

Metabool syndroom: Welke training is geschikt?

F.S.E van Dishoeck, 1546622

Hogeschool Utrecht, opleiding fysiotherapie, afstudeerartikel mei 2012

Samenvatting

Aanleiding: Het metabool syndroom (MetS) is een steeds meer voorkomende aandoening. Zo heeft 10% van de vrouwen en 20% van de mannen met een leeftijd tussen de 30-39 jaar het MetS. De prevalentie stijgt met de leeftijd. Behandeling hiervoor is noodzakelijk om hart en vaatziekten en DM II te voorkomen en zo de ziektekosten te kunnen beperken.

Vraagstelling: Wat is het verschil in effect op de factoren van het metabool syndroom en kwaliteit van leven tussen training met matige intensiteit, hoge intensiteit, krachttraining of combinatie hiervan bij volwassenen met het metabool syndroom?

Methode: aan de hand van een literatuurstudie in PubMed, CINAHL en PEDro zijn er RCT's, systematische reviews en meta-analyses geselecteerd die betrekking hebben op de verschillende interventies. De methodologische kwaliteit van de RCT's is vastgelegd met behulp van PEDro.

Resultaten: In het onderzoek zijn acht studies geïnccludeerd waarbij de trainingsparameter intensiteit en krachttraining zijn vergeleken. In alle onderzoeken is geen significant verschil gevonden in verlaging van glucose in het bloed. Voor de factoren bloeddruk, triglyceride en HDL- cholesterol zijn er tegenstrijdige resultaten gevonden. Buikomvang vermindert beter bij een lage intensiteit training en de factor bloeddruk juist bij een hoge intensiteit training. Krachttraining heeft op zich zelf geen effect op het verbeteren van de MetS factoren. Een combinatie training van aerobische en krachttraining heeft effect op de buikomvang en triglyceridegehalte, maar dit is niet significant beter dan aerobische training. De kwaliteit van leven wordt niet verminderd bij aanwezigheid van het MetS, maar deze is wel verminderd als andere factoren aanwezig zijn zoals overgewicht, depressie, ziektelast.

Conclusie: uit deze studie is geen eenduidig antwoord naar voren gekomen op de vraag welke trainingsintensiteit meer effect heeft op het verminderen van MetS. Er zal verder onderzoek gedaan moeten worden om hierop antwoord te kunnen geven. De kwaliteit van leven is niet altijd bij patiënten met MetS verminderd, wel is het noodzakelijk om dit te onderzoeken.

Inleiding

Het Metabool Syndroom (MetS) is een groeiend probleem. Steeds meer mensen krijgen deze aandoening en het wordt het duurste gezondheidsprobleem (Sassen et al. 2009). Tussen 2000-2005 is er een onderzoek gedaan in Hoorn, waarbij men onder andere onderzoek heeft gedaan naar de prevalentie van MetS volgens de verschillende definities. De prevalentie van het MetS bij aanvang van de studie was 19% bij de mannen en 26% bij vrouwen, volgens de definitie van NCEP. (Dekker et al. 2005) In Januari 2012 is er een rapport van het RIVM gepubliceerd over onderzoek gedaan bij de Nederlandse bevolking naar de individuele factoren van MetS en de prevalentie van MetS vergeleken met een eerder onderzoek uit 1993-1997 (MORGEN-project). In het huidige onderzoek is berekend dat 60% van de mannen een BMI van $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ waarvan 13% obesitas heeft (BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$). Bij de vrouwen is dit lager. Hier heeft 44% van de vrouwen een BMI van $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ waarvan 14% obesitas heeft, een BMI van $\geq 30 \text{ kg/m}^2$. In vergelijking met het MORGEN-project is te zien dat de prevalentie van het overgewicht is gestegen bij de 30-39 en 40-49 jarigen populatie maar is gedaald bij de 50-59 jarigen. Belangrijker voor de prevalentie van MetS is niet het overgewicht maar met name de buikomvang. Indien men kijkt naar de buikomvang in het onderzoek is de prevalentie van obesitas hoger in vergelijking met het BMI. Zo heeft 27% van de mannen en 39% van de vrouwen obesitas. Ook is er gekeken naar de prevalentie van het MetS. Dit is bij de mannen wederom hoger dan bij de vrouwen. De prevalentie neemt toe zodra de leeftijd stijgt. Zo heeft 20% van de mannen tussen 30-39 jaar MetS, tot 48% van de mannen met leeftijd tussen 60-70 jaar. Bij vrouwen is de prevalentie 10% en loopt op tot 44% (Blokstra et al. 2012). MetS is een voorbode voor Diabetes Mellitus (DM II) en vergroot de kans op een cardiovasculaire aandoening. De toename van deze patiëntengroep zal de kosten voor de gezondheidszorg sterk doen toenemen.

Vanwege de hoge kosten die gemoeid zijn met de gevolgen van MetS is er in de afgelopen jaren veel onderzoek gedaan. Hieruit is naar voren gekomen dat MetS behandeld kan worden door de risico factoren te bestrijden. Deze factoren zijn overgewicht, inactiviteit en dieet (Scott et al. 2005). In het onderzoek van het RIVM is ook het aantal uur beweging opgenomen. Hier kwam naar voren dat ongeveer 30% van de mannen en vrouwen voldeed aan de fitnorm. De fitnorm is dat minimaal drie keer per week 20 minuten of meer zware intensieve inspanning wordt geleverd (Blokstra et al. 2012).

Sassen et al. (2009) hebben onderzoek gedaan naar de effecten van fysieke fitheid en fysieke activiteit op de cardiovasculaire risicofactoren. Uit deze en andere onderzoeken komt naar voren dat verlaagde fysieke fitheid is geassocieerd met een verhoogde incidentie van MetS. In het onderzoek van Sassen et al. (2009) had de fitste man 87% minder kans op MetS dan de minst fysiek fitte man.

De eerste definitie van het MetS is door Reaven in (1988) beschreven. Na deze formulering hebben gezondheidsorganisaties deze overgenomen en geherformuleerd. De meest gebruikte definitie is de herziene versie van National Cholesterol Education Program (NCEP). Deze definitie is: er is sprake van een metabool syndroom wanneer 3 of meer van de 5 cardiovasculaire risicofactoren aanwezig zijn. De 5 risicofactoren zijn: buikomvang, verhoogde bloed triglyceride, verlaagde HDL-cholesterol spiegel, verhoogde bloeddruk en verhoogde nuchtere bloedsuikergehalte. Niet alleen patiënten die deze symptomen hebben maar ook de patiënten die medicatie voor deze symptomen krijgen hebben nog steeds een verhoogd risico (Grundy et al. 2004).

Patiënten met het MetS hebben een tweemaal zo grote kans op cardiovasculaire aandoeningen, hartinfarct of beroerte en anderhalf keer zo grote kans op overlijden in vergelijking met

leeftijdgenoten zonder dit syndroom. De risicofactoren die het meeste invloed hebben op de gevolgen van MetS zijn insulineresistentie en viscerale obesitas (Mottillo et al. 2010).

Niet alleen de intentie en gedrag van de patiënt tegenover meer bewegen is van belang maar ook die van de behandelend fysiotherapeut. Uit onderzoek van Sassen et al.(2011) is uitgekomen dat de intentie en gedrag van de therapeut tegenover meer bewegen ook invloed heeft op het daadwerkelijk meer gaan bewegen van de MetS patiënt. Indien de fysiotherapeut positief is tegenover het feit dat meer bewegen een effectieve behandeling is voor het metabool syndroom, is de kans dat de patiënt meer gaat bewegen groter. Om de patiënt effectief en efficiënt te laten behandelen is het van belang dat er duidelijkheid komt over de beste evidentie van de training parameters voor behandeling van MetS.

Fysieke fitheid wordt gezien als een belangrijke factor om het MetS te bestrijden. Om de fysieke fitheid te vergroten is verhoging van fysieke activiteit noodzakelijk. In de systematische review van Hansen et al.(2010) komt naar voren dat training interventies een effectieve therapeutische strategie zijn om glucose regulering, verlagen van lichaamsgewicht en verhogen van fysieke fitheid te bereiken bij patiënten met het MetS. Vanuit deze gedachten is de onderzoeksvraag geformuleerd: Wat is het verschil in effect op de kenmerken van het metabool syndroom en kwaliteit van leven tussen training met matige intensiteit, hoge intensiteit, krachttraining of combinatie hiervan bij volwassenen met het metabool syndroom?

Naast de trainingsparameters is het ook van belang dat patiënten zelf actiever worden in hun Algemeen Dagelijks Leven (ADL). Ook de toepasbaarheid van deze trainingsparameters en de motivatie van de patiënt hiervoor wordt meegenomen in dit onderzoek. De onderzoeksvraag is hiervoor opgesplitst in drie deelvragen:

- Welke effecten heeft dit op de individuele factoren van het Metabool Syndroom?
- Wordt kwaliteit van leven beïnvloed door het MetS en is het te beïnvloeden door training?
- Welke therapievorm levert de meeste therapie trouw op?

Methode:

De literatuur verzameling is met behulp van databases gedaan. De volgende databases zijn gebruikt: PubMed, CINAHL en PEDro. De trefwoorden/ MeSH termen die zijn gebruikt tijdens de verzameling van data waren: metabolic syndrome, motor activity, physical activity, physical fitness, moderate intensity, high intensity, exercise intensity, patient compliance, adherence, quality of life. Deze termen zijn individueel en in combinatie met elkaar gebruikt. In deze onderzoeken werden gevonden hits gelimiteerd tot RCT, systematische review, meta-analyses, gepubliceerd in de afgelopen 10 jaar, volledige publicatie beschikbaar of opvraagbaar en in Engels of Nederlands is gepubliceerd.

Aan de hand van de titel en samenvatting werd bepaald of het artikel in aanmerking komt. De inclusie criteria waren:

- Volwassenen met het Metabool Syndroom, DM II, obesitas of cardio vasculaire risico factoren.
- Trainingsparameters weergegeven.
- Therapie vormen of combinaties met elkaar vergeleken.
- Therapie vergeleken met kwaliteit van leven of therapie trouw.

De knelpunten van dit onderzoek waren dat er weinig tot geen onderzoek is gedaan naar de invloed van training parameters op kwaliteit van leven bij mensen met het MetS. Wel is er onderzoek gedaan naar trainingsparameters die invloed kunnen hebben op de kwaliteit van leven en er is onderzoek gedaan naar het feit of de kwaliteit van leven bij mensen met MetS lager is of niet. Maar er is weinig tot geen onderzoek gedaan of de kwaliteit van leven verbetert bij mensen met MetS die trainen. De therapie trouw is wederom niet specifiek bij deze groep getest. Daarentegen is er wel veel literatuur verschenen over de invloed van trainingsparameters op de verschillende factoren van het MetS. Een belangrijk knelpunt is dat de kwaliteit van de onderzoeken laag is. De artikelen die zijn geselecteerd voor het onderzoek hebben een gemiddelde score van vier van de maximaal tien punten die zijn te behalen volgens de PEDro Score.

Resultaten

Kwaliteit studie

Na selectie van de literatuur zijn er acht studies naar voren gekomen die bij de vraagstelling passen. Deze studies hebben de verschillende effecten van de trainingsparameters onderzocht op het MetS. Van deze negen studies zijn er drie meta-analyses/systematische reviews en vier RCT's en één pilot study. De PEDro waarde van de RCT's en Pilot study is vier met uitzondering van Balducci et al.(2010) met waarde zes. De maximale score die behaald kan worden bij PEDro is tien. De onderzoeken zijn relatief recent, het oudste onderzoek is uit 2007 en het meest recente onderzoek uit 2011. De drie reviews die zijn opgenomen in deze studie zijn uit 2010 en 2011.

Duur en frequentie onderzoeken

De trainingsduur van de onderzoeken is wat verschillend. De twee kortst durende onderzoeken waren zestien weken (Tjønnå et al. 2008 en Irving et al 2008). Twee andere onderzoeken zes maanden (Johnson et al. 2007 en Bateman et al. 2011). De langste training periode was één jaar (Balducci et al. 2009). Het aantal training sessies per week was ook verschillend. Gemiddeld waren er drie sessies per week met als uitzondering het onderzoek van Balducci et al.(2009) waar twee keer per week getraind werd en Irving et al.(2008) een intensiteit van vijf keer per week.

Deelnemers

De leeftijd van de deelnemers aan de vijf onderzoeken zijn met elkaar te vergelijken. In vier van de onderzoeken was de minimale leeftijd 40 jaar en de maximale leeftijd tussen 65 á 75 jaar. (Tjønnå et al. 2008, Johnson et al 2007, Irving et al. 2008, Balducci et al. 2009). De uitzondering was het onderzoek van Bateman et al.(2011). Hier was de jongste deelnemer 34 jaar oud, daarentegen was de gemiddelde leeftijd in de onderzoek groep 45 jaar. De onderzoekspopulatie was gemengd op één onderzoek na. Het onderzoek van Irving et al.(2008) is alleen bij vrouwen gedaan. Bij aanvang van de vijf studies waren er geen significante verschillen in de onderzoeksgroepen waargenomen.

Definitie metabool syndroom

In de onderzoeken zijn verschillende definities gebruikt van het MetS. Tjønnå et al.(2008) gebruikt de definitie uit WHO 1998, hier wordt insuline gevoeligheid met twee andere factoren als diagnose middel gebruikt. De andere factoren zijn: lichaamsgewicht (middel – heup ratio man: $>0,90$ vrouw $>0,85$ en/of BMI $>30 \text{ kg/m}^2$), Triglyceride $\geq 150 \text{ mg/dl}$ en/of HDL-C man: $<35 \text{ mg/dl}$, vrouw: $<39 \text{ mg/dl}$, bloeddruk ($\geq 140/90 \text{ mm Hg}$), glucose(DMII, glucose intolerantie, verhoogd nuchtere glucose) of microalbuminurie. In het onderzoek van Johnson et al.(2007) en Bateman et al.(2011) wordt de

veel gebruikte definitie van ATP III van de rNCEP (2004) gebruikt. Hier is sprake van het MetS indien drie van de vijf factoren positief zijn. Deze vijf factoren zijn: buikomvang (man ≥ 102 cm, vrouw ≥ 88 cm), verhoogde bloed triglyceride (≥ 150 mg/dl), verlaagde HDL-cholesterol spiegel (man < 40 mg/dl, vrouw < 50 mg/dl), verhoogde bloeddruk (≥ 130 systolische en/of ≥ 85 diastolische) en verhoogde nuchtere bloedsuikergehalte (> 100 mg/dl). Of indien er voor deze factoren medicatie wordt genomen. De definitie van het MetS door IDF (2005) wordt gebruikt in de onderzoeken van Irving et al (2008) en Balducci et al.(2009). Dit zijn dezelfde waarden als bij de ATP III definitie, maar hier moet de buikomvang factor aanwezig zijn met twee andere factoren. Daarnaast is de maat van de buikomvang aangepast aan de etnische achtergrond van de patiënt. Zo is de buikomvang van Aziatisch persoon over het algemeen smaller dan bij westers persoon, daarom is er voor elke bevolkingsgroep een eigen waarde voor de factor buikomvang ontwikkeld. Hiermee wordt het betrouwbaar diagnose middel voor over de gehele wereld. De ATP III en IDF definities zijn voor de westerse populatie goed met elkaar te vergelijken.(Scott et al. 2005)

Daarnaast is de maat van de buikomvang aangepast aan de etnische achtergrond van de patiënt. Zo is de buikomvang van een Aziatische persoon over het algemeen kleiner dan bij een westers persoon. Daarom is er voor elke bevolkingsgroep een eigen waarde voor de factor buikomvang ontwikkeld. Hiermee wordt het een betrouwbaar diagnosemiddel dat in de hele wereld kan worden toegepast. De ATP III en IDF definities zijn voor de westerse populatie goed met elkaar te vergelijken.(Scott et al. 2005)

Trainingen

In de drie onderzoeken waar verschillende intensiteit van aerobische training met elkaar wordt vergeleken wordt worden de trainingen uitgevoerd in de vorm van lopen, fietsen of crosstrainer. In het onderzoek van Tjønnå et al.(2008) wordt gebruik gemaakt van de maximale hartslag. Dit is anders bij de onderzoeken van Johnson et al.(2007) en Irving et al.(2008), hier wordt namelijk de intensiteit bepaald met behulp van VO₂max en calorieverbruik.

In de onderzoeken van Bateman et al.(2011) en Balducci et al.(2009) wordt krachttraining gebruikt als mogelijkheid om het MetS te beïnvloeden. De krachttraining wordt met behulp van fitnessapparaten uitgevoerd of met losse dumbbells. De oefeningen zijn er op gericht om alle grote spiergroepen in het lichaam te trainen. De weerstand wordt in het onderzoek gedurende de training periode verhoogd om spierkracht te vergroten.

Hoge of matige intensiteit aerobische training voor het behandelen van MetS?

Voor deze vraag zijn drie studies met elkaar vergeleken. In de pilot studie van Tjønnå et al.(2008) wordt aerobische interval training (AIT) op een hoge intensiteit 90% Hfmax afgewisseld met een lagere intensiteit van 70% Hfmax, vergeleken met continue matige intensiteit(CMI) training 70% Hfmax en een controle groep. Uit de resultaten van het onderzoek kwam naar voren dat de buikomvang van de CMI groep aan het einde van de studie met zes cm was afgenomen en bij de AIT groep met 5 cm. In beide gevallen was dit een significant verschil ($P<0,05$) in omvang. De bloeddruk neemt eveneens af met circa 10 mm Hg systole druk en 6 mm Hg diastole druk. Dit was voor de AIT groep een significante afname van ($P<0,05$), bij de CMI groep was dit alleen in het geval van de systole bloeddruk. Op de andere factoren van het MetS had alleen de AIT een effect. Zo nam de bloedglucose waarde af met 0,3 mmol/l en nam de HDL toe met 0,15 mmol/l. Beide waarden zijn significant verbeterd ($p<0,05$). Zie tabel 1

In een eerder gedaan RCT onderzoek van Johnson et al.(2007) wordt matige intensiteit training van 19 km per week (1) vergeleken met hoge intensiteit training van 19 km per week (2) en hoge intensiteit training van 32 km per week (3). Hier werden 171 mensen onderzocht op onder andere de parameters van het MetS. De intensiteit van de training werd doormiddel van de VO_{2max} bepaald. De matige intensiteit was op 40-55% VO_{2max} en de hoge intensiteit op 65-80% VO_{2max} . Uit de resultaten van dit onderzoek werd ook de prevalentie van MetS bij aanvang van de studie en bij beëindiging van de studie met elkaar vergeleken. Na zes maanden trainen was de prevalentie van MetS volgens ATP III definitie toegenomen in de controle groep met 19%. In al de trainingsgroepen nam het percentage af. Wat hierbij opviel was dat de groep 1 en 3 even veel afname van percentage hadden, namelijk 44%. En dit is veel hoger dan de groep 2. De training van groep 3 is het meest effectief in het verlagen van de Metabool variabele. Zo nam de buikomvang gemiddeld met 2,6 cm af, wat een significante verbetering is van ($P < 0,001$) binnen de groep. In beide andere groepen nam de hoeveelheid met gemiddeld 1,1 cm af, dit was beide wel een significante verandering binnen de groep. De triglyceride nam in de groep 1 af met gemiddeld -36,2 mg/dl ($P < 0,01$), opvallend was dat dit niet het geval was bij de hoge intensiteit 19 km/week. Daarentegen was er wel afname van triglyceride bij de groep hoge intensiteit 32 km/week, namelijk -19,2 mg/dl ($P < 0,001$). De HDL cholesterol nam alleen toe in groep 3. De gemiddelde toename was 3,7 mg/dl ($P < 0,001$). Volgens Johnson et al.(2007) is dit mogelijk te verklaren doordat op lage intensiteit de energie meer uit vet wordt gehaald dan bij hoge intensiteit training, waardoor dit meer gezondheidsvoordelen heeft. Voor de andere metabool factoren, glucose en bloeddruk werd in geen van alle trainingsgroepen verandering waargenomen. Zie tabel 1

Het RCT onderzoek van Irving et al.(2008) vergeleek lage intensiteit training en hoge intensiteit training met elkaar op de metabool factoren en lichaam samenstelling. Beide groepen deden een aerobische training waarbij de lage intensiteit groep (LIET) bestaat uit een training met energieverbruik van 500 kcal onder de anaerobe drempel. De hoge intensiteit training (HIET) bestond uit 3 dagen boven de anaerobe drempel en 2 dagen onder de anaerobe drempel. de beide trainingen waren 5 dagen in de week. De anaerobe drempel werd individueel bepaald doormiddel van bloedonderzoek. Bij beide trainingsgroepen werd de buikomvang verlaagd. De LIET verminderde met 1,2 cm ($P < 0,05$) en HIET verminderde met gemiddeld 5,6 cm ($P < 0,05$). De HIET groep verlaagde zijn buikomvang ook significant in vergelijking met de LIET en controle groep ($P < 0,05$). De LIET groep daarentegen was de enige waarbij de systole bloeddruk verlaagde. Deze verlaging was 11 mm Hg en dit was significant beter dan de controle groep ($P < 0,05$). Verder werden er geen MetS factoren veranderd. Qua lichaamssamenstelling nam bij de HIET het abdominaal vet (-58 cm²), abdominaal visceraal vet (-46 cm²) en abdominaal subcutaan vet (25 cm²) af. Dit waren allemaal significante verbeteringen ten opzichte van de aanvang van de studie ($P < 0,05$). Het abdominaal en visceraal vet waren ook significant veranderd ten opzichte van de LIET groep ($P < 0,05$). Deze vet afnamen waren niet bij de controle of LIET groep aanwezig. Zie tabel 1

Tabel 1

Artikel	Intensiteit	Buikomvang cm	Bloeddruk systolisch mm/hg	Bloeddruk diastolisch mm/hg	Tri- glyceride mg/dl	HDL Cholesterol mmol/l	Glucose mmol/l
Tjønnå et al. (2008)	AIT	↓ 5 (P<0,05)	↓ ≈10 (P<0,05)	↓ ≈6 (P<0,05)	↔	↑ 0,15 (P<0,05)	↓ 0,3 (P<0,05)
	CME	↓ 6 (P<0,05)	↓ ≈10 (P<0,05)	↓ ≈6 n.s.	↔	↔	↔
Johnson et al. (2007)	1	↓ 1,1 (P<0,05)	↔	↔	↓ 36,2 (P<0,01)	↔	↔
	2	↓ 1,1 (P<0,01)	↔	↔	↓ 6,1 n.s.	↔	↔
	3	↓ 2,6 (P<0,001)	↔	↔	↓ 19,2 (P<0,001)	↑ 3,7 (P<0,001)	↔
Irving et al. (2008)	HIET	↓ 5,6 (P<0,05)	↔	↔	↔	↔	↔
	LIET	↓ 1,2 (P<0,05)	↓ ≈ 11 (P<0,05)	↔	↔	↔	↔

Resultaten van de onderzoeken: Tjønnå et al. (2008), Johnson et al. (2007), Irving et al. (2008) op de individuele factoren van het MetS.

krachttraining wel of geen effect op het MetS?

In deze studie zijn twee RCT onderzoeken opgenomen die de effecten van krachttraining proberen vast te leggen. Bateman et al.(2011) hebben hiervoor een studie gedaan bij 198 personen. Deze werden verdeeld over drie groepen, RT: krachttraining, AT: aerobe training en AT/RT krachttraining plus aerobische training. De aerobe training was ≈19 km per week met een intensiteit van 65%-80% van de VO_{2peak} . De krachttraining bestond uit acht oefeningen van drie series met 8-12 herhalingen. Het gewicht ging omhoog zodra twee dagen de 12 herhalingen bij alle drie de series goed werden uitgevoerd. Er zijn geen veranderingen opgetreden in de RT groep, geen verbeteringen ten opzichte van MetS. De ATP III prevalentie werd alleen bij de AT/RT groep verbeterd met 0,64, dit is een significante verandering binnen de groep van (P<0,05). De prevalentie werd bepaald door middel van het aantal factoren positief bij begin van de studie in vergelijking met het aantal factoren aan het einde van de trainingsperiode. De buikomvang neemt significant (P<0,05) af in de AT/RT groep met 2,48 cm dit is beduidend meer dan bij de AT groep waar een afname van 1,12 cm. De triglyceride waarden nemen in de AT en AT/RT groep af. Daarentegen neemt het meer af in de AT/RT groep (-30,1mg/dl) dan in de AT groep (-21,0mg/dl). Deze waren beide een significante verandering binnen de eigen groep van (P<0,05). De laatste verandering die werd waargenomen van de MetS factoren was de significante verlaging van de diastole bloeddruk bij de AT/RT groep. Deze nam af met -3,32 mm Hg en dit is een significante verlaging binnen de groep (P<0,05). Er werden verder geen veranderingen waargenomen bij HDL cholesterol, glucose en systolische bloeddruk. Zie tabel 2

Balducci et al.(2009) hebben onderzoek gedaan naar de effecten van krachttraining en aerobe training op personen met DM II en MetS. Er werden 82 personen onderzocht die werden verdeeld in vier groepen: Controle groep(A), begeleiding voor training op lage intensiteit(B), aerobische training op 70-80% VO_{2max} .(C) en groep 40 min aerobische training en 20 min krachttraining(D). De groepen C en D hadden een gelijk calorie verbruik. Op de factoren van MetS: glucose, triglyceride, LDL-cholesterol en bloeddruk zijn geen veranderingen waargenomen in elk van de groepen. De buikomvang nam in de

groepen C en D af. Na een jaar training was er sprake van een verlaging van groep C (2,2 cm) en groep D (5 cm). De HDL-cholesterol verbeterde ook alleen in groep C (3,5 mg/dl) en D (4,2 mg/dl). Al deze veranderingen waren een significante verandering binnen in de onderzochte groep ($P < 0,05$). Zie tabel 2.

Tabel 2

Artikel	Intensiteit	Buik-omvang cm	Bloeddruk systolisch mm/hg	Bloeddruk diastolisch mm/hg	Tri-glyceride mg/dl	HDL Cholesterol mmol/l	Glucose mmol/l
Bateman et al. (2011)	RT	↔	↔	↔	↔	↔	↔
	AT	↓ 1,12 n.s.	↔	↔	↓ 21,0 ($P < 0,05$)	↔	↔
	AT/RT	↓ 2,48 ($P < 0,05$)	↓ 3,32 ($P < 0,05$)	↔	↓ 30,1 ($P < 0,05$)	↔	↔
Balducci et al. (2009)	A	↔	↔	↔	↔	↔	↔
	B	↔	↔	↔	↔	↔	↔
	C	↓ 2,2 ($P < 0,05$)	↔	↔	↔	↑ 3,5 ($P < 0,05$)	↔
	D	↓ 5,0 ($P < 0,05$)	↔	↔	↔	↑ 4,2 ($P < 0,05$)	↔

Resultaten van de onderzoeken: Bateman et al.(2011) en Balducci et al. (2009) op de individuele factoren van het MetS.

Uitkomst systematische reviews en meta-analyse

Naast de RCT onderzoeken worden er in dit onderzoek ook Meta-analyses meegenomen aangezien hierin recent onderzoek werd gedaan naar de effecten van intensiteit en krachttraining bij mensen met het MetS. In de review van Hansen et al.(2010) werd gekeken naar literatuur over het effect van training interventies op mensen met overgewicht, MetS of DM II. In het onderzoek is gekeken naar krachttraining, continu training, hoge en lage intensiteit en hoge intensiteit interval. Bij krachttraining zijn 17 artikelen met elkaar vergeleken en hier kwam naar voren dat vetafname niet meer is bij de combinatie van aerobische training met krachttraining dan bij alleen aerobische training. Krachttraining heeft wel duidelijk effect op insuline gevoeligheid deze neemt namelijk toe, wat een gunstig effect heeft op MetS. Dit wordt mogelijk verklaard door de spiertoename in het lichaam. Op de vraag of continu hoge intensiteit beter is dan lage intensiteit worden negen artikelen met elkaar vergeleken, waaronder Irving et al.(2008) en Johnson et al.(2007). De conclusie die hier wordt gemaakt is dat de vetafname toeneemt indien er op een hogere intensiteit wordt getraind bij mensen met MetS. Daarentegen neemt bij mensen met MetS de insuline gevoeligheid meer toe bij lage intensiteit dan bij hoge intensiteit.

Mogelijk zou hoge intensiteit interval training meer gunstige effecten opleveren dan continu training. Hiervoor zijn zes studies met elkaar vergeleken waaronder het artikel van Tjønnå et al.(2008). Daar komt als enige effect uit dat mogelijk bij mensen met MetS de insuline gevoeligheid toeneemt. In de analyse die Strasser et al.(2010) hebben gedaan is gekeken naar de effecten van krachttraining op het MetS en DM II. Hiervoor zijn artikelen gebruikt die gepubliceerd zijn tussen 1990 en 2007. In deze analyse zijn uiteindelijk dertien onderzoeken gebruikt. De effecten van combinatie training op glycaemische controle blijft nog onduidelijk, uit één onderzoek kwam naar voren dat er geen verschil in effect was tussen combinatie training en aerobische training. Eveneens werd er geen verschil in effect gevonden op lichaamsgewicht afname. Er kwam wel naar voren dat in tien onderzoeken een

verlaging van de HbA1c waarde plaats vond met gemiddeld 0,5%. Strasser et al.(2010) refereert naar één onderzoek dat een vervolgstudie heeft gedaan (Cauza et al.(2006)) zes maanden na het beëindigen van de trainingsperiode. Aan het einde van deze studie was er een gunstig effect behaald op de HbA1c waarden. De training interventie werd in één groep voortgezet en de andere groep kon via een thuisprogramma de training voortzetten. Na zes maanden werd er weer gekeken hoe de HbA1c waarde was en daar werd geconstateerd dat bij de thuisgroep dat de HbA1c waarde weer verhoogd was. In acht van de dertien onderzoeken werd een verlaging van de systole bloeddruk gevonden. Er was gemiddeld sprake van een 6,2 mmHg verlaging. Verder werden geen effecten gevonden op cholesterol (LDL en HDL) triglyceride en diastole bloeddruk.

De meest recente analyse die is meegenomen in dit onderzoek is van Hwang et al.(2011). Hier zijn RCT's met elkaar vergeleken met betrekking tot het effect van aerobic interval training op VO2max en MetS risico factoren. Voor dit onderzoek zijn zes onderzoeken opgenomen in de studie waaronder Tjønnå et al.(2008). Van deze 6 studies heeft maar één onderzoek gekeken naar de effecten van buikomvang. Dit was het onderzoek van Tjønnå et al.(2008). Hieruit kwam naar voren dat er een vergelijkbaar effect was in vermindering van de buikomvang bij interval hoge intensiteit training en continu matige intensiteit training. In het artikel van Hwang et al.(2011) worden drie onderzoeken gebruikt (Tjønnå et al.(2008), Rognmo et al.(2004), Wallman et al.(2009)) om te kijken naar het effect van training op de bloeddruk. In de drie studies waren 49 deelnemers. Alle drie de onderzoeken gaven aan geen significant verschil in effect te zien op het gebied van systolische en diastolische bloeddruk. Verder is er ook gekeken naar het effect op triglyceride en HDL cholesterol waarden. Hiervoor zijn wederom drie onderzoeken voor opgenomen (Moholdt et al.(2009), Tjønnå et al.(2008), Wallman et al.(2009)). In deze drie onderzoeken samen werden 91 deelnemers onderzocht. Hierbij werd geen voordelig effect gemeten van interval training op hoge intensiteit training in vergelijking met continu matige intensiteit training. De onderzoeken van Moholdt et al.(2009) en Tjønnå et al.(2008) zijn gebruikt in de review van Hwang et al.(2011) hier werden totaal 78 deelnemers onderzocht. Uit deze onderzoeken kwam naar voren dat intervaltraining met hoge intensiteit het glucosegehalte beter verlaagt dan continu matige intensiteit.

Wordt kwaliteit van leven beïnvloed door het MetS en is het te beïnvloeden door training?

De gezondheid gerelateerde kwaliteit van leven (HRQoL) is een belangrijke factor voor effectiviteit van de therapie. Zo heeft een verminderde HRQoL tot gevolg dat er een verminderde effectieve reactie is op therapie en daarbij ziekteverergering sneller aan de orde is. Verder heeft het ook een negatief effect op sterfteprevalentie (Vetter et al.2011). Vetter et al.(2011) hebben een cross-sectional studie gedaan die refereert naar onderzoeken van Ford et al. (2008), Miettola et al.(2008), Frisman et al.(2009) en Han et al.(2009) die allemaal aangeven dat mensen met MetS een lagere HRQoL laten zien dan mensen zonder dit syndroom. Dit wordt echter weerlegd in het onderzoek van Vetter et al.(2011), hier is onderzoek gedaan bij mensen met een verhoogde BMI (30-50 kg/m²) die wel en niet het MetS hebben. Hier zijn 390 deelnemers ondervraagd met verschillende vragenlijsten die de HRQoL vast stellen. Hiervoor zijn drie algemene vragenlijsten gebruikt: PCS-12, MCS-12 en EQ-5D, daarbij is een specifieke vragenlijst voor zwaarlijvige gebruikt, genaamd IWQoL-Lite. In alle vier de uitkomsten van de vragenlijst werden geen significante verschillen gevonden in HRQoL tussen de zwaarlijvige deelnemers met en zonder MetS. In dit onderzoek werden ook de scores van de vragenlijsten vergeleken met de uitkomstwaarde van deze vragenlijsten. De scores van beide groepen gaven een iets lager/gemiddelde gezondheid aan in de vragenlijsten PCS-12 en MCS-12. Als contrast kwam er zelfs een score van relatief hoge kwaliteit van leven uit de vragenlijst EQ-5D naar

voren. Daarentegen scoorden beide groepen in de IWQoL-Lite vragenlijst gemiddeld 69,1-70,8 en dit is beduidend lager dan bij mensen die niet zwaarlijvig zijn. Deze scores gemiddeld rond de 91,8. Uit dit onderzoek werd geconcludeerd dat niet zozeer MetS zorgt voor verminderde kwaliteit van leven, maar andere factoren zoals overgewicht, depressie, ziektelast hebben een significant effect op het verlagen van de kwaliteit van leven bij deze populatie.

Levering et al.(2007) hebben onderzoek gedaan naar de invloed van krachttraining op de kwaliteit van leven(QoL). Dit is een RCT studie met een methodologische PEDro score van vijf. Er werden 55 deelnemers geselecteerd. Hierbij zaten hoog aantal metabool factoren positief (HMetS) deelnemers en laag of geen metabool factoren positief (LMetS) bij. Van beide onderzoeksgroepen werd een controlegroep (LMetSc en HMetSc) en trainingsgroep (LMetSt en HMetSt) gerandomiseerd gevormd. De training bestond uit zeven krachtoefeningen die drie dagen per week werden uitgevoerd gedurende tien weken. De QoL werd bepaald met behulp van SF-36 vragenlijst. Voor de LMetSt groep werd er geen effect gevonden op het verbeteren van de uitkomsten van de SF-36 vragenlijst. Dit is in tegenstelling tot de HMetSt groep waar wel een positieve verandering optrad in de QoL, vastgesteld door middel van de vragenlijst. Dit bleek uit de vergelijking met de HMetSc groep. De beide trainingsgroepen werden ook vergeleken met elkaar, hieruit kwam naar voren dat de gezondheidsperceptie van de HMetSt significant meer verbeterde dan bij de LMetSt ($P=0,06$) na het uitvoeren van een lage intensiteit krachttraining.

Welke therapievorm levert de meeste therapie trouw op?

Het is van belang om er achter te komen waaraan de therapievorm moet voldoen om zo groot mogelijke therapietrouw te bereiken. Perri et al.(2002) hebben vier groepen met elkaar vergeleken die zelfstandig een looptraining met een bepaalde intensiteit en frequentie moesten volgen. Groep (a) matige intensiteit en frequentie, groep (b) matige intensiteit met hoge frequentie, groep (c) hoge intensiteit met matige frequentie, groep (d) hoge intensiteit met hoge frequentie. In het onderzoek zijn 492 deelnemers opgenomen waarbij 379 gerandomiseerd tot een van de vier trainingsgroepen en de andere tot de controlegroep. De intensiteit wordt doormiddel van de hartfrequentie bepaald. Zo is de matige intensiteit (45-55% Hft_{res}) en de hoge intensiteit 65-75% Hft_{res}). De frequenties waren bij de matige training 3-4 keer p/wk en bij de hoge frequentie 5-7 keer p/wk. De resultaten van dit onderzoek lieten zien dat grotere therapietrouw was, namelijk 66% tegen over 58% bij de gematigde intensiteit ten opzichte van de hoge intensiteit. En een groter deel werd volledig uitgevoerd volgens de beschrijving namelijk 85 minuten (matige intensiteit) tegen over 72 (hoge intensiteit) minuten per week. Dit is een significant verschil $P = 0,021$. Ook is vergeleken het aantal minuten per week die de deelnemers hebben gelopen op de juiste hartfrequentie. Hier bleek dat het aantal minuten bij matige intensiteit op de juiste hartslag veel hoger lag dan bij de hoge intensiteit. Zo liep de groep van matige intensiteit 75 minuten met de juiste hartslag en de groep met hoge intensiteit 49 minuten. Hier was een significant verschil van $P < 0,0001$. Ook is de frequentie op deze manier vergeleken. Hier kwam naar voren dat de hoog frequentie groepen meer minuten hebben gelopen dan de matige frequentie, namelijk 92 minuten tegen over 60 minuten. Nu is er een duidelijk significant verschil in voordeel van hoog frequentie. Maar indien er wordt gekeken naar het percentage dat is gelopen dat is voorgeschreven per groep blijkt bij frequentie er geen significant verschil meer is. Zo heeft 63% van de voorgeschreven matige frequentie uitgevoerd en 61% van de hoge frequentie. Daarentegen blijft er wel een significant verschil in de percentages zichtbaar bij de verschillende intensiteiten. Zo heeft 58% van de hoge intensiteit en 66% van de matige intensiteit de training voltooid. Dit is een significant verschil van $P = 0,02$. Een groter significant verschil wordt gevonden bij het voltooien van

de voorgeschreven training met de juiste hartfrequentie. Zo is 39% van de hoge intensiteit en 62% van de matige intensiteit op de juiste hartfrequentie uitgevoerd. Dit is een significant verschil van ($P < 0,001$). De conclusie van Perri et al.(2002) is dat bewegingsadvies beter op lage intensiteit gegeven kan worden omdat dit meer en vaker op de juiste intensiteit wordt uitgevoerd.

Discussie

In dit literatuuronderzoek staat de vraag centraal welk effect heeft intensiteit en krachttraining op de verschillende factoren van het MetS. Op deze vraag is geen eenduidig antwoord te geven. De uitkomsten van de onderzoeken en reviews die zijn opgenomen in dit onderzoek geven verschillende conclusies. De onderzoeken zijn ook niet van zeer hoge kwaliteit, gemiddelde PEDro score was vier. Bij deze interventies is de maximale score niet mogelijk, deze is namelijk acht in plaats van tien. Omdat de interventies niet geblindeerd kunnen zijn voor therapeut en patiënt. Naast de lage score zijn de aantallen personen in de onderzoek groepen laag. Om de betrouwbaarheid van de onderzoeken te vergroten is het ook van belang dat het bij een grote populatie is getest. Ook zijn langdurigere onderzoeken nodig om de lange termijn effecten vast te kunnen stellen.

Hoge of lage intensiteit

De verwachting van het onderzoek was dat hoge intensiteit meer effect heeft op het verlagen van de MetS factoren dan lage intensiteit. Van de drie onderzoeken en twee reviews die zijn opgenomen in dit onderzoek zijn de uitkomsten zeer verschillend.

Buikomvang

De buikomvang wordt verminderd bij hoge intensiteit continu of interval maar ook bij lage intensiteit. Alleen Irving et al.(2008) vinden een significant verschil tussen hoge en lage intensiteit. Daarbij komt in het onderzoek van Johnson et al.(2007) naar voren dat het effect op de buikomvang beduidend meer is indien de omvang van de training (de afstand) wordt vergroot en de training op hoge intensiteit wordt uitgevoerd. Volgens Irving et al.(2008) schijnt het totale calorieverbruik de sleutel factor te zijn bij het verkleinen van de buikomvang.

Bloeddruk

Over het effect van trainingsintensiteit op bloeddruk zijn de onderzoeken verdeeld. Bij de factor bloeddruk wordt bij Johnson et al.(2007), Hwang et al.(2011) geen verschil in effect gevonden of helemaal geen effect qua verlaging hiervan. Tjonna et al.(2008) vindt bij hoge intensiteit interval en continu matige intensiteit hetzelfde effect. Wat weer wordt tegengesproken door Irving et al.(2008) waar alleen systolische bloeddrukverlaging wordt gevonden bij een continu matige intensiteit. Mogelijk wordt het weinige of geen effect op het verlagen van de bloeddruk veroorzaakt omdat mensen met te hoge bloeddruk uit het onderzoek van Johnson et al.(2007) werden geweerd en bij Irving et al.(2008) in de HIET groep gemiddeld gezien een zeer lichte verhoogde bloeddruk van maar 124/76 mm Hg aanwezig is. Daarbij had de LIET groep bij aanvang van het onderzoek gemiddeld 135/82 mm Hg. Eveneens bij het onderzoek van Tjonna et al.(2008) was er sprake van duidelijk verhoogde bloeddruk zo had bij aanvang de CMI groep 131/88 mm Hg gemiddeld en de AIT 144/95 mm Hg. Er zal dus meer onderzoek gedaan moeten worden naar effecten van trainingsinterventies bij mensen met hogere bloeddruk, voordat hier verdere uitspraken over gedaan kunnen worden. Volgens de studie van Strasser et al.(2010) is bloeddrukverlaging als gevolg van training duidelijker aanwezig bij mensen die bij het begin van het onderzoek een hoge bloeddruk hebben.

Triglyceride

Over het verlagen van de triglycerides zijn de onderzoekers het eens, trainingsintensiteit heeft geen invloed op het verlagen hiervan. Alleen bij het onderzoek van Johnson et al.(2007) komt naar voren dat matige intensiteit in vergelijking met hoge intensiteit (de zelfde afstand die wordt afgelegd) de matige intensiteit een gunstig effect heeft. Hier is namelijk sprake van meer insuline gevoeligheid en duidelijk meer verlaging van het triglyceridegehalte. De mogelijke verklaring hiervoor is dat op lage intensiteit meer energieverbruik vanuit vet wordt gehaald dan bij hoge intensiteit.

HDL cholesterol en glucose

Op de factoren van HDL cholesterol en glucose worden geen verschillen gevonden bij de beide intensiteiten. Alleen bij de pilot studie van Tjønnå et al.(2008) op beide factoren wordt aangegeven dat hoge intensiteit interval training meer effect heeft dan matige intensiteit continu. Deze studie is klein en er is geen ondersteuning uit andere studies. Mogelijk kan dit door meer onderzoek bevestigd worden.

Krachttraining

Op de vraag of krachttraining een gunstig effect heeft op de verschillende factoren van MetS zijn de onderzoekers het wel eens, Krachttraining alleen heeft geen effect op de factoren van MetS. De combinatie van krachttraining en aerobische training heeft daarentegen in sommige onderzoeken wel toegevoegde waarden opgeleverd. Zo geven Strasser et al.(2010) aan dat krachttraining zeker gunstig effect heeft door het verlagen van de HbA1c waarde en het verlagen van vetmassa. Hier moet wel opgemerkt worden dat na zes maanden van de interventie de verlaging van HbA1c alleen bleef indien de krachttraining nog werd uitgevoerd. De review van Hansen et al.(2010) geeft aan dat het nog altijd onduidelijk blijft of krachttraining een meerwaarde heeft. Wat vaak naar voren komt in onderzoeken is dat krachttraining niet voor gewichtsverlies zorgt, dit is mogelijk te verklaren door de toename van spiermassa. Door deze toename is er uiteindelijk geen verschil te zien in lichaamsgewicht (Strasser et al. 2010). Er zullen dus meer onderzoeken gedaan moeten worden om de effecten van krachttraining op de verandering van de lichaamsamenstelling vast te stellen. Hiermee kunnen mogelijke gezondheidsvoordelen van krachttraining worden gevonden. Strasser et al.(2010) en Hansen et al. (2010) geven beiden aan dat een ander mogelijk voordeel van krachttraining is de toename van spierweefsel. Wat er voor zorgt dat de glucose opslag in de spieren op peil blijft. In tegenstelling tot spierafname als gevolg van veroudering en dieet. Daarnaast wordt aangegeven dat spierkracht helpt bij het aanhouden van een actieve en gezonde leefstijl (Hansen et al. 2010). In een follow up studie van Opdenacker et al.(2011) is aan een groep volwassenen spierkracht training gegeven naast conditie training, deze bleken 1 jaar na de interventie nog steeds een vergrote spierkracht te hebben. Dit is volgens Opdenacker et al.(2011) zeer gunstig voor de balans en kwaliteit van leven bij ouderen.

Aanbevelingen voor verder onderzoek

De onderzoeken geven aan dat beweging een gunstig effect heeft op de gezondheid van de mens en het ook een behandelmethode is voor het verminderen van het MetS. Het blijft noodzakelijk om hier verder onderzoek naar te doen aangezien het van belang is om voor deze patiëntengroep behandelmethodes te ontwikkelen die kunnen dienen als preventie voor andere aandoeningen, zoals diabetes en hart en vaatziekten. Het MetS behandelt men niet met één trainingperiode. Patiënten

moeten hun eet- en leefgewoontes aanpassen, waardoor ze ook op lange termijn de ziekte kunnen bestrijden. Er zal meer onderzoek gedaan moeten worden naar de mogelijkheid om een actievere levensstijl aan te leren. En er zullen vervolgstudies moeten worden uitgevoerd zodat ook hier meer inzicht in komt.

Andere meetwaardes

De meetwaardes in het onderzoek zijn verschillend. De verschillende factoren worden onderzocht maar er wordt ook gebruik gemaakt van het lichaamsgewicht, BMI, vetpercentages, VO2max en HbA1c waarde, z-score en prevalentie van MetS volgens de definitie die gebruikt werd in het onderzoek. Het effect op het lichaamsgewicht en BMI is mogelijk niet zuiver. Indien er krachttraining wordt gegeven neemt de spiermassa toe, spiermassa is zwaarder dan vetmassa waardoor uiteindelijk het gewicht of BMI niet verandert of mogelijk zelfs verhoogt. Hierdoor is het beter om te kijken naar de veranderingen van lichaamscompositie en de buikomvang te meten.

De VO2max waarde wordt gezien als meetinstrument voor de fysieke fitheid. Deze fitheid is een individuele factor op het risico van hart en vaat ziekten (Sassen et al.2009) De HbA1c waarde kijkt naar de bloedsuikergehalte over de afgelopen 3 maanden. Hoe hoger dit getal hoe meer schommelingen en hoge waardes er zijn geweest. Met deze waarde kunnen lange termijn effecten van de training worden waargenomen.

Het is onbekend welke van de vijf factoren van het MetS de meeste invloed heeft op het krijgen van hart- en vaatziektes. Wel is bekend dat de vijf factoren samen een verhoogd risico vormen voor hart en vaatziektes. Daarom is het van belang voor het bepalen van de effectiviteit van training de prevalentie daling van het MetS vast te stellen. Het nadeel van het prevalentie cijfer is dat bij een kleine verandering rondom de ijkpunt een groot effect wordt toegekend aan therapie, terwijl het effect in absolute termen klein is. Ook is het mogelijk dat er bij een grote waarde daling van de factor niet wordt waargenomen omdat het niet over de kritische grens heen gaat. En dus niet daalt in het prevalentie cijfer. Om dit probleem op te lossen is de z-score ontwikkeld en hierin is voorzien in een continue meting van de vijf factoren. Waardoor dit voor elk individu een specifieke diagnostische waarde heeft in het verlagen van het MetS.

Al deze meetwaardes hebben een functie, het is dus van belang om de verschillende meetinstrumenten te gebruiken. Ook is het dan makkelijker om de onderzoeken met elkaar te vergelijken.

Conclusie

Op de vraag hoe het MetS het best behandeld kan worden door of matige intensiteit training, hoge intensiteit training, krachttraining of combinatie hiervan, is niet te beantwoorden met behulp van deze literatuurstudie. Wat unaniem wel naar voren komt is dat training op zich gunstig is voor het verlagen van het MetS. Er zal verder onderzoek gedaan moeten worden en met name ook met een goede vervolgstudie om ook de lange termijn effecten vast te stellen.

De kwaliteit van leven kan op veel verschillende manieren worden vastgelegd . Ook moet er rekening mee worden gehouden dat de kwaliteit van leven niet altijd is verminderd bij mensen met MetS .Het is van belang om dit goed te weten voor het vaststellen van de effectiviteit van de therapie. Naar de therapie trouw is nog niet voldoende onderzoek gedaan. Indien de therapie betaalbaar moet blijven zou er meer gekeken moeten worden naar therapie die zonder begeleiding voortgezet kan worden.

Bronvermelding

Balducci S. et al.(2010). Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 20(8), 608-17.

Bateman L.A. et al. (2011). Comparison of aerobic versus resistance exercise training effects on metabolic syndrome (from the Studies of a Targeted Risk Reduction Intervention Through Defined Exercise - STRRIDE-AT/RT). *Am J Cardiol*. 15, 108(6), 838-44.

Blokstra A. et al. Nederland de Maat Genomen, 2009- 2010 : Monitoring van risicofactoren in de algemene bevolking, RIVM, terugvinden op <http://www.rivm.nl/Bibliotheek/Wetenschappelijk/Rapporten/2012/januari>

Dekker J.M. Et al.(2005). Metabolic Syndrome and 10-Year Cardiovascular Disease Risk in the Hoorn Study, *Circulation* 112, 666-673. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.104.516948

Grundy S.M. et al.(2004). Implications of Recent Clinical Trials for the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III Guidelines, *circulation*, 110, 227-239. doi: 10.1161/01.CIR.0000133317.49796.0E

Hansen D. et al.(2010). The impact of training modalities on the clinical benefits of exercise intervention in patients with cardiovascular disease risk or type 2 diabetes mellitus. *Sports Medicine*, 40(11), 921-40.

Hwang C.L. (2011). Effect of aerobic interval training on exercise capacity and metabolic risk factors in people with cardiometabolic disorders: a meta-analysis, *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 31(6), 378-385.

Irving B.A. et al.(2008). Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. *Med Sci Sports Exerc*. 40(11), 1863-72

Johnson J.L. et al.(2007). Exercise training amount and intensity effects on metabolic syndrome (from studies of a targeted risk reduction intervention through defined exercise). *Am J Cardiol* 15, 100(12), 1759-66

Levinger I et al.(2007). The effect of resistance training on functional capacity and quality of life in individuals with high and low numbers of metabolic risk factors. *Diabetes Care*, 30(9): 2205-10.

Mottillo S. et al.(2010).The Metabolic Syndrome and Cardiocascular Risk, *journal of the american college of cardiology*, 56(14), 1113-1132.

Opdenacker J. et al.(2011). A 2-year follow-up of a lifestyle physical activity versus a structured exercise intervention in older adults. *J Am Geriatr Soc*, 59(9), 1602-11. doi: 10.1111/j.1532-415.2011.03551.x.

Perri M.G. et al.(2002). Adherence to exercise prescriptions; effects of prescribing moderate versus higher levels of intensity and frequency. *Health Psychol.* 21(5), 452-8.

Sassen B. et al.(2009). Physical fitness matters more than physical activity in controlling cardiovascular disease risk factors. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 16(6), 677-83.

Sassen B. et al.(2011). Predictors of healthcare professionals' intention and behaviour to encourage physical activity in patients with cardiovascular risk factors. *BMC Public Health*, 11(1), 246-256.

Scott M. et al.(2005). Diagnosis and Management of the Metabolic Syndrome : An American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement, *circulation* 112, 2735-2752. doi: 10.1161/circulationaha.105.169404

Strasser B. (2010). Resistance training in the treatment of the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of the effect of resistance training on metabolic clustering in patients with abnormal glucose metabolism, *Sports Medicine*, 40(5), 397-415.

Tjønnå A.E. et al.(2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome. *Circulation*, 118(4), 346-54.

Vetter M. et al.(2011). Relation of health-related quality of life to metabolic syndrome, obesity, depression and comorbid illnesses. *International journal of obesity*, 35(8): 1087-94.