

Gezondheidseffecten van High Intensity (Interval) Training voor patiënten met obesitas.

Onderzoeksvoorstel systematische review
Afstudeeropdracht, 21 juni 2015

Ashley Groothuis
1624325
V4D
Fysiotherapie

Samenvatting

Doel/vraagstelling

Obesitas is niet alleen een chronische aandoening, het is ook een risicofactor voor andere aandoeningen zoals, hart- en vaatziekten, diabetes mellitus type 2 en kanker. De richtlijn 'Diagnostiek en behandeling van obesitas bij volwassenen en kinderen' (CBO, 2008) beveelt aan om onder andere de lichamelijke activiteit te verhogen. Een High Intensity (Interval) Training is een mogelijke interventie om de lichamelijke activiteit te verhogen. Het is een trainingsvorm waarbij een periode van hoge intensiteit wordt afgewisseld met een periode van rust. Het doel van deze review is het onderzoeken van de effecten van een HIIT, zodat de fysiotherapeut een belangrijke bijdrage kan leveren aan het voorkomen en verminderen van gezondheidsrisico's bij obese patiënten.

Methode

Voor dit literatuuronderzoek zijn er studies gezocht via de elektronische databanken PubMed, CINAHL, Cochrane en SPORTdiscus. Er is gezocht naar studies die de gezondheidseffecten van HIIT vergelijken met een controle groep zonder interventie op BMI, vetpercentage, buikomvang en VO₂max. De geïnccludeerde studies zijn RCT's en één pilot study.

Resultaten

Er zijn 4 studies geïnccludeerd, 3 RCT's en 1 pilot study. De onderzoeken beschrijven als uitkomstmaten voor het meten van de HIIT BMI, vetpercentage, buikomvang en VO₂max. 2 RCT's en één pilot study beschrijven het effect van HIIT op BMI, waarbij één studie significant verschil vindt in vergelijking met controle groep en twee studies geen significant verschil vinden. 3 RCT's en één pilot study beschrijven het effect van HIIT op vetpercentage. Twee studies vinden een significant verschil, één studie vindt een significant verschil in vergelijking met de beginsituatie en één studie vindt geen significant verschil. 3 RCT's beschrijven het effect van HIIT op de buikomvang, waarbij twee studies een significant verschil vinden en één studie is er wel verbetering binnen de HIIT, maar niet significant in vergelijking met de controle groep. 2 RCT's beschrijven het effect van HIIT op de VO₂max en beide studies vinden een significante verbetering ten opzichte van de controle groep.

Conclusie

De resultaten uit deze literatuurstudie tonen sterke bewijzen voor effecten van HIIT op de VO₂max en buikomvang. Voor het effect op BMI en vetpercentage is gering en matig bewijs gebleken. Om de meest effectieve invulling van HIIT te kunnen bepalen is nader onderzoek geïndiceerd, waarbij prikkelparameters als duur, intensiteit of frequentie met elkaar vergeleken worden.

Trefwoorden: High Intensity Interval Training, obesitas, BMI, vetpercentage, buikomvang, VO₂max

Abstract

Objectives

Obesity is not only a chronic disease, it also is a risk factor for other diseases like cardiovascular diseases, diabetes mellitus type 2 or cancer. The guideline 'Diagnostiek en behandeling van obesitas bij volwassenen en kinderen' (CBO, 2008) recommends to increase physical activities. High Intensity (Interval) Training is an intervention, which is useful for increasing physical activities. It is a form of training which alternates a period of high intensity with a period of rest or a period of low intensity. The purpose of this systematic review is to examine the effects of HIIT. If the effects of HIIT are all clear, the physical therapist can make effective trainings and contribute to prevent or reduce the health risks in obese patient.

Methods

A literature research was performed in the databases of PubMed, CINAHL, Cochrane and SPORTdiscus. Studies compared the effects of High Intensity Interval Training and a controlled group without intervention on BMI, body fat, waist circumference and/or VO₂max were included. Included studies were RCT's and a pilot study.

Results

Three Randomized Control Trials and a pilot study were included. As an outcome measurement of training effects, the selected studies discuss the BMI, body fat, waist circumference and VO₂max. Two RCT's and the pilot study discuss BMI. Next to that, one study concludes a significant positive effect on decreasing BMI compared to a lack of intervention. The other studies did not find a significant effect on decreasing BMI, but there was a significant difference in the HIIT intervention. Two RCT's conclude that HIIT compared to a lack of intervention is effective on decreasing body fat percentage. This effect was not shown in other studies. Two studies conclude that HIIT compared to no intervention is effective for improving waist circumference, while one study finds a positive effect, but not significant compared to no intervention. Two RCT's discuss the VO₂max and both of them find a significant positive effect for improving VO₂max compared to no intervention.

Conclusion

Based on this systematic review, HIIT is effective for improving VO₂max and waist circumference. There is slight and moderate evidence for a positive effect on decreasing BMI and bodyfat percentage. Further research for most effective implementation for HIIT is indicated. Parameters, like duration, intensity or frequency should be compared to each other.

Keywords: *High Intensity Interval Training, obese, BMI, body fat, waist circumference, VO₂max*

Inleiding

Obesitas is een ernstige vorm van overgewicht en wordt internationaal gedefinieerd als 'een chronische aandoening, waarbij sprake is van een abnormale of buitensporige vetstapeling' (Beltman, Driessen, Cloostermans, Klijn & Van Bolhuis, 2013). Het kwaliteitsinstituut voor de Gezondheidszorg (CBO, 2008) spreekt van obesitas indien de Body Mass Index (BMI) 30 of hoger is. Naast dat obesitas op zichzelf al een chronische aandoening is, is het ook een risicofactor voor andere aandoeningen zoals: diabetes mellitus type 2, hart- en vaatziekten, kanker, aandoeningen aan het bewegingsapparaat (bv. artrose), aandoeningen aan de ademhalingswegen, depressie en angststoornissen (Visscher, Van Bakel, & Zantinge, 2014).

Volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS, 2014, januari) had in 2012 één op de tien inwoners in Nederland obesitas. Een verstoorde energiebalans kan obesitas ontwikkelen en/of in stand houden. Indien de totale hoeveelheid lichamelijke activiteit niet gelijk of minder is dan de totale energie-inname via voeding, is er sprake van een verstoorde energiebalans en zal obesitas in stand gehouden worden (Visscher, Van Bakel, & Zantinge, 2012).

Dit wetende, is het dus noodzakelijk om de verstoorde energiebalans weer in evenwicht te krijgen bij de behandeling van obesitaspatiënten. Bij enkele patiënten zal het activiteiten niveau omhoog moeten, andere patiënten hebben meer baat bij een vermindering van de totale energie-inname door middel van voeding. De richtlijn 'Diagnostiek en behandeling van obesitas bij volwassenen en kinderen' (CBO, 2008) beveelt echter aan om een combinatie te maken van verschillende interventies, waaronder het verminderen van de energie-inname, verhogen van de lichamelijke activiteiten en eventuele toevoeging van psychologische interventies.

Om de lichamelijke activiteit te verhogen wordt gebruik gemaakt van verschillende soorten training. Een mogelijke interventie om de lichamelijke activiteit te verhogen is een High Intensity (Interval) Training (HIIT). Bij deze trainingsvorm wordt een periode van hoge intensiteit afgewisseld met een periode van rust.

Om te beoordelen wat het effect van een HIIT training is voor obese patiënten zijn er verschillende uitkomstparameters. Obesitas wordt, zoals hierboven beschreven, vastgesteld op basis van het BMI. Dit is een van de uitkomstparameters waarop het effect van de HIT training gemeten kan worden. BMI alleen zegt echter niet voldoende over de individuele gezondheidstoestand van de patiënt. Een goede interpretatie van de gezondheidstoestand wordt verkregen door eveneens te kijken naar de lichaamssamenstelling, zoals vetpercentage en vetverdeling. Om de vetverdeling van patiënten te bepalen, wordt er gebruik gemaakt van meten van de buikomvang (Nederlandse Obesitasvereniging, 2014). Het vetpercentage kan op verschillende manieren worden bepaald, zoals het verschil in watergehalte tussen vetweefsel en niet-vetweefsel, het verschil in dichtheid tussen vetweefsel en niet-vetweefsel of door de dikte van huidplooiën te meten (Burgerhout, Mook, de Morree, & Zijlstra, 2006, p. 300-301). Bij patiënten met obesitas is er sprake van een verhoogd lichaamsvet percentage en een vergrote buikomvang (Van Binsbergen, Langens, Dapper, Van Halteren, Glijsteen, Cleyndert, Mekenkamp-Oei, & Van Avendonk, 2010). Naast de BMI en de lichaamssamenstelling is ook de conditie van belang voor patiënten met obesitas. Een verhoogd vetpercentage resulteert in een verminderde conditie (So & Choi, 2010). Hierdoor worden obese patiënten beperkt in het dagelijks leven en zullen tot minder lichamelijke activiteit komen. De VO₂max is een goede uitkomstmaat om de conditie in kaart te brengen. De effectiviteit van HIT op de gezondheid van patiënten met obesitas wordt dan ook gemeten aan de hand van het BMI, vetpercentage, de buikomvang en VO₂max.

Het doel van deze review is om de gezondheidseffecten van HIIT te onderzoeken. Door inzicht in de effectiviteit kan de fysiotherapeut, in de behandeling van patiënten met obesitas, toegepaste beweegprogramma's opstellen. Hiermee kan een belangrijke bijdrage geleverd worden aan het voorkomen en verminderen van de gezondheidsrisico's bij obese patiënten.

De vraagstelling van deze systematische literatuur review luidt: *“Wat zijn de effecten van High Intensity (Interval) Training in vergelijking met geen interventie (controlegroep) op het BMI, vetpercentage, buikomvang en VO₂max bij patiënten met obesitas?”*

Methoden

Dit artikel beschrijft een systematische literatuurstudie. Voor het verkrijgen van artikelen is gebruik gemaakt van de volgende elektronische databanken: PUBmed, CINAHL, Cochrane en SPORTdiscus. Verschillende MeSH termen en combinaties van zoektermen in titel en samenvatting (TIAB) werden gebruikt; obesity, high intensity (interval) training, bodycomposition, body mass index, VO₂max en bodyfat percentage (tabel 1).

Alle gevonden artikelen zijn eerst gescreend op titel en abstract door middel van de in- en exclusiecriteria. De overgebleven artikelen zijn full tekst gescreend op toepassing van co-interventies. Tevens zijn de referentielijsten van de geïnccludeerde artikelen nagekeken op relevante artikelen.

Selectiemethode van de resultaten

* Inclusiecriteria:

- Onderzoekspopulatie: Volwassen, mannen en vrouwen, obesitas (BMI ≥ 28)
- Design: Randomized controlled trials
- Vergelijking: programma's van HIIT met controle groep (geen interventie) of vergelijking pre- en post interventie.
- Uitkomstmaat: VO₂max en/of bodycomposition; BMI, bodyfat en/of buikomvang
- Taal: Engels, Nederlands of Duits

* Exclusiecriteria:

- Geen full tekst beschikbaar
- Co-interventie toegepast, zoals lifestyle/dieet/psychologische begeleiding

Beoordeling methodologische kwaliteit

Voor het beoordelen van de methodologische kwaliteit van de RCT's is de PEDro scorelijst op alle geïnccludeerde artikelen toegepast. De PEDro lijst is een criterialijst met 11 items waarop voldoende (“ja”) of onvoldoende (“nee”) wordt gescoord. De kwaliteitsscore wordt bepaald door het aantal gescoorde onvoldoendes van het getal tien af te trekken. De score 10 vertegenwoordigt de maximale kwaliteitsscore. De eerste vraag levert geen punt. (Maher, Sherrington, Herbert, Moseley, & Elkins, 2003).

Verwerking en analyse van resultaten

De artikelen die geïnccludeerd zijn, worden gebruikt om de vraagstelling: *“Wat zijn de effecten van High Intensity (Interval) Training in vergelijking met geen interventie (controlegroep) op het BMI, vetpercentage, buikomvang en VO₂max bij patiënten met obesitas?”* te beantwoorden.

Naar aanleiding van de methodologische beoordeling van de RCT's volgens de schaal van PEDro werd aan de hand van de criteria volgens Van Peppen, Harmeling-van der Wel, Hobbelen, & Buurke. (2004) een Best Evidence Synthese opgesteld (tabel 2). Een Best Evidence Synthese geeft per interventie en per uitkomstmaat aan hoe sterk het bewijs is dat deze interventie een positief effect heeft op deze uitkomstmaat.

Tabel 1: Combinatie van zoektermen.

	Zoektermen	[Tiab] / [MeSH]
#1	Obesity OR obese	TIAB en MeSH
#2	High Intensity Training OR HIT training OR HIIT training OR HIT OR HIIT OR High intensity Interval training OR interval training	TIAB
#3	Body composition OR body constitution	TIAB en MeSH
#4	#1 AND #2	TIAB en MeSH
#5	#4 AND #3	TIAB en MeSH
#6	Body Mass Index OR BMI	TIAB en MeSH
#7	#4 AND #6	TIAB en MeSH
#8	VO2max OR VO2 max OR VO2 OR maximum oxygen uptake OR oxygen uptake	TIAB
#9	#4 AND #8	TIAB
#10	abdominal girth OR abdominal fat	TIAB en MeSH
#11	#4 AND #10	TIAB
#12	Bodyfat percentage OR body fat percentage OR fat percentage OR percentage of fat OR percentage of bodyfat OR bodyfat loss	TIAB
#13	#4 AND #12	TIAB

Tabel 2: Criteria volgens Van Peppen et al., 2004 (gebaseerd op van Tulder et al., 2000, Steultjens, et al., 2003)

Sterk bewijs	Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in ten minste 2 RCT's van hoge kwaliteit, met PEDRO-scores van minimaal 4 punten*
Matig bewijs	Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in ten minste 1 RCT van hoge kwaliteit en ten minste 1 RCT van lage kwaliteit of 1 CCT van hoge kwaliteit
Gering bewijs	Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in ten minste 1 RCT van hoge kwaliteit of ten minste 2 CCT's van hoge kwaliteit (in afwezigheid van RCT's van hoge kwaliteit)
Aanwijzingen	Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in ten minste 1 CCT van hoge kwaliteit of RCT van lage kwaliteit of ten minste 2 studies van niet-experimentele aard met voldoende kwaliteit
Geen of onvoldoende bewijs	In die gevallen waarin de resultaten van de geïncludeerde studies niet voldoen aan de bovengenoemde niveaus van bewijskracht, of in die gevallen waarin conflicterende resultaten aanwezig zijn tussen RCT's en CCT's, of in die gevallen waarin geen enkele studie geïncludeerd kon worden

Resultaten

Na het zoeken in verschillende elektrische databanken met behulp van verschillende combinaties van zoektermen zijn er 575 artikelen gevonden. 200 studies zijn geëxcludeerd omdat ze niet full tekst aanwezig waren en 102 studies zijn geëxcludeerd omdat het geen CT of RCT was. De overgebleven 273 artikelen zijn gescreend op titel en abstract, waarna er 211 zijn geëxcludeerd op basis van de in- en exclusiecriteria en 58 vanwege dubbelpublicaties. De overgebleven 5 studies zijn full tekst gescreend op toepassing van co-interventies. Tevens zijn de referentielijsten beoordeeld op relevante studies. Uiteindelijk zijn er 4 studies geïnccludeerd voor dit onderzoek.

Figuur 1: Flow-Chart

Van de vier geïncludeerde studies zijn er drie RCT's en één pilot study. De PEDro score loopt uiteen van 2 voor de pilot study van Miller, Pearcey, Cahill, McCarthy, Stratton, Noftau, Buckle, Basset, Sun, & Button (2014) tot 8 voor de RCT van Keating, Machan, O'Connor, Gerofi, Sainsbury, Caterson, & Johnson (2014). De methodologische kwaliteit van alle studies is over het algemeen gezien redelijk. In de discussie wordt dieper ingegaan op de methodologische kwaliteit en de mate van bewijskracht.

In tabel 3 zijn alle geïncludeerde studies omschreven. Heydari, Freund, & Boutcher (2012), Irving, Davis, Brock, Weltman, Swift, Barrett, Gaesser, & Weltman (2008) en Keating et al. (2014) maakten gebruik van twee interventie groepen. Een HIIT interventie en een controle groep die geen interventie kreeg. In de studie van Miller et al. (2014) werd alleen HIIT uitgevoerd en was er geen controle groep aanwezig. Heydari et al. (2012) en Miller et al. (2014) hadden alleen mannen in de onderzoekspopulatie geïncludeerd, waar Keating et al. (2014) zowel mannen als vrouwen gebruikten en Irving et al. (2008) alleen vrouwen. Één studie (Heydari et al, 2012) heeft geen duidelijke in- en exclusiecriteria omschreven, waar de andere drie studies dit wel hebben gedaan. Zo geeft Irving et al. (2008) aan dat er alleen mensen met een metabool syndroom worden geïncludeerd en Miller et al. (2014) excludeert juist mensen met een metabool syndroom. Het verschil in populatie en in- en exclusiecriteria wordt in de discussie verder toegelicht.

De studies van Heydari et al. (2012) en Keating et al. (2014) maakten gebruik van een fietstraining voor HIIT, waar Irving et al. (2008) een looptraining deed en Miller et al. (2014) een circuittraining met zeven verschillende krachtoefeningen. Bij alle studies is er voor en na de interventie een meetmoment geweest en zijn er geen follow up metingen gedaan. De studie van Heydari et al. (2012) deed om de drie weken een meetmoment. Tevens is er bij geen van alle studies een voedingsvoorschrift gehanteerd. De deelnemers moesten het normale voedingspatroon voortzetten, waarbij wel voor een aantal dagen een dagboek bijgehouden moest worden om verschillen op te merken.

Er zijn drie studies die resultaten voor de uitkomstmaat BMI (Heydari et al, 2012; Irving et al, 2008; Miller et al, 2014) en de uitkomstmaat buikomvang (Heydari et al, 2012; Irving et al, 2008; Keating et al, 2014) hebben vergeleken, twee studies hebben resultaat voor de uitkomstmaat $VO_2\text{max}$ (Heydari et al, 2012; Irving et al, 2008). Alle vier de studies hebben resultaten voor het vetpercentage vergeleken. Per uitkomstmaat worden de resultaten verder toegelicht.

Tabel 3: Resultaten extractie tabel

Studie	Design	Populatie (n) Mean(SD)	Interventie	Meetmomenten	Uitkomstmaat	PEDro
Heydari et al. 2012	RCT	Mannen met overgewicht <u>HIIT (n=20):</u> 24,7(4,8) jaar BMI = 28,4 (0,5) kg/m ² <u>Controle (n=18):</u> 25,1 (3,9) jaar BMI = 29,0(0,9) kg/m ² Geen in- en exclusiecriteria	<u>HIIT (n=20):</u> 3x per week, fietsen 20 min: 8 sec high intensity (80-90% HRmax en 120-130 RPM) en 12sec rust (40 RPM). <u>Controle (n=18):</u> Geen interventie Overig: Continueren gewone voedingspatroon. 3 dagen pre en post interventie voedingsdagboek bijhouden.	Duur: 12 weken Meetmoment: pre en post interventie + week 3, 6 en 9	BMI (kg/m ²) Vetpercentage Buikomvang (cm) VO2 peak (ml/kg/min)	4
Irving et al. 2008	RCT	Vrouwen met obesitas <u>HIIT (n=9):</u> 51,0(9) jaar BMI = 34,7(6,8) kg/m ² <u>Controle (n=7):</u> 51,0(9) jaar BMI = 32,7(3,8) kg/m ² Inclusiecriteria: metabool syndroom. Exclusiecriteria: hartfalen, diabetes, long- of spierbeperving, medicatie, zwangerschap	<u>High Intensity Exercise Training:</u> 5x per week, looptraining Week 1-3: 3x per week high intensity → tussen LT en VO ₂ peak (RPE: 15-17) Week 4-5: 3x per week high intensity en 1x per week low intensity → onder LT (RPE: 10-12) Week 6-16: 3x per week high intensity en 2x per week low intensity <u>Controle:</u> Geen interventie Overig: Continueren gewone voedingspatroon, aan het begin drie dagen voedingspatroon bijhouden.	Duur: 16 weken Meetmoment: pre en post interventie	BMI (kg/m ²) Vetpercentage Buik omvang (cm) VO2peak (ml/kg/min)	5
Keating et al. 2014	RCT	Inactieve mannen en vrouwen met overgewicht <u>HIIT (n=11):</u> 41,8(2,7) jaar BMI = 28,2(0,5) kg/m ² <u>Controle (n=11):</u> 42,9(2,8) jaar BMI = 28,2(0,6) kg/m ² Exclusiecriteria: diabetes, hypertensie, niet gecontroleerde ziektes	<u>High Intensity interval Training:</u> 3x per week training, fietsen Week 1-4: 4x30-45 sec high intensity (120% VO ₂ peak en 30watt) met 120-180 sec rust. Week 5-12: 6x 60 sec high intensity (120% VO ₂ peak en 30watt) met 120 sec rust. <u>Controle:</u> Geen interventie Overig: Voedingspatroon van 1 dag pre en post interventie geanalyseerd, geen significant verschil.	Duur: 12 weken Meetmoment: pre en post interventie.	Vetpercentage Buikomvang (cm)	8
Miller et al. 2014	Pilot Study	Gezonde mannen met obesitas <u>HIIT (n=8):</u> 34,3(12,1) jaar BMI = 34,6 kg/m ² Inclusiecriteria: ≥20 jaar, obesitas volgens bray criteria (vet%), gezond zonder metabool, cardiovasculair of endocrine ziekte, geen medicatie gebruik.	<u>High –intensity circuit training:</u> 3x per week training, circuittraining 7 kracht oefeningen, elke oefening 3 x 8-12 herhalingen. <u>Controle:</u> Niet aanwezig. Overig: Continueren gewone voedingspatroon. Voor elke training de Canadian Society for Exercise Physiology instructies volgen (niet eten, koffie/alcohol drinken, roken)	Duur: 4 weken Meetmoment: Pre en post interventie	BMI (kg/m ²) Vetpercentage	2

RCT = Randomized clinical Trial
HIIT = High intensity interval training

LT = Lactaat drempel
RPE = Rated perceived exertion

HRmax = Maximale hartfrequentie
RPM = omwentelingen per minuut

Resultaten BMI

Er zijn twee RCT's en één pilot study geïnccludeerd waarin het effect op BMI van een HIIT training in vergelijking met een controle groep wordt beschreven. In tabel 4 zijn de uitkomstmaten van de verschillende studies genoteerd met daarbij de significantie in zowel voor en nameting als tussen de interventie en controle groep.

Tabel 4: Resultaten uitkomstmaat BMI (kg/m²)

Studie	Meetinstrument	INT/CON	BMI (kg/m ²) Mean (SD)		
			Pre	Post	
Heydari et al. 2012	BMI formule: gewicht (kg)/(lengte (m) * lengte (m))	INT	28.4 (0.5)	27.9 (0.5)	p<0.05
		CON	29.0 (0.9)	29.1 (0.9)	
Irving et al. 2008	Lichaamssamenstelling gemeten met een air displacement plethysmography.	INT	34.7 (6.8)	33.4 (5.6)	p>0.05
		CON	32.7 (3.8)	32.4 (3.8)	
Miller et al. 2014	BMI formule: gewicht (kg)/(lengte (m) * lengte (m))	INT	±34.6	±34.0	
		CON	Geen		

INT = interventiegroep

CON = controlegroep

Rood = niet significant

Groen = significant

Heydari et al. (2012) toont aan dat er na 3 en 6 weken nog geen verandering van het BMI was in de HIIT groep. Na 9 weken was het BMI significant afgenomen ($p<0.005$). Aan het eind van de interventie is het BMI significant afgenomen in de HIIT groep ($p<0.001$). In het onderzoek van Irving et al. (2008) is ook een significante verbetering gevonden van het BMI binnen de HIIT groep ($p=0.009$), waar dat bij het onderzoek van Miller et al. (2014) niet het geval is ($p=0.26$). Voor deze studie is er geen vergelijking gemaakt met een controle groep. Van de de studies van Heydari et al. (2012) en Irving et al. (2008) vindt Heydari et al. (2012) wel een significant verschil ten opzichte van de controle groep ($p<0.05$). Irving et al. (2008) heeft geen significant verschil ten opzichte van de controle groep ($p>0.05$).

Heydari et al. (2012) concluderen dat drie keer per week 20 minuten HIIT training significant effectief zijn voor de afname van het BMI bij jonge mannen met overgewicht ($P<0.05$).

Irving et al. (2008) concluderen dat een HIIT training effectiever is dan geen interventie om het BMI te doen afnemen bij obese vrouwen met een metabool syndroom.

Miller et al. (2014) concluderen dat een kort durende HIIT interventie een positief effect heeft op verschillende gezondheidsmarkers, maar niet het BMI, bij obese mannen.

Samenvattend kan worden gesteld dat twee studies aantonen dat HIIT effectief is voor het verbeteren van het BMI. Één studie toont aan dat HIIT significant effectiever is in vergelijking met geen interventie voor de afname van het BMI bij mannen met overgewicht. Daarnaast is er één studie die aantoont dat HIIT niet significant effectief is voor de afname van het BMI bij gezonde mannen met obesitas.

Op basis van de Best Evidence Synthese kan geconcludeerd worden dat er gering bewijs is dat HIIT interventie effectiever is dan geen interventie voor de verbetering van het BMI.

Resultaten vetpercentage

Voor het effect van een HIIT training op het lichaamsvetpercentage zijn er drie RCT's en één pilot study geïnccludeerd. In tabel 5 zijn de uitkomstmaten van de verschillende studies genoteerd met daarbij de significantie in zowel voor en nameting als tussen de interventie en controle groep.

Tabel 5: Resultaten uitkomstmaat vetpercentage (%):

Studie	Meetinstrument	INT/CON	Vetpercentage (%)		
			Mean (SD)		
			Pre	Post	
Heydari et al. 2012	Lichaamssamenstelling gemeten met Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA).	INT	34.8 (1.1)	32.8 (1.1)	p<0.05
		CON	36.3 (1.4)	36.0 (1.5)	
Irving et al. 2008	Lichaamssamenstelling gemeten met een air displacement plethysmography.	INT	43.5 (4.8)	41.8 (5.4)	p>0.05
		CON	45.1 (3.3)	45.0 (3.7)	
Keating et al. 2014	Lichaamssamenstelling gemeten met Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA).	INT	41.5 (1.7)	41.0 (2.0)	Onbekend
		CON	42.8 (2.3)	43.4 (2.7)	
Miller et al. 2014	Lichaamssamenstelling gemeten met DZA Lunar Prodigy.	INT	±36.0	±34.8	
		CON	Geen		

INT = interventiegroep

CON = controlegroep

Rood = niet significant

Groen = significant

De studies van Keating et al. (2014) en Miller et al. (2014) tonen een significante verbetering van het vetpercentage aan in vergelijking met debeginsituatie, respectievelijk $p=0.02$ en $p<0.01$. De studie van Keating et al. (2014) toont daarnaast aan dat het vetpercentage binnen de controle groep niet significant verbeterd is ($p=0.07$). In de onderzoeken van Heydari et al. (2012) en Irving et al. (2008) is het vetpercentage wel verminderd ten opzichte van de beginsituatie, echter zijn ze bij beide niet significant verbeterd ($p>0.05$ en $p=0.085$). Irving et al. (2008) tonen geen significant verschil aan tussen de HIIT groep en de controle groep ($p>0.05$). In de studie Heydari et al. (2012) wordt daarentegen wel aangetoond dat het vetpercentage van de HIIT groep significant verbeterd is ten opzichte van de controle groep ($p<0.05$).

Samenvattend kan gesteld worden dat er twee studies aantonen dat HIIT effectief is voor de afname van het vetpercentage bij zowel gezonde mannen met obesitas als inactieve mannen en vrouwen met overgewicht. Één studie toont aan dat HIIT effectiever is dan geen interventie voor de verbetering van het vetpercentage bij mannen met overgewicht. Daarnaast is er één studie die aantoont dat HIIT niet effectiever is voor de afname van het vetpercentage dan geen interventie bij vrouwen met obesitas.

Op basis van de Best Evidence Synthese kan geconcludeerd worden dat er matig bewijs is dat HIIT effectiever is dan geen interventie voor de verbetering van het vetpercentage.

Resultaten buikomvang

Er zijn drie studies geïnccludeerd die het effect van een HIIT interventie vergelijking met een controle groep zonder interventie voor de uitkomstmaat buikomvang. In tabel 7 zijn de resultaten van de studie weergegeven, met daarbij de significantie binnen de HIIT groep en de significantie tussen de HIIT groep en de controle groep.

Tabel 7: resultaten uitkomstmaat buikomvang (cm):

Studie	Meetinstrument	INT/CON	Buikomvang (cm) Mean (SD)		
			Pre	Post	
Heydari et al. 2012	Lichaamssamenstelling gemeten met a Dual Energy X-ray absorptiometry (DEXA)	INT	93.3 (1.4) Week 0-6: p<0.05 Week 6-12: p>0.05	89.8 (1.4)	p<0.05
		CON	93.7 (1.9)	95.1 (1.9)	
Irving et al. 2008	Buikomvang gemeten in drievoud met een niet elastisch meetlint, midden tussen de bekkenrand en laatste rib.	INT	103.7 (16.8)	98.1 (13.3) p=0.001	p=0.039
		CON	98.2 (10.0)	97.5 (8.0)	
Keating et al. 2014	Horizontale lijn, midden tussen de bekkenrand en laatste rib, tijdens diepe uitademing.	INT	92.4 (2.5)	90.6 (2.5)	p>0.05
		CON	90.9 (3.1)	90.1 (3.2)	

INT = interventiegroep

CON = controlegroep

Rood = niet significant

Groen = significant

De studie van Heydari et al. (2012) toont aan dat de buikomvang na 6 weken significant verlaagd in vergelijking met de beginsituatie (p<0.001). Vanaf week 7 tot en met week 12 is er echter geen significante afname gevonden in de buikomvang (p>0.05). Voor Irving et al. (2008) is er na 16 weken wel een significante afname van de buikomvang in vergelijking met de beginsituatie (p=0.001). Naast de significante verbetering binnen de HIIT groep, zijn er twee studies (Heydari et al, 2012; Irving et al, 2008) die een significante verbetering aantonen ten opzichte van de controle groep (p<0.05 en p=0.039). Voor de studie van Keating et al. (2014) is de buikomvang binnen de HIIT groep wel verbeterd, maar niet significant ten opzichte van de controle groep (p>0.05).

Samenvattend kan worden gesteld dat twee studies aantonen dat HIIT effectief is voor de afname van de buikomvang bij zowel mannen met overgewicht als vrouwen met obesitas. Dezelfde twee studies tonen ook aan dat HIIT significant effectiever is dan geen interventie voor de afname van de buikomvang. Één studie toont aan dat HIIT niet effectiever is dan geen interventie voor gezonde mannen met obesitas.

Op basis van Best Evidence Synthese kan geconcludeerd worden dat er sterk bewijs is dat HIIT effectiever is dan geen interventie voor de verbetering van buikomvang.

Resultaten VO₂max

Van de vier geïnccludeerde studies zijn er twee studies die de effectiviteit van een HIIT training in vergelijking met een controle groep zonder interventie op de VO₂max aantonen. In tabel 6 zijn de uitkomstmaten van de verschillende studies genoteerd met daarbij de significantie in zowel voor en nameting als tussen de interventie en controle groep.

Tabel 6: resultaten uitkomstmaat VO₂max (ml/kg/min)

Studie	Meetinstrument	INT/CON	VO ₂ max (ml/kg/min)		
			Mean (SD)		
			Pre	Post	
Heydari et al. 2012	Truemax 2400 Metabolic Cart en een elektronisch geremde fietsergometer. Voor mensen die criteria voor VO2max niet konden bereiken, werd de VO2peak gebruikt.	INT	34.2 (1.0)	39.4 (0.8)	p<0.05
		CON	29.1 (1.3)	30.6 (1.4)	
Irving et al. 2008	Maximale fietstest met gasademanalyse. VO ₂ peak is vastgesteld op de hoogste waarde tijdens de test.	INT	21.7 (4.1)	24.7 (4.6)	p=0.016
		CON	21.6 (4.1)	20.9 (2.8)	

INT = interventiegroep

CON = controlegroep

Rood = niet significant

Groen = significant

Beide studies (Heydari et al, 2012; Irving et al, 2008) tonen aan dat HIIT effectiever is dan geen interventie (p<0.05 en p=0.016). Daarnaast is er bij beide studies ook een significante verbetering van het VO₂max in vergelijking met de beginsituatie, waarbij de studie van Heydari et al. (2012) een significantie heeft van p<0.005 en de studie van Irving et al. (2008) een significantie van p=0.004.

Samenvattend kan worden gesteld dat twee studie aantonen dat HIIT effectief is voor de verbetering van VO₂max en daarnaast ook effectiever dan geen interventie.

Op basis van de Best Evidence Synthese kan geconcludeerd worden dat er sterk bewijs is dat HIIT effectiever is voor de verbetering van VO₂max dan geen interventie.

Discussie

Deze literatuurstudie heeft als doel het effect van HIIT op de lichaamssamenstelling en conditie te vergelijken met een controle groep zonder interventie. Er zijn in totaal 4 studies geïnccludeerd, 3 RCT's en 1 pilot study. De methodologische kwaliteit van deze studies werd met behulp van de PEDro score opgesteld, vervolgens is met behulp van deze scores de mate van bewijskracht bepaald, volgens de criteria van Van Peppen et al. (2004). De resultaten uit deze literatuurstudie tonen aan dat er sterke bewijzen zijn voor HIIT op de uitkomstmaat buikomvang en VO₂max. In de geïnccludeerde studies werd matig en gering bewijs gevonden over het effect op het vetpercentage en de BMI.

Verklaring resultaten met behulp van reeds bekende literatuur

Voor het verlagen van het vetpercentage is er bekend dat een prestatieniveau tot 25% van het maximum het meest effectief is. In deze situatie worden de vetvoorraden uit het vetweefsel het meest aangesproken. Bij een toenemende belasting wordt er steeds meer vet gebruikt dat in de spieren ligt opgeslagen. (De Morre, Jongert, van der Poel, 2011, p. 128) Bij de meting van het vetpercentage wordt er gekeken naar het aanwezige vetweefsel. (Burgerhout et al, 2006, p. 300-301). Wanneer er vet uit de spieren wordt gebruikt, zal het vetweefsel en dus het vetpercentage niet afnemen. Dit kan een mogelijke verklaring zijn voor de resultaten van het vetpercentage van de geïnccludeerde studies.

De studie van Miller et al. (2014) maakt gebruik van een krachttraining en heeft geen significante verbetering ($p=0.26$) op het BMI aangetoond. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat er bij een krachttraining het vetweefsel wordt omgezet in spiermassa. (De Morre et al. 2011, p. 200) Spierweefsel is echter zwaardan dan vetweefsel, waardoor het gewicht niet zal afnemen. Wanneer het gewicht niet afneemt, zal de BMI ook niet afnemen. (Beurskens, Hidding, & Nijhuis-van der Sanden, 2011)

Kritische beschouwing van keuzes onderzoeksproces

Er zijn enkele kritische punten aan deze literatuurstudie die beschreven moeten worden. Vanwege het gelimiteerde aantal onderzoeken die HIIT met geen interventie vergelijken bij patiënten met obesitas ($BMI \geq 30$) is er gekozen om ook studies te includeren waar HIIT wordt vergeleken met geen interventie bij patiënten met een $BMI \geq 28$.

Door de weinig geïnccludeerde studies is de mate van bewijskracht eerder laag. Er zijn 4 studies geïnccludeerd, zodra daarvan één studie geen significant verschil aantoot of laag scoort op de PEDro score, wordt de mate van bewijskracht al lager. De pilot study van Miller et al. (2014) heeft een lage PEDro score, omdat het geen RCT is. Door deze lage score mis je voor een goede mate van bewijskracht al een RCT van hoge kwaliteit, ongeacht de significante verbetering. Er kan gesteld worden dat door de weinig geïnccludeerde studies, de kenmerken en minpunten van de studies veel invloed hebben op de kwaliteit van deze literatuur studie.

Ondanks het feit dat er weinig studies zijn gevonden die de effectiviteit van HIIT vergelijken met een controle groep zonder interventie, zijn er wel andere studies gevonden die HIIT met andere interventies vergeleken hebben. Uit deze onderzoeken (Sijie, Hainai, Fengying, & Jianxiong, 2012; Balducci et al., 2012) blijkt dat HIIT een groter effect heeft op het verbeteren van de lichaamssamenstelling dan LIT en HVT. Sijie et al. (2012) toonde daarnaast ook aan dat HIIT een significant grotere toename heeft in VO_{2max} in vergelijking met HVT.

Kritische beschouwing van geïnccludeerde studies

Het aantal proefpersonen varieert per onderzoek. Het varieert van 8 in het onderzoek van Miller et al. (2014) tot 38 in het onderzoek van Heydari et al. (2012). Door de kleine onderzoekspopulatie in de studies is veralgemening van de studies bemoeilijkt en spelen de individuele verschillen binnen de onderzoekspopulaties een grotere rol.

In één onderzoek bestaan de proefpersonen alleen uit vrouwen (Irving et al, 2008) of alleen uit mannen (Heydari et al, 2012; Miller et al, 2014). In het onderzoek van Keating et al. (2014) bestaan de proefpersonen uit zowel mannen als vrouwen. Naast het verschil in geslacht is er ook een verschil in leeftijd per studie. In een aantal onderzoeken zijn de proefpersonen van middelbare leeftijd, 30-55 jaar, (Irving et al, 2008; Keating et al, 2014; Miller et al, 2014) en in het onderzoek van Heydari et al. (2012) zijn de proefpersonen jong volwassenen, 20-30 jaar. Niet alleen deze twee verschillen in populatie hebben een invloed op de resultaten. In het onderzoek van Keating et al. (2014) wordt er onderscheid gemaakt in de etniciteit van de onderzoekspopulatie. Er wordt voornamelijk gebruik gemaakt van blanke vrouwen, maar zijn er ook mensen met een andere etnische achtergrond geïnccludeerd. Van de andere drie geïnccludeerde studies is de etniciteit onbekend (Heydari et al, 2012; Irving et al, 2008; Miller et al, 2014). Het verschil in etniciteit is van invloed, aangezien de lichaamsbouw van europeanen, aziaten en afrikanen erg verschilt. De tabellen voor de normwaarden van bijvoorbeeld vetpercentage zijn op dit moment vaak gebaseerd op grote aantallen militairen. (De Morre et al. 2011, p. 127)

Drie van de vier geïnccludeerde studies omschrijven duidelijk de in- en exclusiecriteria (Irving et al, 2008; Keating et al, 2014; Miller et al; 2014). Bij de studie van Heydari et al. (2012) zijn de in- en exclusiecriteria onbekend. De exclusiecriteria voor de drie studies zijn nagenoeg gelijk. In de studie van Irving et al (2008) worden mensen met hartfalen, diabetes, long- of spierbepervingen,

medicatiegebruik of zwangerschap geëxcludeerd en mensen met een metabool syndroom geïnccludeerd. Bij de studie van Miller et al. (2014) worden mensen met een metabool syndroom, cardiovasculaire of endocrine ziektes en medicatiegebruik geëxcludeerd. Voor de studie van Keating et al. (2014) zijn mensen met diabetes, hypertensie en instabiele ziektes geëxcludeerd. Opvallend hierbij is het includeren van mensen met een metabool syndroom in de studie van Irving et al. (2008), waar deze bij de studie van Miller et al. (2014) worden geëxcludeerd. De invloed van de gezondheidstoestand in relatie tot het effect van de training is hiermee niet duidelijk.

De meetinstrumenten die worden gebruikt om de trainingsintensiteit te bepalen varieert per onderzoek. Er wordt gebruik gemaakt van een gewichtsbepaling van de 8-12 RM (Miller et al, 2014), een percentage van de VO_2 peak (Keating et al, 2014) en een percentage van de geschatte HRmax (Heydari et al, 2012). Trainingsintensiteit bepalen door middel van 8-12RM heeft een hoge validiteit en wordt objectief vastgesteld. De geschatte HRmax is geen objectieve meting, waardoor het minder valide is. Bij de studie van Irving et al. (2008) wordt er gebruik gemaakt van een berekende lactaat drempel, VO_2 peak en de borgschaal. De berekende lactaatdrempel is een valide meting en wordt objectief vastgesteld. De VO_2 peak is een momentopname tijdens een meetmoment en is daardoor minder valide. De borgschaal is een subjectieve meting, waarbij naar gevoel wordt gevraagd en is hierdoor minder valide.

Bij de vier geïnccludeerde studies zijn grote verschillen voor de invulling van de HIIT interventie. De interventie duur loopt uiteen van 4 weken (Miller et al, 2014), 12 weken (Heydari et al, 2012; Keating et al, 2014) en 16 weken (Irving et al, 2008). Daarnaast worden er verschillende trainingsvormen toegepast. De studie van Irving et al. (2008) maakt gebruik van een looptraining, waar Miller et al. (2014) een krachtcircuittraining doet. De interventie van Heydari et al. (2012) en Keating et al. (2014) bestaat uit een fietstraining.

De mate van intensiteit is op verschillende manier bepaald, maar er worden ook verschillende prikkelparameters gebruikt voor de intensiteit. In één onderzoek wordt er voor 20 minuten getraind, waarbij 8 seconde op 80-90% van HRmax met 12 seconde rust (Heydari et al, 2012). In een andere studie wordt er tussen de lactaat drempel en VO_2 peak getraind met de borgschaal als indicatie en een lage intensiteit training onder de lactaat drempel (Irving et al, 2008). Bij de studie van Keating et al. (2014) wordt er 6 keer 60 seconde op 120% van de VO_2 peak getraind met 120 seconde rust. Voor de studie van Miller et al. (2014) wordt er met gewichten getraind waarmee maximaal 8-12 herhalingen kunnen worden uitgevoerd. Door deze verschillen in de prikkelparameters tussen de studies, kan er geen uitspraak gedaan worden over de meest effectieve invulling van HIIT. Er is duidelijk dat er veel verschillende invullingen mogelijk zijn voor HIIT.

Aanbeveling vervolg onderzoek

Om een goed beeld te krijgen van de meest effectieve invulling van HIIT is er nader onderzoek nodig, waarbij twee verschillende HIIT interventies met elkaar worden vergeleken. Bij deze onderzoeken is het van belang dat prikkelparameters als duur, intensiteit of frequentie met elkaar vergeleken worden. Op deze manier kan er een uitspraak gedaan worden over de meest effectieve invulling en zal het voor de fysiotherapeut makkelijker worden om bijvoorbeeld een tijdseffectieve beweeginterventie op te stellen.

Voor een goed inzicht in de effectiviteit van HIIT bij een grotere groep mensen zal er onderzoek gedaan moeten worden met grotere populaties. Zodra er grotere populaties tegelijk onderzocht worden, zijn de individuele eigenschappen binnen de populatie minder van invloed en kunnen er conclusies breder getrokken worden.

Toepassing in de fysiotherapiepraktijk

Voor het verbeteren van de gezondheidstoestand en voorkomen van gezondheidsrisico's bij mensen met overgewicht of obesitas zijn er beweegrichtlijnen ontwikkeld. Deze richtlijnen kunnen met behulp van de resultaten uit deze literatuurstudie worden geëvalueerd en aangepast. De

beweegrichtlijn voor het verbeteren van de conditie of verminderen van de buikomvang bij obese patiënten zou meer gericht moeten zijn op een interventie met hoge intensiteit afgewisseld met momenten van rust of lage intensiteit. De fysiotherapeut kan op basis van de uitkomsten toegepaste beweegprogramma's opstellen en hierdoor een bijdrage leveren aan het voorkomen en/of verminderen van gezondheidsrisico's bij obese patiënten.

Voor het adviseren van de meest effectieve prikkelparameters is nog onvoldoende informatie bekend.

Conclusie

Uit dit literatuuronderzoek kan geconcludeerd worden dat HIIT een positief effect heeft op het verbeteren van de conditie van patiënten met overgewicht of obesitas. Voor de effectiviteit van HIIT op de verbetering van de lichaamssamenstelling is er verschillend bewijs. HIIT heeft een positief effect op de vetverdeling, maar er is minder sterk bewijs voor de effectiviteit op het BMI en het vetpercentage. Hiervoor is verder onderzoek geïndiceerd, waarbij grotere populaties onderzocht worden. Om nog gericht beweegprogramma's op te kunnen stellen is onderzoek naar de meest effectieve prikkelparameters eveneens gewenst.

Literatuurlijst

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

Balducci, S., Zanuso, S., Cardelli, P., Salvi, L., Bazuro, A., Pugliese, L., Maccora, C., Iacobini, C., Conti, F.G., Nicolucci, A., & Pugliese, G. (2012). Effect of High- versus Low-Intensity Supervised Aerobic and Resistance Training on Modifiable Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes; The Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). *Plos one*, 7(11). doi: 10.1371/journal.pone.0049297

Beltman, M., Driessen, M.T., Cloostermans, A.P.G., Klijn, P.H.C., & Bolhuis, E. van. (2013). *KNGF-standaard Beweeginterventie overgewicht en obesitas bij kinderen*. Geraadpleegd op <https://www.fysionet-evidencebased.nl/index.php/beweeginterventies>.

Beurskens, C.H.G., Hidding, J.T., & Nijhuis-van der Sanden, M.W.G. (2011). KNGF Evidence Statement, borstkanker. *Supplement bij het Nederlands Tijdschrift voor Fysiotherapie*, 121(3). Geraadpleegd op <https://www.fysionet-evidencebased.nl/index.php/richtlijnen/evidence-statements-openingspagina/borstkanker/downloads-borstkanker4>

Binsbergen, J.J. van, Langens, F.N.M., Dapper, A.L.M., Halteren, M.M. van, Glijsteen, R., Cleyndert, G.A., Mekenkamp-Oei, S.N., & Avendonk, M.J.P. van. (2010). NHG-Standaard Obesitas. *Huisarts Wet*, 53(11), 609-25. Geraadpleegd op <https://www.nhg.org/standaarden/volledig/nhg-standaard-obesitas#note-2>

Burgerhout, W.G., Mook, G.A., de Morree, J.J., & Zijlstra, W.G. (2006) *Fysiologie: Leerboek voor paramedische opleidingen (4^e dr.)*. Maarssen: Elsevier Gezondheidszorg.

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.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). (2014, januari). Obesitas gaat vaak samen met chronische aandoeningen. *Webmagazine*. Geraadpleegd op 13 oktober 2014, <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/gezondheid-welzijn/publicaties/artikelen/archief/2014/2014-3939-wm.htm>

Heydari, M., Freund, J., & Boutcher, S.H. (2012). The Effect of High-Intensity Intermittent Exercise on Body Composition of Overweight Young Males. *Journal of Obesity*, 2012: 480467

Irving, B.A., Davis, C.K., Brock, D.W., Weltman, J.W., Swift, D., Barrett, E.J., Gaesser, G.A., & Weltman, A. (2008). Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 40(11), 1863-72. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181801d40

Keating, S.E., Machan, E.A., O'Connor, H.T., Gerofi, J.A., Sainsbury, A., Caterson, I.D., & Johnson, N.A. (2014). Continuous Exercise but Not High Intensity Interval Training Improves Fat Distribution in Overweight Adults. *Journal of Obesity*, 2014: 834865.

Kravitz, L. (2014). ACSM Information on High-intensity interval training. *American college of Sports medicine*. Geraadpleegd op <http://www.acsm.org/docs/brochures/high-intensity-interval-training.pdf?sfvrsn=4>

Kwaliteitsinstituut voor de Gezondheidszorg CBO (Centraal BegeleidingsOrgaan) (2008). *Richtlijn diagnostiek en behandeling van obesitas bij volwassenen en kinderen*. Geraadpleegd op <http://www.diliguide.nl/document/530/obesitas-diagnostiek-en-behandeling-van-obesitas.html>.

- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713-21
- Miller, M.B., Pearcey, G.E.P., Cahill, F., McCarthy, H., Stratton, S.B.D., Noftau, J.C., Buckle, S., Basset, F.A., Sun, G., & Button, D.C. (2014). The Effect of a Short-Term High-Intensity Circuit Training Program on Work Capacity, Body Composition, and Blood Profiles in Sedentary Obese Man: A Pilot Study. *BioMed Research International*, 2014: 191797.
- Morre, J.J. de, Jongert, T., Poel, G. van der. (2011). *Inspanningsfysiologie, oefentherapie en training (2^e dr.)*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Nederlandse Obesitasvereniging. (2014). *Overgewicht & obesitas*. Geraadpleegd op 13 oktober 2014, <http://www.obesitasvereniging.nl/overgewicht-obesitas?showall=1&limitstart>
- Shvartz, E., & Reibold, R. (1990). Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: a review. *Journal of Aviation, Space and Environmental 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*. 52(3), 255-262.
- So, W-Y., & Choi, D-H. (2010). Differences in physical fitness and cardiovascular function depend on BMI in korean men. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 239-244.
- Van Peppen, R.P.S., Harmeling-van der Wel, B.C., Hobbelen, J.S.M., & Buurke, J.H. (2004). Effecten van fysiotherapeutische interventies bij patiënten met een beroerte: een systematische literatuuronderzoek. *Ned Tijdschr Fysiotherapie*, 114(5), 126-153
- Visscher, T.L.S., Bakel, A.M. van., & Zantinge, E.M. (2012, november). Wat zijn de mogelijke oorzaken van overgewicht? *Volksgesondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid*. Bilthoven. Geraadpleegd op <http://www.nationaalkompas.nl/gezondheidsdeterminanten/persoonsgebonden/overgewicht/wat-zijn-de-mogelijke-oorzaken-van-overgewicht/>
- Visscher, T.L.S., Bakel, A.M. van., & Zantinge, E.M. (2014, juni). Wat zijn de mogelijke gezondheidsgevolgen van overgewicht? *Volksgesondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid*. Bilthoven. Geraadpleegd op <http://www.nationaalkompas.nl/gezondheidsdeterminanten/persoonsgebonden/overgewicht/wat-zijn-de-mogelijke-gezondheidsgevolgen-van-overgewicht/>
- WHO. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Geneva: World Health Organization.

Bijlage 1: PEDro score lijst

Items	Omschrijving	Score			
		Irving et al. 2008	Keating et al. 2014	Heydari et al. 2012	Miller et al. 2014
1	Zijn de in- en exclusiecriteria duidelijk beschreven?	Nee	Ja	Nee	Ja
2	Zijn de patiënten random toegewezen aan de groepen?	1	1	1	0
3	Is de blindingprocedure van de randomisatie gewaarborgd? (concealed allocation)	0	1	0	0
4	Zijn de groepen wat betreft belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar?	1	1	1	0
5	Zijn de patiënten geblindeerd?	0	0	0	0
6	Zijn de therapeuten geblindeerd?	0	0	0	0
7	Zijn de beoordelaars geblindeerd voor ten minste 1 primaire uitkomstmaat?	1	1	0	0
8	Wordt er ten minste 1 primaire uitkomstmaat gemeten bij > 85% van de geïncludeerde patiënten?	0	1	0	1
9	Ontvingen alle patiënten de toegewezen experimentele of controlebehandeling of is er een intention-to-treat analyse uitgevoerd?	0	1	0	1
10	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat de statistische vergelijking tussen de groepen gerapporteerd?	1	1	1	0
11	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat zowel puntschattingen als spreidingsmaten gepresenteerd?	1	1	1	0
Totaal		5	8	4	2

9-10 punten Zeer goed

6-8 punten Goed

4-5 punten Redelijk

0-3 punten Slecht

Bijlage 2: BMI

De verhouding tussen lengte en massa wordt weergegeven in Body Mass Index (BMI). Op deze manier wordt er gekeken of de verhouding tussen lengte en gewicht gezond is. BMI kan berekend worden door middel van de BMI-formule; $BMI = \text{lichaamsgewicht (kg)} / (\text{lichaamslengte (m)} \times \text{lichaamslengte (m)})$.

Er wordt echter geen onderscheid gemaakt in bot- spier- of vetmassa. Om deze reden is er besloten om het vetpercentage en de vetverdeling (buikomvang) te betrekken bij de onderzoeksresultaten. Referentiewaarden voor BMI zijn beschreven in onderstaande tabel.

Tabel 7: Referentiewaarden BMI (kg/m^2)(WHO, 2000)

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

Bijlage 3: 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 is geen ideaal percentage lichaamsvet voor iedereen omdat dit afhankelijk is van demografische variabele (Callagher, Heymsfield, Heo, Jebb, Murgatroyd, & Sakamoto, 2000). Een generale categorisering van vetpercentage is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 8: Vetpercentage bij verschillende doelgroepen (ACE, 2009)

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

Bijlage 4: 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.

Tabel 9: Referentiewaarden VO₂max naar leeftijd en geslacht. (Shvartz & Reibold, 1990).

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

Bijlage 5: Borg RPE-schaal (Ratings of Perceived Exertion)

De borgschaal is een subjectieve belastingsschaal. Met behulp van deze schaal kan de mate van inspanning, belastinggraad en vermoeidheid worden geschat. Patiënten moeten een score geven tussen de 6 en 20 (zie tabel). In de tabel wordt bij de oneven nummers een korte omschrijving gegeven van de belastingintensiteit die de (objectieve) score koppelen aan de (subjectieve) waarneming.

De Borgschaal, een schaal voor de zwaarte van een lichamelijke belasting.

Zwaarte belasting	Borgscore	
	6	
zeer zeer licht	7	
	8	
zeer licht	9	
	10	
tamelijk licht	11	
	12	
redelijk zwaar	13	
	14	
zwaar	15	
	16	
zeer zwaar	17	
	18	
zeer zeer zwaar	19	
maximaal	20	