

# Kracht- of conditietraining: de beste therapie voor obese volwassenen

Afstudeeropdracht Gordon D. Alexander  
Hogeschool Utrecht, Faculteit Gezondheidszorg, Instituut voor Bewegingsstudies, Opleiding Fysiotherapie.  
Mei 2008

## **Samenvatting**

*Achtergrond:* De noodzaak van diabetespreventie is de laatste jaren veelvuldig onderstreept. De uitkomsten van onderzoeken naar resultaten van interventiemethoden zijn moeilijk vertaalbaar naar behandelstrategieën door fysiotherapeuten.

*Doel:* Het beschrijven van effecten van interventiemethoden, die gebruik maken van vergrote fysieke activiteit, op het bloedglucose metabolisme bij obese volwassenen.

*Methoden:* Artikelen zijn gezocht via internet-zoekmachines Pubmed/MEDLINE, Embase, Google scholar en Omega/catalogus van de Medische Bibliotheek Utrecht.

*Resultaten:* 2 reviews, 5 RCT's en 5 klinische, gerandomiseerde of controlled trials.

*Conclusie:* Krachttraining en conditietraining hebben beide positieve effecten op de insulinerwerking en daarmee op het glucose metabolisme. Er zijn geen significante verschillen in effecten tussen beide trainingsvormen gevonden.

## **Inleiding**

Sinds 27 maart 2002 hanteert de American Diabetes Association (ADA) een nieuwe term om een gezondheidstoestand te benoemen die in de geïndustrialiseerde wereld steeds vaker voorkomt: pre-diabetes. Deze term is inmiddels ook in Nederland ingeburgerd en beschrijft een toestand waarin de bloedsuikerspiegelwaarden hoger zijn dan normaal, maar waarin nog niet gesproken kan worden van diabetes mellitus type 2 (T2DM). Twee pathofysiologische processen die in de ontwikkeling van T2DM een rol spelen zijn Impaired Fasting Glucose (IFG) en Impaired Glucose Tolerance (IGT) (**Petersen 2005**). IFG en IGT zijn beide indicatoren voor een gestoorde bloedsuikerregulatie. In figuur 1 is te zien dat tussen normale en pathologische bloedsuikerwaarden een gebied bestaat waarin de gestoorde bloedglucose-regulatie tot uiting komt in verhoogde waarden.

Diagnostische criteria voor diabetes en gestoorde glucose regulatie

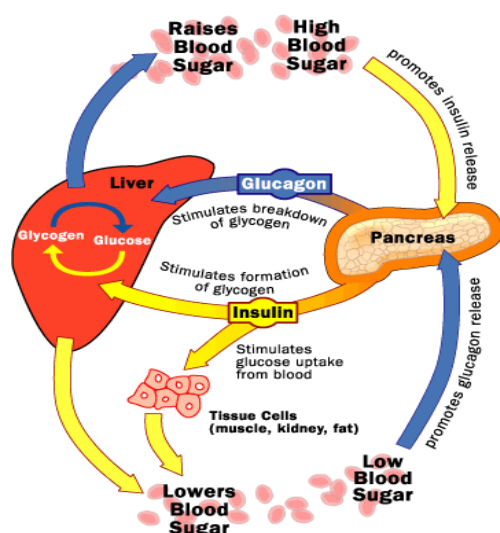
Categorie	Uitkomstwaarden Fasting Plasma Glucose-test	Uitkomstwaarden 2-uur plasma glucose-test
Normaal	<100 mg/dL ( $<5.6$ mmol/L)	<140 mg/dL ( $<7.8$ mmol/L)
IFG	100-125 mg/dL (5.6-6.9 mmol/L)	---
IGT	---	140-199 mg/dL (7.8-11.0 mmol/L)
Diabetes	126mg/dL (7.0 mmol/L)	200 mg/dL (11.1 mmol/L)

Indicatoren voor een gestoorde bloedglucoseregulatie: IFG(impaired fasting glucose) en IGT (impaired glucose tolerance)

**Figuur 1.** Naar: Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus...

Het overgrote deel van personen in deze zone leidt aan het metabool syndroom en loopt een vergroot risico om T2DM te ontwikkelen en daarnaast cardiovasculaire complicaties te krijgen (**Dagogo-Jack 2005**). T2DM kan dan ook niet gezien worden als een aparte ziekte-entiteit, maar als onderdeel van een complex aan risicofactoren voor het ontstaan van hart- en vaatziekten. Dit complex omvat stoornissen als overgewicht, toegenomen heup-taille omvang, glucose intolerantie, insulineresistentie en hyperinsulinemie en stoornissen in de vetstofwisseling (**Heine 1994**). Om deze reden vormen obese en niet obese personen met een gestoorde bloedglucose-regulatie een belangrijke doelgroep voor interventies gericht op de preventie en vermindering van symptomen van T2DM. Veelvuldig is onderzoek gedaan naar de resultaten van interventies die veelal in combinatie werden toegepast. De belangrijkste interventiemethoden die in de literatuur beschreven staan zijn gewichtsverlies door het verhogen van het dagelijks activiteitsniveau, sporten, diëten, gedragstherapie en gewichtsverminderende operatieve ingrepen of een combinatietherapie met twee of meerdere bovengenoemde interventiemethoden, farmacotherapie, stoppen met roken, matigen van alcoholgebruik en voorlichting (**Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults 1998**).

De resultaten van deze gecombineerde interventies tonen aan dat "lifestyle changes" en gewichtsverlies de kans op T2DM aanzienlijk kunnen verkleinen (**Eriksson et al. 1991, Pan et al. 1997 en Hu et al. 2004**). De rol van de fysiotherapeut als gezondheidscoach voor (pre-)diabeten en obesitas patiënten bestaat voornamelijk uit het helpen ontwikkelen van een actieve leefstijl door een structurele verandering van het beweeggedrag (**Boomsma 2006**). Gewichtsbeheersing en conditieverbetering zijn hierbij belangrijke doelstellingen; kracht en uithoudingsvermogen de voornaamste behandelbare grootheden. In dit artikel wordt geprobeerd de vraag te beantwoorden: "Wat zijn de verschillen in effect tussen krachttraining en conditietraining op het bloedglucosemetabolisme van obese en niet obese volwassenen?".



**Figuur 2.** Het bloedglucose metabolisme en de rol van glucagon en insuline. (afbeelding via [www.google.com/images](http://www.google.com/images))

## **Methode**

Met gebruik van de zoekmachines Pubmed, Embase, Google scholar is gezocht naar artikelen beschikbaar op internet. Daarnaast is via geïntegreerde zoekmachines van de Medische Bibliotheek Utrecht gezocht met hiernavolgende zoektermen.

Voor doelgroep: "prediabetes", "prediabetic state", "obesity", "Impaired Fasting Glucose" en "IFG", "Impaired Glucose Tolerance" en "IGT".

Voor determinant: "intervention", "prevention", "exercise", "physical activity", "training", "resistance", "strength", "endurance" en "aerobic".

Voor uitkomst: "glycemic control", "insulin resistance", "body mass index", "glucose metabolism" en "bloodglucose level".

De resultaten van de verschillende afzonderlijke zoekopdrachten zijn voorts gecombineerd. Om het vinden van geschikte artikelen te vereenvoudigen zijn op het gecombineerde zoekresultaat de volgende inclusiecriteria toegepast: gevonden artikelen moesten in het Engels of Nederlands zijn geschreven, van een recente datum zijn, d.w.z. niet ouder dan 10 jaar. De doelgroep van het onderzoek moest volwassenen betreffen en een "free full text" moest verkrijgbaar zijn.

Na handmatige screening op relevantie door titel/samenvatting door te nemen, is wederom gebruik gemaakt van bovengenoemde internet-zoekmachines om waar mogelijk referenties uit gevonden artikelen te verkrijgen. Het uiteindelijk resultaat van de zoekopdracht was 48 artikelen, waarvan er 12 zijn gebruikt in dit artikel: 5 randomized controlled trials, 2 reviews, 3 clinical trials, 1 controlled trial en 1 randomized trial.

## **Resultaten**

### *Effecten van krachttraining*

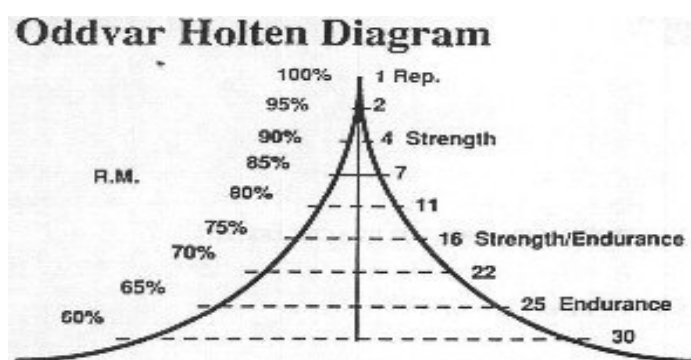
**Braith et al.** hebben in een review in 2006 de rol van krachttraining in de preventie van cardiovasculaire aandoeningen en de effecten op het bloedglucose regulerende systeem onderzocht. Zij maakten gebruik van 104 artikelen om te komen tot 7 conclusies over het verminderen c.q. beperken van het risico op cardiovasculaire aandoeningen door interventies gebruik makend van krachttraining. De twee belangrijkste conclusies met betrekking tot de beantwoording van de vraagstelling van dit literatuuronderzoek zijn hieronder beschreven. Ten eerste lijkt krachttraining de glucosetolerantie niet te beïnvloeden, maar lijkt daarentegen wel een positief effect te hebben op de werking van insuline. De basis voor aanbevelingen om krachttraining als interventiemethode te gebruiken om diabetes te voorkomen bij mensen met een abnormaal glucosemetabolisme berust op het feit dat spiercontracties glucoseopname in skeletspieren vergroten (**Holloszy et al. 1996**). Aërobe activiteiten zorgen ervoor dat grote spiergroepen gedurende langere tijd actief zijn. Trainingsvormen waarbij het totale segment aan spieren middels krachttraining geprikkeld wordt, kunnen eenzelfde of grotere absolute activiteit van de totale spiermassa vragen (**Albright et al. 2000**). Deze conclusie is voornamelijk gebaseerd op het feit dat krachttraining de spiermassa meer vergroot dan aërobe trainingsvormen. De totale massa lichaamsvet daarentegen neemt meer af bij aërobe trainingsvormen. Aangezien er geen significante verschillen in glucosemetabolisme tussen de twee trainingsvormen gevonden werden, lijkt door de vergrote spiermassa het basale metabolisme meer verhoogd te worden dan door vermindering van lichaamsvet. De HbA1c-waarde (zie kader 1.) wordt door krachttraining aanzienlijk verlaagd. Hierbij is de intensiteit van de training maatgevend: alleen bij trainingsperioden langer dan 2 maanden en/of training waarbij met meer dan 50% van de bij baseline bepaalde 1RM (zie figuur 3 en kader 2.) werd getraind, gaven positieve effecten in de HbA1c-waarden.

**HbA1c**, hemoglobine van het type A1c, is een eiwit waaraan glucose in het bloed zich hecht. Deze geglycosyleerde hemoglobine heeft een gemiddelde levensduur van 120 dagen, voordat het door het lichaam wordt afgebroken. Hoe meer glucose zich er in het bloed bevindt, hoe hoger de hoeveelheid HbA1c in het bloed is. De HbA1c-waarde geeft daarom inzicht in de gemiddelde bloedglucosewaarde van de afgelopen 2 à 3 maanden en verschilt daarin van de bloedglucosewaarde, die een momentopname is van de hoeveelheid glucose in het bloed.

#### Kader 1.

Ten tweede lijkt krachttraining afzonderlijk cardiovasculaire risico's te verkleinen, maar zijn accurate voorspellende waarden voor de grootte van deze risicoverkleining niet gevonden. Mensen zonder cardiovasculaire aandoeningen die hun gezondheid willen verbeteren, doen er goed aan de geldende richtlijnen te volgen die krachttraining met gematigde intensiteit en aërobe trainingsonderdelen combineren (**Braith et al. 2006**).

Voor het overige geldt met betrekking tot de vormgeving van krachttraininginterventies dat een minimum frequentie van twee tot maximaal drie dagen per week de beste resultaten geeft. Een trainingssessie beslaat dan acht tot tien oefeningen die de grootste spiergroepen aanspreken, t.w. borst, schouders, armen, rug, buik, dijbenen en onderbenen. Optimale trainingseffecten worden gevonden bij een gewicht van 30-40% van 1RM voor bovenlichaamsoefeningen en van 50-60% voor onderlichaamsoefeningen. Voor alle spiergroepen geldt dat wanneer 12-15 herhalingen met een gewicht met geringe moeite gedaan kunnen worden, het gewicht verhoogd moet worden om via het overloadprincipe optimale groei te verwezenlijken. De voorkeur gaat vanuit het oogpunt van veiligheid uit naar krachttrainingstoestellen, maar losse gewichten en elastische banden kunnen ook gebruikt worden (**Pollock et al. 2000 en Franklin 2006**).



Figuur 3.

**1RM**, one repetition maximum, is het maximale gewicht dat een individu bij een bepaalde beweging of oefening één keer kan verplaatsen en wordt gebruikt om iemands maximale kracht te bepalen. Daarnaast kan 1RM gebruikt worden om een indicatie te geven van een gewenste trainingsintensiteit, als percentage van 1RM.

Kader 2.

**Andersen et al. (2003)** hebben de effecten van krachttraining op het glucose metabolisme onderzocht bij gezonde jonge volwassenen. Na een periode van 90 dagen met zware krachttraining en aansluitend een periode van 90 dagen zonder training hebben zij de totale lichaams- en beenglucoseopname vergeleken. 7 proefpersonen namen deel aan het onderzoek waarbij zij in de eerste periode van 90 dagen onderworpen werden aan 38 trainingsmomenten (3 maal per week). Per sessie werden 4 beenoefeningen gedaan: squats, incline leg presses, leg extensions, hamstring curls, en enkele bovenlichaamsoefeningen. Intensiteit bedroeg 4 of 5 sets per oefening met een progressieve weerstands aanpassing aan het maximaal haalbare aantal herhalingen met een bepaald gewicht (RM):

training 0-5 → 10-15 RM,

training 6-15 → 10 RM,

training 16-30 → 6-10 RM,

training 31-38 → 6-8 RM.

De tweede periode van het onderzoek besloeg eveneens 90 dagen, waarin de proefpersonen hun oude leefstijl hervatten zonder kracht- of conditietrainingmomenten. Door middel van het onderzoeken van biopsen van de m.vastus lateralis en met een techniek om de in vivo insulinegevoeligheid te meten (**DeFronzo, 1979**) werden na de eerste en na de tweede periode verschillende fysiologische uitkomsten vergeleken. Rekening houdend met de afname van spiermassa na de trainingsloze periode vonden **Andersen et al. (2003)** een afname van glucoseopname ten opzichte van de getrainde staat in zowel de getrainde spieren (m.vastus lateralis) als in het hele lichaam. Doorbloeding van de getrainde spieren nam af, maar niet significant. Na de interventieperiode en na de trainingsloze periode werden geen veranderingen in insulineconcentraties gevonden ten opzichte van baseline. Andersen et al. concludeerden dat glucoseopname per spierveleenheid zonder krachttraining aanzienlijk verminderde. Het lijkt daarom waarschijnlijk dat krachttraining de insulinewerking en daarmee de glucoseopname van skeletspieren positief beïnvloedt. Zij vonden geen correlatie tussen veranderingen in glucoseopname en veranderingen in spiermassa en concluderen daaruit dat de verhoogde glucoseopname niet louter het gevolg is van een grotere vetvrije massa, maar het gevolg is van kwalitatieve veranderingen per spiermassa-eenheid. De aard van deze kwalitatieve veranderingen is bij Andersen et al. niet bekend. Vermoed wordt dat zij te maken hebben met de lokalisatie van GLUT-4, dat glucose door de celmembraan transporteert. Krachttraining vormt om deze redenen een eventuele interventiemethode om mensen met een verminderde insulinewerking te behandelen. Daarnaast kan krachttraining een aantrekkelijke alternatieve vorm van trainen zijn voor zwaarlijvige T2DM-patienten die onwettelijk staan tegenover aërobe training.

**Ishii et al. (1998)** gebruikten voor hun onderzoek naar effecten van krachttraining op insulinegevoeligheid van 17 T2DM patiënten een niet gerandomiseerde indeling in een krachttrainingsgroep (KTG) van 9 personen en een controlegroep (C) van 8 personen, die vanwege orthopedische klachten niet konden trainen. De KTG trainde 4 tot 6 weken lang vijf maal per week. De training bestond uit het doen van 2 sets van 10 (bovenlichaam) of 20 (onderlichaam) herhalingen voor elk van de volgende 9 oefeningen: biceps-curls, military presses, squats, leg-extensions, heel raises, zittend roeien, push-ups, sit-ups met gebogen knieën en back extensions. Drie laatstgenoemde oefeningen werden met losse gewichten uitgevoerd. Bij de andere oefeningen werd getraind met 40-50% van het 1RM gewicht. De gewichten werden aangepast aan de krachtontwikkeling. Ishii et al. gebruikten dezelfde clamptechniek (zie kader 3.) als **Andersen et al.** in 2003 en kwamen via deze directe meetwijze tot de volgende resultaten: de insulinegevoeligheid verbeterde met 48% in de KTG ten opzichte van de controlegroep, waarbij geen significante veranderingen in lichaamssamenstelling of HbA1c waarde gevonden werden. Geconcludeerd kan worden dat door krachttraining met matige intensiteit en een groot volume verbeterde insulinegevoeligheid bewerkstelligd wordt en dat een verbeterd glucosemetabolisme hiervan het directe gevolg is. Verder meldden Ishii et al. dat in eerdere onderzoeken gesuggereerd werd dat krachttraining bij zowel diabeten als niet-diabeten de glucosetolerantie en/of insulinegevoeligheid zou verbeteren (**Miller et al. 1984, Hurley et al. 1988, Szczypaczewska, 1989 en Smutok et al. 1993**).

De **hyperinsulinemic euglycemic clamptechniek** is de gouden standaard om insuline resistentie te meten en wordt in klinisch onderzoek gebruikt om de effecten van verschillende medicamenten te onderzoeken. Tijdens de 2 uur durende procedure wordt via een perifere vene insuline toegediend. Elke 5-10 minuten wordt de bloedsuikerspiegel bepaald en afhankelijk van de bloedsuikerspiegelwaarde wordt ook glucose per infuus toegediend om de bloedsuikerspiegel stabiel te houden. De hoeveelheid glucose die in de laatste 30 minuten per infuus moet worden toegediend, bepaalt de mate van insulineresistentie. Hoe hoger de dosering glucose nodig om de bloedsuikerspiegel te reguleren, des te groter is de insulinegevoeligheid.

### Kader 3.

#### *Effecten van conditietraining*

In een review van controlled trials die het onafhankelijke effect van training op bloedglucosewaarden bij prediabeten bepaalden, vonden **Yates et al. (2007)** slechts één onderzoek dat de effectiviteit van vergrote fysieke activiteit had onderzocht, zonder daarbij gebruik te maken van andere interventies gericht op verandering in leefstijl of voedingspatroon: **Carr et al. (2005)** vonden dat 180 min. per week aërobe training met 70% HFreserve genoeg was om de insulinegevoeligheid te verhogen. De duur van de 2-jarige interventie en/of de intensiteit van de training bleek daarentegen de insulinegevoeligheid niet dusdanig te vergroten dat een significante verandering in uitkomsten van een orale glucose tolerantie test optrad. Yates et al. stelden dat het merendeel van de in hun review opgenomen RCT's interventies gebruikten die gewichtsverlies door aanpassingen in voedingspatroon en fysieke activiteit aanmoedigden. Het onafhankelijke effect van training bleef hierdoor twijfelachtig en kon niet leiden tot conclusies over de hoeveelheid training die nodig is voor de preventie van T2DM.

**Ross et al. (2004)** onderzochten in een RCT het onafhankelijke effect van gewichtsverlies door dieet of door training op insulineresistentie en obesitas. Daarnaast evalueerden zij of training zónder gewichtsverlies invloed had op insulineresistentie. Hiervoor ondergingen 54 obese prémenopausale vrouwen een interventieprocedure van 14 weken. Zij werden ingedeeld in één van vier groepen: dieet en gewichtsverlies (DGV), training met gewichtsverlies (TGV), training zonder gewichtsverlies (TZGV) en een gewichtsstabiele controlegroep (C). Training bestond uit dagelijkse verbranding van 500 kcal bij ~80% HFmax op een loopband, waarvoor gemiddeld 63 tot 64 minuten tijd nodig was. Na afloop van de interventieperiode werd gevonden dat ten opzichte van de controlegroep de cardio-respiratoire gezondheid in beide trainingsgroepen, TZGV en TGV, met respectievelijk 23 en 24 % was verbeterd. In beide gewichtsverlies-interventie-groepen (TGV en DGV) waren verder significante afnamen in totale en abdominale vetmassa ten opzichte van de controlegroep. De TGV verloor daarbij gemiddeld 2,6 kg meer vetmassa dan de DGV, voornamelijk abdominaal. Dit resulteerde daarmee in de grootste significante middelomtrekafname van alle groepen.

Aangaande effecten op het glucosemetabolisme vonden Ross et al. dat glucose opname uit de bloedbaan door spieren (eng.: glucose disposal) significant verbeterde (+7.2 mg/kg spier per minuut) in de TGV-groep ten opzichte van de controlegroep, terwijl deze in DGV en TZGV niet veranderden.

Eerder onderzochten **Ross et al. (2000)** dezelfde effecten van training, al dan niet gecombineerd met gewichtsverlies, bij 52 obese mannen. Hierbij was de interventieperiode 12 weken en trainden de TGV en TZGV groepen dagelijks met een intensiteit van ongeveer ~80% HFmax, maar niet meer dan 70% van hun VO<sub>2</sub>max op een loopband om 700 kcal te verbranden. TGV en TZGV groepen verbeterden hun cardiovasculaire fitheid (VO<sub>2</sub>max) met ~16% ten opzichte van de controlegroep. Beide gewichtsverlies-interventie-groepen (TGV en DGV) lieten

significante afnamen in totale vetmassa ten opzichte van de controlegroep zien, resulterend in een gemiddelde gewichtsafname van 7,5 kg (8%). TGV verloor daarbij gemiddeld 1,3 kg meer vetmassa dan de DGV, voornamelijk abdominaal.

Glucose disposal nam toe bij zowel TGV (7.2 mg/kg spier per minuut) als bij DGV (5,6 mg/kg spier per minuut). Uit de resultaten concludeerden de onderzoekers dat dagelijkse training van ongeveer 60 minuten met een intensiteit van ~80% HFmax, zowel met als zonder gewichtsverlies door verminderde abdominale vetmassa effectief is om obesitas en daarmee T2DM te bestrijden of voorkomen. Opvallend is dat bij vrouwen dieetinterventie in 2004 niet resulteerde in vergrootte glucoseverwerking door spieren. In 2000 werd dit voor mannen wel aangetoond. Voorts moet rekening gehouden worden met het verschil in energieverbruik tussen mannen en vrouwen bij dezelfde intensiteit van ~80% HFmax. Mannen en vrouwen verbruikten in hetzelfde tijdsbestek 700 kcal respectievelijk 500 kcal, maar vergrootten beiden de glucose opname met 7,2 mg/kg spier per minuut.

In een studie onder 596 gezonde, maar inactieve mannen en vrouwen (316v./280m.) onderzochten **Boulé et al. (2005)** de effecten van training op de glucose homeostase. Tijdens de interventieperiode van 20 weken, waarin 3 trainingsmomenten per week plaats hadden, bestond de training uit fietsen op een fietsergometer, die computergestuurd de weerstand aanpaste om de hartfrequentie constant op het gewenste niveau te houden. In week 1-14 werden hartfrequentie opgevoerd van 55% naar 75% van HF overeenkomend met  $VO_2max$  gemeten bij aanvang interventie en effectieve trainingstijd van 30 naar 50 minuten per dag. De resterende 6 weken werden de intensiteit en omvang van week 14 gehandhaafd.

Middels een intraveneuze glucosetolerantie-test vóór en in de laatste fase van de interventie (na ~52,3 trainingssessies) en een radioimmuno-assay werd een veelvoud aan directe en afgeleide glucose metabolische waarden berekend en vergeleken.

Boulé et al. vonden over de totale interventiegroep een significante verhoging van de insulinegevoeligheid van 10%, die bij mannen significant groter was dan bij vrouwen -16% tegenover 5%- en daarnaast, niet significant, een tweemaal hogere insulinegevoeligheid bij zwarten dan bij blanken (16% vs. 8%). Insuline gevoeligheid bij zwarte vrouwen veranderde van 2.35 naar 2.68 ( $10^{-4} \text{ min} \cdot \text{mU}^{-1} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) en bij blanke vrouwen van 4.08 naar 4.15. Bij zwarte en blanke mannen veranderde deze waarde van 2.15 naar 2.60, respectievelijk van 3.29 naar 3.80 ( $10^{-4} \text{ min} \cdot \text{mU}^{-1} \cdot \text{ml}^{-1}$ ). Deze studie had geen controlegroep, waardoor het effect van de resultaten moeilijk te interpreteren is. Daarentegen beschreef de studie wel een groot aantal participanten (n = 596).

Eveneens in een studie zonder controlegroep stelden **O'Leary et al. (2005)** dat aërobe training bij obese ouderen het glucosemetabolisme verbeterde door visceraal vetverlies en de hiermee samenhangende omkering van insulineresistentie bevorderde. In hun onderzoek onderwierpen zij 16 ouderen met een gemiddelde leeftijd van 63 jaar aan een interventiestrategie van 12 weken, waarin zij 5 dagen per week 60 minuten fietsten of op een loopband liepen. In de eerste 4 weken werd de intensiteit opgevoerd van 60% naar 85% HFmax en vervolgens voor de resterende weken op 85% HFmax gehouden. O'Leary et al. gebruikten een orale glucose tolerantie test om te constateren dat na de interventie de insulineresistentie significant was verminderd. De nuchtere insulineaarden waren lager, waar de bloedglucosewaarden niet veranderden. De cardiovasculaire gezondheid ( $VO_2max$ ) verbeterde met 14% en de verandering in insulineresistentie leek een omgekeerde correlatie te hebben met de gemeten  $VO_2max$ . Het vergroten van de cardiovasculaire fitheid liet een toename van de insulinegevoeligheid zien.

In een recente RCT door **Weiss et al. (2006)** bleek dat gewichtsverlies en verlies van buikvet de glucose tolerantie en werking van insuline bevorderden, zowel door dieet als door training. 46 inactieve obese volwassenen werden in een trainingsgroep (TG), dieetgroep (DG) en gezonde leefstijl/controlegroep (C) geplaatst. Gedurende 12 maanden trainde TG gemiddeld 5,8 keer per week ~62 minuten met een intensiteit van ~71% HFmax wandelend, rennend, fietsend of op een crosstrainer.

TG verbrandde 16-20% meer energie per dag waar DG met gelijke tred 16-20% minder calorieën binnenkreeg. Na afloop van de interventie waren in TG en DG de waarden die de insuline gevoeligheid bepaalden verbeterd (64,4% en 26%) en de nuchtere glucose waarden van het bloed significant verminderd ten opzichte van de controlegroep C. Daarentegen waren de verschillen tussen beide interventiegroepen TG en DG niet significant. Weiss et al. suggereerden met hun onderzoek dat zowel dieet als training met bovenbeschreven omvang en intensiteit, door gewichtsverlies, verbeterde glucosetolerantie en insulinerwerking kon bewerkstelligen.

#### *Effecten van krachttraining en conditietraining vergeleken*

**Rice et al. (1999)** onderzochten in een RCT onder 29 obese mannen de effecten van dieet (DG), dieet plus aërobe training (DATG) en dieet plus krachttraining (DKTG) op bloedglucose en -insuline waarden. De energie-inname voor alle participanten werd met 1000 kcal per dag verminderd gedurende de 16 weken durende interventie. De aërobe training bestond uit 5 dagen per week lopen, fietsen of traplopen op stationaire fitnessstoestellen. De duur werd uitgebreid van ~19 naar maximaal 60 minuten (gemiddeld 37 min.) en de intensiteit van 50% naar 85% HFmax (gemiddeld 77%), afhankelijk van individueel prestatievermogen. De krachttraining vond 3 dagen per week plaats en werd voorafgegaan door een warming-up en stretching. Behalve voor sit-ups werd voor leg-extension, leg-curl, latissimus pull-down, bench-press, shoulder press, triceps extension en biceps curl gebruik gemaakt van krachttrainingstoestellen. DKTG werd verbaal aangemoedigd om tot uitputting tussen 8-12 herhalingen per oefening te halen. Wanneer het maken van 12 herhalingen mogelijk was, werd de weerstand verhoogd. Iedere sessie duurde ~30 minuten. Terwijl na de interventie de bloedglucosewaarden niet significant verlaagd waren, vonden Rice et al. wel significante verlaging van insulineconcentraties en vetweefsel in alle groepen. De cardiovasculaire fitheid van DATG verbeterde met 14% en de kracht van DKTG nam met 12% (bovenlichaam) en 18% (onderlichaam) toe. Geen significante verschillen werden gevonden tussen krachttraining en conditieverbetering als interventie. Ten opzichte van de dieetinterventie waren verschillen in insulinerwerking wel significant afgenomen. Kracht- en conditietraining met de hierboven beschreven minimale omvang en intensiteit werden in deze RCT beide geacht de glucosetolerantie en insulinerwerking te bevorderen en, wanneer met regelmaat getraind werd, van waarde te zijn in de preventie van T2DM en cardiovasculaire ziektebeelden.

In het licht hiervan onderzochten **Banz et al. (2002)** bij 19 mannen, die naast obesitas nog tenminste één andere risicofactor voor het krijgen van een cardiovasculair ziektebeeld hadden, de verschillen in effect tussen kracht- en conditietraining. De interventie duurde 10 weken, waarbij de krachttrainingsgroep (KTG) 3 maal per week 8 oefeningen deed. Elke oefening (military press, leg-extension, bench press, leg curl, lat.pull-down, triceps push-down, biceps curl en sit-ups) werd in 3 sets van 10 herhalingen volbracht. Gewichten werden dusdanig verhoogd dat participanten met submaximale krachtsinspanning de sets konden afmaken.



De aërobe trainingsgroep (ATG) maakte gebruik van een apparaat dat skibewegingen nabootste om 3 maal per week ~40 minuten met intensiteit 85% HFmax te bewegen. Bewegingsuitslagen en snelheid van bewegen werden door participanten zelf verhoogd om de gewenste intensiteit te benaderen.

De KTG groep liet een submaximale krachtstoename van 153% t.o.v. baseline zien, de ATG groep vergrootte zijn gemiddelde energieverbruik door training met 227%. Zowel voor, tijdens, als na de interventie werden geen significante verschillen in bloedglucosewaarden of insulineconcentraties gevonden. Wel hadden na 10 weken KTG en ATG een significante afname van de middelomtrek. Banz et al. concludeerden dat beide trainingsvormen unieke voordelen hebben op alle cardiovasculaire risicofactoren en gecombineerd het beste resultaat zouden kunnen geven. Aangezien de uitkomsten in verschillende eenheden werden uitgedrukt (krachtstoename vs. energieverbruik), konden de verschillen in effect niet met elkaar vergeleken worden.

In een klinische studie uit 2007 beschreven **Ahmadizad et al.** de effecten van kracht- en conditietraining op de insuline resistentie bij 24 gezonde mannen. De mannen werden ingedeeld in een krachtraininggroep (KTG), een conditietraininggroep (ATG) en een controlegroep (C). KTG en ATG traiden 12 weken lang 3 maal per week. Krachtraining bestond uit 11 oefeningen op krachtrainingtoestellen in circuitvorm opgesteld met 30 seconden rust tussen de oefeningen. Iedere oefening werd in 4 sets van 12 herhalingen gedaan met een gewicht van 50-60% van 1RM-baseline in 50-60 minuten per trainingssessie exclusief warming-up en cooling-down. De conditietraining bestond uit 20-30 minuten per sessie hardlopen, met een intensiteit van 75%-85% HRmax, ook voorafgegaan door warming-up en afgesloten met cooling-down. Na de interventie waren geen veranderingen in bloedglucoseconcentratie in KTG en ATG waargenomen. Daarentegen was er in KTG en ATG wel een significante toename van de insulinegevoeligheid van respectievelijk 38% en 35%, waar deze in C niet significant veranderd was. Deze uitkomsten leidden tot de conclusie van Ahmadizad et al. dat conditietraining en krachtraining in circuitvorm, los van veranderingen in lichaamsgewicht de insuline gevoeligheid positief beïnvloeden.

## **Discussie**

In dit artikel is geprobeerd inzicht te krijgen in de verschillen in effect tussen krachtraining en conditietraining op het glucose metabolisme van obese en niet obese volwassenen. De beschreven artikelen verschillen sterk in opzet van het onderzoek. De 2 gebruikte reviews zijn zeer recent en gaven een inzicht in de tendens van onderzoek naar de verschillen tot op heden. **Braith et al.(2006)** beschreven alle noemenswaardige effecten van krachtraining uit 104 artikelen, maar lieten hierbij geen cijfers zien die hun bevindingen konden staven. De review van **Yates et al.(2007)** liet deze cijfers wel zien, maar beschreef slechts één controlled trial waarin trainingseffecten los van andere interventies werden gevonden. De waarde van deze review voor het beantwoorden van de vraag of krachtraining of conditietraining beter in staat is het glucosemetabolisme te beïnvloeden, is daarom klein. Het aantal proefpersonen in de interventiegroepen varieerde van

7 in het onderzoek van **Andersen et al. (2003)** tot 596 in dat van **Boulé et al.(2005)**. Gemiddeld bevatten de interventiegroepen hierdoor ~85 proefpersonen waarbij het onderzoek met de grootste interventiegroep een vertekend beeld geeft over de verdeling (~28 zonder **Boulé et al.(2005)**). De verhouding tussen het aantal mannen en vrouwen in de onderzoeken is divers. **Ishii et al. (1998)** gaven überhaupt niet aan of de proefpersonen man of vrouw

waren. De artikelen die onderzoek beschreven waarin kracht- en conditietraining direct met elkaar vergeleken werd, onderzochten alle de effecten hiervan alleen bij mannen. Ook **Andersen et al. (2003)**, die de effecten van krachttraining onderzochten, deden dit uitsluitend bij mannen. Verder onderzoek naar de effecten van krachttraining bij vrouwen is daarom wenselijk. In de andere onderzoeken waren meer vrouwen dan mannen onderdeel van de interventiegroep en varieerde het percentage vrouwen in de groep van 53% tot 69%. **Ross et al.** deden in 2000 en 2004 twee vrijwel identieke onderzoeken, eerst bij 52 mannen en later bij 54 vrouwen. De uitkomsten van deze twee onderzoeken gaven weer dat de effecten van conditietraining bij mannen en vrouwen even groot waren, maar dat er een duidelijk verschil in energieverbruik tussen beiden was. Dit heeft consequenties voor de intensiteit en omvang van trainingsinterventies, die bij mannen groter moeten zijn dan bij vrouwen.

Ten aanzien van de duur van de interventies kan gezegd worden dat in 6 weken de insulinegevoeligheid verbeterd kan worden door krachttraining (**Ishii et al.1998**). **Weiss et al.(2006)** zagen dat ook conditietraining dit effect kon hebben na een interventie van 12 maanden. In de overige beschreven onderzoeken werden vergelijkbare resultaten gevonden na gemiddeld 13,5 weken. Deze gemiddelde interventieduur kan als voorspellende waarde gebruikt worden om effecten van trainingsinterventies te vertalen naar richtlijnen voor individuele trainingsprogramma's voor obese volwassenen met een abnormaal bloedglucosemetabolisme. De intensiteit van de verschillende conditietraininginterventies lag rond 70% HFmax en gaf positieve effecten op het bloedglucosemetabolisme. Het verdient aanbeveling om, gezien eventuele bewegingsangst en aanpassingen van het cardiovasculaire systeem, deze intensiteit geleidelijk op te voeren tot deze 70% HFmax. Dat bot-, pees- en spierweefsel een vergelijkbare periode van aanpassing vraagt om niet overbelast te worden is een feit van algemene bekendheid. Het aanpassen van weerstand aan de 1RM bij krachttraininginterventies dient daarom ook gradueel te verlopen tot 30%- 40% 1RM voor bovenlichaamsoefeningen en tot 50%-60% 1RM voor onderlichaamsoefeningen te worden opgevoerd (**Braith et al.2006**). De keuze voor krachttraining of conditietraining is los van de effecten afhankelijk van de motivatie van de patiënt. Het is niet ondenkbaar dat obese volwassenen een voorkeur hebben voor één van beiden (**Andersen et al. 2003**).

Tot slot was het moeilijk de uitkomsten van de onderzoeken te vergelijken en ze op waarde te schatten aangezien niet alle onderzoeken gebruik maakten van een gerandomiseerde controlegroep. De bevindingen van **Boulé et al. (2005)** en **O'leary et al. (2005)** lieten een verbetering van de insulinegevoeligheid door conditietraining zien, maar missen, bij gebrek aan een controlegroep, aan gewicht om te komen tot overtuigende conclusies of aanbevelingen. Op dit moment is er geen richtlijn voor fysiotherapeuten voor de behandeling van obese volwassenen. De komst van de conceptrichtlijn 'Diagnostiek en Behandeling van Obesitas bij volwassenen en kinderen' van het kwaliteitsinstituut voor de gezondheidszorg CBO, maakt wellicht de weg vrij voor het KNGF om een richtlijn voor fysiotherapeuten te ontwikkelen.

## **Conclusie**

In dit artikel is getracht de vraag te beantwoorden: "Wat zijn de verschillen in effect tussen krachttraining en conditietraining op het bloedglucosemetabolisme van obese en niet obese volwassenen?". Teneinde de gezondheid van obese en niet obese volwassenen met een gestoorde bloedglucoseregulatie te verbeteren, om te voorkomen dat zij diabetes mellitus type 2 ontwikkelen, is het verbeteren van het glucosemetabolisme van groot belang. Krachttraining en conditietraining hebben beide positieve effecten op de insulinegevoeligheid en daarmee op het glucosemetabolisme. De keuze voor één van beide trainingsvormen kan niet door resultaten van de in dit artikel beschreven onderzoeken worden gemaakt, omdat er geen significante

verschillen in effect tussen de twee gevonden zijn. De voorkeur van de patiënt en de visie van de fysiotherapeut kunnen doen besluiten één vorm te kiezen of een combinatie van beiden te gebruiken om de het glucosemetabolisme te verbeteren.

### **Referenties**

- Ahmadizad S, Haghghi AH, Hamedinia MR.** (2007) Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *European Journal of Endocrinology* 157:p.625–631.
- Andersen JL, Schjerling P, Andersen LL, Dela F.** Resistance training and insulin action in humans: effects of de-training. *J. Physiol.*551:p.1049-1058.
- Albright A, Franz M, Hornsby G, Kriska A, Marrero D, Ullrich I, Verity LS.**(2000) American College of Sports Medicine position stand: exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc.*32:p.1345-1360.
- Banz WJ, Maher MA, Thompson WG, Bassett DR, Moore W, Ashraf M, Keefer DJ, Zemel MB.**(2003) Effects of resistance versus aerobic training on coronary artery disease risk factors. *Exp Biol Med.*228:p.434-440.
- Boomsma LJ, Lakerveld-Heyl K, Gorter KJ, Postma R, Van de Laar FA, Verbeek W, Van Ravensberg CD, Flikweert S.** (2006) Landelijke Eerstelijns Samenwerkings Afspraak Diabetes mellitus type 2. *Huisarts Wet*49(8):p.418-424.
- Boulé NG, Weisnagel SJ, Lakka TA, Tremblay A, Bergman RN, Rankinen T, Leon AS, Skinner JS, Wilmore JH, Rao DC, Bouchard C.** (2005) Effects of exercise training on glucose homeostasis. *Diabetes Care* 28:p.120–126.
- Braith RW, Stewart KJ.**(2006) Resistance Exercise Training: Its Role in the Prevention of Cardiovascular Disease *Circulation*113:p.2642-2650.
- Carr DB, Utzschneider KM, Boyko EJ et al.** (2005) A reduced-fat diet and aerobic exercise in Japanese Americans with impaired glucose tolerance decreases intra-abdominal fat and improves insulin sensitivity but not beta-cell function. *Diabetes*54:p.340–347.
- Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults: The Evidence Report. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services, National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute.(1998). *NIH Publication* No. 98-4083.
- Dagogo-Jack S** (2005). Primary Prevention of Cardiovascular Disease in Pre-Diabetes. *Diabetes Care*28, nr.4:p.971-972.
- DeFronzo RA, Tobin JD, Andres R** (1979) Glucose clamp technique: a method for quantifying insulin secretion and resistance. *Am J Physiol*237:E214–E223.
- Eriksson, KF, Lindgarde F.** (1991) Prevention of type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise: the 6-year Malmo feasibility study. *Diabetologia*34:p.891-898.
- Franklin BA.** American College of Sports Medicine Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 7e editie. Lippincott, Williams & Wilkins; Baltimore 2006.
- Heine RJ.** (1994) Het insuline-resistentiesyndroom. Een theoretisch concept met gevolgen voor de dagelijkse praktijk. *Modern Med*18: p.593-598.
- Holloszy JO, Hansen PA.** (1996) Regulation of glucose transport into skeletal muscle. *Rev Physiol Biochem Pharmacol.*128:p.99 –193.
- Hu G, Lindström J, Valle TT, Eriksson JG, Jousilahti P, Silventoinen K, Qiao Q, Tuomilehto J.** Physical activity, Body Mass Index, and risk of type 2 diabetes in patients with normal or impaired glucose regulation. *Arch Intern Med*164:p.892-896.

- Hurley BF.** (1993) Aerobic versus strength training for risk factor intervention in middle-aged men at high risk for coronary heart disease. *Metabolism*42:p.177-184.
- Hurley BF, Hagberg JM, Goldberg AP, Seals DR, Ehsani AA, Brennan RE, Holloszy JO** (1988) Resistive training can reduce coronary risk factors without altering VO<sub>2</sub>max or percent body fat. *Med Sci Sports Exercise*20:p.150-154
- Ishii T, Yamakita T, Sato T, Tanaka S, Fujii S** (1998). Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care*21, nummer 8, augustus 1998, p. 1353-1355.
- Miller WJ, Sherman WM, Ivy JL.** (1984) Effect of strength training on glucose tolerance and post-glucose insulin response. *Med Sci Sports Exerc*16, p.539-543.
- O'Leary VB, Marchetti CM, Krishnan RK, Stetzer BP, Gonzalez F, Kirwan JP.**(2005) Exercise-induced reversal of insulin resistance in obese elderly is associated with reduced visceral fat. *J Appl Physiol*100: p.1584-1589.
- Pan XR, Li GW, Hu YH, Wang JX, Yang WY, An ZX, Hu ZX, Lin J, Xiao JZ, Cao HB, Liu PA, Jiang XG, Jiang YY, Wang JP, Zheng H, Zhang H, Bennett PH, Howard BV.** (1997) Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance: the Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care*20:p.537-544.
- Petersen JL, McGuire DK.**(2005) Impaired glucose tolerance and impaired fasting glucose – a review of diagnosis, clinical implications and management. *Diabetes Vasc Dis Res*2:p.9-15. Vol2, issue1.
- Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, Limacher M, Pina IL, Stein RA, Williams M, Bazzarre T.** (2000) AHA Science Advisory: resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: an advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation*101:p.828-833.
- Rice B, Janssen I, Hudson R, Ross R.**(1999) Effects of aerobic or resistance exercise and/or diet on glucose tolerance and plasma insulin levels in obese men. *Diabetes Care*22:p.684-691.
- Ross R, Dagnone D, Jones PJH, Smith H, Paddags A, Hudson R, Janssen I.**(2000) Reduction in Obesity and Related Comorbid Conditions after Diet-Induced Weight Loss or Exercise-Induced Weight Loss in Men A Randomized, Controlled Trial. *Annals of Internal Medicine* Vol.133,nr.2:p.92-103.
- Ross R, Janssen I, Dawson J, Kungl AM, Kuk JL, Wong SL, Nguyen-Duy TB, Lee SJ, Kilpatrick K, Hudson R.**(2004) Exercise-induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial. *Obesity Research* Vol.12,nr.5:p.789-798.
- Szczypaczewska M, Nazar K, Kaciuba-Uscilko H.**(1989) Glucose tolerance and insulin response to glucose load in body builders. *Int J Sports Med*10:p.34-37.
- Smutok MA, Reece C, Kokkinos PF, Farmer C, Dawson P, Shulman R, DeVane-Bell J, Patterson J, Charabogos C, Goldgerg AP, Hurley BF.**(1993) Aerobic versus strength training for riskfactor intervention in middle-aged men at high risk for coronary heart disease. *Metabolism*42:p.177-184.
- Weiss EP, Racette SB, Villareal DT, Fontana L, Steger-May K, Schechtman KB, Klein S, Holloszy JO,** and the Washington University School of Medicine CALERIE Group.(2006) Improvements in glucose tolerance and insulin action induced increasing energy expenditure or decreasing energy intake: randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 84:p.1033-1042.
- Yates T, Khunti K, Bull F, Gorely T, Davies MJ.** (2007) The role of physical activity in the management of impaired glucose tolerance: a systematic review. *Diabetologia*50:p.1116-1126.

