

# Vergelijking van verschillende dieettypen

Welke diëten zijn effectief in gewichtsverlies en wat is het  
mechanisme hierachter?

Myriam Knopf

# Inhoudsopgave

<b>1 Samenvatting</b>	<b>1</b>
<b>2 Algemeen</b>	<b>2</b>
<b>3 Hoog eiwitgehalte</b>	<b>3</b>
2.1 Verzadiging en energie-inname	4
2.2 Thermogenese	4
2.3 Fysiologische processen	5
2.4 Onderbouwende studies	5
2.5 Conclusie	7
<b>4 Hoog vezel</b>	<b>8</b>
3.1 Maaguitzetting en -lediging	10
3.2 Hormonen	10
3.3 Calorie-excretie	10
3.4 Absorptiesnelheid darm	11
3.5 Onderbouwende studies	11
3.6 Conclusie	13
<b>5 Hoog vetgehalte/laag koolhydraat</b>	<b>14</b>
4.1 Waterverlies	15
4.2 Verlies van energie	15
4.3 Metabole efficiëntie	16
4.4 Hongergevoel onderdrukt	16
4.5 Onderbouwende studies	16
4.6 Conclusie	19
<b>6 Glycemische index/glycemische lading</b>	<b>20</b>
5.1 Verhogen verzadiging	22
5.2 Onderbouwende studies	22
5.3 Conclusie	24
<b>7 Conclusie</b>	<b>25</b>
<b>8 Aanbeveling</b>	<b>26</b>
<b>9 Referenties</b>	<b>29</b>
<b>10 Appendix I Literatuuroverzicht</b>	<b>35</b>

# 1 Samenvatting

In dit rapport worden 4 dieettypes met elkaar vergeleken: hoog eiwit, hoog vezel, hoog vet (laag koolhydraat) en een lage glycemische index/lading. Deze resultaten worden gebruikt om een dieet/product aan te bevelen voor het afvallen onder condities met een laag zuurstofgehalte.

Diëten met een hoog eiwitgehalte, zoals het Dr Frank of ZONE dieet, zijn gebaseerd op het verhogen van de verzadiging en thermogenese en het stimuleren van fysiologische processen. Uit studies blijkt dat diëten met een hoog eiwitgehalte voor gewichtsverlies kunnen zorgen al zijn de effecten op de lange termijn nog onduidelijk.

Hoog vezeldiëten zijn gebaseerd op het uitzetten van de maag en vertraagde maaglediging, het vrijkomen van hormonen, calorie-excretie en een verlaagde absorptiesnelheid van de darm. Op de korte termijn kan dit tot gewichtsverlies leiden. Diëten met een hoog vetgehalte, zoals Atkins, of een laag koolhydraatgehalte, zoals Ornish, laten ook significant gewichtsverlies zien op de korte termijn. Hoewel een groot deel van het gewicht wordt verloren in de vorm van water kan er ook vetmassa verloren gaan door de metabole efficiëntie te verlagen, het hongergevoel te onderdrukken en energieverlies. Ten slotte zijn de diëten met een lage glycemische index/lading onderzocht. De precieze werking van deze diëten is nog vrij onduidelijk. Studies tonen aan dat significant gewichtsverlies mogelijk is maar het precieze mechanisme hierachter is nog onduidelijk. Waarschijnlijk zorgt het geleidelijk vrijkomen van glucose voor een hogere verzadiging waardoor er minder energie wordt ingenomen.

Om gewicht te verliezen in lage zuurstofcondities wordt het aangeraden om een dieet of producten te consumeren met een hoog gehalte aan ijzer, foliumzuur, vitamine B12 en vitamine C. Deze micronutriënten zijn nodig voor de aanmaak van nieuwe rode bloedcellen. De inname van vezels en calcium moet zo laag mogelijk gehouden worden omdat deze de opname van ijzer in het lichaam remmen.

## 2 Algemeen

Een dieet kan worden gedefinieerd als: “regels voor wat je wel en niet mag eten”, “voorgeschreven voedingswijze die om (medische) redenen afwijkt van de normale voedingswijze” of “eetregels” [1-3]. Het woord dieet komt van het Griekse woord *diati*, wat staat voor “leefregel” [4].

Een normaal dieet bestaat voor 40-70% uit koolhydraten, 20-40% vetten en 10-25% uit eiwitten. Tijdens het volgen van een dieet pas je je eetgewoontes dus aan om medische redenen (bijvoorbeeld diabetes) of om gewicht te verliezen. Er zijn erg veel verschillende diëten, gebaseerd op verschillende werkingsmechanismes. Zo zijn er bijvoorbeeld diëten met een hoog gehalte aan eiwitten (bijv Dr Frank, ZONE diet), hoog vetgehalte (Atkins) en hoog koolhydraat (Ornish). Ook zijn er diëten die gericht zijn op de glycemische index. Maar welke diëten leiden nu tot het meeste gewichtsverlies? En welke werkingsmechanismes zijn betrokken bij gewichtsverlies?

Een methode die naast een aangepast dieet zou kunnen bijdragen aan gewichtsverlies is blootstelling aan lage zuurstofcondities. Tijdens lage zuurstofcondities vertoont het lichaam verschijnselen van hoogteziekte; misselijkheid, verlaagde eetlust en gewichtsverlies. Het lichaam produceert dan meer rode bloedcellen en de concentratie myoglobine in de spieren neemt toe waardoor de doorbloeding van de spieren beter wordt.

In dit rapport wordt onderzocht welke diëten er zijn om gewicht te verliezen en hoe deze diëten werken. Ook wordt er gekeken welke dieet/diëten het beste gecombineerd kunnen worden met afvallen onder lage zuurstofcondities.

### 3 Hoog eiwitgehalte

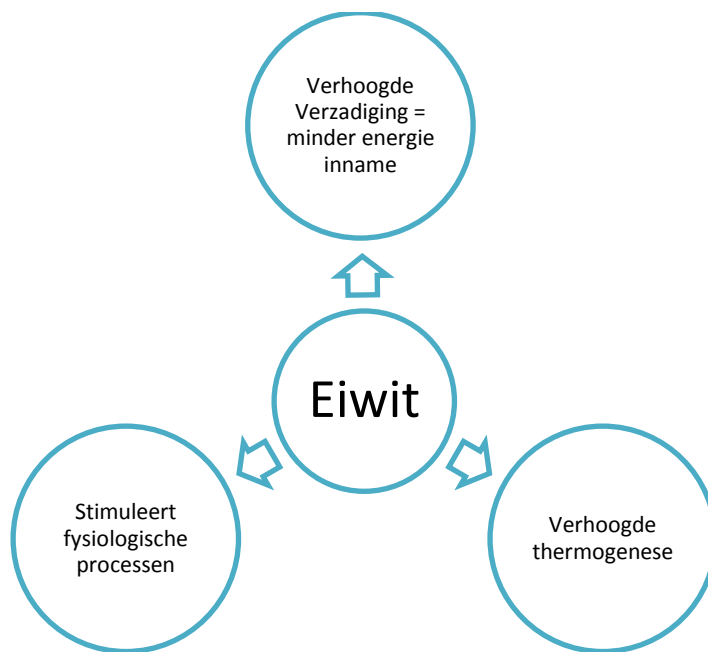
Bij een hoog eiwitdieet wordt aanbevolen om ongeveer 25% van de dagelijkse energie-inname van eiwitten afkomstig te laten zijn [5]. Hierbij wordt meestal een deel van de geraffineerde koolhydraten vervangen worden door eiwitbronnen met een laag verzadigd vetgehalte [5].

Een voordeel aan afvallen met behulp van een dieet rijk aan eiwitten zou zijn dat de vetvrije massa grotendeels behouden blijft en er dus vooral vetmassa verloren zou gaan [5-7]. Van de 10 studies die gevonden zijn, vonden de meeste studies meer verlies aan vet bij de mensen met een hoog eiwitdieet dan bij de mensen die een product kregen met een laag eiwitgehalte. Echter gaven maar 3 van deze studies een significant resultaat [5]. Ook zou een eiwitrijkdieet voor minder schommelingen in de bloedsuikerspiegel zorgen [8]. Diëten met een hoog eiwitgehalte zouden verder kunnen bijdragen aan het verlagen van de bloeddruk, een verbetering van bloedvetten en een verlaagd risico op een hartinfarct.

Een nadeel is echter dat een dieet met een hoog eiwitgehalte een risicofactor kan zijn voor een verstoorde calciumhomeostase [9], nierfunctie [10] of een risicofactor zijn voor hart en vaatziekten [11]. Dit laatste risico is enigszins in strijd met de verbetering in bloedvetten die hierboven genoemd staat.

In de volgende paragrafen zal het werkingsmechanisme van een eiwitrijk dieet verder toegelicht worden.

In Figuur 1 zijn de effecten van een dieet met een hoog eiwitgehalte samengevat.



**Figuur 1. Factoren waarop een dieet hoog in eiwitten effect heeft.**

## 2.1 Verzadiging en energie-inname

Uit een literatuuronderzoek naar de verzadiging van verschillende macronutriënten bleek dat 11 van de 14 gevonden studies aantoonde dat eiwitten de meest verzadigende macronutriënt is. Op de korte termijn zijn mensen die maaltijden met een hoog eiwitgehalte consumeren dus meer en langer verzadigd dan mensen die maaltijden eten met een laag eiwitgehalte. Of dit op de langere termijn ook zo werkt is nog onduidelijk.

Een belangrijke vraag is nu: zorgt het eten van meer eiwitten er ook voor dat mensen minder energie innemen op een dag? Uit een literatuurstudie die is uitgevoerd lieten 8 van de 15 studies zien dat er significant minder energie was ingenomen in de 1.5-5 uur na consumptie van een eiwitrijke maaltijd in vergelijking met een maaltijd met een lager eiwitgehalte [5]. Dit wordt bevestigd door andere studies; eiwitten verzadigen meer dan koolhydraten en vetten doen waardoor het de energie-inname meer onderdrukt [5, 7, 12].

## 2.2 Thermogenese

Eiwitrijke diëten zouden de energie-efficiëntie van het lichaam verminderen en thermogenese verhogen [5, 13-15]. Het thermisch effect, of thermogenese, is de verhoging in energiegebruik bovenop het normale energieverbruik dat veroorzaakt wordt door de consumptie van voedingsmiddelen. Verder kan het gedefinieerd worden als de energie die

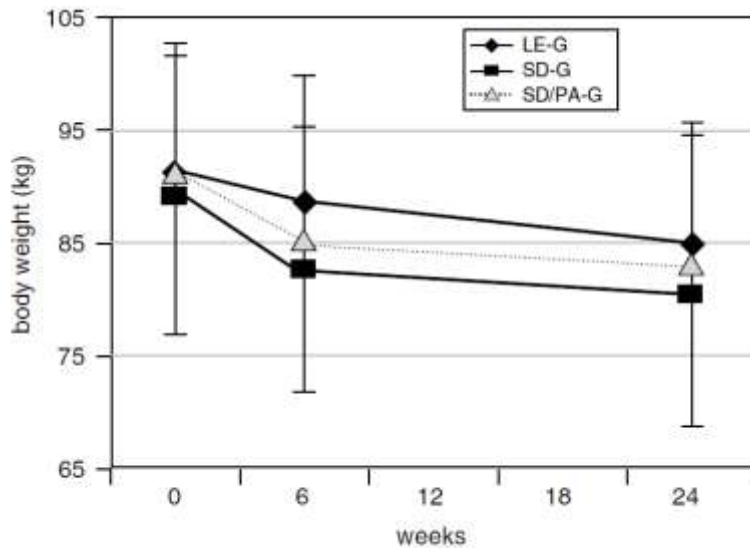
nodig is voor vertering, absorptie en uitscheiding van gegeten nutriënten. Het thermische effect wordt beïnvloed door de samenstelling van voeding die geconsumeerd wordt. Normaal gesproken is het thermische effect van eiwitten 20-35% van de energie die geconsumeerd wordt. Voor koolhydraten is dit 5-15% [16]. Hierdoor hebben diëten die een hoger eiwitgehalte hebben, een groter effect op het energieverbruik dan diëten met een lager eiwitgehalte. Het is echter de vraag of dit echt kan bijdragen aan gewichtsverlies. De belangrijkste reden voor de verschillen in thermische effecten van macronutriënten is dat er geen opslag voor eiwitten is in het lichaam. Eiwitten moeten daardoor meteen verwerkt worden door het lichaam. De synthese van eiwitten, het hoge ATP-gebruik voor het maken van peptidebindingen en het hoge verbruik van ATP om ureum te maken zijn veelgenoemde redenen voor het hogere thermische effect van eiwitten [17, 18].

### **2.3 Fysiologische processen**

Eiwitvertering stimuleert ten slotte veel fysiologische processen die betrekking hebben op de regulatie van voedselinname [7]. Hier is echter nog weinig over bekend.

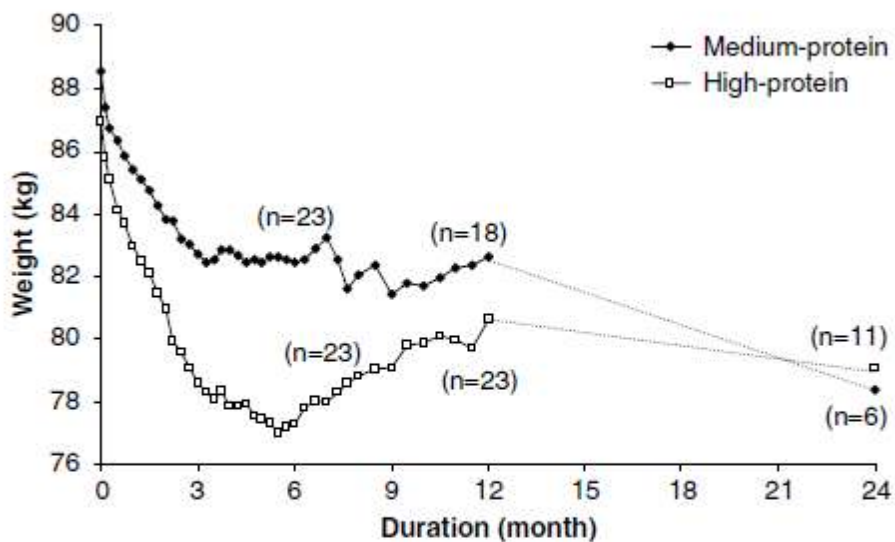
### **2.4 Onderbouwende studies**

In Appendix I zijn de gevonden studies naar hoog-eiwitdiëten samengevat in een tabel. In een studie werden 3 diëten met elkaar vergeleken: lifestyle education (LE-G), een dieet met een hoog gehalte aan soja-eiwitten (SD-G) en een dieet hoog in soja-eiwitten gecombineerd met bewegingstraining (SD-PA-G) . Na 6 maanden was in alle groepen een significant gewichtsverlies te zien (zie Figuur 2). Het meeste gewichtsverlies was echter te zien in de 2 groepen met een hoog-soja-dieet. Er was geen additioneel effect van de bewegingstraining te zien. Uit deze studie bleek ook dat de vetmassa van de personen met een hoog-soja-dieet meer was afgenomen dan die in de lifestyle education groep [19].



**Figuur 2. Veranderingen in lichaamsgewicht tijdens 6 maanden [19]**

In een andere studie werd het effect van een hoog eiwitdieet vergeleken met het effect van een dieet met een medium gehalte aan eiwitten. Na de interventieperiode van 6 maanden was er significant meer gewicht verloren in de groep met een hoog eiwitgehalte (9.4 kg vs 5.9 kg). Na 12 maanden was er echter geen significant gewichtsverlies meer [20]. In Figuur 3 is de gewichtsafname over 24 maanden weergegeven.



**Figuur 3. Veranderingen in lichaamsgewicht tijdens een interventie (maand 0-6) en counselling (maand 6-12) en na follow-up (24 maanden).**

Uit een studie waarbij de ene groep een dieet kreeg met een hoog eiwitgehalte en de andere groep een hoog koolhydraatgehalte (12 weken interventie, 52 weken follow-up) werd geen



significant verschil in gewichtsverlies gezien tussen de 2 groepen. Toen er echter gekeken werd naar de de groep die werkelijk een hoge eiwitname had gehad bleek dat er wel een significant gewichtsverlies was in de groep die zich aan het dieet gehouden hadden. [21].

Ten slotte blijkt uit een meta-analyse van 15 studies dat in 7 studies significant gewichtsverlies te zien was bij mensen die diëten met een hoog gehalte aan eiwitten geconsumeerde. De meetperiode van deze studies varieerde tussen de 7 dagen en 1 jaar [5].

## **2.5 Conclusie**

Diëten met een hoog eiwitgehalte zouden inspelen op een verhoogde verzadiging, verhoogde thermogenese en het stimuleren van fysiologische processen. Van deze 3 mechanismen is het het meest waarschijnlijk dat een hogere verzadiging de grootste rol in gewichtsverlies speelt. Eiwitten zijn namelijk de meest verzadigende macronutriënt. Het voordeel van een eiwitrijk dieet is dat de vetvrije massa grotendeels behouden blijft en dat er dus vooral vetweefsel verloren gaat. Ook zou het andere positieve effecten voor de gezondheid hebben. Uit de gevonden studies blijkt dat een hoog eiwitdieet voor significant gewichtsverlies kan zorgen. Dit blijkt zowel uit een metastudie als uit interventiestudies. Uit één van deze studies blijkt echter wel dat zodra de interventie stopt, het gewicht weer toeneemt. Of een hoog eiwitdieet dus voor gewichtsverlies op de langere termijn ook werkt zal uit langdurige studies moeten blijken.

## 4 Hoog vezel

Koolhydraten zijn in te delen in simpele koolhydraten (suikers) en complexe koolhydraten (zetmeel en vezels) [22]. Complexe koolhydraten bestaan uit meerdere glucose-eenheden (of andere monosaccharides).

Vezels zijn de structuurelementen uit planten en zijn dus te vinden in groente, fruit, granen en peulvruchten. Omdat vezels niet af te breken zijn tot monosaccharides behoren vezels tot de non-zetmeel polysaccharides. Vezels dragen niet bij aan de hoeveelheid monosaccharides in het lichaam en leveren dus nauwelijks energie aan het lichaam. Bij diëten met een hoog gehalte aan vezels moet het ijzergehalte goed in de gaten gehouden worden aangezien vezels de opname van ijzer remmen.

Er zijn 2 soorten vezels:

- Vezels die oplossen in water, een gel vormen en af te breken zijn door bacteriën in de darm. Deze vezels komen voor in peulvruchten en fruit en worden in verband gebracht met bescherming tegen hart- en vaatziekten, diabetes en verlagen van het glucose- en cholesterolgehalte.
- Vezels zijn niet oplosbaar, vormen geen gels en worden minder goed gefermenteerd in de darmen. Deze vezels komen voornamelijk voor in granen en groenten en worden geassocieerd met het bevorderen van de darmwerking

In Tabel 1 zijn verschillende soorten oplosbare en onoplosbare vezels weergegeven.

**Tabel 1. Verschillende soorten vezels [23].**

Name	Food Source	Solubility	Fermentability	Structure
Lignin	All woody plant tissues	Insoluble	Not degraded	Polymers of phenylpropane (noncarbohydrate)
Cellulose	All plant cell walls	Insoluble	Slowly degraded	Glucans
Hemicelluloses	Matrix of all plant cell walls	Insoluble/soluble	Degraded more quickly than cellulose	Arabinoxylans, galactomannans, xyloglucans
Pectins	Ripe fruit (e.g., apples, oranges)	Soluble	Rapidly degraded	Galactouronans, arabinogalactans, $\alpha$ -glucans
Gums	Guar, locust bean	Soluble/dispersable	Rapidly degraded	Arabinoxylans
Mucilages	Seeds	Soluble/dispersable	Rapidly degraded	Galactomannans, arabinogalactans
				Branched galactans

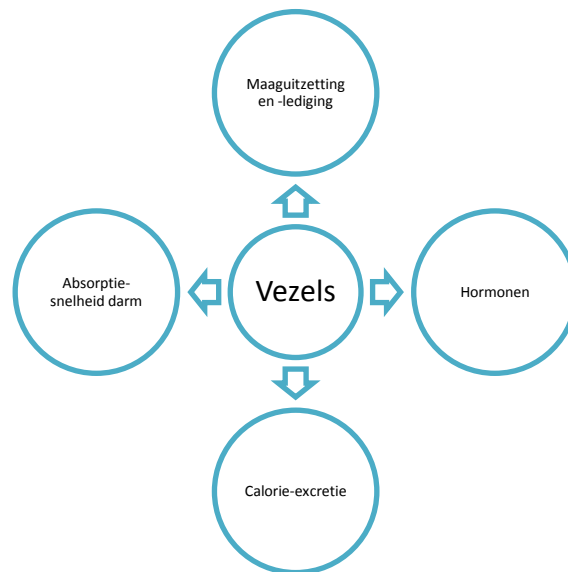
Er zijn studies die aantonen dat er een negatieve associatie is tussen de consumptie van vezels en lichaamsgewicht [24, 25]. Dit betekent dat hoe meer vezels gegeten worden hoe lager het lichaamsgewicht is. Dit kan er dus op wijzen dat de consumptie van vezels kan bijdragen aan een bescherming tegen overgewicht. Hieruit kan echter niet geconcludeerd worden dat vezels ook kunnen helpen om gewicht te verliezen.

Figuur 4 laat het effect van vezels op fysiologische processen in het lichaam schematisch zien. Uit deze figuur blijkt dat vezels invloed hebben op hormonen, intrinsieke effecten (energiedichtheid, smakelijkheid, kauwen) en effecten op de darmen. Uit deze figuur blijkt dat vezels via verschillende routes effect hebben op het verlagen van het lichaamsgewicht.



**Figuur 4. Effecten van vezels op fysiologische processen [26].**

In Figuur 5 zijn de effecten van een dieet met een hoog vezelgehalte weergegeven.



**Figuur 5. Factoren waarop een hoog vezel dieet effect heeft.**

### **3.1 Maaguitzetting en -lediging**

Sommige vezels zijn oplosbaar waardoor ze aan water kunnen hechten. Dit resulteert in een expansie van de maag en verhoogt de verzadiging [27]. Als de maag uitzet gaan er signalen naar de hersenen die ervoor zorgen dat de energie-inname verminderd wordt [28]. Oplosbare vezels vertragen ook de maaglediging doordat ze een visceuze gel vormen in de maag waarin nutriënten gevangen worden. Hierdoor wordt de vertering vertraagd en komt het hongergevoel minder snel terug [29].

### **3.2 Hormonen**

Vezels hebben ook een effect op darmhormonen. Door het vertragen van de absorptie in de darmen komen er bepaalde hormonen vrij (GLP-1, peptide YY en neurotensine). De secretie van GLP-1 wordt gestimuleerd door glucose en vet, fermenteerbare vezels en andere stimuli. Dit hormoon zorgt voor het vertragen van de maaglediging, vermindert het honger gevoel en kan hierdoor gewichtsverlies veroorzaken [30].

### **3.3 Calorie-excretie**

Vezels, en dan in het bijzonder de oplosbare, fermenteerbare vezels van fruit en groente verminderen de opname van vet en eiwit [31]. Dit kan verklaard worden door het feit dat de aanwezigheid van deze vezels het fysieke contact tussen de nutriënten en de darmvilli verhindert waardoor absorptie wordt verhinderd. Er is dan ook een negatieve relatie tussen

vezelinname en de verteerbaarheid van vet en eiwit. Hoe meer vezels er dus geconsumeerd worden hoe lager de verteerbaarheid van vetten en eiwitten is. Hierdoor worden vetten en eiwitten dus weer uitgescheiden [32].

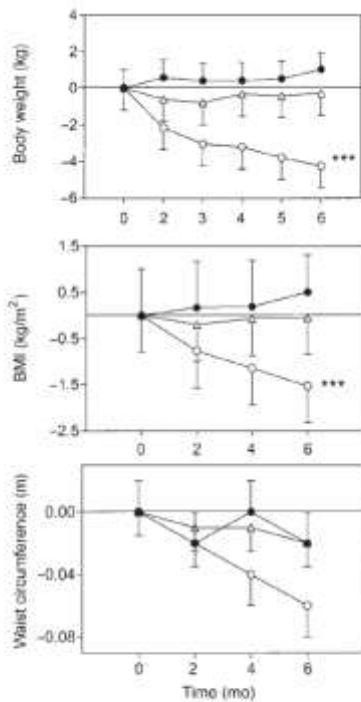
### **3.4 Absorptiesnelheid darm**

Doordat vezels een effect hebben op de maaglediging hebben ze ook een effect op de absorptiesnelheid in de dunne darm. Doordat de maag minder snel wordt gelegeerd, komen nutriënten ook geleidelijker in de dunne darm. Hierdoor verteren koolhydraten geleidelijker, waardoor glucose minder snel wordt opgenomen in het bloed. Dit zorgt voor minder pieken in bloedglucose [33].

### **3.5 Onderbouwende studies**

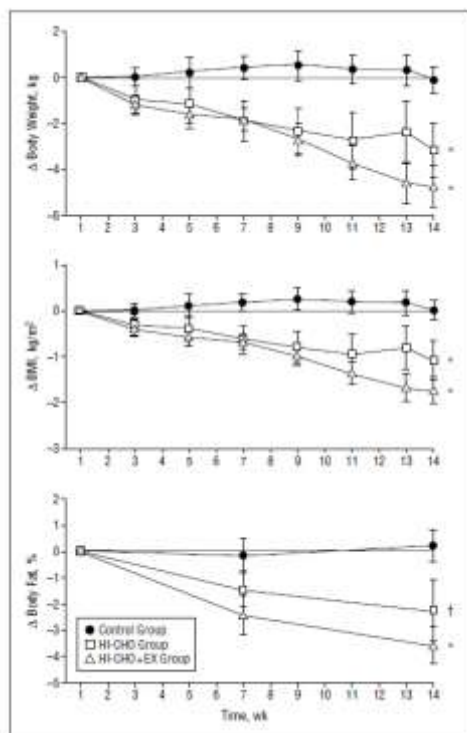
Er zijn maar weinig studies gedaan naar het effect van verschillende soorten vezels op lichaamsgewicht.

In een studie van Poppit et al [34] werden diëten met een verschillende ratio simpele (suikers) en complexe koolhydraten (zetmeel en vezels) vergeleken. De diëten waren laag in vet. In dieet 1 was de ratio tussen simpele en complexe koolhydraten 1:2 en in dieet 2 was deze ratio 2:1. Na 6 maanden liet de groep met een hoog complex koolhydraatgehalte een significant gewichtsverlies zien. In de groep met een hoog simpel koolhydraatgehalte werd geen significant gewichtsverlies waargenomen. De controlegroep (40% vetdieet) nam toe in gewicht (niet significant). In Figuur 6 zijn het gewichtsverlies, BMI en middelomtrek van de 3 groepen te zien.



**Figuur 6. Gemiddelde ( $\pm$ standaard error van gemiddelde) gewichtsverlies, BMI en middelomtrek over 6 maanden. (zwarte bolletje = controle, open bolletje = complexe koolhydraten, driehoekje = simpele koolhydraten) [34].**

In een andere studie werd een dieet met een hoog complex koolhydraatgehalte vergeleken met hetzelfde dieet maar dan aangevuld met beweging. Ook was er een controlegroep. Het hoog complexe koolhydraatdieet bestond uit 18% vet, 19% eiwit, 63% koolhydraten (26 gram vezels per 1000 kcal). De controlegroep kreeg een dieet met de volgende samenstelling: 41% vet, 14% eiwit en 45% koolhydraten (7 gram vezels per 1000 kcal). Na 14 weken was er een significant gewichtsverlies te zien in de groepen die een complex koolhydraatdieet kregen. In de controlegroep werd geen significant gewichtsverlies waargenomen. In Figuur 7 is te zien dat de groep met een complex koolhydraat dieet + beweging het meeste gewicht verliezen. Ook daalde hun BMI en lichaamsvet het meeste [35].



**Figuur 7. Gemiddelde verandering in lichaamsgewicht, BMI en lichaamsvet over 14 weken [35].**

Tenslotte is er nog een studie waarin 53 vrouwen met overgewicht een verlaagd energie dieet kregen (1200 kcal per dag) voor 24 weken. Hierbij kregen één groep een vezelsupplement. Dit was een initiële dosis van 6 gram en een maintenance dosis van 4 gram per dag. Na 24 weken was het gemiddelde gewicht in de vezelgroep met 8.0 kg afgenomen en het gewicht in de controle groep met 5.8 kg. Uit deze studie blijkt dat een lage energie-inname in combinatie met een vezelsupplement voor meer gewichtsverlies zorgt dan een dieet enkel gebaseerd op een lage energie-inname. Er werd echter niet vermeld of het verschil in gewichtsverlies tussen beide groepen significant was [36].

### 3.6 Conclusie

Diëten met een hoog vezelgehalte zijn gebaseerd op het uitzetten van de maag en vertraagde maaglediging door gelvorming, het vrijkomen van hormonen, calorie-excretie en een verlaagde absorptiesnelheid van de darm. Het blijkt dat mensen die veel vezels eten over het algemeen een lager lichaamsgewicht hebben dan mensen die weinig vezels eten. Of vezels echter kunnen helpen om gewicht te verliezen is nog niet helemaal duidelijk. Uit enkele studies die uitgevoerd zijn blijkt dat op de korte termijn mensen met een hoog gehalte aan vezel in hun dieet gewicht verloren dan mensen met een laag vezeldieet. Of dit effect ook op de langere termijn effect heeft is nog onduidelijk.

## 5 Hoog vetgehalte/laag koolhydraat

Diëten met een hoog vetgehalte, zoals het dieet van Atkins, zijn vaak diëten met een koolhydraatrestrictie [37]. Het grootste gedeelte van deze koolhydraten wordt gecompenseerd door een hoger gehalte aan vet. Het verschilt per dieet hoe weinig koolhydraten er gegeten mogen worden. In een normaal dieet, waar 40-70 energieprocent aan koolhydraten wordt geconsumeerd wordt per dag dus tussen de 200 en 350 gram koolhydraten gegeten. In sommige diëten, zoals Atkins, worden minder dan 20 gram koolhydraten per dag voorgeschreven [38]. Er zijn ook studies bekend waar een laag koolhydraatgehalte minder dan 50 gram was [37].

Als een dieet erg laag is in koolhydraten (< 20 g/dag), komt het lichaam in een ketone toestand terecht. Om deze reden worden diëten met een zeer laag gehalte aan koolhydraten worden ook wel ketogene diëten genoemd. Ketonlichamen worden gevormd in het lichaam bij afbraak van vet als alternatieve brandstof uit de lever wanneer er geen glucose beschikbaar is in het lichaam [33, 37]. Ketonlichamen worden incompleet afgebroken en excretie vindt plaats via urine, adem en ontlasting.

Hersenen en rode bloedcellen hebben glucose nodig om goed te functioneren maar dit kan worden voorzien door gluconeogenese uit eiwitten en vet. Ketonen remmen de afbraak van eiwitten. Hierdoor wordt de vetvrije massa (spiermassa) waarschijnlijk grotendeels behouden tijdens een ketogeen dieet [37, 39-41].

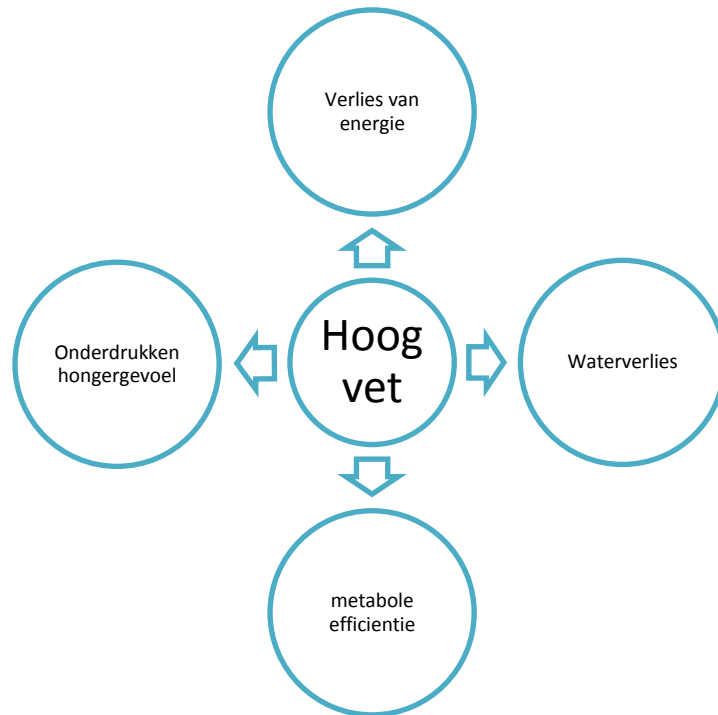
Er zijn studies die aantonen dat er gezondheidsverbeteringen te zien was bij mensen die een laag-koolhydraatdieet volgden. Ze vertoonden minder risicofactoren voor hart- en vaatziekten. De levels van triglyceriden waren significant gedaald [42], HDL-levels verbeterden en de insulinegevoeligheid nam toe [43]. Het feit dat de levels van triglyceriden dalen en HDL levels verbeteren is een opmerkelijk resultaat aangezien bij een dieet met een hoog vetgehalte de gehaltes van triglyceriden meestal stijgen en HDL levels kunnen verslechteren. In dit geval kan het zijn dat het een dieet was met een laag koolhydraat gehalte en een hoog eiwitgehalte in plaats van een hoog vetgehalte.

Er zitten echter enkele nadelen aan een dieet laag in koolhydraten en hoog in vetten. Enkele bijwerkingen die kunnen optreden bij een ketogeen dieet zijn: ontstaan van nierstenen,



overgeven en het uitblijven van de menstruatie [44, 45]. Een ander nadeel is dat er minder groente en fruit gegeten mag worden wat kan leiden tot vitaminetekorten of obstipatie. Verder moeten de gehaltes van bloedvetten goed in de gaten worden gehouden zodat het totale cholesterolgehalte en het LDL gehalte niet te hoog worden [46]. Een hoog cholesterolgehalte is namelijk een risico op hart- en vaatziekten [38].

In Figuur 8 zijn de effecten van een dieet met een hoog vetgehalte samengevat.



**Figuur 8. Factoren waar een dieet met een hoog vetgehalte invloed op kan hebben**

#### **4.1 Waterverlies**

Tijdens een zeer strenge restrictie van koolhydraten worden de glycogeenreserves gebruikt. Bij het omzetten van glycogeen naar glucose komt water vrij. Doordat er glycogeen afgebroken moet worden uit de spieren en lever komt er water vrij; aan 1 gram glycogeen hangt 2-3 gram water. Aan 1 gram vet hangt echter maar 0.5 gram water. Dit verlies van water kan bijdragen aan gewichtsverlies. Het is echter nog niet duidelijk of er meer water of meer vetmassa wordt verloren tijdens een laag-koolhydraat [38, 47].

#### **4.2 Verlies van energie**

Tijdens een dieet met een laag koolhydraatgehalte worden ketonlichamen incompleet afgebroken als alternatieve brandstof voor glucose. De incompleet afgebroken

ketonlichamen verlaten het lichaam via urine, adem, stoelgang en zweet in de vorm van energiebevattende bestanddelen zoals acetoacetaat, aceton en  $\beta$ -hydroxybutaraat. Doordat er energie verloren gaat kan dit bijdragen aan gewichtsverlies [48, 49].

#### **4.3 Metabole efficiëntie**

Diëten met een laag koolhydraatgehalte zouden verder bijdragen aan gewichtsverlies doordat de efficiëntie van het metabolisme wordt verlaagd. Hierdoor gaat het energiegebruik van het lichaam omhoog [50]. Er is echter geen bewijs dat een laag-koolhydraat-hoog-vetdieet zorgt voor een verhoogde thermogenese. Vet heeft een laag thermogenetisch effect en hoewel een dieet met een laag koolhydraatgehalte vaak naast vet ook een verhoogd eiwitgehalte heeft kan het energieverbruik met ongeveer 2-3% worden verhoogd. Dit kan echter maar voor een heel kleine deel bijdragen aan gewichtsverlies [17].

#### **4.4 Hongergevoel onderdrukt**

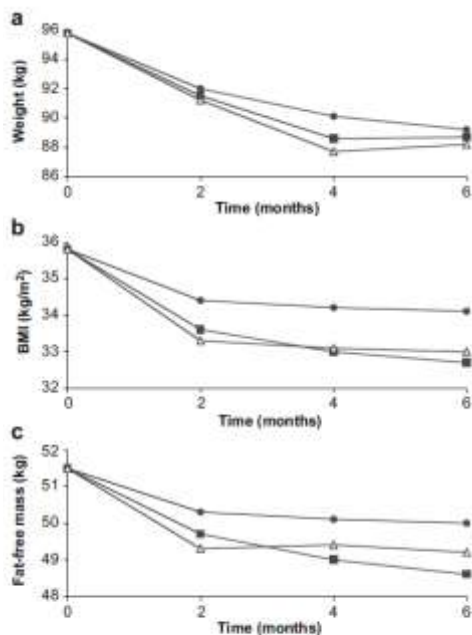
Ten slotte zou een ketogeen dieet kunnen werken omdat het hongergevoel onderdrukt wordt [51]. Dit kan verklaard worden door 2 dingen: dieet is eentoniger en /of ketonen onderdrukken hongergevoel. Diëten waarin nauwelijks koolhydraten gegeten worden kunnen veel beperkingen in het voedingspatroon met zich meebrengen. Als een grote groep producten (hoog aan koolhydraten) niet geconsumeerd mag worden wordt de voeding eentoniger, wat kan leiden tot een verlaagde energie-inname [38]. Een andere verklaring kan zijn dat het verhoogde gehalte aan ketonen in het bloed werkt als een verzadigingssignaal [52, 53].

#### **4.5 Onderbouwende studies**

Er zijn 8 studies gevonden waarin het effect van een laag-koolhydraat-hoog-vet dieet op gewichtsverlies werd getest.

In een studie van McAuley [54] werd een hoog-vet dieet (Atkins), een hoog-eiwit dieet (Zone Diet) en een dieet hoog aan koolhydraten (hoog vezel) met elkaar vergeleken voor 6 maanden. Na 6 maanden hadden de groepen met een hoog-vet (laag koolhydraat) en hoog-eiwitdieet significant meer gewicht verloren dan de groep met een hoog-koolhydraatdieet. In Figuur 9 is het gemiddelde gewicht, BMI en vetvrije massa weergegeven. In deze grafiek is te zien dat het er gemiddeld het meeste gewicht verloren werd in de groep met een hoog-

vetdieet. Deze studie geeft aan dat de verschillen tussen de diëten waarschijnlijk veroorzaakt worden door het feit dat het hoog-koolhydraatdieet geen energierestictie had en de overige 2 diëten wel. In deze studie werd geconcludeerd dat een hoog-vet dieet het meest efficiënt is om gewicht te verliezen [54]. Opmerkelijk is dat de groep met een hoog eiwitgehalte de meeste vetvrije massa, oftewel spiermassa, verliest.



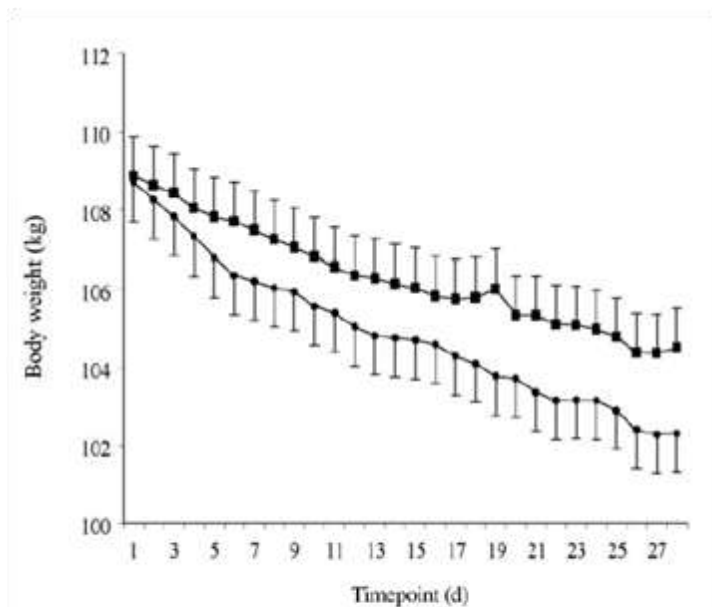
**Figuur 9. Gemiddeld gewicht (a), BMI (b) en vetvrije massa (c). Cirkels = hoog-koolhydraat, vierkant = hoog-eiwit, driehoeken = hoog-vet [54]**

In een andere studie werden ook een laag-koolhydraat-hoog-vet gehalte vergeleken met een hoog-koolhydraat-laag-vet gehalte. Na 4 weken was er significant meer gewichtsverlies in de groep met een laag-koolhydraat-hoog-vet gehalte te zien [55].

Foster et al [56] onderzochten het effect van een dieet met een laag koolhydraatgehalte (hoog in eiwit en vet) en een dieet met een hoog koolhydraatgehalte voor 12 maanden. Na 3 maanden en na 6 maanden verloor de groep met een laag-koolhydraatdieet significant meer gewicht dan de groep met een hoog koolhydraatgehalte. Na 12 maanden was er echter geen significant verschil meer.

In de studie van Johnstone et al [57] werd een dieet met een laag-koolhydraat-hoog-vet gehalte vergeleken met een medium-koolhydraatdieet. In de groep met een laag-

koolhydraatdieet werd het volgende waargenomen na 27 dagen: significant minder energie-inname, significant minder hongergevoel en significant meer gewichtsverlies. In Figuur 10 is de gewichtsafname van beide diëten te zien. In deze figuur is duidelijk te zien dat de groep met een laag koolhydraatdieet meer gewichtsverlies had dan de andere groep.



**Figuur 10. Gemiddeld lichaamsgewicht bij consumptie van een laag koolhydraatdieet (bolletje) en medium koolhydraatdieet (vierkantje)**

Uit de 4 andere gevonden studies kwamen de volgende conclusies:

- Het dieet met een zeer laag koolhydraatgehalte was effectiever om gewicht te verliezen dan het dieet met een verlaagde calorie-inname (30% vet, 55% koolhydraten, 15% eiwit) [43]
- Geen significant verschil in gewichtsverlies tussen groep met laag koolhydratendieet en groep met laag-energie dieet (12 maanden) [58].
- Geen significant verschil in tussen zeer-laag-koolhydraten-laag-vet-dieet (VLCHF) en hoog-koolhydraat-laag-vet dieet (HCLF). Bloedvetten echter gunstiger in HCLF dieet (24 weken = half jaar) [59].
- Significant meer gewichtsverlies in groep met laag-koolhydraatdieet in vergelijking met een groep met een laag-vetgehalte (korte termijn, 6 weken) [60]. Een dieet met een laag gehalte aan koolhydraten was meer succesvol om gewicht te verliezen dan een dieet laag in vet.

#### **4.6 Conclusie**

Het is lastig om een onderscheid te maken tussen diëten met een laag koolhydraatgehalte en diëten met een hoog vetgehalte omdat deze diëten vaak met elkaar samenhangen. Een dieet laag in koolhydraten hoeft niet altijd hoog in vet te zijn maar dit is wel vaak het geval.

Diëten met een laag koolhydraten of hoog vetgehalte zijn gebaseerd op waterverlies, verlies aan energie, verlagen van de metabole efficiëntie en het onderdrukken van het honger gevoel. Van de 8 gevonden studies laten 6 een significant gewichtsverlies zien in een laag koolhydraat en/of hoog vetdieet. Opvallend is dat er in de studies van één jaar geen significant gewichtsverlies te zien is. Het lijkt er dus op dat laag koolhydraat en/of hoog vetdiëten op de langere termijn geen effect hebben. Bij diëten met een hoog gehalte aan vet moeten de bloedvetgehalten echter goed gemonitord worden aangezien de kans op een hoog cholesterolgehalte hoger is dan bij andere diëten. Ook moeten bij diëten met een laag koolhydraatgehalte de vitaminegehalten in de gaten gehouden worden aangezien bij deze diëten vaak weinig groente en fruit gegeten mag worden.

## 6 Glycemische index/glycemische lading

De glycemische index (GI) geeft aan hoeveel de bloedsuikerspiegel zal stijgen na een maaltijd. Producten met een hoge GI geven snel energie maar hierdoor komt het hongergevoel ook sneller terug. Producten met een lage GI worden langzamer afgebroken wat zorgt voor een langer verzadigd gevoel. De insulinebehoefte van het lichaam hangt niet alleen af van de GI maar ook van de glycemische lading/last (GL). De GL staat voor de totale hoeveelheid koolhydraten. De GL bevat zowel de GI als de hoeveelheid koolhydraten per portie. Uit onderzoek blijkt dat bij vrouwen met overgewicht het risico op diabetes en een hartinfarct een positieve relatie heeft met de GL van voedingsmiddelen. Hoe hoger de GL dus is hoe hoger het risico [61].

- De GI wordt als volgt berekend:  $((A/B)) * 100$ .

De stijging in bloedsuikergehalte wordt gedurende 2 uur gemeten na consumptie van een bepaald voedingsmiddel. Deze stijging van het bloedsuikergehalte na het eten van 50 gram koolhydraten van dit product (A) wordt vergeleken met de stijging van bloedsuikergehalte na het eten van 50 gram witbrood of glucose (B).

- De GL wordt als volgt berekend:  $(GI/100) \times \text{gram koolhydraten per portie}$  [61].

Maaltijden met hoge GI maken afvallen moeilijker aangezien gewichtscontrole lastiger is. Dit komt doordat snel afbreekbare koolhydraten (hoge GI) voor fluctuaties van bloedglucose en insuline zorgen. Ook stimuleert dit het hongersignaal en remt een hoog GI dieet de vetoxidatie [62, 63]. Uit dierstudies blijkt dat een dieet met een hoge GI kan zorgen voor gewichtstoename en ophoping van vet tussen de organen[63]. Een dieet met een lage GI verhoogt de beheersing over het gewicht omdat het gevoel van verzadiging langer blijft, er minder insuline vrijkomt en ook de insulinegevoeligheid blijft beter.

In een metastudie van Ludwig et al [62] werden studies bekeken die de glycemische respons vergeleken met veranderingen in honger, verzadiging of energie-inname [62].

In Tabel 2 is een overzicht weergegeven van deze studies.

**Tabel 2. Overzicht van studies waarin glycemische response vergeleken werd met veranderingen in honger, verzadiging of energie-inname [62].**

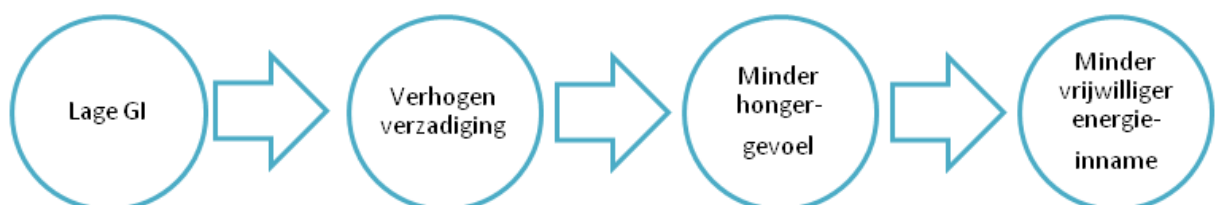
Reference	Modified dietary factor	Effect of low GI food
Haber et al. 1977 <sup>1</sup>	Apple, whole or processed	Increased satiety
Krotkiewski 1984	Guar gum	Decreased hunger
Spitzer and Rodin 1987	Fructose or glucose	Lower voluntary energy intake
Rodin et al. 1988	Fructose or glucose	Lower voluntary energy intake
Leathwood and Pollet 1988	Bean or potato	Decreased hunger
Rodin 1991	Fructose or glucose	Lower voluntary energy intake
Holt et al. 1992	Breakfast cereal	Increased satiety
van Amelsvoort and Westrate 1992	Amylose or amylopectin	Increased satiety
Benini et al. 1995	Fiber added to meal	Decreased hunger
Gustafsson et al. 1995a	Vegetable type	Increased satiety
Gustafsson et al. 1995b	Raw or cooked carrots	Increased satiety
Holt and Miller 1995	Rice type	Lower voluntary energy intake
Lavin and Read 1995	Guar gum	Decreased hunger
Holt et al. 1996	38 individual foods	No change in satiety
Rigaud et al. 1998	Psyllium fiber	Lower voluntary energy intake
Ludwig et al. 1999b	Oatmeal type	Lower voluntary energy intake

<sup>1</sup> Haber et al. demonstrated differences in insulinemic, but not glycaemic response.

Van de 6 studies die hebben gekeken naar het effect van een laag GI dieet op verzadiging toonden 5 een verhoogde verzadiging aan. In 1 studie werd geen verschil in verzadiging gevonden. Van de 4 studies die keken naar het hongergevoel toonden alle 4 de studies aan dat het hongergevoel afneemt met een laag GI dieet. Ten slotte tonen alle 6 de studies aan dat de vrijwillige energie-inname lager was na een dieet met een lage GI.

Een andere metastudie [64] vond minder positieve resultaten: van de 31 korte termijn studies vonden 15 een verhoogd verzadigd gevoel bij de deelnemers en 16 een verminderd of geen effect op verzadiging. Ook werd gevonden dat in 7 studies de ad libitum inname omlaag ging bij een dieet met een lage GI maar dat bij 8 studies er geen verschil te zien was. Ook vonden 4 studies gewichtsverlies bij een laag GI-dieet en 14 studies vonden geen effect van het lage GI-dieet. De werking van een dieet met een lage GI is dus nog omstrede.

In Figuur 11 zijn de effecten van een laag GI-dieet weergegeven.



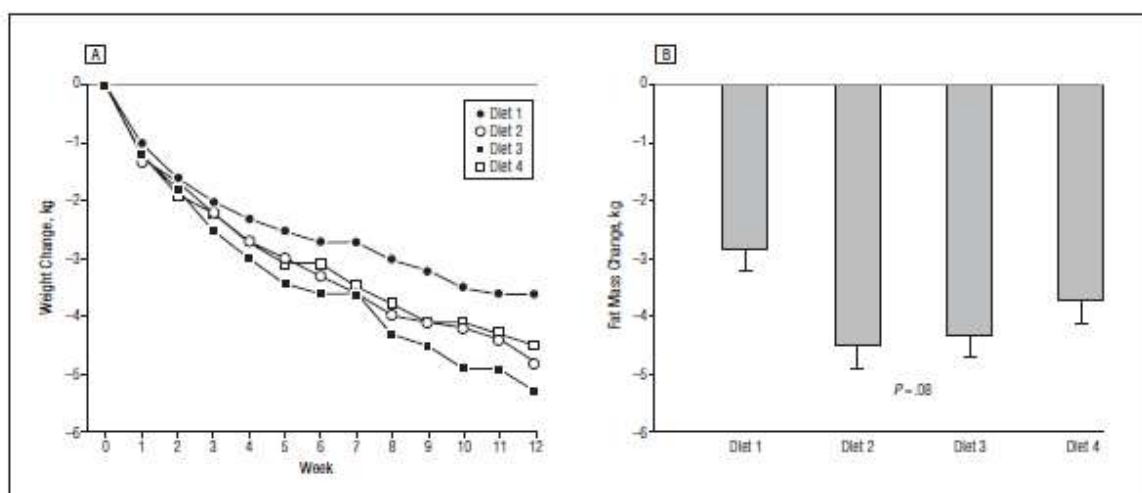
**Figuur 11. Effect van een dieet met een lage glycemische index**

## 5.1 Verhogen verzadiging

Een voedingsmiddel met een lage glucoseresponse is meer verzadigend dan een product met een gelijke hoeveelheid energie maar dan resulterend in een hoge bloedglucoseresponse. Een lage glucoseresponse resulteert in een vertraagde opname in de dunne darm en nutriëntreceptoren in het maag-darmstelsel worden voor een langere periode getriggert, waardoor de hersenen langer een signaal krijgen van verzadiging [63].

## 5.2 Onderbouwende studies

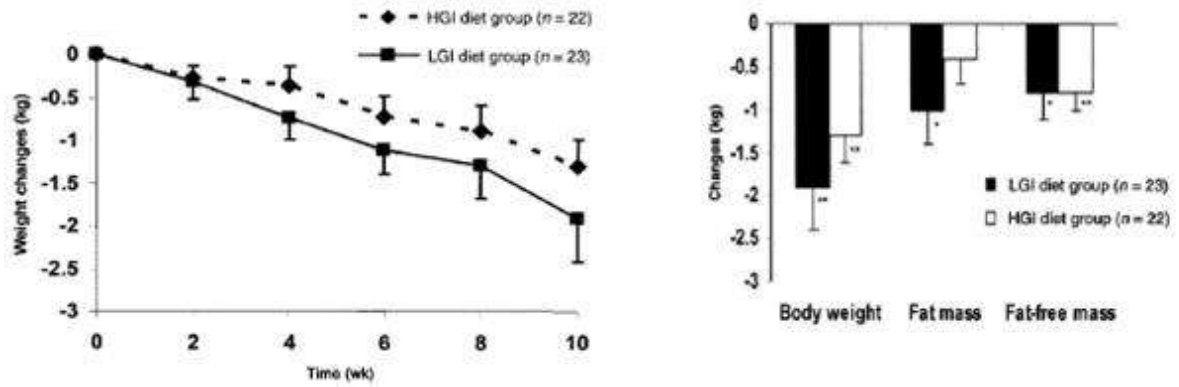
In een studie van McMillan et al [65] werden 4 diëten met elkaar vergeleken: hoog-koolhydraat-hoge-GI (dieet 1), Hoog-koolhydraat-lage-GI (dieet 2), hoog-eiwit-hoge-GI (dieet 3) en hoog-eiwit-lage-GI (dieet 4). Na 12 weken was er in groep 3 het meeste gewicht verloren, zie ook Figuur 12. Ook waren er in deze groep het hoogste aantal mensen dat meer dan 5% gewicht verloor. Het meeste vetmassa werd verloren in groep 2 en groep 3. Dit zijn de diëten met de laagste glycemische lading.



**Figuur 12. Veranderingen in gewicht en vetmassa over 12 weken [65].**

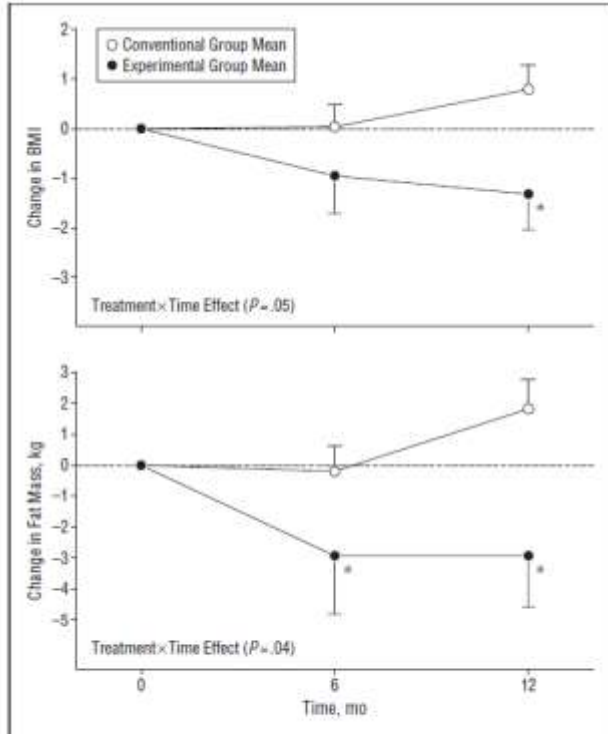
In een studie van Sloth et al [66] werd een dieet met een hoge GI vergeleken met een dieet met een lage GI. In beide groepen was een significante gewichtsafname te zien. In Figuur 13 is het gewichtsverlies weergegeven. Hoewel er in de groep met een laag GI-dieet meer gewicht werd verloren was dit gewichtsverlies niet significant meer dan in de groep met een hoog GI-dieet.





**Figuur 13. Gemiddeld gewichtsverlies in groepen met een hoog GI-dieet en groepen met een laag GI-dieet en het verschil in gewicht, vetmassa en vetvrije massa in de 2 groepen [66].**

Uit een studie van Ebbeling et al [67] bleek echter wel dat de groep die een verlaagd-glycemische-lading-dieet kreeg significant meer gewichtsverlies en verlies in vetmassa had dan de groep met een conventioneel dieet (hogere glycemische lading). In Figuur 14 is te zien dat de groep met het conventionele dieet na de testfase van 6 maanden in gewicht en vetmassa begint toe te nemen. Bij de groep met een verlaagde GL is echter wel gewichtsverlies en verlies in vetmassa te zien.



**Figuur 14. Verandering in BMI en vetmassa na 12 maanden in de groep met een verlaagd GL-dieet en de groep met een conventioneel dieet [67].**

Uit de EURO-DIAB Complication Study van ongeveer 3000 volwassenen met diabetes type 1 bleek dat de consumptie van een lager GI dieet resulteerde in een lagere heup-middelontrek ratio [68]

### **5.3 Conclusie**

Over diëten met een lage glycemische index is nog niet zoveel bekend. Diëten met een lage glycemische index zorgen voor minder pieken in het bloedglucosegehalte. Hierdoor zou de verzadiging verhoogd worden waardoor er minder energie ingenomen wordt. Verder is er nog weinig bekend over het precieze werkingsmechanisme van een laag GI dieet. Uit studies die uitgevoerd zijn blijkt dat diëten met een lage glycemische index of lading kunnen resulteren in significant gewichtsverlies. Toch is er nog te weinig bekend over de effecten van een dieet met een lage GI/GL om te kunnen concluderen of zo'n dieet een goede methode is om gewicht te verliezen.

## 7 Conclusie

In dit rapport zijn de gevonden studies betreffende gewichtsverlies met behulp van verschillende typen diëten samengevat. Er zijn 4 dieettypen onderzocht: hoog eiwit, hoog vezel, hoog vet (laag koolhydraat), en lage glycemische index/glycemische lading.

In Tabel 3 zijn de werkingsmechanismes, de voor-en de nadelen per dieettype weergegeven.

<b>Tabel 3. Samenvatting van 4 dieettypen.</b>			
Dieet	Werking	Voordelen	Nadelen
Hoog eiwit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verzadiging ↑</li> <li>- Energie-inname ↓</li> <li>- Thermogenese ↑</li> <li>- Fysiologische processen (nog vrij onbekend)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vetvrije massa behouden</li> <li>- Minder schommelingen bloedsuikerspiegel</li> <li>- verlagen bloeddruk</li> <li>- verbetering bloedvetten</li> <li>- verlaagd risico hartinfarct</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verstoorde calcium homeostase</li> <li>- verstoorde nierfunctie</li> <li>- verhoogd risico hart en vaatziekten</li> </ul>
Hoog vezels	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kauwen ↑</li> <li>- Maaguitzetting ↑</li> <li>- Maaglediging ↓</li> <li>- Hormonen</li> <li>- Calorie-excretie ↑</li> <li>- Absorptiesnelheid darmen ↓</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voorkomen obstipatie</li> <li>- Gunstig effect op bloeddruk</li> <li>- LDL ↓</li> <li>- Bescherming hart- en vaatziekten</li> <li>- Bescherming tegen diabetes</li> <li>- Glucosegehalte ↓</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risico op ijzertekort</li> </ul>
Hoog vet/ laag koolhydraat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waterverlies ↑</li> <li>- Energieverlies ↑</li> <li>- Metabole efficiëntie ↓</li> <li>- Hongergevoel ↓</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risicofactoren hart en vaatziekten ↓</li> <li>- Levels triglycerides ↓</li> <li>- HDL gehalte ↑</li> <li>- Insulinegevoeligheid ↑</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risico op nierstenen ↑</li> <li>- Kans op braken</li> <li>- Uitblijven menstruatie</li> <li>- Obstipatie</li> <li>- mogelijk vitaminetekort</li> <li>- Bloedvetten moeten goed gemonitord worden</li> <li>- Hoog cholesterol</li> </ul>
Lage GI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verzadiging ↑</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- minder schommeling in bloedsuikerspiegel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lastig voor mensen, wat is lage en hoge GI</li> </ul>

Hoewel bovenstaande diëten op andere werkingsmechanismes zijn gebaseerd is het resultaat hetzelfde: gewichtsverlies op de korte termijn. Op de langere termijn is het onduidelijk welk dieet het beste resultaat laat zien. Hiervoor zijn langdurige studies nodig in grote studiepopulaties. De methode die hiervoor het meest geschikt is ligt echter niet alleen aan het mechanisme maar ook aan persoonlijke voorkeur. Het belangrijkste bij gewichtsverlies is energierestrictie. Het lijkt niet uit te maken op welke manier dit bereikt wordt.

## 8 Aanbeveling

Uit bovenstaande conclusie komt niet duidelijk één dieet naar voren die het meest effectief zou zijn om gewicht te verliezen. Een ander aspect dat meespeelt, is welk dieet het prettigste is om te volgen voor mensen met overgewicht en welk dieet het beste zou werken bij afvallen onder lage zuurstofcondities.

Diëten met een hoog gehalte aan eiwitten verzadigen meer dan diëten met een hoog koolhydraatgehalte en zijn hierdoor misschien beter vol te houden. Een nadeel van een dieet met een hoog eiwitgehalte is echter weer dat een hoge inname van eiwit gerelateerd wordt aan een hoger risico op hart- en vaatziekten en kanker. Dit kan echter in twijfel getrokken worden aangezien in de studies waaruit dit bleek geen correctie gemaakt werd voor de hoeveelheid en type vet in de producten. Diëten met een hoog vezelgehalte zouden kunnen beschermen tegen diabetes, kanker en obesitas. Het is echter lastig om effecten die gevonden worden volledig toe te schrijven omdat deze diëten vaak laag zijn in vet. Het effect van vezels afzonderlijk is dan lastig te meten [26]. Bij diëten met een laag gehalte aan koolhydraten (hoog aan vet) wordt gewichtsverlies vaak grotendeels veroorzaakt door verlies aan water. Hierdoor kan er snel resultaat gezien worden, maar er wordt geen vetmassa afgebroken. Bij diëten met een hoog vetgehalte is er echter het risico aanwezig op een te hoog cholesterolgehalte op de lange termijn. Al zijn de meningen hierover verdeeld. Volgens Atkins zouden bloedvetprofielen verbeteren, anderen tonen aan dat dit niet het geval is. Over diëten met een lage Glycemische Index/Lading is nog te weinig bekend om een dergelijk dieettype te kunnen aanraden. Hierbij moet vermeld worden dat een dieet met een lage GI waarschijnlijk deels vergelijkbaar is met een dieet met een hoog vezelgehalte en laag aan simpele koolhydraten (suikers).

Voor ieder dieet is dus iets te zeggen al lijkt de boodschap te zijn: energierestrictie. De verhouding tussen eiwitten, koolhydraten en vetten maakt dan niet eens zo veel uit. Een dieet met een hoog eiwitgehalte lijkt echter het beste vol te houden aangezien eiwitten de meest verzadigende werking hebben van alle macronutriënten. Op deze manier wordt het hongergevoel dus onderdrukt. Bovendien speelt een dieet met een hoog eiwitgehalte een belangrijke rol bij het behoud van de spiermassa.

In het geval afvallen onder lage zuurstofcondities gebeurt, moet er rekening gehouden worden met het feit dat het lichaam meer rode bloedcellen aanmaakt. Hiervoor is ijzer nodig en vitamine C om het ijzer beter te laten opnemen. Ook vitamine B12 en foliumzuur zijn belangrijk voor de aanmaak van nieuwe rode bloedcellen. Bronnen van ijzer zijn onder andere: vlees, peterselie en tomatensap. Vitamine C wordt in veel groenten en fruit gevonden, vitamine B12 komt vooral voor in zuivel en vlees en foliumzuur in groene bladgroenten en peulvruchten.

Het dieet moet dus voldoende koolhydraten (fruit en groente) en eiwitrijke producten bevatten omdat er anders niet voldoende nutriënten beschikbaar zijn voor de aanmaak van nieuwe bloedcellen.

In het geval van een dieet met een hoog koolhydraatgehalte zou er gedacht kunnen worden aan een dieet met een hoog vezelgehalte. Er treedt dan echter een probleem op: vezels remmen de opname van ijzer.

Ook bij het dieet met een hoog eiwitgehalte moet een bepaalde factor in de gaten gehouden worden: het calciumgehalte. Sommige eiwitproducten hebben ook een hoog calciumgehalte. Aangezien calcium de opname van ijzer remt moeten producten met een hoog calciumgehalte vermeden worden. De remmende werking van calcium kan echter teniet gedaan worden als een dieet een hoog genoeg gehalte aan vitamine C heeft. Hoe meer vitamine C een maaltijd bevat hoe beter het non-heam ijzer opgenomen wordt in het lichaam [69].

### **Aanbeveling dieet**

Een dieet bestaande uit een combinatie van koolhydraten en eiwitten, maar dan met een verlaagde energie-inname (voor vrouwen minder dan 2000 kcal per dag en voor mannen minder dan 2500 kcal per dag) lijkt de beste manier om af te vallen onder lage zuurstofcondities. Er moet echter rekening gehouden met het vezelgehalte aangezien dit de ijzeropname remt. Ook moet er voldoende vitamine C ingenomen worden om de ijzeropname te verbeteren.

Wat ook van belang is tijdens gewichtsverlies is voldoende lichaamsbeweging omdat anders de spiermassa achteruit gaat. Bij gewichtsverlies is het echter de bedoeling dat (grotendeels)

vetmassa verloren gaat. Daarom heeft extreme energiebeperking geen nut; er gaat dan teveel spiermassa verloren [19].

### **Aanbeveling product**

Als er een product gemaakt zou moeten worden dat in combinatie met lage zuurstofcondities geconsumeerd zou worden zou dit product aan de volgende eisen moeten voldoen:

- Hoog gehalte aan ijzer
- Hoog gehalte aan vitamine C
- Laag in vezels
- Laag in calcium
- Vitamine B12 bevatten
- Foliumzuur bevatten

## 9 Referenties

1. Woorden. Homepage: [www.woorden.org](http://www.woorden.org) (24-08-2011). [cited.
2. Encyclo. homepage: [www.encyclo.nl](http://www.encyclo.nl) (24-08-2011). [cited.
3. Mijnwoordenboek. homepage: [www.mijnwoordenboek.nl](http://www.mijnwoordenboek.nl). [cited.
4. Wikipedia, Homepage: <http://nl.wikipedia.org> (24-08-2011).
5. Halton, T.L. and F.B. Hu, *The effects of high protein diets on thermogenesis, satiety and weight loss: a critical review*. Journal of the American College of Nutrition, 2004. **23**(5): p. 373.
6. Layman, D.K., et al., A reduced ratio of dietary carbohydrate to protein improves body composition and blood lipid profiles during weight loss in adult women. The Journal of nutrition, 2003. **133**(2): p. 411.
7. Anderson, G.H. and S.E. Moore, *Dietary proteins in the regulation of food intake and body weight in humans*. The Journal of nutrition, 2004. **134**(4): p. 974S.
8. Skov, A.R., et al., Randomized trial on protein vs carbohydrate in ad libitum fat reduced diet for the treatment of obesity. International journal of obesity, 1999. **23**(5): p. 528-536.
9. Skov, A.R., et al., Effect of protein intake on bone mineralization during weight loss: a 6-month trial. Obesity, 2002. **10**(6): p. 432-438.
10. Skov, A.R., et al., Changes in renal function during weight loss induced by high vs low-protein low-fat diets in overweight subjects. International journal of obesity, 1999. **23**(11): p. 1170-1177.
11. Haulrik, N., et al., Effect of protein and methionine intakes on plasma homocysteine concentrations: a 6-mo randomized controlled trial in overweight subjects. The American journal of clinical nutrition, 2002. **76**(6): p. 1202.
12. Barkeling, B., S. Rössner, and H. Björvell, Effects of a high-protein meal (meat) and a high-carbohydrate meal (vegetarian) on satiety measured by automated computerized monitoring of subsequent food intake, motivation to eat and food preferences. International journal of obesity, 1990. **14**(9): p. 743-751.
13. Reeds, P.J., et al., *Amino acid metabolism and the energetics of growth*. Archiv für Tierernährung, 1998. **51**(2-3): p. 187.
14. Parker, B., et al., Effect of a high-protein, high-monounsaturated fat weight loss diet on glycemic control and lipid levels in type 2 diabetes. Diabetes Care, 2002. **25**(3): p. 425.

15. Johnston, C.S., C.S. Day, and P.D. Swan, Postprandial thermogenesis is increased 100% on a high-protein, low-fat diet versus a high-carbohydrate, low-fat diet in healthy, young women. *Journal of the American College of Nutrition*, 2002. **21**(1): p. 55.
16. Westerterp, K.R., S.A. Wilson, and V. Rolland, *Diet induced thermogenesis measured over 24h in a respiration chamber: effect of diet composition*. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 1999. **23**(3): p. 287.
17. Mikkelsen, P.B., S. Toubro, and A. Astrup, Effect of fat-reduced diets on 24-h energy expenditure: comparisons between animal protein, vegetable protein, and carbohydrate. *The American journal of clinical nutrition*, 2000. **72**(5): p. 1135.
18. Robinson, S.M., et al., Protein turnover and thermogenesis in response to high-protein and high-carbohydrate feeding in men. *The American journal of clinical nutrition*, 1990. **52**(1): p. 72.
19. Deibert, P., et al., Weight loss without losing muscle mass in pre-obese and obese subjects induced by a high-soy-protein diet. *International journal of obesity*, 2004. **28**(10): p. 1349-1352.
20. Due, A., et al., Effect of normal-fat diets, either medium or high in protein, on body weight in overweight subjects: a randomised 1-year trial. *International journal of obesity*, 2004. **28**(10): p. 1283-1290.
21. Clifton, P.M., J.B. Keogh, and M. Noakes, *Long-term effects of a high-protein weight-loss diet*. *The American journal of clinical nutrition*, 2008. **87**(1): p. 23.
22. Whitney and Rolfes, Chapter 4. The carbohydrates: sugars, starches, and fibers, in *Understanding nutrition 2005*, Thomson Wadsworth.
23. Howarth, N.C., E. Saltzman, and S.B. Roberts, *Dietary fiber and weight regulation*. *Nutrition reviews*, 2001. **59**(5): p. 129-139.
24. Alfieri, M.A., et al., Fiber intake of normal weight, moderately obese and severely obese subjects. *Obesity research*, 1995. **3**(6): p. 541.
25. Appleby, P.N., et al., Low body mass index in non-meat eaters: the possible roles of animal fat, dietary fibre and alcohol. *International journal of obesity*, 1998. **22**(5): p. 454-460.
26. Slavin, J.L., *Dietary fiber and body weight*. *Nutrition*, 2005. **21**(3): p. 411-418.



27. Heaton, K.W., *Food fibre as an obstacle to energy intake*. The Lancet, 1973. **302**(7843): p. 1418-1421.
28. Van Itallie, T.B., *Dietary fiber and obesity*. The American journal of clinical nutrition, 1978. **31**(10 Suppl): p. S43.
29. Wolever, T.M.S. and D.J.A. Jenkins, *Effect of dietary fiber and foods on carbohydrate metabolism*. CRC handbook of dietary fiber in human nutrition, 1993. **1993**: p. 111-152.
30. Gutzwiller, J.P., et al., Glucagon-like peptide-1: a potent regulator of food intake in humans. Gut, 1999. **44**(1): p. 81.
31. McBurney, M.I. and L.U. Thompson, *Fermentative characteristics of cereal brans and vegetable fibers*. Nutrition and cancer, 1990. **13**(4): p. 271-280.
32. Baer, D.J., et al., Dietary fiber decreases the metabolizable energy content and nutrient digestibility of mixed diets fed to humans. The Journal of nutrition, 1997. **127**(4): p. 579.
33. Whitney and Rolfes, *Understanding nutrition* tenth edition ed. 2005: Thomson Wadsworth.
34. Poppitt, S.D., et al., Long-term effects of ad libitum low-fat, high-carbohydrate diets on body weight and serum lipids in overweight subjects with metabolic syndrome. The American journal of clinical nutrition, 2002. **75**(1): p. 11.
35. Hays, N.P., et al., Effects of an ad libitum low-fat, high-carbohydrate diet on body weight, body composition, and fat distribution in older men and women: a randomized controlled trial. Archives of internal medicine, 2004. **164**(2): p. 210.
36. Birketvedt, G.S., et al., Long-term effect of fibre supplement and reduced energy intake on body weight and blood lipids in overweight subjects. Acta Medica (Hradec Kralove), 2000. **43**(4): p. 129-32.
37. Volek, J.S. and E.C. Westman, *Very-low-carbohydrate weight-loss diets revisited*. Cleveland Clinic journal of medicine, 2002. **69**(11): p. 849.
38. Astrup, A., T.M. Larsen, and A. Harper, *Atkins and other low-carbohydrate diets: hoax or an effective tool for weight loss?* The Lancet, 2004. **364**(9437): p. 897-899.
39. Young, C.M., et al., Effect on body composition and other parameters in obese young men of carbohydrate level of reduction diet. The American journal of clinical nutrition, 1971. **24**(3): p. 290.

40. Benoit, F.L., R.L. Martin, and R.H. Watten, *Changes in body composition during weight reduction in obesity*. Annals of internal medicine, 1965. **63**(4): p. 604.
41. Willi, S.M., et al., The effects of a high-protein, low-fat, ketogenic diet on adolescents with morbid obesity: body composition, blood chemistries, and sleep abnormalities. Pediatrics, 1998. **101**(1): p. 61.
42. Samaha, F.F., et al., *A low-carbohydrate as compared with a low-fat diet in severe obesity*. New England Journal of Medicine, 2003. **348**(21): p. 2074-2081.
43. Brehm, B.J., et al., A randomized trial comparing a very low carbohydrate diet and a calorie-restricted low fat diet on body weight and cardiovascular risk factors in healthy women. Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 2003. **88**(4): p. 1617.
44. Ballaban Gil, K., et al., *Complications of the ketogenic diet*. Epilepsia, 1998. **39**(7): p. 744-748.
45. Westman, E.C., et al., *Effect of 6-month adherence to a very low carbohydrate diet program\* 1*. The American journal of medicine, 2002. **113**(1): p. 30-36.
46. Law, M., Dietary fat and adult diseases and the implications for childhood nutrition: an epidemiologic approach. The American journal of clinical nutrition, 2000. **72**(5): p. 1291S.
47. Blackburn, G.L., J.C. Phillips, and S. Morreale, *Physician's guide to popular low-carbohydrate weight-loss diets*. Cleveland Clinic journal of medicine, 2001. **68**(9): p. 761.
48. Randle, P.J., et al., The glucose fatty-acid cycle. Its role in insulin sensitivity and the metabolic disturbances of diabetes mellitus. Lancet, 1963. **1**(7285): p. 785.
49. Haymond, M.W., et al., Differences in circulating gluconeogenic substrates during short-term fasting in men, women, and children\* 1. Metabolism, 1982. **31**(1): p. 33-42.
50. Kasper, H., H. Thiel, and M. Ehl, *Response of body weight to a low carbohydrate, high fat diet in normal and obese subjects*. The American journal of clinical nutrition, 1973. **26**(2): p. 197.
51. Volek, J.S., A.L. Gomez, and W.J. Kraemer, Fasting lipoprotein and postprandial triacylglycerol responses to a low-carbohydrate diet supplemented with n-3 fatty acids. Journal of the American College of Nutrition, 2000. **19**(3): p. 383.
52. Arase, K., et al., *Intracerebroventricular infusions of 3-OHB and insulin in a rat model of dietary obesity*. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 1988. **255**(6): p. R974.

53. Bray, G.A., M.B. Davidson, and E.J. Drenick, *Obesity: a serious symptom*. Annals of internal medicine, 1972. **77**(5): p. 779.
54. McAuley, K.A., et al., Comparison of high-fat and high-protein diets with a high-carbohydrate diet in insulin-resistant obese women. Diabetologia, 2005. **48**(1): p. 8-16.
55. Rankin, J.W. and A.D. Turpyn, *Low carbohydrate, high fat diet increases C-reactive protein during weight loss*. Journal of the American College of Nutrition, 2007. **26**(2): p. 163.
56. Foster, G.D., et al., *A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity*. New England Journal of Medicine, 2003. **348**(21): p. 2082-2090.
57. Johnstone, A.M., et al., Effects of a high-protein ketogenic diet on hunger, appetite, and weight loss in obese men feeding ad libitum. The American journal of clinical nutrition, 2008. **87**(1): p. 44.
58. Stern, L., et al., The effects of low-carbohydrate versus conventional weight loss diets in severely obese adults: one-year follow-up of a randomized trial. Annals of internal medicine, 2004. **140**(10): p. 778.
59. Tay, J., et al., Metabolic effects of weight loss on a very-low-carbohydrate diet compared with an isocaloric high-carbohydrate diet in abdominally obese subjects. Journal of the American College of Cardiology, 2008. **51**(1): p. 59-67.
60. Sondike, S.B., N. Copperman, and M.S. Jacobson, Effects of a low-carbohydrate diet on weight loss and cardiovascular risk factors in overweight adolescents. Journal of Pediatrics, 2003. **142**: p. 253-8.
61. Voedingscentrum. [www.voedingscentrum.nl](http://www.voedingscentrum.nl) (19-08-2011). [cited.
62. Ludwig, D.S., et al., *High glycemic index foods, overeating, and obesity*. Pediatrics, 1999. **103**(3): p. e26.
63. Brand-Miller, J.C., et al., *Glycemic index and obesity*. The American journal of clinical nutrition, 2002. **76**(1): p. 281S.
64. Raben, A., Should obese patients be counselled to follow a low glycaemic index diet? No. Obesity reviews, 2002. **3**(4): p. 245-256.
65. McMillan-Price, J., et al., Comparison of 4 diets of varying glycemic load on weight loss and cardiovascular risk reduction in overweight and obese young adults: a randomized controlled trial. Archives of internal medicine, 2006. **166**(14): p. 1466.

66. Sloth, B., et al., No difference in body weight decrease between a low-glycemic-index and a high-glycemic-index diet but reduced LDL cholesterol after 10-wk ad libitum intake of the low-glycemic-index diet. *The American journal of clinical nutrition*, 2004. **80**(2): p. 337.
67. Ebbeling, C.B., et al., *A reduced-glycemic load diet in the treatment of adolescent obesity*. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 2003. **157**(8): p. 773.
68. Toeller, M., et al., *Nutriënt intakes as predictors of body weight in European people with type 1 diabetes*. *International journal of obesity*, 2001. **25**(12): p. 1815-1822.
69. Lynch, S.R. and J.D. Cook, *INTERACTION OF VITAMIN C AND IRON\**. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1980. **355**(1): p. 32-44.

## 10 Appendix I Literatuuroverzicht

Literatuuroverzicht dieetstudies							
Author	Year	Design	Subjects	Method	Results	Conclusion	Remarks
Clifton, Keogh and Noakes [21]	2008	Parallel, randomized trial  64 weeks	N = 79 BMI 27-40 kg/m <sup>2</sup>	- HP: high protein (34% of energy, 20% fat, 46% carbohydrate) - LP: low protein (17% protein, 20% fat, 64% carbohydrates of energy)	Weight loss HP: 4.6 ± 5.5 kg Weight loss LP: 4.4 ± 6.1 kg No significant difference in weight loss between 2 groups. When looking at actual intake (dietary records) the groep who reported high protein intake lost significantly more weight (6.5 ± 7.5 kg vs 3.4 ± 4.4 kg)	Significant greater weight loss in group who reported a high-protein intake compared to low protein intake (in grams as well as in energy percentage).	12 weeks intensive weight loss + 52 weeks follow up
Deibert et al [19]	2004	Randomized controlled trial  6 months	N=90 BMI 27.5 – 35 kg/m <sup>2</sup>	- Life style education (LE) - high-soy-low-fat+PA (HSPA) - High-soy-low fat (HS)	BMI dropped significant in all groups. <b>Body weight:</b> LE: -6.2 ± 4.2 kg HSPA: -8.9 ± 3.9 kg HS: -8.9 ± 3.9 kg Fat mass: LE: -6.6 ± 4.6 HSPA: -9.4 ± 4.5 HS: -8.8 ± 4.3 Improvement in glycemic control	High-soy-low-fat can improve body composition → losing fat and preserving muscle mass	Body weight, fat mass + lean body mass with Bod Pod.
Due et al [20]	2004	Randomized controlled trial  12 months	N= 50 BMI 26-34 kg/m <sup>2</sup>	- HP: Fat reduced (30% of energy) + high protein (25% of energy) - MP: Fat reduced (30% of energy) + medium in protein (12% energy)	<u>After 6 months:</u> Significant greater weight loss (9.4 kg) in HP group than MP group (5.9 kg). <u>After 12 months:</u> No significant difference in weight loss between HP and MP group (6.2 and 4.3 kg respectively)	Fat-reduced diet high in protein seems to enhance weight loss	Ad libitum diet

Poppitt et al [34]	2002	Randomized controlled trial  6 months	N = 46  BMI 27-40 kg/m <sup>2</sup>	- Low Fat Complex Carbohydrate (LFCC). Ratio simple to complex carbohydrate to 1:2 - Low Fat Simple Carbohydrate (LFSC) Ratio simple to complex carbohydrate to 2:1 - Control – 40% fat	Weight : LFCC: -4.25 kg (significant) LFSC: -0.28 kg (not significant) Control: + 1.03 kg (not significant)	Further weight gain can be prevented and modest weight loss can be achieved in a diet where ¼ of dietary fat is replaced by carbohydrates. Complex carbohydrates resulted in largest weight loss.	↑CH ↓ fat  Subjects with metabolic syndrome Complex: fiber Simple: sugars
Hays et al [35]	2004	Randomized controlled trial  14 weeks	N=34  Mean BMI 30.9 kg/m <sup>2</sup>	- HI-CHO: high complex carbohydrate. (18% fat, 19% protein, 63% carbohydrates, 7 g fiber per 1000 kcal) - HI-CHO+EX: high complex carbohydrate + exercise (4d/wk, 45 min/d). - Control (41% fat, 14% protein, 45% carbohydrates, 7 grams fiber per 1000 kcal.	Weight loss: HI-CHO: -3.2 ±1.2 kg (sign) HO-CHO+EX: -4.8 ± 0.9 kg (sign) Control: -0.1 ± 0.6 kg  High carbohydrates did not result in decreased rest metabolism or reduced fat oxidation	Ad libitum consumption of a high carbohydrate diet (no energy restriction) results in loss of body weight.	Subjects with impaired glucose intolerance
Birketvedt et al [36]	2000	Randomized trial 24 weeks	N= 53  BMI > 27.5 kg/m <sup>2</sup>	- Reduced energy (1200 kcal/day) + fiber supplement (REF) (initial dose van 6 g, maintenance dose van 4 g) - Reduced energy (RE) (1200 kcal/day)	Both groups significant weight loss: - REF: 8.0 kg - RE: 5.8 kg	The results suggest that a dietary fibre supplement in combination with a hypocaloric diet is of value as an adjunct in the management of overweight.	Complete article not available

Brehm et al [43]	2003	Randomized, controlled trial  6 months	N = 42 BMI 30-35 kg/m <sup>2</sup>	- Ad libitum very low carbohydrate (VLC)  - Calorie restricted (CR) diet (30% calories from fat, 55% carbohydrate and 15% protein)	The VLC group lost significantly more weight. VLC group lost 8.5 ± 1.0 kg RC group lost 3.9 ± 1.0 kg  The VLC group lost significantly more body fat: VLC group lost 4.8 ± 0.67 kg Rc group lost 2.0 ± 0.75 kg	Over a period of 6 months a diet very low in carbohydrates seems more effective to lose weight.	↓CH ↓ calories  Female study
Johnstone et al [57]	2008	Randomized cross over design  27 days	N=17 BMI >30 kg/m <sup>2</sup>	- LC: low carbohydrate (4% carbohydrate, 30% protein, 66% fat) - MC: medium carbohydrate (35% carbohydrate, 30% protein, 35% fat)	In LC diet (compared to MC): - lower energy intake (sign) - hunger lower (sign) - more weight loss (6.34 ± 2.24 vs 4.35 ± 2.61kg) (sign)	Diets high in protein, low in carbohydrates reduce hunger and food intake more than high protein, medium-carbohydrate diets. Also weight loss is greater.	Ad libitum diet
Foster et al [56]	2003	Randomized, controlled trial  12 months	N = 63  Mean BMI 34.2 kg/m <sup>2</sup>	- LC: low carbohydrate, high protein, high fat. - LF: low fat (25%, high carbohydrate (60%) and protein (15%) = control group	Weight loss LC: - After 3 mo: -8.1 ± 4.4 - After 6 mo: -9.7 ± 5.7 - After 12 mo: -7.3 ± 7.3  Weight loss LF: - After 3 mo: -3.8 ± 5.3 - After 6 mo: -5.3 ± 6.4 - After 12 mo: -4.5 ± 7.9  After 3 and 6 months sign weight loss between LC and LF. After 12 months not significant anymore	A diet low in carbohydrates results in significant more weight loss compared to a diet low in fat after 3 and 6 months. After 12 months the difference is not sign anymore.	
Stern et al [58]	2004	Randomized trial	N = 132  BMI ≥ 35	- LC: low carbohydrate: < 30 gram carbohydrates per day	After 12 months: - Weight loss LC: 5.1 ± 8.7 kg - Weight loss RC: 3.1 ± 8.4 kg	Although weight loss was similar for the 2 groups, other outcome	

		12 months	kg/m <sup>2</sup>	- RC: Restricted calorie diet (restriction of 500 kcal per day, < 30% from fat)	Differences between groups not significant.  LC levels of triglycerides decreased significantly more compared to RC.	values like blood lipids were more favorable for LC group.	
McAuley et al [54]	2004	Randomized trial  6 months	N = 69 BMI > 27 kg/m <sup>2</sup>	- Atkins (high fat: HF) - Zone Diet (high protein: HP) - High carbohydrate (high fiber) (HC)= conventional diet	HF and HP significant more weight loss than HC. Differences in weight between diets: HF-HC: 2.82 ± 1.81 (sign) HP-HC: 2.71 ± 1.78 (sign) HF-HP: 0.11 ± 1.81	The HF seems to be the most effective method to lose weight. Blood levels should however be monitored.	Insulin resistant women
Rankin and Turpyn [55]	2007	Randomized trial  4 weeks	N = 29 BMI > 24.5 kg/m <sup>2</sup>	- LC: low carbohydrate: 58% fat, 12% carbohydrate, 30% protein - HC: high carbohydrate: 24% fat, 59% carbohydrate, 18% protein Similar in caloric intake	Weight loss - LC: 3.8 ± 1.2 kg - HC: 2.6 ± 1.7 kg Significant more weight loss in LC	After 4 weeks significant more weight loss in group who consumed diet low in carbohydrates	
Tay et al [59]	2008	Randomized trial  24 weeks	N = 88  Mean BMI VLCHF 33.9 kg/m <sup>2</sup> , HCLF 33.5 kg/m <sup>2</sup>	- VLCHF: very low carbohydrate, low fat - HCLF: high carbohydrate, low fat	Weight loss: - VLCHF: -11.9 ± 6.3 kg - HCLF: - 10.1 ± 5.7 kg  HCLF diet more favorable effect on LDL cholesterol. VLCHF diet more favorable effect on triglycerides and HDL cholesterol.	Both diets result in similar weight loss. Blood lipids however more favorable in HCLF group.	Isocaloric diets
Sondike, Copperman and Jacobson [60]	2003	Randomized, controlled trial 6 weeks	N = 30  BMI > 95th percentile	- LC: low carbohydrate: < 20 g/d carbohydrate, ad libitum protein, fat in first 2 weeks. Week 3	Significant more weight loss in LC group (9.9 ± 9.3 kg vs 4.1 ± 4.9 kg) In the LF group significant improvement of total cholesterol	A diet low in carbohydrates was more successful to lose weight on a short term	Fiber supplements for LC group



				-12: 40 g/d carbohydrate - LF: low fat: < 40 g/d fat, 5 servings of starch per day (15 grams carbohydrate), ad libitum intake of fat-free dairy products for 12 weeks.	and LDL cholesterol.	compared to a diet low in fat.	
McMillan-Price [65]	2006	Randomized controlled trial  12 weeks	N= 129  BMI > 25 kg/m <sup>2</sup>	1: high carbohydrate (55% of total energy intake) + high GI 2: high carbohydrate (55% of total energy intake) + low GI 3: high protein (25% of total energy intake) + high GI 4: high protein (25% of total energy intake) + low GI	Significant weight loss per group: 1: -4.2% (± 0.6) 2: -5.5% (± 0.5) 3: -6.2% (± 0.4) 4: - 4.8% (±0.7)  Geen sign verschil tussen 4 groepen.  The percentage of persons who lost more than 5% differs sign. per group: 1: 31% 2: 56% 3: 66% 4: 33%  In group 3 most subjects lost more than 5% of body weight. Subjects in group 2 en 3 lost 80% more fat mass then subjects in group 1.	No significant difference in weight loss between groups but significant more people with 5% weight loss or more in group with high-protein-high-GI.	↑CH ↑protein ↑ GI ↓ GI
Sloth et al [66]	2004	Parallel randomized trial	N=45  BMI 25-30 kg/m <sup>2</sup>	LGI: low GI HGI: high GI	Body weight decreased significant in both groups LGI: 1.9 ± 0.5 kg HGI: 1.3 ± 0.3 kg	A diet with a low GI is not more beneficial to lose weight compared to a diet with a high GI.	Diets low in fat, high in carbohydrates.

		10 weeks			No significant difference between 2 groups.	The risk on factors for ischemic heart disease was however lower.	
Ebbeling et al [67]	2003	Randomized controlled trial  12 months (6 months trial, 6 months follow up)	N = 14  BMI that exceeded sex- and age-specific 95th percentiles	- RGL: Reduced glycemic load: 45-50% of energy from carbohydrates and 30-35% from fat - CD: conventional diet: 55-60% from carbohydrates and 25-30% from fat	After 12 months RGL lost more weight and fat mass than CD: BMI RGL: $-1.3 \pm 0.7$ kg BMI CD: $+0.7 \pm 0.5$  Fat mass RGL: $-3.0 \pm 1.6$ kg Fat mass CD: $+1.8 \pm 1.0$ kg	An ad libitum reduced glycemic load diet seems to be a good option to lose weight in obese adolescents.	