24 ± 1.49##

* (P=0.685) P waarde in vergelijking met beginsituatie

** (P=0.212) P waarde in vergelijking met beginsituatie

#(P<0.05) significant verschil in vergelijking met beginsituatie

(P=0.996) P waarde in vergelijking met beginsituatie

Whyte et al. (2009) beschrijven als belangrijkste bevinding van het onderzoek dat 2 weken HIIT bij mannen met overgewicht de insulinegevoeligheid verbeterd.

In een onderzoek van Metcalf, Babraj, Fawcner & Vollaard (2012) werden 29 proefpersonen in 2 groepen verdeeld. De proefpersonen waren inactieve mannen en vrouwen van 20-25 jaar met een gezond gewicht. Groep 1 (HIIT) deed als training 10 minuten fietsen. Gedurende 6 weken werden 3 trainingen per week uitgevoerd. Elke training begon met fietsen op 60 Watt gevolgd door 2 keer maximaal sprinten, behalve de eerste training, toen werd er 1 keer maximaal gesprint. De duur van

de sprint werd gedurende de interventie opgebouwd (10 seconden in week 1, 15 seconden in week 2 en 3 en 20 seconden in de laatste 3 weken). Groep 2 (controlegroep) deed geen lichamelijke training. 2 weken voor de interventie en 3 dagen na de interventie werd de insulinegevoeligheid gemeten. Dit werd gedaan met behulp van een OGTT. Voor het afnemen van de OGTT mochten proefpersonen 3 dagen geen matig intensieve lichamelijke arbeid verrichten, gedurende 1 dag mocht er geen alcohol worden gedronken en er werd gedurende 3 dagen een eetdagboek bijgehouden. Dit eetdagboek werd gebruikt om totale voedingsconsumptie (koolhydraat, vet en eiwitinname) te berekenen. Er was geen significant verschil in voedingsconsumptie tussen de groepen.

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 12. In tabel 12 is te lezen dat er voor mannen geen significante effecten zijn gemeten voor glucose AUC en insuline AUC. Bij vrouwen is de glucose AUC na de interventie significant toegenomen ($P < 0.05$), maar er is geen significant verschil gemeten tussen de HIIT groep en de controlegroep. Ook zijn er geen significante veranderingen in insuline AUC gemeten. De insulinegevoeligheid nam bij de mannelijke HIIT groep met 28% toe ($P < 0.05$) in vergelijking met de beginsituatie, maar niet bij de vrouwelijke HIIT groep.

Tabel 12. Glucose AUC, insuline AUC en insulinegevoeligheid bij beginsituatie en 6 weken post interventie (Metcalf et al. 2012).

Variabele	Periode	HIIT (mannen)	Controlegroep	HIIT (vrouwen)	Controlegroep
Glucose AUC	beginsituatie	789 ± 65	762 ± 41	671 ± 67	748 ± 108
	6 weken	695 ± 35	801 ± 55	712 ± 76*	850 ± 93*
Insuline AUC	beginsituatie	11713 ± 1829	8728 ± 1914	7399 ± 1393	6734 ± 1427
	6 weken	7147 ± 1152	9944 ± 2089	8599 ± 1728	7970 ± 1477
Insulinegevoeligheid	beginsituatie	55	57	68	68
	6 weken	70*	56	62	53

AUC= area under the curve

* ($P < 0.05$) significante toename in vergelijking met beginsituatie

Metcalf et al. (2012) concluderen dat 6 weken HIIT de insulinegevoeligheid doet toenemen bij inactieve mannen. (Metcalf, Babraj, Fawcner, & Volvaard, 2012)

HIIT glucosetolerantie.

Samenvattend kan worden gesteld dat 1 studie aantoont dat 2 weken HIIT met een totale arbeidsduur van 75 minuten per week de gemiddelde bloedglucosewaarden doet verminderen. 1 studie toont aan dat HIIT de insulinegevoeligheid doet verbeteren bij mannen met overgewicht en 1 studie toont aan dat HIIT de insulinegevoeligheid doet verbeteren bij inactieve mannen.

DISCUSSIE

Resultaten in een breder perspectief

Deze review heeft als deelvraag: *leiden korte intensieve trainingsvormen tot mindere, gelijke of grotere gezondheidseffecten in vergelijking met matig intensieve trainingsvormen?* De resultaten in deze review tonen aan dat korte intensieve trainingsvormen leiden tot dezelfde of grotere gezondheidseffecten. Dit is aangetoond op het gebied van VO₂max en lichaamssamenstelling, maar niet voor glucosetolerantie.

Op het gebied van VO₂max bevestigen een aantal onderzoeken dit, namelijk: in het onderzoek van O'Donovan et al. (2007) werd na 24 weken training bij zowel de HIT groep en HVT groep een significante toename van VO₂max aangetoond. Er was geen significant verschil tussen beide groepen. Dit onderzoek is uitgevoerd bij volwassen mannen met een zwakke VO₂max. Helgerud et al. (2007) vinden na 12 weken training als resultaat dat HIIT significant effectiever is dan HIT en HVT voor het vergroten van de VO₂max. Dit onderzoek is uitgevoerd bij jong volwassen mannen met een

goede VO₂max. Schjerve et al. (2008) concluderen dat HIIT significant meer resultaat heeft voor het vergroten van VO₂max in vergelijking met HVT en krachttraining bij jong volwassenen met een zeer zwakke VO₂max. In het onderzoek van Sijie et al. (2012), bij jong volwassen vrouwen met een zwakke VO₂max, werd als resultaat gevonden dat HIIT de VO₂max significant meer doet toenemen dan HVT. Deze resultaten worden bevestigd in de reviews van Gibala et al. (2008) en Holly et al. (2012). In de review van Gibala et al. (2008) werd vastgesteld dat door lichamelijke training op een intensiteit hoger dan 80% VO₂piek de VO₂piek in 2 weken tijd kan verbeteren. De review van Holly et al. (2012) beschrijft dat bij verschillende doelgroepen (jong volwassenen, middelbare volwassenen en oudere volwassenen) HIIT effectiever is dan HVT voor het vergroten van de VO₂max.

De review van Holly et al. (2012) beschrijft tevens dat 12 weken HIIT en 12 weken HVT beiden effectief zijn voor het verminderen van BMI, lichaamsgewicht en vetpercentage. Hiervoor is een minimale interventieduur van 12 weken nodig. De in deze review geïnccludeerde onderzoeken bevestigen de resultaten van Holly et al. (2012), namelijk: in het onderzoek van Schjerve et al. (2008) bij volwassenen met obesitas resulteerde 12 weken HIIT en 12 weken HVT beiden in een significante afname van BMI en vetpercentage. Morreira et al. (2008) behalen dezelfde resultaten bij volwassenen met overgewicht, maar vinden een significant grotere afname van THR in de HIIT groep. In het onderzoek van Sijie et al. (2012) heeft de HIIT groep significant meer afname van het vetpercentage dan de HVT groep. De resultaten in afname van BMI en THR waren voor beide groepen gelijk. Dit onderzoek is uitgevoerd bij jong volwassen vrouwen met overgewicht. Terada et al. (2012) vinden als resultaat geen significante afname van BMI of THR, maar wel van vetpercentage. Het effect was gelijk bij de HIIT en HVT groepen. Dit onderzoek is uitgevoerd bij diabetes type 2 patiënten van 55 jaar of ouder. De HIIT groep waren mensen met overgewicht en de HVT groep waren mensen met obesitas.

Omdat er geen onderzoeken bekend zijn die de effecten van HIIT en HVT op glucosetolerantie vergelijken kunnen hier geen uitspraken over worden gedaan. Uit de geïnccludeerde onderzoeken blijkt dat HIIT effect heeft op glucosetolerantie door het verminderen van de bloedglucosewaarde of het verbeteren van de insulinegevoeligheid. Little et al. (2012) vinden als resultaat dat 2 weken HIIT de bloedglucosewaarde significant kan vermindert van 7.6 mmol/l naar 6.6 mmol/l, oftewel 13%, bij diabetes type 2 patiënten. Dit resultaat werd niet gevonden in het onderzoek van Whyte et al. (2009) bij mensen met obesitas en het onderzoek van Metcalf et al. (2012) bij mensen met een gezond gewicht. Whyte et al. (2009) vinden als resultaat dat 24 uur na de laatste trainingsinterventie de insulinewaarde significant is afgenomen, maar dit effect is 48 uur later niet meer aanwezig. Metcalf et al. (2012) concluderen dat 6 weken HIIT de insulinegevoeligheid significant doet toenemen.

Kritische beschouwing keuzes onderzoeksproces

Er zijn enkele sterke en minder sterke punten van deze review die beschreven moeten worden. Vanwege het gelimiteerde aantal onderzoeken die HIIT met HVT vergelijken is er gekozen om een brede vraagstelling te formuleren met daarin meerdere uitkomstmaten, namelijk: VO₂max, BMI, vetpercentage, THR en glucosetolerantie. Door het opstellen van een brede vraagstelling was het mogelijk om een groter aantal referenties in deze review te includeren. Het nadeel hiervan is dat er per uitkomstmaat slechts een beperkt aantal onderzoeken is beschreven en dat er per onderzoek verschillen zijn in persoonskenmerken en onderzoek ontwerpen. Vanwege het beperkte aantal onderzoeken zijn er geen strenge inclusiecriteria gehanteerd op het gebied van persoonskenmerken onderzoek ontwerpen. Onderzoeken bij personen met een gezond gewicht, overgewicht, obesitas of diabetes type 2 zijn in deze review geïnccludeerd. Aanvankelijk was leeftijd één van de exclusiecriteria. Er is hiervoor gekozen omdat bij kinderen en ouderen een verschillend trainingseffect kan optreden in vergelijking met volwassenen. Er is van dit criterium afgeweken vanwege het beperkte aantal onderzoeken. Ook zijn onderzoeken met een korte interventieduur en van kleine omvang geïnccludeerd. In zijn geheel bevat deze review een grote variatie in persoonskenmerken en onderzoek ontwerpen. Ondanks dat deze beperkingen noodzakelijk waren

om voldoende gegevens te verzamelen ben ik van mening dat de duidelijke omschrijving van de geïnccludeerde onderzoeken met betrekking tot persoonskenmerken en interventiekenmerken bijdragen aan de wetenschappelijke bevindingen over HIIT in vergelijking met HVT.

Kritische beschouwing geïnccludeerde studies

Het aantal proefpersonen varieert per onderzoek. Het aantal proefpersonen varieert van 8 in het onderzoek van Little et al (2012) tot 42 in onderzoeken van O'Donovan (2007) en Sijie et al (2012). In een aantal onderzoeken bestaan de proefpersonen alleen uit vrouwen (Sijie et al. 2012) of alleen uit mannen (Helgerud, 2007; O'Donovan, 2007; Whyte, 2009). In andere onderzoeken bestaan de proefpersonen uit zowel mannen als vrouwen (Little, 2012; Metcalf, 2012; Morreira, 2008; Schjerve, 2008; Terada, 2012). Het verschil dat geslacht kan maken in de onderzoeksresultaten wordt in 1 artikel beschreven (Terada et al., 2012). In dit onderzoek worden de metingen bij vrouwen afgenomen wanneer zij in dezelfde fase van de menstruatiecyclus zitten als tijdens de beginsituatie. De leeftijd van de proefpersonen varieert per onderzoek. In een aantal onderzoeken zijn de proefpersonen jong volwassenen, 20-30 jaar, (Helgerud, 2007; Metcalf, 2012; Schjerve, 2008; Sijie, 2012). In andere onderzoeken zijn de proefpersonen van middelbare leeftijd, 30-55 jaar, (Morreira, 2008; O'Donovan, 2007; Whyte, 2009) of van oudere leeftijd, 55-75 jaar, (Little, 2012; Terada, 2012). De invloed van leeftijd op onderzoeksresultaten wordt niet in de onderzoeken beschreven.

Per onderzoek worden de inclusiecriteria duidelijk omschreven. De inclusiecriteria variëren per onderzoek. In 1 onderzoek zijn de proefpersonen inactief en hebben ze een gezond gewicht (Terada et al., 2012). In een ander onderzoek zijn de proefpersonen actief en hebben ze een gezond gewicht (Helgerud et al., 2007). In andere onderzoeken zijn de proefpersonen inactief en met overgewicht (O'Donovan, 2007; Morreira 2008). Ook zijn de proefpersonen in onderzoeken obese (Schjerve, 2008; Sijie, 2012; Whyte, 2009) of hebben ze diabetes type 2 (Terada, 2012; Little, 2009). Per onderzoek zijn de begin- en eindwaarde van de proefpersonen beschreven op het gebied van de uitkomstmaten (VO₂max, lichaamssamenstelling, glucosetolerantie). Voor VO₂max variëren de beginwaarde per onderzoek van zwak of zeer zwak (Morreira, 2008; O'Donovan, 2007; Sijie, 2012), tot goed (Helgerud et al., 2007). Voor lichaamssamenstelling variëren de beginwaarde per onderzoek van overgewicht (5,6) tot obesitas (3,4). Bij een aantal onderzoeken (Helgerud, 2007; Morreira, 2008; Schjerve, 2008; Sijie, 2012; Terada, 2012) worden de onderzoeksresultaten in perspectief gezet met de beginwaarde van de proefpersonen, maar bij een aantal onderzoeken (Little, 2012; Metcalf, 2012; O'Donovan, 2007; Whyte, 2009) is dit niet het geval.

Per onderzoek is er een grote verscheidenheid in interventie duur. De interventieduur varieert van 2 weken (Little, 2012; Whyte, 2009) tot 24 weken (O'Donovan et al., 2007) daarnaast zijn er onderzoeken met een interventieduur van 6 weken (Metcalf et al., 2012), 8 weken (Helgerud et al., 2007), en 12 weken (Morreira, 2008; Schjerve, 2008; Sijie, 2012; Terada, 2012). Tijdens het beschrijven van de onderzoeksresultaten wordt er rekening gehouden met de korte interventieduur. Er wordt beschreven dat de onderzoeksresultaten van toepassing zijn bij de uitgevoerde interventieduur, maar dat op de langere termijn onderzoeksresultaten mogelijk andere resultaten laten zien. Bij ieder onderzoek is er sprake van meerdere interventies per week. De trainingsfrequentie varieert van 3 keer per week (Helgerud, 2007; Little, 2012; Metcalf, 2012; Morreira, 2008; O'Donovan, 2007; Schjerve, 2008; Whyte, 2009) tot 5 keer per week (Sijie, 2012; Terada, 2012). De totale trainingsduur varieert van 30 minuten tot 150 minuten per week. De prikkelparameters die worden gebruikt voor HIIT, HIT en HVT variëren per onderzoek. In onderzoeken met een vergelijking tussen HIIT, HIT of HVT (Helgerud, 2007; Morreira, 2008; O'Donovan, 2007; Schjerve, 2008; Sijie, 2012; Terada, 2012) is rekening gehouden met het trainingsvolume (duur x frequentie) en trainingsintensiteit zodat de totale trainingsomvang per groep gelijk was.

De meetinstrumenten die worden gebruikt om de trainingsintensiteit te bepalen varieert per onderzoek. Er wordt gebruik gemaakt van een percentage van de berekende VO₂max en de berekende maximale hartslag. Trainingsintensiteit bepalen door middel van de berekende VO₂max en de maximale hartslag hebben beide een hoge validiteit en worden objectief vastgesteld. In 2 onderzoeken (Metcalf, 2012; Whyte, 2009) wordt de trainingsintensiteit op basis van ervaren gevoel vastgesteld. Proefpersonen moeten maximaal trainen waarbij geen gebruik wordt gemaakt van een meetinstrument voor het bepalen van de trainingsintensiteit. Hierdoor is de uitgevoerde trainingsintensiteit subjectief en minder valide. De meetinstrumenten en meetprotocollen voor het bepalen van de begin- en eindwaarden van de proefpersonen worden in alle onderzoeken duidelijk beschreven. De gebruikte meetinstrumenten hebben een hoge validiteit, behalve in het onderzoek van Morreira et al (2008) waarin het meetinstrument voor het berekenen van het vetpercentage matig valide is.

De methodologische kwaliteit van de geïnccludeerde RCT's varieert van een PEDro score 4 (Morreira et al., 2008), PEDro score 5 (Helgerud, 2007; Schjerve, 2008; Sijie, 2012), Pedro score 6 (O'Donovan et al, 2007) tot Pedro score 7 (Terada et al., 2012). De gemiddelde PEDro score is hierdoor redelijk. Hierbij moet worden vermeld dat vanwege het onderzoek ontwerp het niet mogelijk is proefpersonen en therapeuten te blinderen waardoor de maximaal haalbare PEDro score 8 is. Omdat er weinig literatuur beschikbaar is naar het effect van HIIT op glucosetolerantie zijn er 2 cohort onderzoeken van kleine omvang geïnccludeerd (Little, 2012; Whyte, 2009). Vanwege de methodologische beperkingen van deze onderzoeken zijn de beschreven resultaten niet krachtig.

Toepassing in de fysiotherapiepraktijk

Voor het onderhouden van gezondheid en verbeteren van fitheid zijn beweegrichtlijnen ontwikkeld. Ook zijn er voor diverse aandoeningen zoals obesitas en diabetes beweegrichtlijnen ontwikkeld. Met de resultaten uit deze review kan de inhoud van huidige beweegrichtlijnen worden geëvalueerd en aangepast. De nadruk van beweeg- of trainingsrichtlijnen zal meer gericht moeten zijn op intensiteit in plaats van duur. Met deze informatie is het mogelijk voor mensen met gezond gewicht, overgewicht, obesitas of diabetes type 2 effectieve trainingsrichtlijnen te ontwikkelen voor in de fysiotherapiepraktijk, maar ook daarbuiten.

Op het gebied van uitvoering laten de resultaten in deze review zien dat langdurige trainingssessies niet noodzakelijk zijn om resultaten te behalen. Daarnaast kan uit deze review informatie worden gehaald over de te verwachte resultaten wanneer prikkelparameters en persoonskenmerken overeenkomen met de onderzoeken. Voor het adviseren van de meest effectieve prikkelparameters is nog onvoldoende informatie bekend.

Aanbevelingen voor verder onderzoek

De in deze review geïnccludeerde onderzoeken bevatten vele variabele zoals: trainingsvormen, prikkelparameters, persoonskenmerken en onderzoek ontwerpen. Per onderzoek zit er veel verschil tussen de gebruikte variabele. Daarnaast is van een aantal onderzoeken de interventieduur relatief kort en is het aantal proefpersonen relatief klein. Ondanks dit worden in de onderzoeken soortgelijke resultaten beschreven. HIIT is van toegevoegde waarde voor het onderhouden of verbeteren van de gezondheid en voor de preventie van overgewicht. Onder andere door de korte interventieduur en de kleine onderzoeksgroepen zijn er geen resultaten bekend op het gebied van veiligheid en haalbaarheid van HIIT.

Ondanks eerdergenoemde bewijzen van het effect van HIIT zijn er geen grootschalige onderzoeken van goede methodologische kwaliteit bekend. Het lijkt daarom tijd dat er grootschalig onderzoek plaatsvindt naar de effecten van HIIT. Om te kunnen differentiëren wat de effecten zijn van de vele onderzoek variabele zoals: prikkelparameters, persoonskenmerken, beginwaarde en interventieduur is een grote onderzoeksgroep noodzakelijk. Resultaten moeten in het perspectief van de onderzoek

variabele worden beoordeeld. Daarnaast moeten er in het onderzoek resultaten worden vastgesteld gericht op veiligheid en haalbaarheid van HIIT.

Conclusie

Deze systematische literatuur review heeft de verschillen en overeenkomsten tussen de effecten van HIIT en HVT op de VO2max, lichaamssamenstelling en glucosetolerantie bij mensen met overgewicht en obesitas bestudeerd. Uit de resultaten blijkt dat HIIT een groter effect heeft op de toename van VO2max bij een gelijke trainingsomvang in vergelijking met HVT. HIIT en HVT zijn beiden effectief voor het veranderen van lichaamssamenstelling bij een gelijke trainingsomvang. Bij een trainingsduur van 12 weken verminderen HIIT en HVT het BMI en vetpercentage. De resultaten suggereren dat HIIT meer effect heeft op vetpercentage dan HVT, maar dit is onvoldoende aangetoond. Vanwege het beperkte aantal onderzoeken naar de verschillen tussen HIIT en HVT op glucosetolerantie kan er uit de beschikbare resultaten geen conclusies worden beschreven.

LITERATUURLIJST

ACE. (2009). *What are the guidelines for percentage of body fat loss?* American Council on Exercise.

Baan, C. A., & Poos, M. J. (2011, September 22). *Hoe vaak komt diabetes mellitus voor en hoeveel mensen sterven eraan?* Opgehaald van Nationaal Kompas Volksgezondheid: <http://www.nationaalkompas.nl/gezondheid-en-ziekte/ziekten-en-aandoeningen/endocriene-voedings-en-stofwisselingsziekten-en-immuniteitsstoornissen/diabetes-mellitus/omvang/>

Bovendeur, I. (2007, Juli 4). *Lichaamsgewicht: Wat zijn de kosten?* Opgehaald van Nationaal Kompas Volksgezondheid: <http://www.nationaalkompas.nl/preventie/gericht-op-gezondheidsdeterminanten/preventie-op-persoonsgebonden-kenmerken/lichaamsgewicht/kosten/>

Callagher, D., Heymsfield, S., Heo, M., Jebb, S., Murgatroyd, P., & Sakamoto, Y. (2000). Healthy percentage body fat ranges: An approach for developing guidelines based on body mass index. *American Journal of clinical nutrition*, 694-701.

Diabetes. (2013, April 21). *Continue glucose monitoring*. Opgehaald van Diabetes: <http://www.diabetes.nl/index.php/nieuws/294-continue-glucose-monitoring>

Diabetesfonds. (2013, April 21). *Glucosetolerantie*. Opgehaald van Diabetesfonds: <http://www.diabetesfonds.nl/artikel/glucosetolerantie>

Gezondheidsraad. (2003). *Overgewicht en obesitas*. Den Haag: Gezondheidsraad.

Gremeaux, Vincent, M., Drigny, Joffrey, Nigam, A., Juneau, M., . . . Gayda, M. (2012). Long-term Lifestyle Intervention with Optimized High-Intensity Interval Training Improves Body Composition, Cardiometabolic Risk, and Exercise Parameters in Patients with Abdominal Obesity. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 941–950.

Guiraud, T., Nigam, A., Gremeaux, V., Meyer, P., Juneau, M., & Bosquet, L. (2012). High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Medicine*, 587-605.

Hartstichting, N. (2008). *Effectiviteit van beweeginterventies bij patiënten met hart- en vaatziekten en hoog risicopersonen*. Nederlandse Hartstichting.

Helgerud, J., Hkydalk, Wang, E., Karlsten, T., Berg, P., Bjerkaas, M., . . . Hoff, J. (2007). Aerobic High-Intensity Intervals Improve V02max More Than Moderate Training. *Journal of the American College of Sports Medicine*, 665-671.

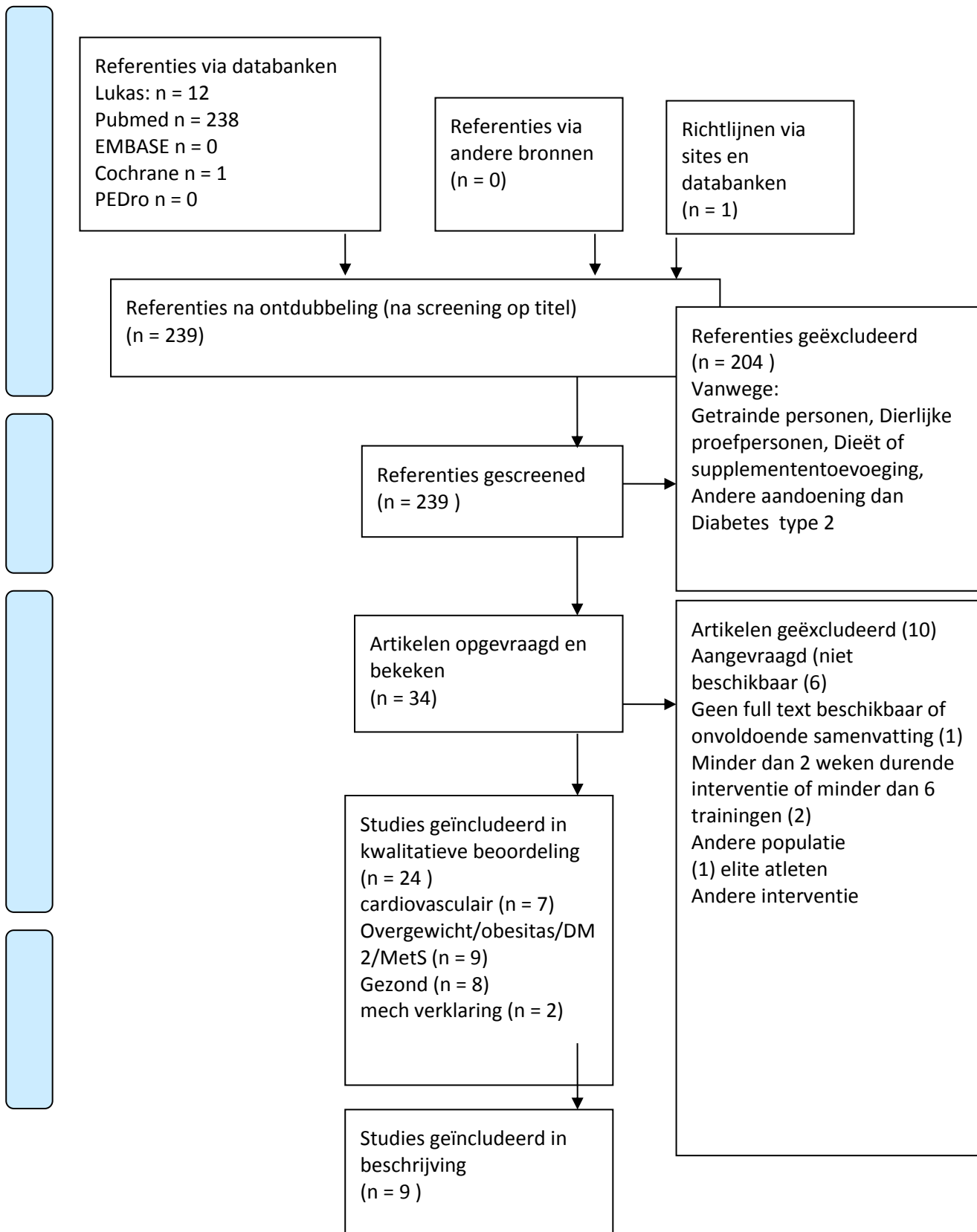
Hulzebos, E., & Loo, H. (2002). Paramedische trainingsbegeleiding, trainingsleer en inspanningsfysiologie voor de paramedicus deel 2: Training van het cardiorespiratoire uithoudingsvermogen. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.

Little, J., Gillen, J., Percival, M., Safdar, A., Tarnopolsky, M., Punthakee, Z., . . . Gibala, M. (2011). Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *J Appl Physiology*, 1554-1560.

- Metcalfe, R. S., Babraj, J. A., Fawcner, S. G., & Volvaard, N. B. (2012). Towards the minimal amount of exercise for improving metabolic health beneficial effects of reduced-exertion high-intensity interval training. *European Journal of Applied Physiology*, 2767-2775.
- Moreira, M., Carozo de Souza, H., Schwinge, P., de Sá, C., & Zoppi, C. (2008). Effects of Aerobic and Anaerobic Exercise on Cardiac Risk Variables in Overweight Adults. *Arq Bras Cardiol*, 200-206.
- O'Donovan, G., Owen, A., Bird, S., Kearney, E., Nevill, A., Jones, D., & Woolf-May, K. (2005). Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or high-intensity exercise of equal energy cost. *Journal of Applied Physiology*, 1619-1625.
- Praet, S., Uden, C. v., Hartgens, F., Savelberg, H., Toereppel, K., & de Bie, R. (2009). *Beweeginterventie Diabetes mellitus type 2*. Amersfoort: KNGF.
- RIVM. (2013, April 16). *Cijfers en feiten*. Opgehaald van Loket gezond leven: <http://www.loketgezondleven.nl/settings/gezonde-gemeente/overgewicht/cijfers-en-feiten/omvang-en-ernst/>
- RIVM. (2013, MAart 6). *Forse stijging van diabetes verwacht*. Opgehaald van Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu: http://www.rivm.nl/Bibliotheek/Algemeen_Actueel/Persberichten/2009/Forse_stijging_van_diabetes_verwacht?sp=cXVlcnk9KGRpYWJldGVzKTtyaXZtcT1mYWxzZTtTSVRFTEFOR1VBROU9bm
- Schjerve, I., Tyldum, G., Tjonna, A., Stolen, T., Loennechen, J., Hansen, H., . . . Wisloff, U. (2008). Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clinical Science*, 283-293.
- Shvartz, E., & Reibold, R. (1990). Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: a review. *Journal of Aviation, Space and Enviromental Medicine*, 3-11.
- Sijie, T., Hainai, Y., Fengying, Y., & Jianxiong, W. (2012). High intensity interval exercise training in overweight young women. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 255-262.
- Snijder, M., Dam, R., Visser, M., & Seidell, J. (2006). *International Journal Epid*, 83-92.
- Terada, T., Friesena, A., Chahal, B., Bell, G., McCargar, L., & Boule, N. (2012). Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*.
- Thomas, D., Elliot, E., & Naughton, G. (2006). Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database*.
- Wendel-Vos, G. (2012, Juni 11). *Hoeveel mensen zijn voldoende lichamelijk actief?* Opgehaald van Nationaal Kompas Volksgezondheid: <http://www.nationaalkompas.nl/gezondheidsdeterminanten/leefstijl/lichamelijke-activiteit/hoeveel-mensen-zijn-voldoende-lichamelijk-actief/>

- WHO. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2008). *Waist Circumference and Waist–Hip Ratio*. Geneva: World Health Organisation.
- WHO. (2013, April 21). *Diabetes programma*. Opgehaald van World Health Organization: http://www.who.int/diabetes/action_online/basics/en/index1.html
- Whyte, L., Gill, J., & Cathcart, J. (2010). Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism Clinical and Experimental*, 1421–1428.

Bijlage 1. stroomdiagram



Bijlage 2. Methodologische kwaliteit RCT's en systematische reviews

Studie	Random Allocation	Concealed Allocation	Groups similar at Baseline	Participant Blinding	Therapist Blinding	Assessor Blinding	<15% dropouts	Intention-to-treat Analysis	Between-group Difference Reported	Point Estimate and Variability Reported	PEDro Score (0 tot 10)
(Terada T, 2012)	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	7
(O'Donovan G, 2005)	Y	Y	Y	N	N	Y	N	N	Y	Y	6
(HELGERUD J, 2007)	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	Y	Y	5
(SCHJERVEL, 2008)	Y	N	Y	N	N	Y	N	N	Y	Y	5
(Moreira M, 2008)	Y	N	Y	N	N	N	N	N	Y	Y	4
(Sijie T, 2012)	Y	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	Y	5
Metcalfe et al. 2012	Y	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	Y	5

Studie	Vraagstelling	Zoekactie	Selectie	Kwaliteits beoordeling	Data extractie	Beschrijving oorspronkelijke onderzoeken	Adequate omgang met heterogeniteit	Statistische pooling	Algemeen oordeel	Score
Holly et al. 2012	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	NVT vanwege heterogeniteit	Voldoende valide en toepasbaar	7/8
Gibala et al. 2008	N	N	N	N	Te weinig informatie in het artikel om dit te beantwoorden	Te weinig informatie in het artikel om dit te beantwoorden	Te weinig informatie in het artikel om dit te beantwoorden	Te weinig informatie in het artikel om dit te beantwoorden	Onvoldoende valide en toepasbaar	0/9

Bijlage 3. Data verzameling

Eerste auteur, jaar van publicatie	Type studie, mate van bewijs	Populatie	N	Interventie	Controle interventie	Interventie duur	Prikkelparameters	Uitkomstmaat	Meetinstrument	Beginwaarde	Resultaten	Opmerkingen
O'Donovan, 2005	RCT, Pedro 6	Inactieve mannen 30-45 jaar BMI >25 <30	42	HIT	HVT Geen interventie	24 weken	HIT: 80% VO2max totaal 400 kcal HVT: 60% VO2max totaal 400 kcal CG: geen interventie	VO2max	Maximale fietstest met gasademanalyse	HIT: 31.76 ± 5.99 HVT: 30.97 ± 5.71 CG: 29.40 ± 6.47	HIT: 38.90 ± 8.08 HVT: 35.82 ± 6.28 CG: 28.40 ± 5.39	Trainingsprotocollen hadden een gelijk energieverbruik
Helgerud, 2007	RCT, Pedro 5	Niet rokende mannen gezond gewicht gemiddeld 24 jaar	40	HIIT 15/15 HIIT 4x4	HIT HVT	8 weken	HIIT: 47x15/15 sec intervallen, 95% HRmax arbeid en 70% HRmax rust HIIT: 4x4 min intervallen 90-95% HRmax arbeid, 3x3 min 70% HRmax rust HIT: 24.25 min 85% HRmax HVT: 45 min 70% HRmax	VO2max	Maximale loopbandtest met gasademanalyse	HIIT 15/15: 60.5 ± 5.4 HIIT 4x4: 55.5 ± 7.4 HIT: 59.6 ± 7.6 HVT: 55.8 ± 6.6	HIIT 15/15: 64.4 ± 4.4 HIIT 4x4: 60.4 ± 7.3 HIT: 60.8 ± 7.1 HVT: 56.8 ± 6.3	Alle 4 de trainingsprotocollen hadden een gelijke trainingsomvang
Schjerve, 2008	RCT, Pedro 5	Mannen en vrouwen >20 jaar BMI >30	40	HIIT	HVT Krachttraining	12 weken	HIIT: 4x4 min arbeid 85-95% HR max, 3x3 min rust 50-60% HR max Totaal 25 min HVT: 60-70% HR max, totaal 47 min KT: 4 series, 5 herhalingen 90%1RM	VO2max BMI Vetpercentage THR	Maximale loopbandtest met gasademanalyse BMI formule Dual energy X-ray absorptiometry Standaard protocol	HIIT: 23.6 ± 1.3 HVT: 25.1 ± 1.4 KT: 25.4 ± 1.9 HIIT: 36.6 ± 1.2 HVT: 36.7 ± 1.4 KT: 34.5 ± 1.4 HIIT: 40.6 ± 1.4 HVT: 43.6 ± 1.5 KT: 41.4 ± 1.3 HIIT: 1.00 ± 0.03 HVT: 0.90 ± 0.03 KT: 0.90 ± 0.03	HIIT: + 33% HVT: + 16% KT: + 10% HIIT: 36.0 ± 1.2 HVT: 43.6 ± 1.5 KT: geen verandering HIIT: -2.5% HVT: -2.2% KT: geen verandering HIIT: geen verandering HVT: geen verandering KT: geen verandering	Trainingsprotocollen HIIT en HVT hadden een gelijke trainingsomvang
Sijie, 2012	RCT, Pedro 5	Vrouwen >20 jaar BMI>30	42	HIIT	HVT Geen interventie	12 weken	HIIT: 5x3 min arbeid 85% VO2 max 5x3 min rust 50% VO2 max HVT: 40 min 50% VO2 max CG: geen interventie	VO2max BMI	Maximale loopbandtest met gasademanalyse BMI formule	HIIT: 33.3 ± 3.9 HVT: 32.9 ± 4.7 CG: 32.8 ± 4.1 HIIT: 27.72 ± 1.88 HVT: 28.32 ± 1.96	HIIT: 36.1 ± 3.1 HVT: 34.5 ± 3.9 CG: 33.6 ± 3.9 HIIT: 26.25 ± 1.86 HVT: 26.64 ± 2.23	Trainingsprotocollen hadden een gelijke trainingsomvang Vermelding dat er geen blessures zijn

								Vetpercentage	Dual energy X-ray absorptiometry	CG: 28.77 ± 1.79 HIIT: 40.57 ± 4.03 HVT: 41.13 ± 4.17 CG: 40.97 ± 3.99	CG: 29.0 ± 2.01 HIIT: 36.55 ± 4.32 HVT: 38.98 ± 4.04 CG: 41.14 ± 4.07	ontstaan ten gevolge van de trainingsinterventies
								THR	Standaard protocol	HIIT: 0.83 ± 0.04 HVT: 0.83 ± 0.05 CG: 0.83 ± 0.03	HIIT: 0.79 ± 0.03 HVT: 0.80 ± 0.04 CG: 0.83 ± 0.05	
Moreira, 2008	RCT, Pedro 4	Mannen en vrouwen gemiddeld 40 jaar BMI>25 Inactieve leefstijl	22	HIIT	HVT Geen interventie	12 weken	HIIT: 5x3 min arbeid 85% VO2 max 5x3 min rust 50% VO2 max HVT: 40 min 50% VO2 max CG: geen interventie	BMI	BMI formule	HIIT: 28.3 ± 3.7 HVT: 27.5 ± 1.9 CG: 32.6 ± 4.7	HIIT: 27.9 ± 3.7 HVT: 27.1 ± 1.8 CG: Geen verandering	Trainingsprotocollen hadden een gelijke trainingsomvang
								Vetpercentage	Bio Electrical Impedance Analyse	HIIT: 29.5 ± 7.6 HVT: 31.9 ± 3.7 CG: 35.5 ± 6.6	HIIT: 28.9 ± 7.4 HVT: 31.4 ± 4.1 CG: Geen verandering	
								THR	Standaard protocol	HIIT: 0.81 ± 0.08 HVT: 0.86 ± 0.07 CG: 0.87 ± 0.1	HIIT: 0.79 ± 0.07 HVT: 0.85 ± 0.07 CG: Geen verandering	
Terada, 2012	RCT, Pedro 7	Diabetes type 2 55-75 jaar BMI>27<33	15	HIIT	HVT Geen interventie	12 weken	HIIT: 1 min 100% VO2 max arbeid 3 min 20% VO2 max rust (totaal 30 min) HVT: 30 min 40% VO2 max CG: geen interventie	BMI	BMI formule	HIIT: 28.4 ± 4.1 HVT: 33.1 ± 4.5	HIIT: 28.1 ± 4.0 HVT: 32.6 ± 4.3	
								Vetpercentage	Dual energy X-ray absorptiometry	HIIT: 36.1 ± 10.9 HVT: 41.6 ± 6.3	HIIT: 34.2 ± 10.4 HVT: 40.1 ± 5.6	
								THR	Standaard protocol	HIIT: 0.96 HVT: 1.00	HIIT: 0.97 HVT: 1.00	
Little, 2011	Cohort onderzoek	Diabetes type 2 niet insuline afhankelijk gemiddeld 63 jaar BMI 32	8	HIIT	Vergelijking met beginsituatie	2 weken	HIIT: 3 min warming up, 10x60 sec fietsen op 90% HRmax tussendoor 60 sec rust op 50W, 2 minuten cooling down	Glucosetolerantie	CGM	7.6	6.6	Totaal 25 min per training
Whyte, 2009	Cohort onderzoek	Mannen gemiddeld 32 jaar BMI 31 Inactieve leefstijl	10	HIIT	Vergelijking met beginsituatie	2 weken	HIIT: 4-6 series 30 sec maximaal sprinten op fiets met tussendoor 4.5 min herstel op 30W	Glucosetolerantie	OGTT	Glucosewaarde 5.51 ± 0.05 Insulinewaarde: 10.42 ± 1.91	Glucosewaarde 24hr post: 5.35 ± 0.11 72hr post: 5.23 ± 0.21 Insulinewaarde 24hr post: 7.86 ± 1.38 72hr post: 10.24 ± 1.49	Totaal 25-30 min per training

Metcalfe, 2012	RCT, Pedro 5	Mannen en vrouwen 20-30 jaar Inactieve leefstijl	29	HIIT	Geen interventie	6 weken	HIIT: 10 min fietsen met tussendoor 2 keer maximaal sprinten gedurende 10-20 sec. CG: geen interventie	Glucosetolerantie Insulinegevoelig heid	OGTT	HIIT (m): 55 HIIT (v): 68 CG (m): 57 CG (v): 68	HIIT (m): 70 HIIT (v): 62 CG (m): 56 CG (v): 53	Totaal 10 min per training
----------------	--------------	--	----	------	---------------------	---------	---	---	------	--	--	-------------------------------

Bijlage 4. Meetinstrumenten, meetprotocollen en referentiewaarde per uitkomstmaat

VO₂max

De VO₂max, of het maximaal zuurstofopnamevermogen, is het maximale volume dat het menselijk lichaam per tijdseenheid kan transporteren bij lichamelijke inspanning. De waarde van de VO₂max is een indicatie van iemands lichamelijke conditieniveau. Het meten van de VO₂max kan volgens een directe en indirecte meting. De directe meting is het meest nauwkeurig (meetfout <2%) (Hulzebos & Loo, 2002) en zal in deze review verder worden beschreven. Door middel van een gasademanalyse wordt de uitgeademde lucht geanalyseerd. Het gehalte zuurstof en kooldioxide wordt gemeten en het volume van de uitgeademde lucht. Rekening houdend met het gehalte zuurstof en kooldioxide in de buitenlucht is een berekening van het zuurstofverbruik mogelijk. Bij het uitvoeren van een directe meting moet het cardiorespiratoire systeem minimaal 2 minuten belast worden. Dit kan door middel van blokbelastingen of een geleidelijke opbouw van de belasting. Referentiewaarde voor VO₂max zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Referentiewaarden VO ₂ max voor Mannen									
Leeftijd (jaren)	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-65
Zeer zwak	<32	<31	<29	<28	<26	<25	<24	<22	<21
Zwak	32-37	31-35	29-34	28-32	26-31	25-29	24-27	22-26	21-24
Matig	38-43	36-42	35-40	33-38	32-35	30-34	28-32	27-30	25-28
Gemiddeld	44-50	43-48	41-45	39-43	36-41	35-39	33-36	31-34	29-32
Goed	51-56	49-53	46-51	44-48	42-46	40-43	37-41	35-39	33-36
Uitstekend	57-62	54-59	52-56	49-54	47-51	44-48	42-46	40-43	37-40
Uitmuntend	>62	>59	>56	>54	>51	>48	>46	>43	>40

Referentiewaarden VO ₂ max voor Vrouwen									
Leeftijd (jaren)	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-65
Zeer zwak	<27	<26	<25	<24	<22	<21	<19	<18	<16
Zwak	27-31	26-30	25-29	24-27	22-25	21-23	19-22	18-20	16-18
Matig	32-36	31-35	30-33	28-31	26-29	24-27	23-25	21-23	19-21
Gemiddeld	37-41	36-40	34-37	32-35	30-33	28-31	26-29	24-27	22-24
Goed	42-46	41-44	38-42	36-40	34-37	32-35	30-32	28-30	25-27
Uitstekend	47-51	45-49	43-46	41-44	38-41	36-38	33-36	31-33	28-30
Uitmuntend	>51	>49	>46	>44	>41	>38	>36	>33	>30

Tabel 1. Referentiewaarde VO₂max naar leeftijd en geslacht (Shvartz & Reibold, 1990).

BMI

De BMI geeft de verhouding tussen lengte en massa bij een persoon weer. Het meet of de verhouding tussen lengte en gewicht gezond is. BMI kan eenvoudig worden berekend door middel van de volgende formule; BMI = lichaamsgewicht (in kilogram)/lichaamslengte (in meter). Omdat BMI geen onderscheid maakt in bot- spier- of vetmassa is besloten om het vetpercentage en Taille-Heup Ratio te betrekken bij de onderzoeksresultaten. Referentiewaarde voor BMI zijn beschreven in onderstaande tabel.

Classificatie	BMI(kg/m ²)
Onder gewicht	<18.50
Normaal gewicht	18.50 - 24.99
Overgewicht	≥25.00
Pre-obesitas	25.00 - 29.99
Obesitas	≥30.00
Niveau 1	30.00 - 34.99
Niveau 2	35.00 - 39.99
Niveau 3	≥40.00

Tabel 2. Referentiewaarde BMI (kg/m²) (WHO, 2000).

Taille Heup Ratio (THR)

De THR geeft een aanvullende indruk van de hoeveelheid buikvet en hangt nauw samen met de BMI en totale lichaamsvetpercentage. Voor het berekenen van de THR moet de taille en heup omtrek worden gemeten. Voor het meten van de taille omtrek wordt het middelpunt genomen van de laagst palpabele rib en de hoogste rand van het bekken. Er wordt gebruik gemaakt van een niet uitrekbaar meetlint. Heup omtrek moet worden gemeten rondom het breedste gedeelte van de bilregio met het meetlint parallel aan de grond (WHO, Waist Circumference and Waist–Hip Ratio, 2008). Referentiewaarde voor THR zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Variabele	Waarde	Gezondheidsrisico metabolische complicaties
Taille omtrek	>94 cm (M); >80 cm (V)	Vergroot
Taille omtrek	>102 cm (M); >88 cm (V)	Substantieel vergroot
Taille Heup Ratio	≥0.90 cm (M); ≥0.85 cm (V)	Substantieel vergroot

Tabel 3. Referentiewaarde Taille omtrek, Heup omtrek en Taille Heup Ratio (WHO, Waist Circumference and Waist–Hip Ratio, 2008)

Vetpercentage

Het vetpercentage is het percentage van het totale lichaamsgewicht dat bestaat uit vet. Een te hoog vetpercentage maakt het risico op aandoeningen zoals diabetes type 2 en hart- en vaatziekte groter. Er zijn verschillende methode om het vetpercentage te meten. Een overzicht van de methode en de nauwkeurigheid van de methode zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Methode	Nauwkeurigheid om totale lichaamsvet te meten
CT; computed tomography	Matig
MRI; magnetic resonance imaging	Hoog
DXA; dual-energy X-ray absorptiometry	Zeer hoog
BIA; bioelectrical impedance analysis	Matig

Tabel 4. Methode voor het meten van vetpercentage (Snijder, Dam, Visser, & Seidell, 2006).

Er is geen ideaal percentage lichaamsvet voor iedereen omdat dit afhankelijk is van demografische variabele (Callagher, et al., 2000). Een generale categorisering van vetpercentage is weergegeven in onderstaande tabel.

Doelgroep	Vrouwen	Mannen
Atleten	14-20%	6-13%
Fitness	21-24%	14-17%
Gemiddeld	25-31%	18-24%
Obesitas	≥32%	≥25%

Tabel 5. Percentage vet van totale lichaamsgewicht bij verschillende doelgroepen (ACE, 2009) .

Glucosetolerantie

Glucosetolerantie wordt omschreven als de mate waarin het lichaam glucose uit het bloed kan opnemen. Onze voeding bevat glucose. Na een maaltijd is de glucosewaarde hoger, maar wordt snel weer normaal omdat glucose door lichaamscellen wordt opgenomen. De glucosewaarde in het bloed wordt geregeld door een aantal hormonen waarvan insuline de belangrijkste is (Diabetesfonds, 2013).

Voor het meten van de glucose- en insulinewaarde worden in de geïnccludeerde onderzoeken 2 methoden beschreven. De continue glucose meting (CGM) en de orale glucose tolerantie test (OGTT).

CGM.

Bij een CGM wordt een naald die gecoat is met enzym glucose-oxidase ingebracht in het onderhuidse weefsel. Bij de omzetting van glucose ontstaat een elektrische stroom. Met behulp van een elektrode wordt de stroom gemeten. De grootte van de stroom geeft een weerspiegeling van de glucose omzetting. De CGM kan de grootte van de elektrische stroom koppelen aan de juiste glucosewaarde. Met behulp van een zender en ontvanger kan er gedurende 3 tot 7 dagen informatie worden verstuurd over de glucosewaarde in het bloed (Diabetes, 2013).

OGTT.

Deze test wordt gebruikt om de diagnose diabetes vast te stellen (WHO, Diabetes programma, 2013). Vooraf aan de test mag er gedurende 10-12 uur niet gegeten of gedronken worden. Vervolgens wordt er bloed afgenomen. Na de bloedafname wordt er een 75 gram suikerwater gedronken. Na het drinken van het suikerwater wordt er na 120 minuten wederom bloed afgenomen. Met behulp van een glucosemeter en insulinemeter worden de waarden in het bloed gemeten en kan worden beoordeeld in hoeverre de glucose- en insulinewaarde zijn veranderd.

Evaluatie	Glucosegehalte	Capillair volbloed (mmol/l)	Veneus plasma (mmol/l)
normaal	nuchter	< 5,6	< 6,1
	niet nuchter	< 7,8	< 7,8
intermediair	nuchter	> 5,6 en < 6,0	> 6,1 en < 6,9
DM	nuchter	> 6,0	> 6,9
	niet nuchter	> 11,0	> 11,0

Tabel 6. Grenswaarde voor intermediair hyperglykemie en diabetes type 2 (Praet, et al., 2009).