

Voedingsinname van mensen met overgewicht: De NEO studie

Voedingsinname van mensen met overgewicht en het
verband met de mate van overgewicht



Cyanne Janmaat
Februari – juni 2011

Voedingsinname van mensen met overgewicht: De NEO studie

Voedingsinname van mensen met overgewicht en het verband met de mate van overgewicht



Auteur: Cyanne Janmaat
Heggewinde 9
2742 DZ Waddinxveen
Studentnummer 07019343

Datum: 10 juni 2011

Opdrachtgever: NEO studie, Leids Universitair Medisch Centrum
Klinische epidemiologie
Albinusdreef 2
Postbus 9600
2300 RC Leiden

Praktijkbegeleider: Dr ir R. de Mutsert

Docentbegeleiding: Dhr. A.M. Fleurke en Mw. O.E.J.L. Bruls
De Haagse Hogeschool
Opleiding Voeding en Diëtetiek
Johanna Westerdijkplein 75
Den Haag
Tel 070-4458300

Voorwoord

Tijdens mijn stage op de afdeling diëtetiek van het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC) kwam ik er achter dat de afdeling klinische epidemiologie bezig is met een groot onderzoek naar het ontstaan van ziekte bij mensen met overgewicht, de Nederlandse Epidemiologie van Obesitas studie, de NEO studie. Dit leek mij een interessant onderzoek met raakvlak op het gebied van voeding en diëtetiek. Zo besloot ik contact op te nemen met de afdeling met het verzoek om mijn afstudeerscriptie te schrijven binnen de NEO studie. Hierop werd enthousiast gereageerd en zo ben ik in februari gestart met het schrijven van mijn scriptie.

Binnen de NEO studie heb ik onderzoek gedaan naar het verband tussen de macronutriëntinname van mensen met overgewicht en de mate van overgewicht. Het eindproduct is een onderzoeksverslag met daarin een literatuurstudie en statistische analyses binnen de NEO studie.

Ik wil mijn praktijkbegeleider, Renée de Mutsert graag bedanken voor de begeleiding bij het schrijven van mijn scriptie. De afgelopen weken heb ik veel geleerd over het uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek.

Daarnaast wil ik mijn begeleiders van de Haagse Hogeschool bedanken, Matthijs Fleurke en Odette Bruls, voor de nuttige feedback en goede ideeën.

Leiden, 10 juni 2011
Cyanne Janmaat

Samenvatting

Achtergrond: Er is weinig bekend over de macronutriëtsamenstelling van de voeding van mensen met obesitas in Nederland. Daarnaast is het niet duidelijk of de consumptie van bepaalde macronutriënten bijdraagt aan het ontstaan van overgewicht. Dit is onderzocht binnen de Nederlandse Epidemiologie van Obesitas studie. De NEO studie is een cohortonderzoek naar de oorzaken van ziekte bij mensen met overgewicht of obesitas.

Vraagstelling: De vraagstelling is tweeledig; (1) Wat is de gemiddelde dagelijkse macronutriëntinname van mensen met overgewicht? (2) Welk verband is er tussen de macronutriëtsamenstelling van de voeding en de mate van overgewicht bij mensen met overgewicht?

Methode: Het onderzoeksrapport bestaat uit een literatuuronderzoek en statistische analyses binnen de NEO studie. Voor het literatuuronderzoek is binnen Pubmed gezocht naar observationele studies. Voor de statistische analyses zijn de data gebruikt van 2436 deelnemers die tot nu toe hebben deelgenomen aan de NEO studie. Van de voedingsinname van de deelnemers is een overzicht gemaakt en er zijn lineaire regressies uitgevoerd naar verbanden tussen de macronutriëntinname en de mate van overgewicht. Dit na het uitsluiten van deelnemers die onder- of overrapporteren of een dieet volgen.

Resultaten: Er wordt geen eenduidig verband gevonden tussen de energie-, koolhydraat-, en eiwitinname en de mate van overgewicht wanneer de resultaten uit observationele studies worden vergeleken. Dit kan mogelijk verklaard worden door het al dan niet corrigeren voor uiteenlopende confounders en verschillen in studie opzet. Het negatieve verband tussen de energie-inname en de mate van overgewicht gevonden in dwarsdoorsnede-onderzoek kan worden verklaard door onderrapportage bij mensen met overgewicht. In observationele studies wordt een positief verband gevonden tussen de vetinname en de mate van overgewicht. Op basis van dwarsdoorsnede-onderzoek lijkt er een negatief verband te zijn tussen de koolhydraatinname en de mate van overgewicht, dit verband wordt niet ondersteund in vervolgonderzoeken. De resultaten met betrekking tot de eiwitinname zijn inconsistent.

Na het uitsluiten van deelnemers van de NEO studie die onder- of overrapporteren ($n=789$) en deelnemers die een dieet volgen ($n=237$) blijven er 1410 deelnemers over voor de analyses. Zowel mannen als vrouwen met een hogere energie-inname hadden een grotere middelomtrek, een hoger BMI en een hoger vetpercentage. Deelnemers met een hogere koolhydraatinname hadden een kleinere middelomtrek, onafhankelijk van leeftijd, de totale energie-inname, opleidingsniveau, etniciteit en rookgewoonten ($\beta=-0,117_{\text{♂}}$, $-0,098_{\text{♀}}$). Ook tussen de koolhydraatinname en de BMI enerzijds ($\beta=-0,021_{\text{♂}}$, $-0,019_{\text{♀}}$) en het vetpercentage anderzijds ($\beta=-0,089_{\text{♂}}$, $-0,020_{\text{♀}}$) was er een negatief verband. Bij mannen was er een positief verband tussen de vetinname respectievelijk de eiwitinname met de middelomtrek ($\beta=0,137$, $\beta=0,441$) de BMI ($\beta=0,029$, $\beta=0,198$) en het vetpercentage $\beta=0,076$, $\beta=0,328$). Bij vrouwen alleen tussen de vetinname en de middelomtrek ($\beta=0,197$), de BMI ($\beta=0,082$) en het vetpercentage ($\beta=0,066$).

Conclusie: Onafhankelijk van de totale energie-inname, lijken een hogere voedingsinname van vet en eiwit gerelateerd te zijn aan meer overgewicht bij mannen, bij vrouwen alleen de vetinname. Een hogere inname van koolhydraten is daarentegen gerelateerd aan een lagere mate van overgewicht, per 10 en% koolhydraten is de middelomtrek 1,2 cm kleiner. Dit is echter alleen gevonden in cross-sectionele studies, gecontroleerde studies en lange termijn vervolgonderzoeken zijn nodig om deze verbanden te kunnen bevestigen.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Probleemstelling en deelvragen	6
1.3 Leeswijzer	7
 I. Literatuurstudie	
2. Methoden	10
3. Macronutriëntinname en de mate van overgewicht	12
3.1 Resultaten	12
3.1.1 Resultaten dwarsdoorsnede-onderzoek	17
3.1.2 Resultaten vervolgstudies	22
3.2 Discussie	24
3.3 Conclusie	26
4. Onderrapportage	28
4.1 Methode om te corrigeren voor onderrapportage	28
4.2 Berekening afkapwaarden voor de NEO studie	30
 II. Analyses voedingsinname deelnemers NEO studie	
5. Methoden	34
5.1 Studiepopulatie	34
5.2 Studieopzet	34
5.3 Dataverzameling	35
5.4 Statistische analyse	35
6. Resultaten	37
6.1 Karakteristieken deelnemers NEO studie	37
6.2 Voedingsinname deelnemers NEO studie	38
6.3 Verband tussen de macronutriëntinname en de mate van overgewicht	39
 7. Discussie en conclusie	 44
8. Literatuurlijst	47

Bijlage 1. Verband voedingsinname en mate van overgewicht, dwarsdoorsneden-onderzoek.

Bijlage 2. Verband voedinginname en mate van overgewicht, vervolgonderzoeken.

Bijlage 3. Aanvullende resultaten analyses

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Wereldwijd neemt de prevalentie van overgewicht en obesitas toe. Zowel in meer ontwikkelde als ontwikkelingslanden. Daarbij neemt het probleem zowel bij kinderen als bij volwassenen toe. In Europa is de prevalentie in 10 jaar met 10-40% toegenomen¹. De grote range in de prevalentie wordt bepaald door verschillende prevalentiecijfers per land. De verschillen worden voornamelijk veroorzaakt door de gehanteerde definitie van overgewicht, de leeftijd van de studipopulatie en het al dan niet meten of zelf laten rapporteren van het gewicht en de lengte. Op basis van prevalentiecijfers van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), blijkt in 2000 44,1% van de Nederlandse bevolking boven de 20 jaar overgewicht te hebben ($BMI \geq 25$), in 2009 is dit 47,2%. Van de Nederlandse bevolking heeft in 2000 9,4% obesitas ($BMI \geq 30$), in 2009 is dit 11,8%².

Wereldwijd is de ziektelast van niet-overdraagbare ziekten snel toegenomen. In 2001 waren de niet-overdraagbare ziekten de oorzaak van 60% van de 56 miljoen sterfgevallen per jaar en 47% van de wereldwijde ziektelast³. De ziektelast is de hoeveelheid gezondheidsverlies in jaren binnen een populatie, die veroorzaakt wordt door ziekten. De ziektelast is opgebouwd uit twee componenten, namelijk de jaren verloren door vroegtijdige sterfte en de jaren geleefd met ziekte⁴.

De belangrijkste risicofactoren voor het ontstaan van niet-overdraagbare aandoeningen zijn een hoge bloeddruk, een hoge concentratie cholesterol in het bloed, onvoldoende gebruik van groente en fruit, overgewicht of obesitas, lichamelijke inactiviteit en rookgewoonten. Veel van deze risicofactoren zijn gerelateerd aan het voedingspatroon. Voorbeelden van niet-overdraagbare ziekten zijn cardiovasculaire ziekten, diabetes type 2 en verschillende vormen van kanker³.

Tot nu toe is er weinig bekend over de macronutriëtsamenstelling van de voeding bij mensen met overgewicht en obesitas in Nederland. De tot nu toe uitgevoerde voedselconsumptiepeilingen van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) richten zich op de voedingsinname van de Nederlandse bevolking verdeeld in verschillende leeftijdsgroepen onafhankelijk van eventueel overgewicht⁵. Daarnaast is het niet duidelijk of de relatieve consumptie van bepaalde macronutriënten bijdraagt aan het ontstaan van overgewicht. Het verband tussen de inname van macronutriënten en de mate van overgewicht is daarnaast onderzocht in de algemene populatie. Wat inhoudt dat bij het merendeel van de studies inclusie van de deelnemers alleen gebeurde op basis van leeftijdsgrenzen. Hierdoor kan er niets gezegd worden over het verband bij mensen met overgewicht. Informatie over de voedingssamenstelling op macronutriëntniveau en de mogelijke verbanden met overgewicht zijn van belang om de dieetbehandeling voor mensen met overgewicht en obesitas te optimaliseren en mogelijk overgewicht en obesitas te voorkomen. Is er bijvoorbeeld een verband tussen het aandeel eiwit in de voeding en de mate van overgewicht?

Het doel van dit deelonderzoek binnen de NEO studie is tweeledig. Ten eerste zal er een overzicht worden gegeven van de voedingsinname (energie, vet, verzadigde en onverzadigde vetzuren, eiwit, koolhydraten, mono-/disachariden, alcohol) van de deelnemers aan de NEO studie. Ten tweede zal het verband tussen de voedingsinname op macronutriëntniveau en de mate van overgewicht onderzocht worden.

De Nederlandse Epidemiologie van Obesitas studie, ofwel de NEO studie, is een cohortonderzoek naar de oorzaken van ziekte bij mensen met overgewicht of obesitas. In totaal zullen 6000 mensen uit de omgeving van Leiden aan dit onderzoek deelnemen. Sinds september 2008 zijn er 4000 deelnemers geweest. De deelnemers zijn tussen de 45 en 65 jaar en hebben een BMI van 27 kg/m^2 of hoger. De deelnemers komen een ochtend naar het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC) voor verschillende onderzoeken. Na het baselineonderzoek zal met regelmaat het optreden van ziekte of overlijden van de deelnemers gedocumenteerd worden⁶. Het invullen van een uitgebreide voedselvragenlijst, ook wel een Food Frequency Questionnaire (FFQ) genoemd, is onderdeel van het baselineonderzoek.

1.2 Probleemstelling en deelvragen

De onderzoeksvraag van dit onderzoek binnen de NEO studie is tweeledig:

1. Wat is de gemiddelde dagelijkse voedingsinname van de deelnemers aan de NEO studie ($\text{BMI} > 27 \text{ kg/m}^2$)?
2. Welk verband is er tussen de macronutriëtsamenstelling van de voeding en de mate van overgewicht bij mensen met overgewicht ($\text{BMI} > 27 \text{ kg/m}^2$)?

Hieruit volgen de deelvragen:

- Wat is de gemiddelde dagelijkse inname aan energie, vet, verzadigde en onverzadigde vetzuren, eiwit, koolhydraten, mono-/disacchariden en alcohol van de deelnemers aan de NEO studie?
- Welk aandeel leveren de verschillende macronutriënten en alcohol van de totale energie-inname?
- In welke mate is er sprake van onderrapportage bij observationeel onderzoek en op welke manier kan daar in de NEO studie het best voor worden gecorrigeerd?
- Is er een verband tussen gemiddelde dagelijkse voedingsinname bij mensen met overgewicht en de mate van overgewicht en zo ja, hoe sterk is het verband?

De eerste twee deelvragen zullen worden beantwoord door middel van statistische analyse van de beschikbare data van de deelnemers van de NEO studie. De derde deelvraag zal worden beantwoord door middel van literatuurstudie. De laatste deelvraag zal worden beantwoord door enerzijds een literatuurstudie naar eerder uitgevoerde observationele studies en anderzijds door middel van analyses van de voedingsinname van de deelnemers aan de NEO studie.

Wanneer er binnen de NEO studie wordt gesproken over de gemiddelde dagelijkse voedingsinname, wordt de inname aan energie, vet, verzadigde en onverzadigde vetzuren, eiwit, koolhydraten, mono-/disacchariden en alcohol bedoeld. De gemiddelde dagelijkse voedingsinname wordt gemeten aan de hand van een voedselvragenlijst (FFQ) met vragen over de voedingsinname in de afgelopen maand. De mate van overgewicht wordt in vier verschillende maten uitgedrukt: 1) de verhouding tussen het gewicht en de lengte (BMI), 2) het vetpercentage (%), 3) de middelomtrek (cm) en 4) de verhouding tussen de middelomtrek en de heupomtrek (middel:heup ratio).

1.3 Leeswijzer

Het onderzoeksrapport is opgedeeld in twee delen, de literatuurstudie en de statistische analyses binnen de NEO studie. Onderdeel I is de literatuurstudie, met in hoofdstuk 2 de methode, in hoofdstuk 3 de resultaten van de literatuurstudie met betrekking tot de macronutriëntinname en de mate van overgewicht en in hoofdstuk 4 de resultaten met betrekking tot onderrapportage.

Onderdeel II bevat de analyses met betrekking tot de voedingsinname van de deelnemers aan de NEO studie. In hoofdstuk 5 staat de methode van onderzoek beschreven. In hoofdstuk 6 zijn de resultaten van de analyses beschreven. De resultaten zijn opgedeeld in karakteristieken van de deelnemers, een overzicht van de voedingsinname en verbanden tussen de voedingsinname en de mate van overgewicht. Hoofdstuk 7 omvat de discussie en conclusie waarin zowel de kennis verkregen door de literatuurstudie als de resultaten uit de analyses zijn betrokken.

I. Literatuurstudie

I. Literatuurstudie

Het literatuuronderzoek is uitgevoerd om een antwoord te geven op de volgende vragen: (1) Wat is het verband tussen de macronutriëntinname en de mate van overgewicht in de algemene populatie? (2) In welke mate is er sprake van onderrapportage bij observationeel onderzoek en op welke manier kan daar in de NEO studie het best voor worden gecorrigeerd?

2. Methode

Om een goede vergelijking te kunnen maken tussen de uitkomsten van het literatuuronderzoek naar het verband tussen de macronutriëntinname en de mate van overgewicht en de resultaten van de analyses binnen de NEO studie is er gekozen om de huidige kennis uit observationele studies samen te vatten. Deze vergelijking kan gemaakt worden doordat de observationele studies vergelijkbaar van opzet zijn met het deelonderzoek binnen de NEO studie, waardoor de resultaten van de studies kunnen worden vergeleken. Tevens was het belangrijk om een keuze te maken tussen de verschillende studieopzetten in verband met een beperkte hoeveelheid tijd voor het uitvoeren van de literatuurstudie.

Er is gezocht naar twee vormen van observationele studies. Namelijk de dwarsdoorsnede-onderzoeken, of wel cross-sectionele onderzoeken en de vervolgonderzoeken, ofwel follow-up studies. Dwarsdoorsnede-onderzoek kent geen tijdsverloop in het onderzoek: aan- en afwezigheid van bijvoorbeeld blootstelling aan een voeding met een groot energiepercentage vet en aan- en afwezigheid van een hoge BMI worden tegelijkertijd gemeten. Vervolgonderzoek daarentegen volgt de gang van de blootstelling (potentiële oorzaak) tot gevolg⁷. De resultaten uit vervolgonderzoeken kunnen daarom eerder oorzakelijk geïnterpreteerd worden dan resultaten uit dwarsdoorsnede-onderzoeken.

Voor het vinden van relevante literatuur is de database PubMed gebruikt. Binnen PubMed is gezocht met de MeSH termen; *diet*, *body weight and measures*, *Body Mass Index*, *body fat distribution*, *waist circumference* en *Waist-to-Hip ratio*. Om ook de meest recente artikelen te vinden, zijn dezelfde termen vrij gebruikt om in de titel en het abstract te zoeken. Er is getracht om binnen PubMed alle bestaande observationele studies naar het verband tussen de macronutriëntinname en de mate van overgewicht te achterhalen. Daarnaast zijn de referenties van drie reviews gebruikt⁸⁻¹⁰, die zijn gepubliceerd tussen 1995 en 2002.

Met betrekking tot onderrapportage is er gezocht naar achtergrondinformatie en methoden om te corrigeren voor onderrapportage. Relevante literatuur is gezocht in de database PubMed. Voor achtergrondinformatie is binnen PubMed gezocht met de termen *under-reporting*, *underreporting*, *energy*, *nutrient*, *diet*, *food intake*, *dietary intake*. Voor methoden om te corrigeren voor onderrapportage is gezocht met de termen *method*, *energy* en *underreporting*.

Een groot aantal studies is minder recent uitgevoerd, deze studies zijn wel meegenomen in het literatuuronderzoek om een zo groot mogelijk aantal studies te kunnen vergelijken. Studies die de sterkte van het verband tussen de macronutriëntinname en de mate van overgewicht niet beschreven zijn uitgesloten.

De resultaten van de studies zijn gewogen door te kijken naar het aantal keer dat een verband wordt gevonden in de verschillende studies. Daarbij wegen de resultaten uit de vervolgonderzoeken zwaarder dan de resultaten uit de dwarsdoorsnede-onderzoeken. Daarnaast is er gekeken naar de significantie van een verband, een verband is significant bij een $p < 0,05$. Echter de significantie is in het huidige onderzoek van minder groot belang omdat de richting en de sterkte van het verband meer zeggen over een mogelijk verband tussen de macronutriëntinname en de mate van overgewicht.

3. Macronutriëntinname en de mate van overgewicht in de algemene populatie

3.1 Resultaten

Er zijn 33 observationele studies gevonden naar het verband tussen de inname van macronutriënten en de mate van overgewicht. Hiervan zijn 22 studies dwarsdoorsnede-onderzoeken¹¹⁻³¹ (tabel 1) en elf vervolgonderzoeken^{15,18,26,32-39} (tabel 2). Drie studies combineerde deze twee onderzoeksvormen^{15,18,26}. Omdat het literatuuronderzoek is toegespitst op een algemene populatie bestaan de onderzoekspopulaties zowel uit mensen met overgewicht als zonder overgewicht en uit verschillende leeftijdsgroepen.

De resultaten uit dwarsdoorsnede-onderzoek staan samengevat in tabel 1, de resultaten uit vervolgonderzoek in tabel 2, de volledige tabellen zijn terug te vinden in bijlage 1 en 2. Het grootste deel van de studies maakt gebruik van correlatieanalyses waarmee een correlatiecoëfficiënt (r) wordt berekend tussen twee variabelen. Naast deze analyses wordt ook wel de lineaire regressieanalyse gebruikt waarmee een bèta (β) wordt berekend. De betekenis van de bèta is: de gemiddelde verandering in de uitkomstvariabele per verandering van een eenheid van de determinant⁴⁰. Andere methoden worden slechts enkele keren toegepast.

Om de resultaten van de analyses te kunnen vergelijken is er gekeken naar de richting van het verband. Wanneer er een positief verband werd gevonden tussen de voedingsinname en de mate van overgewicht betekent dit dat bij een toegenomen inname van een macronutriënt de maat van overgewicht toeneemt. Een negatief verband geeft aan dat bij een toegenomen inname van een macronutriënt de maat van overgewicht afneemt. In de tabellen worden de verbanden aangegeven met een '+' voor een positief verband en een '-' voor een negatief verband. De vetgedrukte verbanden zijn significant.

Met de voedingsinname wordt de inname van de verschillende macronutriënten bedoeld. De voedingsinname wordt bepaald door middel van een voedingsanamnese, voorbeelden hiervan zijn de 24-h recall, de dietary history en de Food Frequency Questionnaire (FFQ). Bij een 24-h recall geeft de respondent aan de interviewer aan wat hij in de afgelopen 24 uur heeft gegeten en gedronken en in welke hoeveelheden. Bij een dietary history wordt de frequentie waarin bepaalde voedingsmiddelen worden geconsumeerd en de gebruikelijke samenstelling van de maaltijden besproken. Bij een FFQ moet de respondent zelf op een vragenlijst invullen hoe vaak een bepaald voedingsmiddel is gebruikt in een bepaalde tijdsperiode⁴¹. De mate van overgewicht wordt uitgedrukt in Body Mass Index (BMI), lichaamsvet percentage (%), middelomtrek (cm), vetmassa (kg), gewicht (kg) en middel-heup ratio.

De studiepopulaties bestaan uit volwassenen (17–85 jaar) mannen en vrouwen. Eén vervolgonderzoek met een looptijd van 23 jaar start met kinderen van 13 jaar oud³⁵. De follow-up periode varieerden van 3 tot 25 jaar. De meeste onderzoeken richten zich op gezonde personen met of zonder overgewicht. Eén studie richt zich enkel op personen met overgewicht⁴², één op personen met Diabetes Mellitus type 1²² en een onderzoek sluit deelnemers die alcohol of tabak gebruiken uit²⁰. Er zijn voldoende dwarsdoorsnede-onderzoeken gevonden voor de verschillende macronutriënten en energie, bij de vervolgstudies zijn er meer studies naar het verband tussen de vetinname en de mate van overgewicht dan voor de energie-, koolhydraat- en

eiwitinname. Bij de dwarsdoorsnede-onderzoeken wordt de mate van overgewicht vaak uitgedrukt in de BMI, bij de vervolgstudies wordt er vaak gekeken naar de gewichtsverandering in een bepaalde periode.

Omdat de totale energie-inname is gerelateerd aan de mate van overgewicht, zullen vrijwel alle specifieke voedingsstoffen ook in verband worden gebracht met de mate van overgewicht⁴³. Daarom zal het effect van één specifiek nutriënt onderscheiden moeten worden van het effect van de energie-inname. Dit gebeurt in de verschillende studies door te corrigeren voor de inname van andere macronutriënten of voor de totale energie-inname. Het corrigeren voor andere macronutriënten is gebaseerd op de *residual* methode en het corrigeren voor de totale energie-inname op het *multivariate nutrient density model*⁴³.

Tabel 1. Resultaten dwarsdoorsnede-onderzoeken naar het verband tussen de macronutriëntinname en mate van overgewicht

Auteur jaar	n	Leeftijd (jaren)	Methode voedingsanamnese	Maten overgewicht		En ♂,♀	Vet ♂,♀	Kh ♂,♀	Eiwit ♂,♀	Gecorrigeerd voor
Dreon, 1988 ⁴²	155 ♂	30-59	7-d dagboek	BMI			+	-	+	
				Vetpercentage			+	-	+	
Romieu, 1988 ¹¹	141 ♀	34-59	4x 7-d dagboek	BMI		-	+	-	+	Leeftijd, totale energie-inname
Tremblay, 1989 ¹²	133 ♂	gem: 40.1 ± 10.1	3-d dagboek	Vetpercentage			+	-	+	
				Vetmassa			+	-	+	
George, 1990 ¹³	344 ♂ 335 ♀	35-55	3-d dagboek	Gewicht (kg)			+, +			Energie-inname per kg lichaamsgewicht
				BMI			+, +			
				Vetpercentage			+, +			
				Vetmassa (kg)			+, +			
Miller, 1990 ¹⁴	107 ♂ 109 ♀	18-71	24 h dietary recall en 2-d dagboek	Vetpercentage			+, +	-, -	+, +	
Colditz, 1990 ¹⁵	31940 ♀	30-55	1-j FFQ	BMI			+	-	+	Energie-inname, leeftijd
Troisi, 1991 ²⁹	765 ♂	43-85	1-j FFQ	Middel-heup ratio			+	-	-	Leeftijd, energie-inname
				BMI			+	-	+	
Tucker, 1992 ¹⁶	205 ♀	Min. 18	1-j dietary-history	Vetpercentage		+	+	-	+	
				Gewicht		+	+	-	+	
				BMI		+	+	-	+	
Slattery, 1992 ¹⁷	5115*	18-30	1-m dietary-history	BMI	Donker		+, -	-, +	+, +	Leeftijd, opleiding, BMI, activiteit, alcohol inname, rookgewoonten
					Blank		+, -	-, -	+, +	
				Middel-	Donker		-, +	+, +	+, -	

<i>Auteur jaar</i>	<i>n</i>	<i>Leeftijd (jaren)</i>	<i>Methode voedingsanamnese</i>	<i>Maten overgewicht</i>	<i>En</i> ♂,♀	<i>Vet</i> ♂,♀	<i>Kh</i> ♂,♀	<i>Eiwit</i> ♂,♀	<i>Gecorrigeerd voor</i>
				heup ratio		+, +	-, -	+, -	
Klesges, 1992 ¹⁸	142 ♂ 152 ♀	24-52	1-j FFQ	BMI jaar 1		+, ns			
				BMI jaar 2		+, +			
				BMI jaar 3		+, +			
Larson, 1996 ¹⁹	135 ♂ 214 ♀	44 ± 10 45 ± 14	3-d dagboek	Vetmassa (kg)	-	+	-		Andere macronutriënten
Nelson, 1996 ²⁰	203 ♂	Min. 20	dietary-history	Vetpercentage	+	+	-	+	
				Gewicht	+	+	-	+	
				BMI	+	+	-	+	
Delvaux, 1999 ³⁰	132 ♂	40	3-d FFQ	BMI	-	+	-	-	
				Middel-heup ratio	-	+	-	-	
				Middelomtrek	-	+	-	-	
				Vetpercentage	+	+	-	-	
Gonzalez, 2000 ²¹	14374 ♂ 23289 ♀	29-69	1-j dietary-history	BMI		+, +	-, -		Leeftijd, andere macronutriënten, lichamelijke activiteit, opleidingsniveau, menopauze, rookgewoonten
Toeller, 2001 ²²	1450 ♂ 1400 ♀	15-60	3-d dagboek	BMI	-, -	+, +	-, -	+, +	Leeftijd, opleidingsniveau, ras/etniciteit, rookgewoonten, lichamelijke activiteit
				Middel-heup ratio	-, -	+, +	-, -	+, +	
				Middelomtrek	-, -	+, +	-, -	+, +	
Satia-Abouta, 2002 ²³	15266 ♂	55-79	1-j FFQ	BMI		+			
Trichopoulo, 2002 ²⁴	27862	25-82	1-j FFQ	BMI			-, -	+, +	Leeftijd, rookgewoonten, opleidingsniveau, energieverbruik, andere

<i>Auteur jaar</i>	<i>n</i>	<i>Leeftijd (jaren)</i>	<i>Methode voedingsanamnese</i>	<i>Maten overgewicht</i>	<i>En</i> ♂,♀	<i>Vet</i> ♂,♀	<i>Kh</i> ♂,♀	<i>Eiwit</i> ♂,♀	<i>Gecorrigeerd voor</i>
Schroder, 2003. ²⁵	1577	25-74	3-d dietary recall	BMI	+ , +	+ , -	- , +	- , +	macronutriënten Leeftijd
Ma, 2005. ²⁶	641	20-70	7-d FFQ	BMI	-	+	-		Lichamelijke activiteit, glycemische index, vet (en%), energie-inname, geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, seizoen
Randi, 2007. ²⁷	3090♂, 3529♀	17-82	2-j FFQ	BMI			- , -	- , +	Leeftijd, opleidingsniveau, rookgewoonten, energie-inname, aantal keer eten, andere macronutriënten, exclusie: deelnemers op dieet
Ahluwalia, 2009 ³¹	966 ♂	45-65	3-d dagboek + interview	BMI		+	-	+	Resultaten voor inname kwartiel 4
				Middelomtrek		+	-	+	Leeftijd, opleiding, dieet, rookgewoonten, lichamelijke activiteit, regio, behandeling: hypertensie, dyslipidemie, diabetes, energie andere macronutriënten en alcohol
Vinknes, 2011 ²⁸	4478	47-49, 71-74	1-j FFQ	Vetpercentage		-	+	-	Leeftijd, geslacht, lichamelijke activiteit, macronutriënten, rookgewoonten
	975	47-49, 71-74**				+	-	-	

En = energie, kh = koolhydraat, ns = niet significant, d = dag, m = maand, j = jaar.

+ = positief verband, - = negatief verband, dikgedrukte verbanden zijn significant.

*46% ♂ (donker, blank), 54% ♀ (donker, blank), **BMI: 23,1-27,8 kg/m², stabiel gewicht, geen zware lichamelijke activiteit.

3.1.1 Resultaten dwarsdoorsnede-onderzoek

Hieronder worden de resultaten van de dwarsdoorsnede-onderzoeken naar het verband tussen de voedingsinname (totale energie-inname, de vetinname, de koolhydraatinname en de eiwitinname) en de mate van overgewicht samengevat en de meest opvallende resultaten besproken (tabel 1). Hierbij gaat het om studies die in vergelijking tot de andere studies afwijkende verbanden vinden, om studies die sterke verbanden vinden en om studies die iets zeggen over de mate waarin overgewicht groter dan wel kleiner is bij een bepaalde macronutriëntinname. De macronutriënten worden niet verder opgedeeld in subgroepen, zoals verzadigd en onverzadigd vet.

Totale energie-inname

De resultaten van de studies naar het verband tussen de totale energie-inname en de mate van overgewicht zijn inconsistent; van de zeven studies vonden vier studies een negatief verband^{11,19,22,26}, vier studies een positief verband^{16,20,25,26} en één studie zowel positieve als negatieve verbanden bij verschillende uitkomst maten van overgewicht³⁰. Eén studie corrigeerde voor onderrapportage²⁵, deze studie vond een positief verband ($r=0,23$, $p<0.001$). De correlatiecoëfficiënten van de significante verbanden ($n=6$) varieerden van -0,11 tot 0,27, één van deze verbanden was negatief.

Vetinname

In totaal hebben 20 studies het verband tussen de vetinname en de mate van overgewicht onderzocht. In 16 studies werd een positief verband gevonden^{11-16,18-23,26,29-31,42}, in drie studies werden zowel positieve als negatieve verbanden gevonden^{17,25,28}, geen van de studies vond een consistent negatief verband. De significante correlatiecoëfficiënten varieerden van 0,11 tot 0,38, de mediaan is 0,18.

In de meeste studies het verband tussen de vetinname en de BMI, als maat van overgewicht, onderzocht. Hierbij vonden bijna alle studies een positief verband^{11,13,15,16,18,20-23,26,29-31,42}. Twee studies vonden een verschillend verband voor mannen en vrouwen^{17,25}.

Slechts één studie vond een negatief verband in de totale studiebevolking. Dit verband werd echter niet meer gevonden wanneer alleen de deelnemers met een stabiel gewicht en geen zware lichamelijke activiteit werden geselecteerd. Een zelfde verband werd gevonden voor de vetinname en het lichaamsvetpercentage²⁸.

In vijf studies werd het verband tussen de vetinname (en%) en de BMI onderzocht met lineaire regressieanalyse. De gevonden bèta's lopen van -0,02 tot 0,21. Bij één van de studies is het verband niet statistisch significant²². Eén van de vijf studies vond een negatief verband¹⁷. De bèta's geven aan dat bij een verhoging van de vetinname met 1 energieprocent de BMI -0,03 kg/m² daalt dan wel 0,21 kg/m² hoger wordt^{13,17,21-23}. Een toename van 0,21 kg/m² voor een persoon van 1,75 meter en 70 kg staat gelijk aan een gewichtstoename van 0,7 kg.

In alle studies werd een positief verband gevonden tussen de vetinname en het lichaamsvetpercentage^{12-14,16,20,30,42} of de vetmassa¹⁹. Tussen de vetinname en de middelomtrek werd in drie studies een positief verband gevonden^{22,30,31}.

Koolhydraatinname

In 19 dwarsdoorsnede-onderzoeken werd het verband tussen de koolhydraatinname en de mate van overgewicht onderzocht. In 16 studies werd een negatief verband gevonden tussen de koolhydraatinname en de mate van overgewicht^{11,12,14-16,19-22,24,26,27,29-31,42}. In drie studies werden zowel negatieve als positieve verbanden

gevonden^{17,25,28}. De significante correlatiecoëfficiënten liepen van -0,39 tot -0,11, de mediaan is 0,20. Ook alle statistisch significante verbanden gevonden middels lineaire regressie waren negatief.

De meeste studies gebruiken de BMI als maat van overgewicht^{15,16,20,21,24,26,27,29-31,42}. Eenzelfde negatief verband werd gevonden tussen de inname van koolhydraten en het lichaamsvetpercentage^{12,16,20,30} en de vetmassa¹⁹. In drie studies werd een negatief verband met de middelomtrek gevonden²⁹⁻³¹.

In één van de studies die de sterkte van het verband beschreven, werd gevonden dat bij een 10 energieprocent hogere inname, de BMI 0,6 kg/m² en 0,4 kg/m² lager was, respectievelijk voor mannen en vrouwen²¹.

Eén studie verdeelde de inname van koolhydraten op in kwartielen, in het hoogste innamekwartiel wordt een 1,1 kg/m² lagere BMI en 20,5 cm kleinere middelomtrek gevonden ten opzichte van het laagste innamekwartiel. In de analyse werd onder andere gecorrigeerd voor de totale energie-inname. Wanneer werd gecorrigeerd voor de andere macronutriënten is de afname van de BMI 3,7 kg/m² en 35,9 cm van de middelomtrek³¹. Deze studie laat zien dat correctie voor de inname van de andere macronutriënten dan wel correctie voor de totale energie-inname niet hetzelfde effect hebben op het verband.

Eiwitinname

De gevonden verbanden tussen de eiwitinname en de mate van overgewicht zijn inconsistent. Van de 16 studies vonden tien studies een positief verband^{11,12,14-16,20,22,24,31,42}, één studie vond een negatief verband³⁰ en vijf studies vonden zowel positieve als negatieve verbanden^{17,25,27-29}. Vier van deze studies onderzochten het verband tussen de absolute eiwitinname (g/d) en de mate van overgewicht^{15,24,27,31}.

De correlatiecoëfficiënten varieerden van -0,01 tot 0,12, twee van de tien studies vonden statistisch significante verbanden^{14,29}. De overige zes studies die het verband onderzochten door middel van lineaire regressie vonden voornamelijk positieve verbanden, wanneer de statistisch significante verbanden worden vergeleken liepen de bèta's uiteen van -0.00007 tot 1,77. Twee van deze significante verbanden waren negatief ($\beta = -0,00007$, $\beta = -0,001$), gezien deze zwakke verbanden kan hier niet worden gesproken van een verband¹⁷.

De meeste studies vonden een positief verband tussen de eiwitinname en de BMI^{15-17,20,22,24,29,31,42}. Twee studies vonden een positief verband voor vrouwen en een negatief verband voor mannen^{25,27}. Bij één van deze onderzoeken waren de verbanden echter niet significant en zwak ($r = -0,04$, $p > 0,05$, $r = 0,06$, $p > 0,05$)²⁵. Het andere onderzoek vond wel sterke positieve associaties tussen de eiwitinname en de BMI bij vrouwen ($\beta = 0,86$, $p < 0,05$), dit betekend dat een 100 kcal hogere eiwitinname per dag gerelateerd is aan een 0,86 kg/m² hogere BMI, na correctie voor de totale energie-inname²⁷. Een ander onderzoek vond voor zowel mannen als vrouwen een positief verband, dit verband is echter voor vrouwen aanzienlijk en significant sterker. Het verband werd aangetoond met behulp van twee lineaire regressiemodellen waarin werd gecorrigeerd voor de andere energieleverende voedingsstoffen of voor de totale energie-inname. Bij vrouwen is de BMI voor elke 100 kcal extra eiwit in de voeding respectievelijk 1,59 kg/m² en 1,77 kg/m² hoger²⁴.

Aan de hand van de resultaten van de dwarsdoorsnede-onderzoeken kunnen de volgende conclusies worden getrokken. De verbanden met betrekking tot de energie inname en de mate van overgewicht zijn inconsistent. Er wordt een positief verband gevonden tussen de vetinname en de mate van overgewicht, ook wanneer alleen de

significante verbanden worden vergeleken. Een hogere koolhydraatinname lijkt gerelateerd aan een lagere mate van overgewicht. Alle significante verbanden tussen koolhydraatinname en mate van overgewicht zijn negatief. Tussen de eiwitinname en de mate van overgewicht worden inconsistente verbanden gevonden.

Tabel 2. Resultaten vervolgonderzoeken naar het verband tussen de macronutriëntinname en mate van overgewicht

Auteur, jaar	Duur follow-up	Studie populatie	Bepaling voedingsinname	Maten voor overgewicht	En ♂,♀	Vet ♂,♀	Kh ♂,♀	Eiwit ♂,♀	Gecorrigeerd voor
Colditz, 1990 ¹⁵	8 jaar	31940 ♀, 30-55 jaar	1-j FFQ	Gewichtstoename (1978-1980) Gewichtstoename (1980-1984)		+	-	-	Leeftijd, BMI, totale energie-inname
Klesges, 1992 ¹⁸	3 jaar	142 ♂ 152 ♀	1-j FFQ	Gewichtstoename in 2 jaar (t0-t1) Inname op t0	-, +	ns, +		+	Geslacht, gewicht (t0), zwangerschap, bevalling, energie-inname, En% vet, lichamelijke activiteit, rookgewoonten (t0-t1)
Kant, 1995 ³⁹	8-10 jaar	2580 ♂ 4567 ♀ 25-74 jaar (t0)	24-h recall (t0)	Gewichtsverandering in 8-10 jaar Gewichtsverandering in 8-10 jaar		+, - +, -			Leeftijd (t0), ras, opleiding, BMI (t0), energie-inname, rookgewoonten, lichamelijke activiteit, duur follow-up, alcohol, morbiditeit, dieet status
Heitman, 1995 ³⁷	6 jaar	418 ♀, 38-60 jaar	Dietary history	Verandering BMI (t0-t1)* Ow/Op Ow/Np Nw/Op Nw/Np Ow/Op		+, - - - - +			BMI (t0), leeftijd, lichamelijke activiteit, energie-inname, rookgewoonten, menopauze
Lenthe, 1998 ³²	14 jaar	84 ♂ 98 ♀	Dietary history	Verandering Subscapulaire huidplooï (t0-t1) Inname gem. t0-t1	+, -	+, -	-, +	+, -	Som van vier huidplooïen
			Dietary history	Subscapulaire huidplooï (t1)				o, -	Som van vier huidplooïen
				Middelomtrek (t1)	+, +			-, -	

<i>Auteur, jaar</i>	<i>Duur follow-up</i>	<i>Studie populatie</i>	<i>Bepaling voedingsinname</i>	<i>Maten voor overgewicht</i>	<i>En</i> ♂,♀	<i>Vet</i> ♂,♀	<i>Kh</i> ♂,♀	<i>Eiwit</i> ♂,♀	<i>Gecorrigeerd voor</i>
Koh-Banerjee, 2003 ³⁴	9 jaar	16,587 ♂, 40-75 jaar (t0)	1-j FFQ	Verandering middelomtrek (cm) van t0-t1		+			Leeftijd (t0), middelomtrek (t0), energie-inname (t0 en t0-t1), alcohol gebruik (t0 en t0-t1), lichamelijke activiteit (t0 en t0-t1), rookgewoonten (t0)
				Verandering middelomtrek (cm) van t0-t1		+			Bovenstaande + BMI (t0)
Ma, 2005 ²⁶	4 jaar	572, 20-70 jaar	7-d dietary recall	Verandering BMI (t0-t1) <i>Inname gem. t0-t1</i>	+	+			Lichamelijke activiteit, glycemische index, vet (en%), energie-inname, geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, seizoen
Maskarinec, 2006 ³⁸	1975-2001	156,920,	FFQ	Risico op overgewicht <i>Odds ratio</i>	1,06, 1,14	1,15, 1,42	1,01, 1,14	1,25, 1,48	Energie-inname, macronutriënten, demografische variabelen, rookgewoonten
Halkjaer, 2006 ³⁶	5 jaar	44897, 50-64 jaar	FFQ	Verandering middelomtrek (cm) in 5 jaar <i>Inname op t0</i>	+, -	+, -	+, +	-, -	Middelomtrek (t0), BMI (t0), leeftijd, rookgewoonten, alcoholinname, lichamelijke activiteit, andere macronutriënten (partition model)
Field, 2007 ³³	8 jaar	41,518 ♂, 30 en 35 jaar (t0)	FFQ	Gewichtsverandering (lbs) van t0-t1		+			Leeftijd, BMI (t0), lichamelijke activiteit (t0), menopauze, rookgewoonten, eiwit (en%) (t0 en t0-t1)
				Inname op t0 Inname t0-t1		+			
Koppes, 2009 ³⁵	23 jaar	168 ♂, 182 ♀	4-w Dietary history	Som van de huidplooien t0-t1		+, +	-, -	+, +	Leeftijd (t1), opleidingsniveau (t1), rookgewoonten (t1), lichamelijke activiteit

En = energie, kh = koolhydraat, ns = niet significant, o=onbekend, + = positief verband, - = negatief verband, dikgedrukte verbanden zijn significant. * *Ow*, overweight woman, *Nw*, normal weight woman, *Op*, overweight parent, *Nw*, normal weight parent

3.1.2 Resultaten vervolgonderzoek

In deze paragraaf zal een toelichting worden gegeven op de resultaten van het vervolgonderzoek naar het verband tussen de voedingsinname en de mate van overgewicht (tabel 2).

Totale energie-inname

Van de vier studies die het verband tussen de energie-inname en de mate van overgewicht onderzochten vond één studie een positief verband²⁶ en drie studies verschillende verbanden voor mannen en vrouwen^{18,32,36}.

Een studie¹⁸ naar het verband tussen energie-inname en gewichtstoename in twee jaar beschrijft dat bij een toegenomen inname van 200 kcal de gewichtstoename in twee jaar 2,21 kg is. Daarnaast werd gevonden dat een hogere energie-inname op baseline en een toegenomen energie-inname in verband staan met een verkleining van de gewichtstoename¹⁸. Eén studie vond een zwak significant positief verband ($r=0,005$, $p=0,02$) tussen de energie-inname en de BMI, bij een extra inname van 100 kcal/dag zal de BMI in 4 jaar met $0,005 \text{ kg/m}^2$ toenemen²⁶.

Een studie onderzocht het verband tussen de energie-inname en de subscapulaire huidplooi dikte, een maat voor het lichaamsvetpercentage. Het onderzoek had een follow-up van 14 jaar en vond bij vrouwen een negatief significant verband ($\beta=-0,25$, $p<0,00$) tussen de verandering in totale energie-inname en de huidplooidikte. Dit betekent dat bij een toegenomen energie-inname in 14 jaar, de gemiddelde huidplooidikte met 0,25 cm afneemt. Dezelfde studie vond een positief, niet significant, verband ($\beta=0,03$, $p=0,08$) tussen de gemiddelde energie-inname en de middel-omtrek bij mannen, in de analyse werd niet gecorrigeerd voor mogelijk versturende variabelen³². Een andere studie vond geen duidelijk verband tussen de energie-inname en de mate van overgewicht, ze vonden een positief, niet significant verband ($\beta=0,01$, $p>0,05$) tussen de totale energie-inname at baseline en de verandering van de middelomtrek in 5 jaar bij mannen en een negatief, niet significant verband voor vrouwen ($\beta=-0,04$, $p>0,05$)³⁶.

Vetinname

Van de tien vervolgonderzoeken vonden er zes een positief verband tussen de vetinname en de mate van overgewicht^{18,26,33-35,38} en vier een combinatie van positieve en negatieve verbanden in verschillende uitkomst maten van overgewicht^{15,36,37,39}.

In een studie waar met lineaire regressieanalyse het verband tussen de vetinname en de middel-omtrek werd gemeten over een 9 jarige follow-up periode, is een toename van 5 energieprocent vet gerelateerd aan een toename van 0,27 cm van de middelomtrek. Wanneer dit verband wordt onderzocht in een model waar gecorrigeerd wordt voor de verandering in BMI wordt een toename van 0,07 cm in 9 jaar gevonden. Deze uitkomst doet vermoeden dat een toegenomen inname vet niet de hoeveelheid abdominaal vet beïnvloedt maar overgewicht als geheel³⁴. Een andere studie vond een zelfde positief verband voor mannen, maar niet voor vrouwen³⁶.

Eén studie onder 41.518 vrouwen uit de 'Nurses Health Study' vond een zwak, positief verband tussen de verandering in energie percentage vet in de voeding over 8 jaar en de gewichtstoename. Bij een toegenomen inname van 1 en% vet werd een

gewichtstoename van 0,11 kg gezien. Het energie percentage vet in de voeding *at baseline* had een positief verband met de gewichtstoename. Met elke en% vet in de voeding at baseline zal het gewicht met 0,05 kg toenemen in 8 jaar³³. In een andere studie werd eenzelfde positief en significant verband gevonden voor mannen tussen de vetinname at baseline en de gewichtsverandering in 8-10 jaar. Echter wanneer gecorrigeerd wordt voor verschillende versturende variabelen (leeftijd, ras, opleidingsniveau, BMI, energie-inname, rookgewoonten, lichamelijke activiteit, duur van de follow-up, alcoholgebruik, morbiditeit en het gebruik van een dieet) is dit positieve verband niet meer significant. Voor vrouwen wordt juist een negatief, niet significant, verband gevonden, ook na correctie voor mogelijk versturende variabelen³⁹.

Een studie met een follow-up van vier jaar, vond een zwak positief, significant verband tussen het energie percentage vet in de voeding en de BMI. Een toename van 10 energieprocent vet geeft in 4 jaar een 0,05 kg/m² toename van de BMI²⁶. Een studie het verband tussen de vetinname (MJ/d) en de toename van de BMI in 5 jaar onderzocht vond een toename van 0,71 kg/m² per MJ (239 kcal) vet per dag, na correctie voor de totale energie-inname³⁷. Een andere studie vond dat een toegenomen percentage energie uit vet in verband staat tot een grotere gewichtstoename¹⁸.

Koolhydraatinname

Van de vijf studies waarin het verband tussen de koolhydraatinname en de mate van overgewicht werd onderzocht vonden twee studies een positief verband^{36,38}, twee studies een negatief verband^{15,35} en één studies zowel een negatief als een positief verband³².

In één studie waarin het verband tussen de inname van macronutriënten en gewichtstoename werd onderzocht werd een negatief verband gevonden tussen de koolhydraatinname en de gewichtstoename in de afgelopen twee jaar, evenals met de gewichtstoename in de daaropvolgende vier jaar. De bèta voor een extra inname van 100 gram per dag met de gewichtsverandering in kg is -0,041 en -0,10¹⁵.

Het verband tussen de koolhydraatinname (MJ/d) en de 5-jaars verandering in de middelomtrek werd in één studie onderzocht. Ze vonden voor zowel mannen als vrouwen een positief, maar zwak verband. Bij een toename van 1 MJ (239 kcal) koolhydraten in de voeding zal de middelomtrek met 0,07 cm voor vrouwen en 0,04 cm voor mannen toenemen³⁶. Dit verband is gezien de kleine verandering in middelomtrek niet klinisch relevant. In dit onderzoek kan de inname van koolhydraten los worden gezien van de totale energie-inname door toepassing van correctie voor de inname van andere macronutriënten volgens de *residual methode*⁴³. Een andere studie met een follow-up van 14 jaar vond een positief en significant verband tussen een gemiddeld hogere relatieve koolhydraatinname en de verandering in de dikte van de subscapulaire huidplooï bij vrouwen ($\beta=0,09$, $p=0,01$)³².

Eiwitinname

Van de vijf studies naar het verband tussen de eiwitinname en de mate van overgewicht vonden er twee een negatief verband^{34,36}, één een positief verband³⁵ en twee studies vonden zowel positieve als negatieve verbanden^{15,32}.

Eén studie met een follow-up van 14 jaar vond een negatief verband tussen het gemiddelde energie percentage eiwit in de voeding van de afgelopen 14 jaar en de middelomtrek tijdens de laatste meting. Een afname van de middelomtrek met 0,15 cm bij mannen en 0,12 cm bij vrouw werd gevonden bij een toename van 1en% eiwit in de voeding, de resultaten zijn niet significant³². Een andere studie, met een follow-up van 5 jaar, vond eenzelfde negatief verband voor zowel mannen als vrouwen. Een toename van 1 MJ (239 kcal) aan eiwit in de voeding zorgt voor een afname van de middelomtrek met 0,4 cm bij mannen en 0,2 cm bij vrouwen³⁶.

Aan de hand van de resultaten uit de vervolgstudies kan worden geconcludeerd dat er een positief verband is tussen de vetinname en de mate van overgewicht. Met betrekking tot de energie-, koolhydraat en eiwitinname kan een soortgelijke conclusie niet worden getrokken, de gevonden resultaten zijn inconsistent. Er zijn pas een klein aantal vervolgstudies uitgevoerd naar het verband tussen de inname van deze voedingsstoffen en de mate van overgewicht.

3.2 Discussie

Naast de verschillen in studiestudiepopulaties en de duur van follow-up bij vervolgonderzoeken zitten de belangrijkste verschillen in opzet, in het al dan niet corrigeren voor variabelen om bias te voorkomen en er voor te zorgen dat de resultaten valide zijn voor de onderzochte populatie. Er wordt van interne validiteit gesproken wanneer het resultaat van het onderzoek juist is voor de onderzochte personen in de betreffende studie. Er wordt van externe validiteit gesproken wanneer het resultaat toepasbaar is op personen die niet bij het onderzoek zijn betrokken. Met betrekking tot interne validiteit kan onderscheid worden gemaakt tussen drie aspecten: selectiebias, informatiebias of confounding⁴⁴.

Selectiebias

Wanneer selectie van deelnemers invloed heeft op het onderzoek wordt gesproken van selectiebias. In de observationele studies kan er sprake zijn van selectiebias wanneer deelnemers met zowel een hoog risico (vb. hoog vetpercentage) als een hoge blootstelling (vb. hoge vetinname) vanaf het begin niet deelnemen aan het onderzoek, of doordat er sprake is van 'loss to follow-up', het verdwijnen van deelnemers in de observatieperiode bij vervolgonderzoeken⁴⁴.

Informatiebias

Informatiebias kan ontstaan wanneer de verzamelde gegevens niet overeenkomen met de werkelijkheid⁴⁴, zie figuur 1. De meest voorkomende vorm van informatiebias in onderzoek naar de voedingsinname is onderrapportage. Met onderrapportage wordt het minder rapporteren van de voedingsinname over een bepaalde periode ten opzichte van de daadwerkelijke voedingsinname in die periode bedoeld. Wanneer er sprake is van onderrapportage kan er een onderschatting van de energie-inname of van een specifiek macronutriënt optreden⁴⁵.

Bij het afnemen van een voedingsanamnese kan er sprake zijn van fouten in de meting. Hierbij kan het gaan over toevalsfouten, zoals schrijffouten. Deze vorm van informatie fouten kan het verband tussen de voedingsinname en de mate van overgewicht verzwakken. Daarnaast kan er sprake zijn van systematische fouten, zoals wanneer juist de mensen met overgewicht frequenter onderrapporteren dan mensen met een gezond gewicht⁴¹. Deze vorm van bias kan zorgen voor een verzwakt

verband of een vals negatief verband. In de meeste dwarsdoorsnede-onderzoeken wordt een negatief verband gevonden tussen de energie-inname en de mate van overgewicht, wat zou betekenen dat een hogere energie-inname in verband staat met lagere mate van overgewicht. Dit kan mogelijk worden verklaard door onderrapportage van de energie-inname bij mensen met overgewicht.

In een aantal observationele studies wordt gecorrigeerd voor onderrapportage, of wordt de mate van onderrapportage geanalyseerd. Tabel 3 beschrijft op welke manier dit gebeurt. Een aantal studies bepaalt afkapwaarden van de energie-inname waarop exclusie van deelnemers wordt gebaseerd. In de andere studies wordt de methode van Goldberg⁴⁶ toegepast. De verschillende methoden om te corrigeren voor onderrapportage en het voorkomen van onderrapportage in observationele studies zal in een volgende paragraaf worden toegelicht.

Tabel 3. Correctie voor onderrapportage of het meten van onderrapportage in verschillende studies

Studie	Methode
George et al. ¹³	<i>Exclusie:</i> Significant verschil in energie-inname (kJ) en relatieve waarde (kJ/kg)
Gonzalez et al. ²¹	<i>Gemeten:</i> Ratio energie-inname:energie behoefte (BMR* x activiteit factor van 1,55)
Satia-About et al. ²³	<i>Exclusie:</i> Energie-inname < 800 kcal of > 5000 kcal <i>Gemeten:</i> Onderrapportage: als de energie-inname $\geq 20\%$ onder de energie behoefte (BMR x activiteit factor)
Trichopoulou et al. ²⁴	<i>Exclusie:</i> Deelnemers met een berekende energie-inname < 1.14 van het BMR.
Schröder et al. ²⁵	<i>Exclusie:</i> Energie-inname:BMR < 1,2
Merchant et al. ⁴⁷	<i>Exclusie:</i> Energie-inname < 799 kcal/d of > 4496 kcal/d
Maskarinec et al. ³⁸	<i>Exclusie:</i> Energie-inname < 800 kcal of > 5000 kcal
Vinknes et al. ²⁸	<i>Exclusie:</i> Energie-inname < 716 kcal ♀, 788 kJ ♂ of > 3582 kcal ♀, 4179 kcal ♂

*BMR = Basal Metabolic Rate (basaal metabolisme)

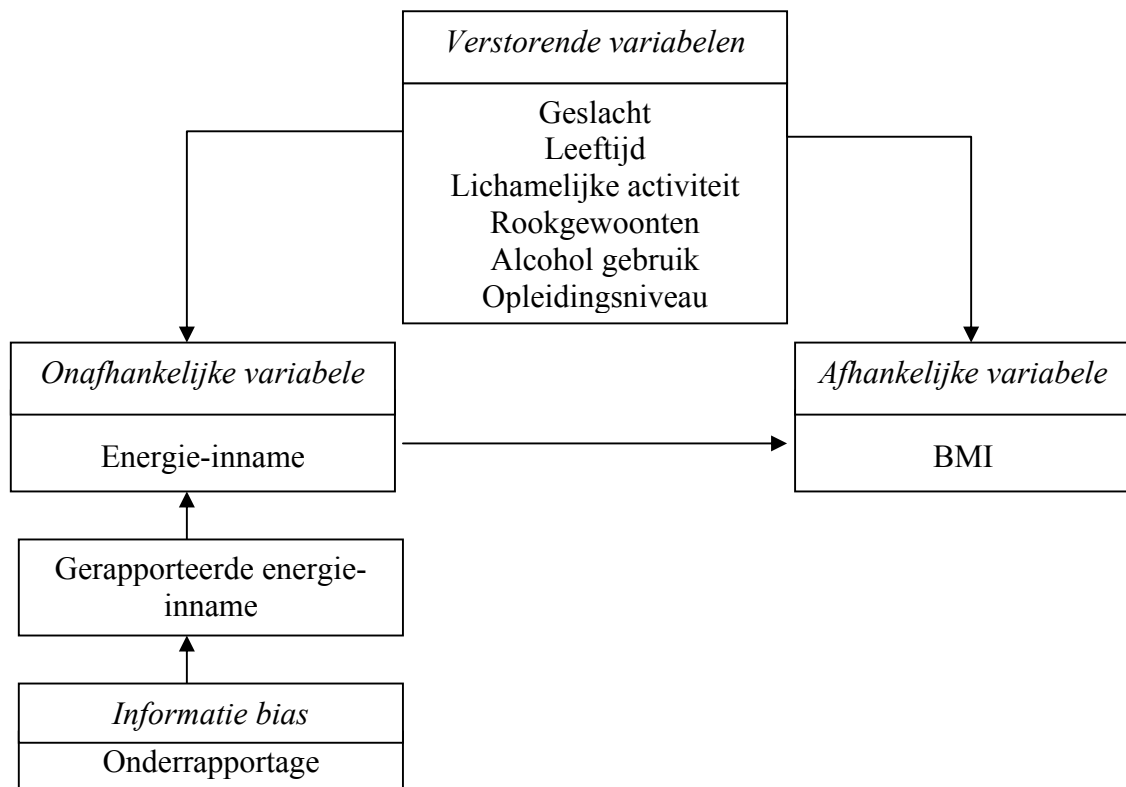
Confounding

Bij de analyses naar het verband tussen de macronutriëntinname en de mate van overgewicht kan er sprake zijn van vertekening door verstorende variabelen, in het Engels ‘confounding’. Verstorende variabelen hebben invloed op zowel de onafhankelijke variabele (bijv. energie-inname) als de afhankelijke variabele (bijv. BMI)⁴⁴, zie figuur 1. Deze verstorende variabele kan het verband tussen de onafhankelijke variabele en de afhankelijke variabelen versterken of verzwakken. Leeftijd is een verstorende factor in observationele studies naar het verband tussen de voedingsinname en de mate van overgewicht^{11,14,15,25}, vrouwen met een hogere leeftijd kunnen zowel een hogere energie-inname als een hoger vetpercentage hebben. In tabel 1 en 2 staan per studie beschreven voor welke verstorende variabelen er is gecorrigeerd.

Er wordt onder andere gecorrigeerd voor de totale hoeveelheid energie in de voeding. Wanneer dit niet gebeurt, kan er een positief verband worden gevonden tussen de macronutriëntinname en de mate van overgewicht die enkel wordt veroorzaakt door een hogere energie-inname. Corrigeren voor de totale energie-inname kan op een aantal manieren, er kan worden gecorrigeerd voor de inname van de andere

macronutriënten of voor de totale energie-inname. Het corrigeren voor andere macronutriënten is gebaseerd op de *residual* methode en het corrigeren voor de totale energie-inname op het *multivariate nutrient density model*⁴³.

Een ander voorbeeld is het corrigeren voor de BMI, bijvoorbeeld in het verband tussen de macronutriëntinname en de middel-omtrek. In een studie met een follow-up van 9 jaar werd een toename van 0,27 cm van de middel gezien bij een toegenomen inname van 5 en% vet. Wanneer er in dit model wordt gecorrigeerd voor de BMI neemt de toename af tot 0,07 cm in 9 jaar³⁴. Dit kan betekenen dat een deel van het verband tussen vetinname en middelomtrek verklaard wordt door (een toename in) BMI.



Figuur 1. Stroomschema confounding, wanneer een verstorende variabele invloed heeft op zowel de onafhankelijke variabele als de afhankelijke variabelen, en informatiebias, wanneer fouten in de gegevensverzameling de variabele beïnvloed.

3.3 Conclusie

Wanneer de resultaten uit de verschillende studies worden vergeleken, wordt er geen eenduidig positief of negatief verband tussen de energie-, koolhydraat- en eiwitinname met de mate van overgewicht gevonden. De inconsistentie kan worden veroorzaakt door het al dan niet corrigeren voor mogelijke confounders, als leeftijd, geslacht, lichamelijke activiteit, totale energie-inname, rookgewoonten, alcohol gebruik en opleidingsniveau. Daarnaast kan de studieopzet een mogelijke verklaring zijn voor de inconsistente bevindingen, hierbij gaat het om de duur van de follow-up, de grote van de studiepopulatie, de deelnemers thuis laten wegen en meten of dit laten uitvoeren door een expert en de wisselende exclusiecriteria. Daarnaast wordt de voedingsinname door middel van verschillende anamnese methoden onderzocht, wat invloed kan hebben op de geregistreeerde inname. Daarnaast is ook het onder- en overrapporteren van invloed op de geregistreeerde inname. Wanneer hier in de studies voor wordt gecorrigeerd gebeurt dit volgens uiteenlopende methoden.

In de dwarsdoorsnede-onderzoeken worden naast positieve verbanden een aantal negatieve verbanden gevonden tussen de energie-inname en de mate van overgewicht. Dit zou betekenen dat een hogere energie-inname in verband staat met een afname van de mate van overgewicht. Dit kan mogelijk verklaard worden door onderrapportage van de totale energie inname bij mensen met overgewicht. In de vervolgonderzoeken wordt wel een positief verband tussen de energie-inname en de mate van overgewicht gevonden. De resultaten van vervolgonderzoeken zijn in dit verband betrouwbaarder. Ze zeggen meer over oorzaak-gevolg relaties omdat het verband tussen de voedingsinname over een bepaalde periode en de aan de zelfde periode gerelateerde verandering in de mate van overgewicht wordt geanalyseerd.

Zowel in dwarsdoorsnede-onderzoek als in vervolgonderzoeken wordt een positief verband gevonden tussen de vetinname en de mate van overgewicht. Een hogere vetinname draagt bij aan het ontstaan van, of de toename van de mate van overgewicht.

Op basis van dwarsdoorsnede-onderzoek lijkt er een negatief verband te zijn tussen de koolhydraatinname en de mate van overgewicht, dit verband wordt niet ondersteund door de bevindingen uit de vervolgonderzoeken, hier worden zowel zwakke positieve als negatieve verbanden gevonden.

De resultaten uit de observationele studies met betrekking tot de eiwitinname zijn inconsistent en meestal niet statistisch significant.

De resultaten uit observationele studies zijn niet eenduidig. Slecht een klein aantal vervolgstudies is tot nu toe uitgevoerd naar het verband tussen de macronutriëntinname en de mate van overgewicht. Van deze studies onderzocht het grootste deel het verband tussen de vetinname en de mate van overgewicht. De resultaten met betrekking tot de vetinname zijn consistent met de resultaten uit dwarsdoorsnede-onderzoek. Gecontroleerde studies en lange termijn vervolgonderzoeken zijn nodig om de verbanden tussen de enerzijds de koolhydraatinname en anderzijds de eiwitinname met de mate van overgewicht te onderzoeken.

4. Onderrapportage

Onderrapporteren is het lager rapporteren van de totale energie inname ten opzichte van de werkelijke energie-inname in dezelfde periode. Onderrapportage kan verschillende oorzaken hebben, zoals het bewust niet registreren van voeding om de voeding lager in energie of ‘gezonder’ te laten lijken⁴⁸. Daarbij kan schaamte meespelen, vaak doordat de omgeving negatieve gedachten of uitlatingen heeft over overgewicht. Hieruit kan een schuldgevoel voortvloeien, over zowel de hoeveelheid als soorten voedsel die wordt geconsumeerd⁴⁹. Een andere oorzaak van onderrapportage kan het bewust niet goed registreren zijn, omdat het tijdrovend en lastig is. Onderrapporteren kan daarnaast onbewust gebeuren zoals bij het vergeten van alle of specifieke voedingsmiddelen⁴⁸. Als laatste kan er nauwkeurig geregistreerd worden, maar kan de gebruikelijke inname wijzigen als gevolg van een bewust dieet of het vermijden van bijvoorbeeld snacks om het opschrijven makkelijker te maken⁴⁹.

Verscheidende onderzoeken zijn uitgevoerd naar onderrapportage onder obese personen. Hieruit blijkt dat mensen met een hoger BMI meer onderrapporteren^{21,23,50,51}, terwijl mensen die overrapporteren een lager BMI hebben dan mensen met een betrouwbaar gerapporteerde energie-inname^{21,51}. Mensen die onderrapporteren rapporteren lagere totale energie-innamen en minder energie uit vet dan mensen die een betrouwbare inname rapporteren^{50,51}. Eén studie vond een onderrapportage van 17,5% bij obese vrouwen en 5,5% bij obese mannen²¹. In een soortgelijk onderzoek werd gevonden dat de kans op onderrapportage vier keer zo groot is voor obese mannen als voor mannen met een gezond gewicht²³.

Er zijn meerdere methoden ontwikkeld om te corrigeren voor onderrapportage. In de literatuur is gezocht naar de werkwijze van de verschillende methoden, om aan de hand hiervan de meest geschikte methode te kiezen om te corrigeren voor onderrapportage binnen de NEO studie.

4.1 Methoden om te corrigeren voor onderrapportage

De verschillende methoden zijn afgeleiden van de methode van Goldberg et al⁴⁶. Het belangrijkste principe van deze methode is dat de energie-inname bij iemand met een stabiel gewicht, over de lange termijn gelijk zal zijn aan het energieverbruik⁴⁶. Wanneer iemand gewicht verliest of in gewicht toeneemt, kan de energie-inname hoger of lager zijn dan de energie behoefte⁵². Iemands totale energieverbruik is afhankelijk van zijn of haar basaal metabolisme (BMR), het thermogene effect van voeding, de hoeveelheid lichamelijke activiteit en de adaptieve thermogenese⁵³. Het BMR is de hoeveelheid energie die nodig is voor het handhaven van elementaire fysiologische functies zoals de ademhaling, bloedsomloop en regulatie van de lichaamstemperatuur⁵⁴. Het thermogene effect van voeding is de hoeveelheid energie die nodig is voor het opnemen en verwerken van koolhydraten, eiwitten en vetten. De adaptieve thermogenese is iemands capaciteit om energie te besparen of te verbruiken bij bijvoorbeeld een variërende inname van voeding of extreme temperaturen⁵³.

4.1.1 *Goldberg cut-off*

De Goldberg cut-off⁴⁶ om te corrigeren voor onderrapportage is gebaseerd op de energiefysiologie, aan de hand waarvan minimale afkapwaarden (cut-offs) voor de energie-inname worden bepaald. Op de lange termijn zal de energie-inname (EI) gelijk zijn aan het energieverbruik (EE) voor personen met een stabiel gewicht.

$$EI = EE \text{ of } EI/EE = 1 \quad (1)$$

Het energieverbruik (EE) wordt vaak beschreven als het basaal metabolisme (BMR), vermenigvuldigd met de PAL-waarde. PAL staat voor het *physical activity level*, dit is een maat voor lichamelijke activiteit. De BMR wordt berekend aan de hand van de Schofield formule.

$$BMR = (\text{gewicht}_{\text{kg}} \times 0,034) + 3,538 \quad (2)$$

Dit is een voorbeeld formule voor vrouwen met een leeftijd van 30 tot en met 60 jaar.

$$BMR \times PAL = EE \quad (3)$$

De Goldberg methode is gebaseerd op de vergelijking dat:

$$EI/(BMR \times PAL) = 1 \quad (4)$$

Aan de hand van dit principe zijn twee methode om afkapwaarden te bepalen ontwikkeld, cut-off 1 en cut-off 2. Cut-off 1 test of de gerapporteerde energie-inname representatief is voor de gebruikelijke inname. De afkapwaarde is vastgesteld op $1,35 \times BMR$. Cut-off 2 test of de gerapporteerde energie-inname representatief is voor de energie-inname gedurende de feitelijk gemeten periode, variërend van een aantal dagen tot een maand. De gemeten inname hoeft dus niet iemands gebruikelijke inname te zijn. Cut-off 2 is altijd ruimer dan cut-off 1 omdat er rekening moet worden gehouden met de hoge dag-tot-dag variatie in voedingsinname gedurende een specifieke periode. De afkapwaarden bij cut-off 2 zijn afhankelijk van de studiepopulatie en het aantal dagen waarover gemeten wordt, daarnaast wordt er onderscheid gemaakt tussen een gemeten of berekende BMR. Wanneer de inname over één dag wordt gemeten en bij één persoon is de minimale afkapwaarde $0,92 \times BMR$, wanneer de inname over 28 dagen bij 2000 personen wordt gemeten is de afkapwaarde $1,54 \times BMR$ ⁴⁶. De volgende formule hoort bij cut-off 2, om te berekenen of de waarde van EI/BMR in n deelnemers acceptabel is:

$$EI_{rep}: BMR > PAL \times \exp \left[s.d._{min} \frac{\left(\frac{s}{400} \right)}{\sqrt{n}} \right] \quad (5)$$

$$EI_{rep}: BMR < PAL \times \exp \left[s.d._{max} \frac{\left(\frac{s}{400} \right)}{\sqrt{n}} \right] \quad (6)$$

Hierbij is PAL de gemiddelde PAL waarde voor de studiepopulatie, $s.d._{min}$ is -2 voor 95% of -3 voor 99% van het minimale betrouwbaarheidslimiet en $s.d._{max}$ is +2 voor 95% of +3 voor 99% van het hoogste betrouwbaarheidslimiet, n is het aantal deelnemers in de studie. S is de factor die rekening houdt met de variatie in voedingsinname, BMR en energie behoefte en kan worden berekend middels de volgende formule:

$$S = \sqrt{\frac{CV_{WEI}^2}{d} + CV_{WB}^2 + CV_{EP}^2} \quad (7)$$

CV_{wei} is een coëfficiënt voor de dag-tot-dag variatie in energie-inname voor de specifieke periode, d is het aantal dagen van de voedingsanamnese, CV_{wb} is het coëfficiënt voor de variatie in herhaalde BMR metingen of de precisie van de berekende in vergelijking tot gemeten BMR, CV_{tp} is het coëfficiënt voor de variatie in lichamelijke activiteit tussen de deelnemers⁵⁵.

4.1.2 Herziene Goldberg methode

De herziene Goldberg methode is ontwikkeld omdat de Schofield formule het BMR zou overschatten bij mensen met obesitas⁵¹. Bij de herziene methode wordt de Mifflin formule gebruikt om de BMR te berekenen⁵⁶:

Vrouwen:

$$BMR_{kcal} = (\text{gewicht}_{kg} \times 9,99) + (\text{lengte}_{cm} \times 6,25) - (\text{Leeftijd}_{jaren} \times 4,92) - 161 \quad (1)$$

Mannen:

$$BMR_{kcal} = (\text{gewicht}_{kg} \times 9,99) + (\text{lengte}_{cm} \times 6,25) - (\text{Leeftijd}_{jaren} \times 4,92) + 5 \quad (2)$$

Het berekenen van de afkapwaarden is verder identiek aan de methode van Goldberg⁵¹.

4.1.3 Exclusie deelnemers met extreem hoge of lage energie-inname

In een aantal studies wordt de methode toegepast waarbij deelnemers met een extreem hoge of lage energie-inname worden uitgesloten van analyse. De afkapwaarden worden door de onderzoekers bepaald, bij de observationele studies liepen ze van minimaal 716 kcal tot maximaal 5000 kcal. Soms worden aparte afkapwaarden voor mannen en vrouwen gehanteerd. Eén studie naar het effect van exclusie van deelnemers met extreem hoge en lage energie-inname toont aan dat de regressie coëfficiënten na exclusie van de extreme hoge en lage energie-innamen gelijk zijn aan de op baseline gevonden regressie coëfficiënten⁵¹. De afkappunten sluiten eerder personen uit die fouten hebben gemaakt in de rapportage dan mensen die onderrapporteren, omdat de energie-innamen door onderrapportage wel tussen de afkappunten kunnen vallen.

4.2 Berekening afkapwaarden voor de NEO studie

De herziene Goldberg methode⁵¹ is de meest geschikte methode om te corrigeren voor onderrapportage binnen de NEO studie. Naast de afkapwaarde voor onderrapportage kan hiermee ook een afkapwaarde voor overrapportage worden vastgesteld. Omdat de Schofield formule het BMR overschat van mensen met overgewicht⁵⁷, zal de Mifflin formule gebruikt worden om het BMR te berekenen van de deelnemers van de NEO studie⁵⁶. De variabelen die nodig zijn om deze formule toe te passen zijn de lengte, de leeftijd en het gewicht. De lengte en het gewicht worden binnen de NEO studie volgens een protocol gemeten door de onderzoeksmedewerkers, hiermee wordt de betrouwbaarheid van deze variabelen bewaakt. Om de afkapwaarden te berekenen, is 23% gebruikt voor de variatie in energie-inname, 15% voor de variatie in PAL waarde tussen de deelnemers en 8,5% voor de variatie in berekende BMR⁵⁵.

$$s = \sqrt{\frac{CV_{wEI}^2}{d} + CV_{wB}^2 + CV_{tp}^2} \rightarrow 17,8\% = \sqrt{\frac{23}{28} + 8,5 + 15} \quad (1)$$

$$CV_{wEI} = 23^\dagger$$

$$d = 28$$

$$CV_{wB} = 8,5^\dagger$$

$$CV_{tp} = 15^\dagger$$

$$S = 17,8\%$$

$$El_{rep}:BMR > PAL \times \exp \left[s.d._{min} \frac{\left(\frac{s}{100}\right)}{\sqrt{n}} \right] \rightarrow El_{rep}:BMR > 1,55 \times \exp \left[-2 \frac{\left(\frac{17,8}{100}\right)}{\sqrt{1}} \right] \quad (2)$$

$$El_{rep}:BMR < PAL \times \exp \left[s.d._{max} \frac{\left(\frac{s}{100}\right)}{\sqrt{n}} \right] \rightarrow El_{rep}:BMR < 1,55 \times \exp \left[2 \frac{\left(\frac{17,8}{100}\right)}{\sqrt{1}} \right] \quad (3)$$

$$s.d._{min} = -2$$

$$s.d._{max} = 2$$

$$n = 1$$

$$PAL = 1,55^\dagger$$

$$El_{rep}:BMR > 1,09 \quad (4)$$

$$El_{rep}:BMR < 2,21 \quad (5)$$

[†]Bron: Black et al⁵⁵

Figuur 2. Berekening afkapwaarden voor onder- en overrapportage volgens de herziene Goldberg methode⁵¹.

De afkapwaarden voor de totale groep volgens de herziene Goldberg methode⁵¹, waarbij de BMR is berekend aan de hand van de Mifflin formule⁵⁶, zijn 1,54 en 1,56. Volgens deze methode is er sprake van onderrapportage wanneer de gerapporteerde energie-inname gedeeld door de BMR kleiner is dan 1,54 of groter dan 1,56 (n=2436). Wanneer de afkapwaarden op individueel niveau worden berekend (n=1) hebben de afkapwaarden een bredere range, van 1,09 tot 2,21.

II. Analyses voedingsinname deelnemers NEO studie

II. Analyses NEO studie

De NEO studie is opgezet om oorzaken van ziekte bij mensen met overgewicht te onderzoeken. Voedingsinname is een belangrijke determinant van gewicht en wordt daarom in de NEO studie nagevraagd met een voedselfrequentievragenlijst. Resultaten uit eerder observationeel onderzoek naar het verband tussen macronutriëntinname en de mate van overgewicht zijn inconsistent. Bovendien is er beperkt onderzoek gedaan bij populaties met enkel mensen met overgewicht en obesitas.

Dit onderzoek is binnen de NEO studie uitgevoerd om een overzicht te krijgen van de dagelijkse voedingsinname van de deelnemers van de NEO studie en om de verbanden tussen de macronutriëntinname en de mate van overgewicht te schatten.

5. Methode

5.1 Studiepopulatie

De studiepopulatie is afkomstig van de Nederlandse Epidemiologie van Obesitas Studie, de NEO studie. Personen tussen de 45 en 65 jaar met een BMI van 27 kg/m^2 of hoger kunnen deelnemen aan de NEO studie. Exclusiecriteria voor deelname zijn een levensverwachting korter dan 6 maanden, onvoldoende beheersing van de Nederlandse taal en psychische problemen. Voor de analyses zijn als extra exclusiecriteria gehanteerd: het ontbreken van de voedselvragenlijst, de antropometrische gegevens en/of onderdelen met betrekking tot etniciteit en rookgewoonten uit de algemene vragenlijst. De Commissie Medische Ethiek van het LUMC heeft het onderzoek goedgekeurd. Alle deelnemers hebben schriftelijk toestemming gegeven voor deelname aan de studie, voor het opslaan van lichaamsmaterialen (bijvoorbeeld bloed) en voor het opvragen van medische gegevens bij de behandelend (huis)arts.

5.2 Studieopzet

De NEO studie is een prospectief cohortonderzoek naar de oorzaken van ziekte bij mensen met overgewicht. De deelnemers worden geworven via huisartsen in de regio Leiden die al hun patiënten tussen de 45 en 65 jaar een uitnodiging sturen, via advertenties in lokale kranten en in een aantal gemeenten zijn alle bewoners met een leeftijd tussen de 45 en 65 jaar aangeschreven. Iedereen met BMI van 27 kg/m^2 of hoger wordt uitgenodigd om mee te doen aan de NEO studie. De deelnemers worden gevraagd een ochtend naar het LUMC te komen voor uiteenlopende onderzoeken. Vooraf vullen ze een algemene vragenlijst en een voedselvragenlijst in. Daarnaast verzamelen ze 12- of 24-uurs urine. De deelnemers komen de ochtend van het onderzoek nuchter naar het LUMC. De onderzoeken die op de ochtend zelf worden uitgevoerd zijn drie keer een bloedafname (voor en na een maaltijddrank), een bloeddrukmeting, meten van het lichaamsgewicht en vetpercentage, een gewrichtsonderzoek, een longfunctiemeting, een ECG en een meting van de dikte van de halsslagader. Daarnaast zijn er vier onderzoeken die bij een deel van de deelnemers worden uitgevoerd, dit zijn een MRI-scan, een calorimetrie, het dragen van een Actiwatch voor het meten van de slaapduur of een Actiheart voor het meten van de lichaamsbeweging en het hartritme. Alle deelnemers zullen via de huisarts gevolgd worden tot het moment van ziekte of overlijden. De analyses die in dit verslag

beschreven staan zijn uitgevoerd met de baselinegegevens van het onderzoek en zijn daarom cross-sectioneel; de voedingsinname, mate van overgewicht en lichaamssamenstelling zijn op één tijdstip gemeten.

5.3 Dataverzameling

5.3.1 Algemene vragenlijst

Voorafgaand aan het NEO studiebezoek vullen de deelnemers thuis een algemene vragenlijst in die bestaat uit zeven onderdelen, namelijk algemene gegevens, gewicht, lichamelijke activiteit, bewegen en sport, ziekte en behandeling, aandoeningen van het bewegingsapparaat, kwaliteit van leven en angst en depressie. Uit de vragenlijst worden gegevens over opleiding, etniciteit en ziektegeschiedenis gebruikt.

5.3.2 Voedselvragenlijst

Voorafgaand aan het NEO studiebezoek vullen de deelnemers thuis een voedselvragenlijst in, bestaande uit 8 vragen over het voedingspatroon en 73 vragen over de inname van voedingsmiddelen, in totaal telt de vragenlijst 195 items. De *voedselvragenlijst (food frequency questionnaire; FFQ)* is ontwikkeld door de afdeling Humane Voeding van de Wageningen Universiteit. De FFQ is gebaseerd op de 104-item tellende FFQ die is gevalideerd voor het schatten van de hoeveelheid totaal vet, verzadigd vet, enkelvoudig onverzadigd vet, meervoudig onverzadigd vet en cholesterol in de voeding onder mannen en vrouwen uit de Nederlandse bevolking⁵⁸. De FFQ is later aangepast om de inname van foliumzuur en vitamine B12 te schatten. Hierbij is de lijst uitgebreid tot 121 vragen. Uit het in 2007 uitgevoerde validatie-onderzoek onder vrouwen tussen de 27 en 36 jaar kan worden geconcludeerd dat de FFQ een gevalideerde methode is om de inname van alle macronutriënten te schatten⁵⁹. In de FFQ wordt het aantal keer van consumptie van een voedingsmiddel genoteerd per dag, per week of per maand, met de afgelopen vier weken als referentieperiode. Daarnaast worden de bereidingwijze, de portiegrootte en eventuele toevoegingen nagevraagd.

De uitkomsten van de FFQ zijn door de afdeling Humane Voeding in Wageningen omgerekend naar hoeveelheden energie, vet, verzadigd vet, enkelvoudig onverzadigd vet, meervoudig onverzadigd vet, eiwit, koolhydraten, mono/disachariden, polysachariden en alcohol in de voeding aan de hand van de NEVO-tabel⁶⁰.

5.3.3 Antropometrische gegevens

De lengte wordt met een stadiometer gemeten tot 1,0 cm nauwkeurig. Het gewicht wordt bepaald tot 0,1 kg nauwkeurig met de Tanita TBF 310 weegschaal, zonder schoenen en met aftrek van 1,0 kg voor de kleding. De Body Mass Index (BMI) wordt berekend als de ratio van gewicht in kilogrammen tot het kwadraat van lengte in meters (kg/m^2). De middel- en heupomtrek wordt met een meetlint tot 0,1 cm nauwkeurig gemeten.

Het vetpercentage wordt bepaald met de Tanita TBF 310 weegschaal. Dit gebeurt aan de hand van een been-tot-been *bioelectrical impedance analysis* (BIA), die de weerstand in de benen en de onderkant van de romp meet. De hoeveelheid lichaamsvet wordt bepaald aan de hand van geslacht, leeftijd, lengte, gewicht en impedantie⁶¹.

5.4 Statistische analyse

De baseline kenmerken van de deelnemers zijn uitgedrukt in percentages of gemiddelde $\pm$ SD. De gemiddelde voedingsinname van energie, vet, verzadigd vet, enkelvoudig onverzadigd vet, meervoudig onverzadigd vet, eiwit, koolhydraten, mono/disachariden, polysachariden en alcohol van de deelnemers is berekend in absolute waarden (g/dag) en relatieve waarden (en%).

Omdat mannen en vrouwen verschillen in voedingsinname en antropometrische maten, zijn alle analyses apart uitgevoerd voor mannen en vrouwen, hierdoor kan het geslacht geen verstoringende variabele zijn in de analyses. De deelnemers zijn ingedeeld in groepen op basis van energie-inname en per groep zijn de gemiddelden van de verschillende maten van overgewicht (BMI, vetpercentage, middelomtrek) gegeven. Vervolgens zijn de verbanden tussen de voedingsinname en mate van overgewicht onderzocht met lineaire regressieanalyse. Er is gecorrigeerd voor de mogelijk verstoringende variabelen (*confounders*) leeftijd (jaar), energie-inname (kcal/dag), rookgewoonten (wel roken, nooit gerookt, vroeger gerookt), opleidingsniveau (laag, middel, hoog) en etniciteit (blank, niet blank). Als laatste is de inname van koolhydraten gesplitst in mono- en disachariden en polysachriden.

De inname van de specifieke voedingsstoffen zijn gecorrigeerd voor energie-inname volgens het *multivariate nutrient density model*⁴³. Het model wordt toegepast door als afhankelijke variabele de inname van macronutriënten in energieprocenten te gebruiken en vervolgens te corrigeren voor de totale energie-inname (kcal). In dit model geeft de berekende bèta coëfficiënt de mate van overgewicht aan die in verband staat tot 1 energieprocent hogere inname van een macronutriënt wanneer de totale energie-inname constant blijft.

Daarnaast is er voor onderrapportage gecorrigeerd door het uitsluiten van deelnemers die onderrapporteren, gedefinieerd volgens de herziene methode van Goldberg⁵¹. Als laatste zijn deelnemers die de afgelopen maand een dieet volgde uitgesloten van de analyses. Bij deze groep bestaat de mogelijkheid dat de voedingsinname niet representatief is voor de mate van overgewicht, omdat de inname gewichtsverlies tot gevolg zou moeten hebben.

De statistische analyses zijn uitgevoerd met SPSS 17.

6. Resultaten

6.1 Karakteristieken deelnemers NEO studie

De onderzoekspopulatie bestaat, na het uitsluiten van 38 deelnemers, uit 2436 deelnemers. De gegevens van deze deelnemers zijn verzameld tussen september 2008 en juli 2010. De 38 deelnemers zijn uitgesloten vanwege het ontbreken van de voedselvragenlijst (n=1), de middel- of heupomtrek (n=7), gegevens over rookgewoonten (n=3), gegevens over etniciteit (n=25) of gegevens over opleidingsniveau (n=2). De baselinekenmerken van de NEO studiepopulatie staan beschreven in tabel 5. De gemiddelde leeftijd van de studiepopulatie is 56 jaar en de gemiddelde BMI 31 kg/m². Van de totale studiepopulatie is 45% laagopgeleid.

Tabel 4. Baseline kenmerken van 2436 deelnemers aan de NEO studie tussen de 45 en 65 jaar met een BMI groter of gelijk aan 27 kg/m²¹

		Totaal	Mannen	Vrouwen
<i>n</i> (%)		2436 (100)	1136 (47)	1300 (53)
Leeftijd (jaren)		56 ± 6	56 ± 6	55 ± 6
Lengte (m)		1,73 ± 0,10	1,80 ± 0,07	1,66 ± 0,06
Gewicht (kg)		93,7 ± 14,6	99,1 ± 12,6	88,9 ± 14,6
BMI (kg/m ²)		31 ± 4	31 ± 3	32 ± 5
Middelomtrek (cm)		106 ± 11	109 ± 9	104 ± 11
Heupomtrek (cm)		113 ± 10	110 ± 7	116 ± 11
Lichaamsvet (%)		38 ± 8	30 ± 5	44 ± 4
Gemiddelde bloeddruk systolisch		133 ± 17	138 ± 16	130 ± 17
Gemiddelde bloeddruk diastolisch		86 ± 10	87 ± 10	85 ± 10
Rookgewoonten, <i>n</i> (%)	ja	399 (16)	219 (19)	180 (14)
	gestopt	1246 (51)	611 (54)	635 (49)
Opleidingsniveau, <i>n</i> (%) ²	laag	1104 (45)	430 (38)	674 (52)
	middel	620 (26)	300 (26)	320 (25)
	hoog	712 (29)	406 (36)	306 (24)
Etniciteit, <i>n</i> (%)	blank	2301 (95)	1089 (96)	1212 (93)
Diet afgelopen maand, <i>n</i> (%)	ja, altijd	153 (6)	36 (3)	117 (9)
	ja, soms	294 (12)	71 (6)	223 (17)
Voorgeschiedenis van Diabetes type I		4 (0.2)	3 (0.3)	1 (0.1)
Mellitus, <i>n</i> (%)	type 2	185 (8)	92 (8)	93 (7)
Metabool syndroom volgens ja		1337 (55)	719 (64)	618 (48)
IDF criteria, <i>n</i> (%)				

¹Waarden zijn weergegeven als gemiddelde ± SD of *n* (%)

² Laag: geen opleiding, lagere school, lbo, vmbo. Middel: mbo, havo, vwo. Hoog: hbo, wo (gepromoveerd).

6.2 Voedingsinname deelnemers NEO studie

Zowel volgens de methode van Goldberg^{46,55} als volgens de herziene methode van Goldberg^{51,55} is er over de gehele groep gezien sprake van onderrapportage. Volgens deze methoden is er sprake van onderrapportage wanneer de gerapporteerde energie-inname gedeeld door de BMR kleiner is dan 1,54 of groter dan 1,56. Wanneer de afkapwaarden op individueel niveau worden berekend (n=1) hebben de afkapwaarden een bredere range, van 1,09 tot 2,21. In tabel 10 staan de frequenties en percentages waarmee de deelnemers op individueel niveau onderrapporteren, betrouwbaar rapporteren of overrapporteren.

Tabel 5. Betrouwbaarheid rapportage van de deelnemers aan de NEO studie (n=2436), volgens de herziene methode van Goldberg^{46,51,55} op individueel niveau (onderrapportage wanneer ratio gerapporteerde inname en BMR kleiner dan 1,09, overrapportage wanneer ratio groter dan 2,21)

	n	%
Onderrapportage	698	29
Betrouwbare rapportage	1647	68
Overrapportage	91	4
Totaal	2436	100

Wanneer er niet gecorrigeerd wordt voor onderrapportage of diëten is de gemiddelde inname van de totale populatie 2219 kcal/dag; bij de mannen is dit 2477 kcal/dag en bij de vrouwen 1993 kcal/dag. De volledige tabel zonder correctie voor onderrapportage is opgenomen in bijlage 3. In tabel 6 staan de voedingsinname weergegeven na exclusie van deelnemers die onder- en overrapporteren (n=1647). Na correctie voor onder- en overrapportage zijn de gemiddelde energie-innamen voor alle groepen hoger, gemiddeld is dit 2419 kcal/dag, doordat het grootste deel (29%) van de deelnemers die zijn uitgesloten onderrapporteerde.

Tabel 6. Energie-inname en macronutriëntinname van de deelnemers van de NEO studie per dag voor de totale populatie en apart voor mannen, vrouwen en deelnemers op een dieet^{1,2}

	Totaal ³ (n=1647)		Mannen ⁴ (n=809)		Vrouwen ⁴ (n=838)		Dieet (n=237, %M=23,2) ⁵	
kJ/dag	10124 ± 2286		11225 ± 2171		9061 ± 1851		9338 ± 2152	
Kcal/d	2419 ± 546		2682 ± 518		2166 ± 442		2231 ± 514	
	<i>g/d</i>	<i>en%</i>	<i>g/d</i>	<i>en%</i>	<i>g/d</i>	<i>en%</i>	<i>g/d</i>	<i>en%</i>
Vet	99 ± 30	36 ± 6	109 ± 31	36 ± 6	89 ± 26	37 ± 6	89 ± 29	36 ± 6
Verz vet	36 ± 12	13 ± 3	40 ± 13	13 ± 3	33 ± 11	14 ± 3	32 ± 12	13 ± 3
Enkelv onverz vet	33 ± 11	12 ± 2	36 ± 11	12 ± 2	29 ± 9	12 ± 2	30 ± 10	12 ± 3
Meerv onverz vet	20 ± 7	7 ± 2	22 ± 8	7 ± 2	17 ± 6	7 ± 2	18 ± 6	7 ± 2
Eiwit	85 ± 19	14 ± 2	92 ± 19	14 ± 2	78 ± 16	14 ± 2	83 ± 18	15 ± 3
Koolhydraat	267 ± 66	44 ± 6	292 ± 64	44 ± 6	244 ± 59	45 ± 6	253 ± 68	45 ± 7
Polysachariden	124 ± 42	24 ± 5	134 ± 42	24 ± 5	129 ± 35	24 ± 5	136 ± 42	24 ± 5
Mono/disachariden	144 ± 41	21 ± 5	158 ± 42	20 ± 5	115 ± 40	21 ± 6	118 ± 40	21 ± 5
Alcohol	17 ± 18	5 ± 5	22 ± 20	6 ± 5	11 ± 13	4 ± 4	12 ± 15	4 ± 4

¹Waarden zijn weergegeven als gemiddelde ± SD of *n* (%)

² Exclusie van deelnemers die onder- en over rapporteren (*n* = 789, 33%) volgens de herziene Goldberg methode⁵¹.

³ Deelnemers zonder dieet, wel op dieet of soms een dieet.

⁴ Deelnemers zonder dieet

⁵ Deelnemers die soms of altijd een dieet volgen

Verz=verzadigd, enkelv=enkelvoudig, onverz=onverzadigd

6.3 Het verband tussen de macronutriëntinname en de mate van overgewicht

Tabel 7 laat een dosis-responsrelatie zien tussen energie inname en mate van overgewicht. Deelnemers in de hogere kwartielen van energie-inname hebben een hogere BMI, middelomtrek en percentage lichaamsvet.

Tabel 7. Gemiddelde BMI, middelomtrek en percentage lichaamsvet per kwartiel energie-inname (kcal/d) van deelnemers aan de NEO studie na exclusie van deelnemers die onder- of overrapporteren of een dieet volgen (n=1410).^{1,2}

		<2036	2036-2382	2383-2774	≥2774
Gewicht (kg)	man	87,8 ± 7,5	96,5 ± 9,5	99,0 ± 12,0	100,9 ± 12,3
	vrouw	81,9 ± 8,6	88,7 ± 12,4	90,3 ± 14,8	97,8 ± 16,1
BMI (kg/m ²)	man	29,1 ± 1,9	30,2 ± 2,9	30,3 ± 2,9	30,8 ± 3,4
	vrouw	30,3 ± 3,0	31,8 ± 4,4	32,2 ± 4,7	34,3 ± 5,2
Middelomtrek (cm)	man	104,1 ± 7,4	107,7 ± 8,0	108,5 ± 8,1	109,4 ± 9,6
	vrouw	99,5 ± 8,4	103,1 ± 10,3	103,9 ± 11,3	108,5 ± 11,9
Lichaamsvet (%)	man	28,9 ± 3,4	30,1 ± 5,3	29,8 ± 4,9	30,3 ± 5,7
	vrouw	42,6 ± 3,6	44,2 ± 3,5	44,4 ± 5,0	46,2 ± 3,5

¹Waarden zijn weergegeven als gemiddelde ± SD of *n* (%)

² Exclusie van deelnemers die onder- en over rapporteren (*n* = 814, 32,5 %) volgens de herziene Goldberg methode⁵¹.

Het verband tussen de energie-inname en de mate van overgewicht is voor vrouwen sterker dan voor mannen (tabel 8). Na correctie voor leeftijd, energie-inname,

opleidingsniveau, rookgewoonten en etniciteit zal bij een hogere inname van 100 kcal de middelomtrek 0.64 cm groter zijn, bij mannen is dit 0,25 cm.

Tabel 8. Verband tussen de energie-inname (per 100 kcal) en de maten van overgewicht; middelomtrek (cm), BMI (kg/m²), vetpercentage (%) van deelnemers aan de NEO studie na exclusie van deelnemers die onder- of overrapporteren of een dieet volgen (n=1410).

	Energie (100kcal)		
	Middelomtrek	BMI	Vetpercentage
Man (n=753)			
Ruw	0,222 (0,102-0,342)	0,076 (0,034-0,118)	0,047(-0,025-0,119)
Model 1	0,290 (0,148-0,392)	0,084 (0,041-0,127)	0,076(0,001-0,149)
Model 2	0,246 (0,124-0,367)	0,080(0,037-0,123)	0,061(-0,012-0,133)
Vrouw (n=657)			
Ruw	0,639 (0,467-0,812)	0,284(0,214-0,354)	0,273(0,206-0,340)
Model 1	0,652 (0,476-0,829)	0,273(0,201-0,345)	0,279(0,210-0,348)
Model 2	0,640 (0,463-0,818)	0,275(0,203-0,348)	0,273(0,203-0,342)

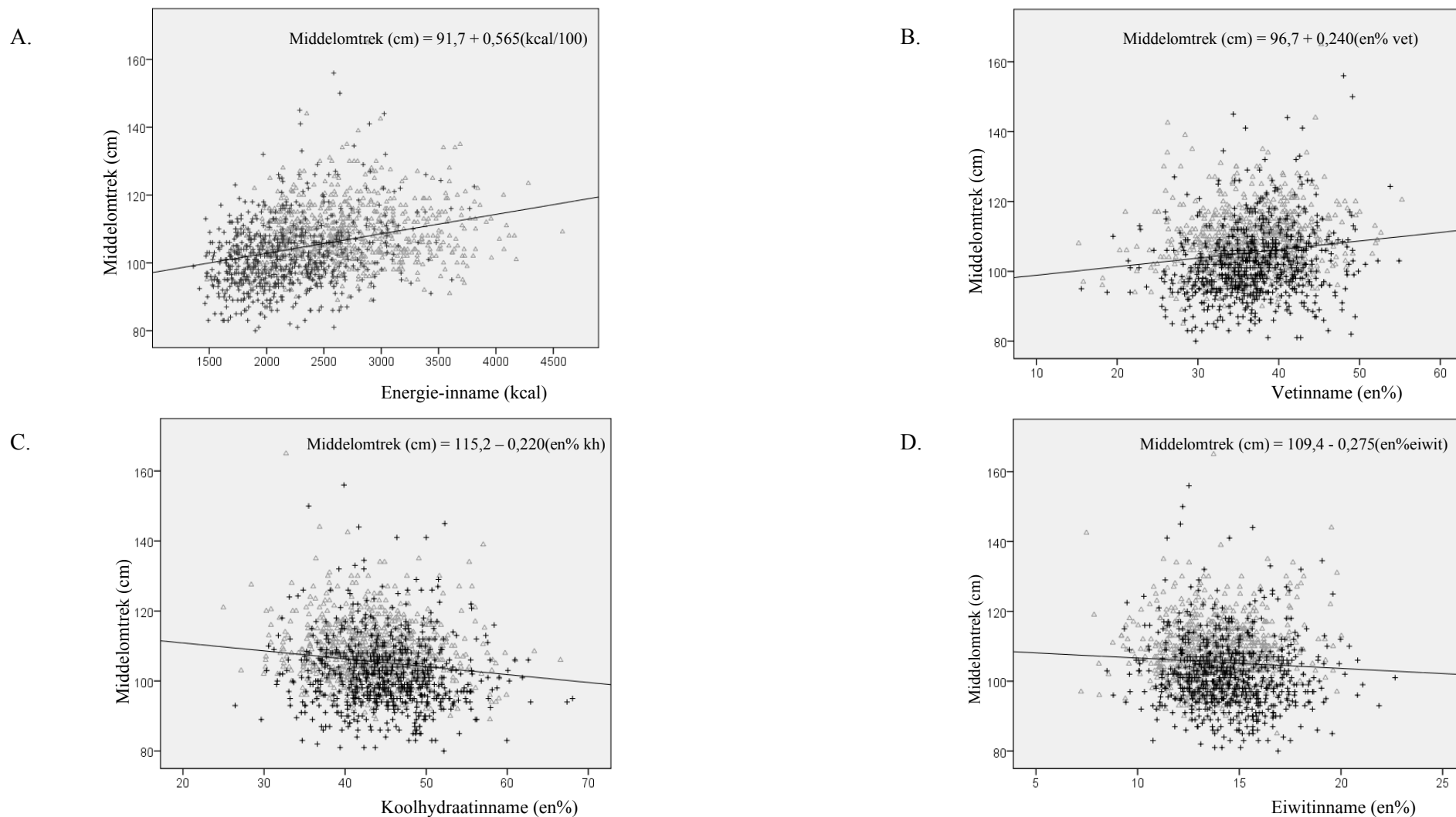
Verband uitgedrukt in β (95% betrouwbaarheidsinterval)

Model 1: gecorrigeerd voor leeftijd

Model 2: gecorrigeerd voor leeftijd, rookgewoonten, opleidingsniveau en etniciteit

Bij de volgende analyses ligt de nadruk op de middelomtrek als maat van overgewicht. De resultaten voor de overige maten van overgewicht staan in bijlage 3. Er is gekozen voor de middelomtrek als maat van overgewicht omdat deze maat inzicht geeft in de vetverdeling in het lichaam. De middelomtrek is gerelateerd aan de hoeveelheid buikvet. Een grotere hoeveelheid buikvet verhoogt het risico op metabole afwijkingen. Onder de metabole afwijkingen vallen verminderde glucosetolerantie, verminderde gevoeligheid van insuline en een ongunstig lipidenprofiel, elk risicofactoren voor het ontstaan van Diabetes Mellitus type 2 en hart- en vaatziekten⁶².

In figuur 2 worden de verbanden tussen de energie- en macronutriëntinname en de middelomtrek weergegeven na exclusie van deelnemers die onder- of overrapporteren of een dieet volgen. Er is een grotere middelomtrek te zien bij een hogere energie inname, een zelfde positief verband is te zien voor de vetinname. Tussen de koolhydraat- en eiwitinname en de middelomtrek lijkt er een negatief verband te zijn.



Figuur 3. Verband tussen de inname van A) energie, B) vet, C) koolhydraten en D) eiwit (x-as) met de middelomtrek^{cm} (y-as) van deelnemers aan de NEO studie (n=1410), na exclusie van deelnemers die onder- of overrapporteren of een dieet volgen. + = vrouw, Δ = man

In tabel 9 staan de geschatte bètas van het verband tussen de inname van de macronutriënten en de middelomtrek. Bij een hogere inname van één energieprocent vet is de middelomtrek 0,14 cm groter bij mannen en 0,20 cm bij vrouwen (tabel 9). De koolhydraatinname laat een negatief verband zijn met de middelomtrek (0,1 cm per energieprocent). Voor mannen is er een sterk positief verband tussen de eiwitinname en de middelomtrek (0,4 cm per energieprocent). Voor vrouwen is er ruw een negatief verband tussen de eiwitinname en de middelomtrek, dit verband verdwijnt na correctie voor de totale energie-inname.

Tabel 9. Verband tussen de inname van vet (en%), koolhydraten (en%) en eiwit (en%) en de middelomtrek (cm) bij de deelnemers van de NEO studie, na exclusie van deelnemers die onder- of overrapporteren of een dieet volgen (n=1410)

	Vet (en%)	Kh (en%)	Eiwit (en%)
Man (n=753)			
Ruw	0,195 (0,08840,305)	-0,184 (-0,290--0,079)	0,197 (-0,109-0,502)
Model 1	0,194 (0,084-0,303)	-0,165 (-0,272--0,058)	0,146 (-0,161-0,452)
Model 2	0,136 (0,022-0,249)	-0,120 (-0,228--0,011)	0,378 (0,062-0,695)
Model 3	0,137 (0,023-0,251)	-0,117 (-0,227--0,008)	0,441 (0,125-0,756)
Vrouw (n=657)			
Ruw	0,332 (0,195-0,470)	-0,143 (-0,274--0,014)	-0,378 (-0,740--0,016)
Model 1	0,334 (0,197-0,471)	-0,157 (-0,289--0,026)	-0,364 (-0,729-0,002)
Model 2	0,219 (0,081-0,357)	-0,131 (-0,258-0,004)	0,031 (-0,339-0,400)
Model 3	0,197 (0,058-0,336)	-0,098 (-0,230-0,033)	0,043 (-0,327-0,414)

Verband uitgedrukt in β (95% betrouwbaarheidsinterval)

Model 1: gecorrigeerd voor leeftijd

Model 2: gecorrigeerd voor leeftijd en totale energie-inname

Model 3: gecorrigeerd voor leeftijd, totale energie-inname, rookgewoonten, opleidingsniveau en etniciteit

Wanneer onderscheid gemaakt wordt tussen de verschillende groepen koolhydraten, namelijk de mono- en disachariden en de polysachariden wordt gezien dat bij mannen het negatieve verband sterker is voor de polysachariden dan voor de mono- en disachariden. Omdat er een verband is tussen de inname van polysachariden en mono- en disachariden ($r=-0,305$, $p=0,00$) is er in het model gecorrigeerd voor de inname van polysachariden of mono- en disachariden.

Tabel 10. Verband tussen de inname van mono- en disachariden (en%), polysachariden (en%) en de middelomtrek (cm) bij deelnemers van de NEO studie, na exclusie van deelnemers die onder- of overrapporteren of een dieet volgen (n=1410)

	Mono/disachariden	Polysachariden (en%)
Man (n=753)		
Ruw	-0,076 (-0,198-0,047)	-0,192 (-0,321--0,063)
Model 1	-0,068 (-0,190-0,055)	-0,169 (-0,299--0,039)
Model 2	-0,052 (-0,173-0,069)	-0,117 (-0,249-0,014)
Model 3	-0,098 (-0,226-0,030)	-0,152 (-0,291--0,013)
Model 4	-0,104 (-0,232-0,024)	-0,139 (-0,280-0,002)
Vrouw (n=657)		
Ruw	-0,085 (-0,225-0,055)	-0,117 (-0,287--0,049)
Model 1	-0,084 (-0,224-0,056)	-0,144 (-0,317-0,029)
Model 2	-0,098 (-0,233-0,037)	-0,077 (-0,245-0,091)
Model 3	-0,132 (-0,275--0,011)	-0,130 (-0,307-0,047)
Model 4	-0,101 (-0,247- 0,044)	-0,093 (-0,277-0,091)

Verband uitgedrukt in β (95% betrouwbaarheidsinterval)

Model 1: gecorrigeerd voor leeftijd

Model 2: gecorrigeerd voor leeftijd en totale energie-inname

Model 3: gecorrigeerd voor leeftijd, totale energie-inname en polysachariden/mono- en disachariden

Model 4: gecorrigeerd voor leeftijd, totale energie-inname en polysachariden/mono- en disachariden, rookgewoonten, opleidingsniveau en etniciteit

De verbanden tussen de macronutriëntinname en de BMI respectievelijk het lichaamsvetpercentage zijn vergelijkbaar met de resultaten met betrekking tot de middelomtrek (bijlage 3).

7. Discussie en conclusie

In dit onderzoek naar de voedingsinname en mate van overgewicht bij 1410 mannen en vrouwen met overgewicht bleek dat zowel mannen als vrouwen met een hogere energie-inname een grotere middelomtrek, een hoger BMI en een hoger vetpercentage hadden. Deelnemers met een hogere koolhydraatinname hadden een kleinere middelomtrek, onafhankelijk van leeftijd, de totale energie-inname, opleidingsniveau, etniciteit en rookgewoonten. Ook tussen de koolhydraatinname en de BMI respectievelijk het vetpercentage was er een negatief verband. Bij mannen was er een positief verband tussen de vetinname respectievelijk de eiwitinname met de middelomtrek, de BMI en het vetpercentage. Bij vrouwen alleen tussen de vetinname en de middelomtrek, de BMI en het vetpercentage. Mannen met een energiebehoefte van 2500 kcal, hebben een bij 6 gram hogere eiwitinname een 0.4 cm grotere middelomtrek.

In eerdere dwarsdoorsnede-onderzoeken worden naast positieve verbanden ook negatieve verbanden gevonden tussen de energie-inname en de mate van overgewicht^{11,19,22,26,30}. Dit is inconsistent met de bevindingen in de huidige studie. Wanneer er een negatief verband wordt gevonden tussen de energie-inname en de mate van overgewicht kan dat worden veroorzaakt door onderrapportage. Onderrapportage komt vaker voor bij mensen met overgewicht^{21,22}, hierdoor kan het dat mensen met overgewicht lagere energie-innamen registreren dan mensen met een gezond gewicht. De studies die een negatief verband vonden tussen de energie-inname en de mate van overgewicht corrigeerde niet voor onderrapportage.

Het verband tussen de macronutriëntinname en de middelomtrek is slechts in een klein aantal observationele studies onderzocht. Het positieve verband tussen de vetinname en de middelomtrek wordt bevestigd in eerder dwarsdoorsnede-onderzoek^{22,30}, ook een prospectief vervolgonderzoek met een follow-up van 9 jaar bevestigt dit verband³⁴. Het negatieve verband tussen de koolhydraatinname en de middelomtrek wordt bevestigd in eerder uitgevoerde dwarsdoorsnede-onderzoeken^{22,30}. Een prospectief vervolgonderzoek vindt na 5 jaar geen verband tussen de koolhydraatinname en de middelomtrek³⁶. Het negatieve verband tussen de koolhydraatinname en de BMI wordt bevestigd in eerdere dwarsdoorsnede-onderzoeken, slecht twee studies vonden geen verband of een positief verband^{17,25}. De verbanden met betrekking tot de eiwitinname worden niet bevestigd in eerder observationeel onderzoek, deze onderzoeken vinden inconsistente verbanden. De inconsistentie kan worden veroorzaakt door het al dan niet corrigeren voor mogelijke confounders, als leeftijd, geslacht, lichamelijke activiteit, totale energie-inname, rookgewoonten, alcohol gebruik en opleidingsniveau. Daarnaast kan de studieopzet een mogelijke verklaring zijn voor de inconsistente bevindingen, hierbij gaat het bijvoorbeeld om de duur van de follow-up, de grote van de studiepopulatie, de deelnemers thuis laten wegen en meten of dit laten uitvoeren door een expert en de wisselende exclusiecriteria.

Een sterk punt van de NEO studie is onder andere de studiepopulatie, deze verschilt met de eerder uitgevoerde onderzoeken, de huidige studie is enkel uitgevoerd onder obese deelnemers. Hierdoor kon er worden gekeken of de voedingsinname effect heeft op de mate van overgewicht. Een ander sterk punt is de grote omvang van de NEO studiepopulatie.

Een zwak punt van de studie is de dwarsdoorsnede studieopzet, hierdoor kan er geen uitspraak worden gedaan over oorzaak en gevolg, ofwel de veranderingen van voedingsinname of mate van overgewicht in de tijd. Hierdoor bestaat het risico dat de inname van de afgelopen maand niet representatief is voor de inname gedurende de periode waarin het overgewicht zich heeft ontwikkeld. In de algemene vragenlijst van de NEO studie wordt navraag gedaan naar de gewichtsverandering in de afgelopen 5 jaar en het afgelopen half jaar. In een volgend onderzoek zou het nuttig zijn deze gegevens te gebruiken. Een ander zwak punt van dit onderzoek is dat de gegevens met betrekking tot de beweeggewoonten nog niet beschikbaar waren. Om de deelnemers die onder- en overrapporteren nauwkeuriger uit te kunnen sluiten zou het goed zijn om meer inzicht te krijgen in de persoonlijke Physical Activity Levels. Daarnaast was het niet mogelijk om te corrigeren voor lichamelijke activiteit bij de lineaire regressie analyses, lichamelijke activiteit is een belangrijke determinant voor de mate van overgewicht.

Het is mogelijk dat personen met een hogere mate van overgewicht proberen gewicht te verliezen en hierdoor een lagere energie-inname hebben, waardoor de energie-inname niet representatief is voor de mate van overgewicht. Binnen de huidige studie zijn deelnemers die de afgelopen maand een dieet volgde uitgesloten.

Het is aan te raden binnen de NEO studie een validatiestudie uit te voeren waarin de FFQ wordt gevalideerd door middel van een 24-h recall. Dit kan inzicht te geven in de betrouwbaarheid van de FFQ en in het (selectief) onder- en overrapporteren. Bij mensen met overgewicht is er mogelijk sprake van selectief onderrapporteren⁴⁵, hiervoor kan niet worden gecorrigeerd met behulp van de Goldberg methode⁴⁶.

In de huidige studie wordt een sterker negatief verband tussen de inname van polysachariden en de middelomtrek gevonden dan tussen de inname van mono- en disachariden en de middelomtrek bij mannen. Voor vrouwen lijkt er geen verschil te zijn. Voorbeelden van monosachariden zijn glucose, fructose en galactose. De producten die polysachariden bevatten (zetmeel in graanproducten) zijn vaak producten die vezelrijk zijn. Vezels zorgen voor een hogere verzadiging, dit kan een mogelijke verklaring zijn voor het negatieve verband tussen de inname van polysachariden en de middelomtrek. De mono- en disachariden komen in uiteenlopende producten voor, aan de ene kant in fruit, daarnaast als sucrose in frisdrank, snoep en koek. Dit kan het zwakkere negatieve verband van de mono- en disachariden met de middelomtrek verklaren.

In een eerder uitgevoerde interventiestudie (*randomized controlled trial*) naar het effect van een dieet laag in vet en hoog in mono- en disachariden en een dieet laag in vet en hoog in polysachariden werd een gewichtsverlies gevonden ten opzicht van het controle dieet, met een normaal vet gehalte. In zes maanden tijd verloor de groep met een dieet hoog in mono- en disachariden 1.6 kg en de groep met een dieet hoog in polysachariden 2.4 kg, in vergelijking tot de controle groep⁶³. Dit resultaat bevestigt het verband dat in de NEO studie is gevonden.

Een hogere energie-inname en vetinname lijken zowel bij mannen als vrouwen gerelateerd te zijn aan een grotere mate van overgewicht, ook bij mensen met al ontwikkeld overgewicht. Eiwitinname is alleen bij mannen gerelateerd aan een grotere

mate van overgewicht, bij vrouwen is er geen verband. Koolhydraat is het enige macronutriënt waarbij een hogere inname gerelateerd lijkt aan een lagere mate van overgewicht. Hierbij moet men zich realiseren dat het gaat om een relatieve inname, dus los van de energie-inname. Een hogere inname van de verschillende macronutriënten, waarmee de energie-inname hoger wordt dan de energiebehoefte zal nooit een lager gewicht tot gevolg hebben.

De huidige studie toont aan dat er een verband is tussen een voldoende inname van koolhydraten en een lagere mate van overgewicht. Gecontroleerde studies en lange termijn vervolgonderzoeken naar de verklaring voor dit verband en het effect op de langere termijn zouden kunnen bijdragen aan het ontwikkelen van nieuwe richtlijnen voor het behoud van een gezond gewicht of gewichtsreductie.

8. Literatuurlijst

- (1) World Health Organization (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. www.who.int/nutrition/publications/obesity. Geraadpleegd op 3 mei 2011
- (2) CBS (2010). Gezondheid, leefstijl, gebruik van zorg. www.statline.cbs.nl. Geraadpleegd op 10 mei 2011.
- (3) World Health Organization (2004). Global Strategy on diet, physical activity and health. www.who.int. Geraadpleegd op 3 mei 2011.
- (4) Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (2010). Ziektelast. www.nationaalkompas.nl. Geraadpleegd op 19 mei 2011.
- (5) Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (2011). Voedselconsumptiepeiling. www.rivm.nl/vcp/onderzoeken. Geraadpleegd op 7 juni 2011.
- (6) NEO studie (2009). *Informatie voor deelnemers*. Versie 2.0.
- (7) dr.J.P.Vandenbroucke, dr.A.Hofman. Opzet van onderzoek. *Grondslagen der epidemiologie*. 2004: 82-108.
- (8) Willett WC, Leibel RL. Dietary fat is not a major determinant of body fat. *Am J Med*. 2002;113 Suppl 9B:47S-59S.
- (9) Willett WC. Dietary fat plays a major role in obesity: no. *Obes Rev*. 2002;3(2):59-68.
- (10) Lissner L, Heitmann BL. Dietary fat and obesity: evidence from epidemiology. *Eur J Clin Nutr*. 1995;49(2):79-90.
- (11) Romieu I, Willett WC, Stampfer MJ et al. Energy intake and other determinants of relative weight. *Am J Clin Nutr*. 1988;47(3):406-412.
- (12) Tremblay A, Plourde G, Despres JP, Bouchard C. Impact of dietary fat content and fat oxidation on energy intake in humans. *Am J Clin Nutr*. 1989;49(5):799-805.
- (13) George V, Tremblay A, Despres JP, Leblanc C, Bouchard C. Effect of dietary fat content on total and regional adiposity in men and women. *Int J Obes*. 1990;14(12):1085-1094.
- (14) Miller WC, Lindeman AK, Wallace J, Niederpruem M. Diet composition, energy intake, and exercise in relation to body fat in men and women. *Am J Clin Nutr*. 1990;52(3):426-430.

- (15) Colditz GA, Willett WC, Stampfer MJ, London SJ, Segal MR, Speizer FE. Patterns of weight change and their relation to diet in a cohort of healthy women. *Am J Clin Nutr.* 1990;51(6):1100-1105.
- (16) Tucker LA, Kano MJ. Dietary fat and body fat: a multivariate study of 205 adult females. *Am J Clin Nutr.* 1992;56(4):616-622.
- (17) Slattery ML, McDonald A, Bild DE et al. Associations of body fat and its distribution with dietary intake, physical activity, alcohol, and smoking in blacks and whites. *Am J Clin Nutr.* 1992;55(5):943-949.
- (18) Klesges RC, Klesges LM, Haddock CK, Eck LH. A longitudinal analysis of the impact of dietary intake and physical activity on weight change in adults. *Am J Clin Nutr.* 1992;55(4):818-822.
- (19) Larson DE, Hunter GR, Williams MJ, Kekes-Szabo T, Nyikos I, Goran MI. Dietary fat in relation to body fat and intraabdominal adipose tissue: a cross-sectional analysis. *Am J Clin Nutr.* 1996;64(5):677-684.
- (20) Nelson LH, Tucker LA. Diet composition related to body fat in a multivariate study of 203 men. *J Am Diet Assoc.* 1996;96(8):771-777.
- (21) Gonzalez CA, Pera G, Quiros JR et al. Types of fat intake and body mass index in a Mediterranean country. *Public Health Nutr.* 2000;3(3):329-336.
- (22) Toeller M, Buyken AE, Heitkamp G, Cathelineau G, Ferriss B, Michel G. Nutrient intakes as predictors of body weight in European people with type 1 diabetes. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001;25(12):1815-1822.
- (23) Satia-Abouta J, Patterson RE, Schiller RN, Kristal AR. Energy from fat is associated with obesity in U.S. men: results from the Prostate Cancer Prevention Trial. *Prev Med.* 2002;34(5):493-501.
- (24) Trichopoulou A, Gnardellis C, Benetou V, Lagiou P, Bamia C, Trichopoulos D. Lipid, protein and carbohydrate intake in relation to body mass index. *Eur J Clin Nutr.* 2002;56(1):37-43.
- (25) Schroder H, Marrugat J, Elosua R, Covas MI. Relationship between body mass index, serum cholesterol, leisure-time physical activity, and diet in a Mediterranean Southern-Europe population. *Br J Nutr.* 2003;90(2):431-439.
- (26) Ma Y, Olendzki B, Chiriboga D et al. Association between dietary carbohydrates and body weight. *Am J Epidemiol.* 2005;161(4):359-367.

- (27) Randi G, Pelucchi C, Gallus S et al. Lipid, protein and carbohydrate intake in relation to body mass index: an Italian study. *Public Health Nutr.* 2007;10(3):306-310.
- (28) Vinknes KJ, de VS, Elshorbagy AK et al. Dietary Intake of Protein Is Positively Associated with Percent Body Fat in Middle-Aged and Older Adults. *J Nutr.* 2011.
- (29) Troisi RJ, Heinold JW, Vokonas PS, Weiss ST. Cigarette smoking, dietary intake, and physical activity: effects on body fat distribution--the Normative Aging Study. *Am J Clin Nutr.* 1991;53(5):1104-1111.
- (30) Delvaux K, Lysens R, Philippaerts R et al. Associations between physical activity, nutritional practices and health-related anthropometry in Flemish males: a 5-year follow-up study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1999;23(12):1233-1241.
- (31) Ahluwalia N, Ferrieres J, Dallongeville J et al. Association of macronutrient intake patterns with being overweight in a population-based random sample of men in France. *Diabetes Metab.* 2009;35(2):129-136.
- (32) van Lenthe FJ, van MW, Kemper HC, Post GB. Behavioral variables and development of a central pattern of body fat from adolescence into adulthood in normal-weight whites: the Amsterdam Growth and Health Study. *Am J Clin Nutr.* 1998;67(5):846-852.
- (33) Field AE, Willett WC, Lissner L, Colditz GA. Dietary fat and weight gain among women in the Nurses' Health Study. *Obesity (Silver Spring).* 2007;15(4):967-976.
- (34) Koh-Banerjee P, Chu NF, Spiegelman D et al. Prospective study of the association of changes in dietary intake, physical activity, alcohol consumption, and smoking with 9-y gain in waist circumference among 16 587 US men. *Am J Clin Nutr.* 2003;78(4):719-727.
- (35) Koppes LL, Boon N, Nooyens AC, van MW, Saris WH. Macronutrient distribution over a period of 23 years in relation to energy intake and body fatness. *Br J Nutr.* 2009;101(1):108-115.
- (36) Halkjaer J, Tjønneland A, Thomsen BL, Overvad K, Sørensen TI. Intake of macronutrients as predictors of 5-y changes in waist circumference. *Am J Clin Nutr.* 2006;84(4):789-797.

- (37) Heitmann BL, Lissner L, Sorensen TI, Bengtsson C. Dietary fat intake and weight gain in women genetically predisposed for obesity. *Am J Clin Nutr.* 1995;61(6):1213-1217.
- (38) Maskarinec G, Takata Y, Pagano I et al. Trends and dietary determinants of overweight and obesity in a multiethnic population. *Obesity (Silver Spring).* 2006;14(4):717-726.
- (39) Kant AK, Graubard BI, Schatzkin A, Ballard-Barbash R. Proportion of energy intake from fat and subsequent weight change in the NHANES I Epidemiologic Follow-up Study. *Am J Clin Nutr.* 1995;61(1):11-17.
- (40) dr.J.P.Vandenbroucke, dr.A.Hofman. Analyse in epidemiologisch onderzoek. *Grondslagen der epidemiologie.* 2004: 161-88.
- (41) Trabulsi J, Schoeller DA. Evaluation of dietary assessment instruments against doubly labeled water, a biomarker of habitual energy intake. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2001;281(5):E891-E899.
- (42) Dreon DM, Frey-Hewitt B, Ellsworth N, Williams PT, Terry RB, Wood PD. Dietary fat:carbohydrate ratio and obesity in middle-aged men. *Am J Clin Nutr.* 1988;47(6):995-1000.
- (43) Willett WC, Howe GR, Kushi LH. Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr.* 1997;65(4 Suppl):1220S-1228S.
- (44) dr.J.P.Vandenbroucke, dr.A.Hofman. Precisie en validiteit in epidemiologisch onderzoek. *Grondslagen der epidemiologie.* 6 ed. Maarssen: Elsevier gezondheidszorg, 2004: 128-50.
- (45) Heitmann BL, Lissner L. Can adverse effects of dietary fat intake be overestimated as a consequence of dietary fat underreporting? *Public Health Nutr.* 2005;8(8):1322-1327.
- (46) Goldberg GR, Black AE, Jebb SA et al. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. *Eur J Clin Nutr.* 1991;45(12):569-581.
- (47) Merchant AT, Anand SS, Vuksan V et al. Protein intake is inversely associated with abdominal obesity in a multi-ethnic population. *J Nutr.* 2005;135(5):1196-1201.
- (48) Macdiarmid JI, Blundell JE. Dietary under-reporting: what people say about recording their food intake. *Eur J Clin Nutr.* 1997;51(3):199-200.

- (49) Poppitt SD, Swann D, Black AE, Prentice AM. Assessment of selective under-reporting of food intake by both obese and non-obese women in a metabolic facility. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998;22(4):303-311.
- (50) Samaras K, Kelly PJ, Campbell LV. Dietary underreporting is prevalent in middle-aged British women and is not related to adiposity (percentage body fat). *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999;23(8):881-888.
- (51) Mendez MA, Popkin BM, Buckland G et al. Alternative methods of accounting for underreporting and overreporting when measuring dietary intake-obesity relations. *Am J Epidemiol*. 2011;173(4):448-458.
- (52) McCrory MA, McCrory MA, Hajduk CL, Roberts SB. Procedures for screening out inaccurate reports of dietary energy intake. *Public Health Nutr*. 2002;5(6A):873-882.
- (53) Willet W, Stampfer M. Implications of total energy intake for epidemiologic analyses. *Nutritional Epidemiology*. 2 ed. New York; Oxford: Oxford University Press, 1998: 273-301.
- (54) Thomas B, Bishop J. *Manual of dietetic practice*. 4 ed. Oxford: Blackwell Publishing; 2007.
- (55) Black AE. Critical evaluation of energy intake using the Goldberg cut-off for energy intake:basal metabolic rate. A practical guide to its calculation, use and limitations. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000;24(9):1119-1130.
- (56) Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr*. 1990;51(2):241-247.
- (57) Horgan GW, Stubbs J. Predicting basal metabolic rate in the obese is difficult. *Eur J Clin Nutr*. 2003;57(2):335-340.
- (58) Feunekes GI, Van Staveren WA, De Vries JH, Burema J, Hautvast JG. Relative and biomarker-based validity of a food-frequency questionnaire estimating intake of fats and cholesterol. *Am J Clin Nutr*. 1993;58(4):489-496.
- (59) Verkleij-Hagoort AC, De Vries JH, Stegers MP, Lindemans J, Ursem NT, Steegers-Theunissen RP. Validation of the assessment of folate and vitamin B12 intake in women of reproductive age: the method of triads. *Eur J Clin Nutr*. 2007;61(5):610-615.
- (60) Stichting Nederlands Voedingsstoffenbestand/Voedingscentrum. *NEVO-tabel*. Utrecht: Hoontetijl; 2006.

- (61) Jebb SA, Cole TJ, Doman D, Murgatroyd PR, Prentice AM. Evaluation of the novel Tanita body-fat analyser to measure body composition by comparison with a four-compartment model. *Br J Nutr.* 2000;83(2):115-122.
- (62) WHO Expert Consultation (2008). World Health Organization: waist circumference and waist-hip ratio.
- (63) Saris WH, Astrup A, Prentice AM et al. Randomized controlled trial of changes in dietary carbohydrate/fat ratio and simple vs complex carbohydrates on body weight and blood lipids: the CARMEN study. The Carbohydrate Ratio Management in European National diets. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000;24(10):1310-1318.

Bijlage 1. Verband voedingsinname en mate van overgewicht, dwarsdoorsnede-onderzoek.

<i>Bron</i>	<i>n</i>	<i>Kenmerken populatie</i>	<i>Maten voor overgewicht</i>	<i>Bepaling voedingsinname</i>	<i>Statistische analyse</i>	<i>Verband inname en overgewicht</i>		<i>Gecorrigeerd voor</i>
Dreon et al. (1988) ⁴²	155 ♂	30-59 j, overgewicht	- BMI - Vetpercentage	7-daags voedingsdagboek	Correlatie-coëfficiënt, Spearman (r)	Vet (g/1000kcal) Kh (g/1000kcal) Eiwit (g/1000kcal)	0,17 (<0,05) 0,21 (<0,01) -0,19 (<0,05) -0,24 (<0,01) 0,12 (ns) 0,01 (ns)	
Romieu et al. (1988) ¹¹	141 ♀	34-59 j	BMI	Vier 1-weeks voedingsdagboek en, met 3 maanden interval	Correlatie-coëfficiënt, Pearson (r)	En (kcal/d) Vet (g/dag) Kh (g/dag) Eiwit (g/d)	-0,13 (0,13) 0,20 (0,02) -0,12 (0,2) 0,10 (0,3)	- Leeftijd - Totale energie-inname
Tremblay et al. (1989) ¹²	133 ♂	gem: 40,1 ± 10,1 j	- Vetpercentage - Vetmassa	3-daags voedingsdagboek	Correlatie-analyse (r)	Vet (en%) Kh (en%) Eiwit (en%)	0,18 (<0,05) 0,23 (<0,01) -0,10 (ns) -0,17 (<0,05) 0,01 (ns) 0,04 (ns)	
George et al. (1990) ¹³	344 ♂ 335 ♀	35-55 j	- Gewicht (kg) - BMI - Vetpercentage - Vetmassa (kg)	3-daags voedingsdagboek	Lineaire Regressie (β)	Vet (en%)	0,19 (0,001) ♂, 0,21 (0,001) ♀ 0,19 (0,001) ♂, 0,21 (0,001) ♀ 0,13 ns ♂, 0,12 (ns) ♀ 0,21 (0,001) ♂, 0,18 (0,02) ♀	Energie-inname per kg lichaamsgewicht
Miller et al. (1990) ¹⁴	107 ♂ 109 ♀	18-71 j	Vetpercentage	24-uurs recall en 2-daags voedingsdagboek	Correlatie-coëfficiënt (r)	Vet (en%) Kh (en%)	0,38 (<0,001) ♂, 0,37 (<0,001) ♀ -0,30 (<0,001) ♂, -0,39 (<0,001) ♀	

<i>Bron</i>	<i>n</i>	<i>Kenmerken populatie</i>	<i>Maten voor overgewicht</i>	<i>Bepaling voedingsinname</i>	<i>Statistische analyse</i>	<i>Verband inname en overgewicht</i>		<i>Gecorrigeerd voor</i>
Colditz et al. (1990) ¹⁵	31940 ♀	30-55 j, niet-rokers, geen dieet, < 15 g/alcohol per dag	• BMI	FFQ (over 12 maanden)	Lineaire Regressie (β)	Eiwit (en%) Vet (g/d) Kh (g/d) Eiwit (g/d)	• 0,01 (<0,01) ♂, 0,12 (<0,01) ♀ • 0,014 (<0,05) • -0,00089 (ns) • 0,012 (<0,05)	• Energie-inname • Leeftijd
Troisi et al. (1991) ²⁹	765 ♂	43-85 j	• Middel-heup ratio • BMI	FFQ (afgelopen jaar)	Partiële correlatie (r)	Vet (en%) Kh (en%) Eiwit (en%) En	• 0,06 (0,0989) • 0,17 (0,0001) • -0,11 (0,0028) • -0,13 (0,0005) • -0,02 (0,5046) • 0,08 (0,0342) • 0,19 (<0,01) • 0,27 (<0,0001)	• Leeftijd • Energie-inname
Tucker et al. (1992) ¹⁶	205 ♀	Minimaal 18 jaar (34,6 ± 12,6 j)	• Vetpercentage • Gewicht • BMI	Voedingvragenlijst (laatste jaar)	Correlatie-coëfficiënt, Pearson (r)	Vet (en%) Kh (en%) Eiwit (en%)	• 0,21 (<0,01) • 0,18 (0,01) • 0,18 (0,01) • 0,17 (<0,05) • -0,16 (<0,05) • -0,17 (<0,05) • -0,17 (<0,05) • 0,05 (ns) • 0,08 (ns) • 0,10 (ns)	
Slattery et al. (1992) ¹⁷	5115 46% ♂ (donker, blank) 54% ♀ (donker, blank)	18-30 j	• BMI • Middel-heup ratio	Dietary-history vragenlijst (afgelopen maand)	Lineaire Regressie (β)	Vet (%kJ)	• 0,02 (0,39), 0,03 (0,11) ♂ -0,03 (0,25), -0,04 (0,03) ♀ • -0,0003 (0,09), 0,0003 (0,11) ♂ 0,00001 (0,96), 0,0003 (0,09) ♀	• Leeftijd • Opleiding • BMI • Activiteit • Alcoholinname • Rookgewoonten

<i>Bron</i>	<i>n</i>	<i>Kenmerken populatie</i>	<i>Maten voor overgewicht</i>	<i>Bepaling voedingsinname</i>	<i>Statistische analyse</i>	<i>Verband inname en overgewicht</i>		<i>Gecorrigeerd voor</i>
Klesges (1992) ¹⁸	142 ♂ 152 ♀	24-52 j	- BMI jaar 1 - BMI jaar 2 - BMI jaar 3	FFQ (afgelopen jaar)	Correlatie- coëfficiënt (r)	Kh (% kJ)	-0,04 (0,02), -0,08 (<0,01) ♂ 0,0004 (1,00), -0,02 (0,23) ♀ 0,00008 (0,61), -0,0005 (<0,01) ♂ 0,00007 (0,69), -0,0003 (0,05) ♀	
						Eiwit (%kJ)	0,12 (0,01), 0,22(<0,01) ♂ 0,15 (0,02), 0,17(<0,01) ♀ 0,00006 (0,89), 0,0008 (0,11) ♂ -0,001 (0,02), -0,00007 (0,0004) ♀	
						Vet (en%)	0,202 (0,0001) ♂, ns ♀ 0,241 (0,0003) ♂, 0,151 (0,0330) ♀ 0,147 (0,0184) ♂, 0,173 (0,0337) ♀	
Larson et al. (1996) ¹⁹	135 ♂ 214 ♀	44 ± 10 j 45 ± 14 j	Vetmassa (kg)	3-daags voedingsdagboek	Partial correlatie- coëfficiënt (r)	En	-0,11 (<0,05)	Andere macronutriënten
Nelson et al. (1996) ²⁰	203 ♂	Minimaal 20 j, geen gebruik alcohol en tabak	- Vetpercentage - Gewicht - BMI	Dietery-history vragenlijst	Correlatie- coëfficiënt, Pearson (r)	Vet	0,21 (<0,0001)	
						Kh	-0,21 (<0,0001)	
						En	0,08 (ns) 0,14 (<0,05) 0,10 (ns)	
						Vet (en%)	0,17 (<0,05) 0,20 (<0,01) 0,16 (<0,05)	
						Kh (en%)	-0,23 (<0,001)	

Bron	n	Kenmerken populatie	Maten voor overgewicht	Bepaling voedingsinname	Statistische analyse	Verband inname en overgewicht		Gecorrigeerd voor				
Delvaux et al. (1999) ³⁰	132 ♂	40 j	- BMI - Middel-heup ratio - Middelomtrek - Vetpercentage	FFQ (laatste 3 dagen)	Correlatie-coëfficiënt, Pearson (r)	Eiwit (en%)	-0,21 (<0,01) -0,19 (<0,01) 0,01(ns) 0,05 (ns) 0,04 (ns)					
							En (kcal)		-0,02 (ns) -0,07 (ns) -0,04 (ns) 0,02 (ns)			
									Vet (en%)	0,21 (<0,05) 0,12 (ns) 0,17 (<0,05) 0,20 (<0,05)		
										Kh (en%)	-0,27 (<0,01) -0,15 (ns) -0,25 (<0,01) -0,28 (<0,001)	
											Eiwit (en%)	-0,02 (ns) -0,07 (ns) -0,01 (ns) -0,03 (ns)
						Vet (en%)						0,0455 (0,0046) ♂, 0,0156 (0,0006) ♀
							Kh (en%)					-0,0612 (0,0036) ♂, -0,0380 (0,0036) ♀
González et al. (2000) ²¹	14374 ♂ 23289 ♀	29-69 j	BMI	Dietery-history questionnaire (afgelopen jaar)	Lineaire regressie (β)							
Toeller et al.	1450 ♂	15-60 j,	BMI	3-daags	Lineaire	En (kcal/	- 0,00008 (0,4)♂,					

Bron	n	Kenmerken populatie	Maten voor overgewicht	Bepaling voedingsinname	Statistische analyse	Verband inname en overgewicht		Gecorrigeerd voor
(2001) ²²	1400 ♀	diabetes type 1	- Middel-heup ratio - Middelomtrek	voedingsdagboek	regressie (β)	dag)	-0,0003 (0,02) ♀ -0,00001 (0,001)♂ -0,000006 (0,3)♀ -0,0003 (0,3) ♂ -0,0002 (0,7) ♀	
						Vet (en%)	0,002 (0,8) ♂, 0,017 (0,1) ♀ 0,0009 (0,02) ♂, 0,0011 (0,02) ♀ 0,075 (0,02) ♂, 0,090 (0,02) ♀	
						Kh (en%)	-0,029 (0,002) ♂, -0,0031 (0,01) ♀ -0,0019 (0,001)♂ -0,0022 (0,0001) ♀ -0,192 (0,0003) ♂ -0,159 (0,0001) ♀	
						Eiwit (en%)	0,011 (0,022) ♂, 0,033 (0,2) ♀ 0,0018 (0,02) ♂, 0,0048 (0,0001) ♀ 0,009 (0,9) ♂, 0,219 (0,004) ♀	
Satia-Abouta et al. (2002) ²³	15266 ♂	55-79 j	BMI	FFQ (afgelopen jaar)	Lineaire regressie (β)	Vet (en%)	0,07 (<0,0001)	
						Vet (en%)	0,06 (<0,0001)	- Leeftijd - Opleidingsniveau - Ras/etniciteit - Rookgewoonten - Lichamelijke activiteit

<i>Bron</i>	<i>n</i>	<i>Kenmerken populatie</i>	<i>Maten voor overgewicht</i>	<i>Bepaling voedingsinname</i>	<i>Statistische analyse</i>	<i>Verband inname en overgewicht</i>		<i>Gecorrigeerd voor</i>
Trichopoulou et al. (2002) ²⁴	27862	25-82 j	• BMI	FFQ (Afgelopen jaar)	Lineaire regressie (β)	Eiwit (100 kcal)	• 0,80 ♂, 1,59 ♀ • (<0,0001)	• Leeftijd • Rookgewoonten • Opleidingsniveau • Energie verbruik • Andere macronutriënten
						KH (100 kcal)	• -0,096 ♂, -0,26 ♀ • (<0,0001)	
						Eiwit (100 kcal)	• 0,91 ♂, 1,77 ♀ • (<0,0001)	
						KH (100 kcal)	• -0,01 ♂, -0,80 ♀ • (<0,0001)	
Schröder et al. (2003) ²⁵	1577	25-74 j	• BMI	72-h recall questionnaire	Correlatie-coëfficiënt, Pearson (r)	En (MJ)	• 0,23 (<0,001) ♂, 0,16 (<0,01) ♀	• Leeftijd
						Vet (en%)	• 0,11 (<0,001) ♂, -0,05 (ns) ♀	
						Kh (en%)	• -0,06 (ns) ♂, 0,01 (ns) ♀	
						Eiwit (en%)	• -0,04 (ns) ♂, 0,06 (ns) ♀	
Ma et al. (2005) ²⁶	641	20-70 j	• BMI	FFQ (afgelopen 7 dagen)	Fractional polynomial regression	En (kcal/dag) * stappen van 100 kcal	• -0,01 (0,68)	• Lichamelijke activiteit • Glycemische index • Vet (en%) • Energie-inname • Geslacht • Leeftijd • Opleidingsniveau • Seizoen • Leeftijd
						Vet (en%)	• 0,09 (0,005)	
						Kh (en%)	• -0,08 (ns)	
Randi et al.	3090 ♂	17-82 j	• BMI	FFQ (over 2 jaar)	Lineaire	Eiwit (100	• -0,06 (ns) ♂,	

<i>Bron</i>	<i>n</i>	<i>Kenmerken populatie</i>	<i>Maten voor overgewicht</i>	<i>Bepaling voedingsinname</i>	<i>Statistische analyse</i>	<i>Verband inname en overgewicht</i>			<i>Gecorrigeerd voor</i>
(2007) ²⁷	3529 ♀				regressie (β)	kcal)	0,86 (<0,05) ♀		• Opleidingsniveau • Opleiding • Rookgewoonten • Totale energie-inname • Aantal keer eten • Andere macronutriënten
						Kh (100 kcal)	• -0,05 (ns) ♂, -0,21 (<0,05) ♀		• Leeftijd • Opleidingsniveau • Opleiding • Rookgewoonten • Totale energie-inname • Aantal keer eten • Andere macronutriënten • Exclusie: deelnemers op dieet
						Eiwit (100 kcal)	• -0,01 (ns) ♂, 0,58 (<0,05) ♀		
						Kh (100 kcal)	• -0,06 (<0,05) ♂, -0,16 (<0,05) ♀		
Ahluwalia et al. (2009) ³¹	966 ♂	45-65 j	• BMI • WC	3 daags voedingsdagboek + interview	Lineaire regressie (β)	<i>Inname kwartiel</i>	<i>Q3</i>	<i>Q4</i>	• Leeftijd • Opleidingsniveau • Dieet • Rookgewoonten • Lichamelijke activiteit • Regio • Behandeling: hypertensie, dyslipidemie, diabetes • Totale energie-inname
						Vet (g/d)	• 0,3 (0,36) • 19,0 (0,04)	• 0,8 (0,04) • 20,5 (0,03)	
						Kh (g/d)	• -0,6 (0,11) • -14,7 (0,11)	• -1,1 (0,003) • -33,1 (0,0005)	
						Eiwit (g/d)	• 0,18 (0,61) • -0,4 (0,97)	• -0,4 (0,26) • 8,7 (0,36)	

Bron	n	Kenmerken populatie	Maten voor overgewicht	Bepaling voedingsinname	Statistische analyse	Verband inname en overgewicht			Gecorrigeerd voor	
Vinknes (2011) ²⁸	4478	47-49, 71-74 j	• Vetpercentage	FFQ (afgelopen jaar)	Lineaire regressie (β)	Vet (g/d)	• -0,1 (0,81)	• 0,1 (0,89)	• Bovenstaande, zonder correctie totale energie-inname, inclusief: • Energie andere macronutriënten en alcohol	
							• 8,7 (0,41)	• 3,7 (0,77)		
						Kh (g/d)	• -0,6 (0,14)	• -1,1 (0,04)		
							• -17,3 (0,13)	• -35,9 (0,01)		
						Eiwit (g/d)	• 0,14 (0,81)	• 0,29 (0,73)		
							• -2,7 (0,78)	• 2,3 (0,82)		
	975	47-49, 71-74 j BMI: 23,1-27,8 kg/m ² , stabiel gewicht, geen zware lichamelijke activiteit					Vet (en%)	• -0,03 (0,039)		• Leeftijd • Geslacht • Lichamelijke activiteit • Macronutriënten • Rookgewoonten
							Kh (en%)	• 0,03 (0,38)		
							Eiwit (en%)	• 0,11 (<0,001)		
							Vet (en%)	• 0,07 (0,042)		
							Kh (en%)	• -0,07 (0,042)		
							Eiwit (en%)	• -0,04 (0,21)		

Waarden verbanden zijn afhankelijk van de statistische analyse (β, r, odds-ratio) met significantie
ns = niet significant

Bijlage 2. Verband voedinginname en mate van overgewicht, vervolgonderzoeken.

<i>Bron</i>	<i>Studieopzet</i>	<i>Studie populatie</i>	<i>Maten voor overgewicht</i>	<i>Bepaling voedingsinname</i>	<i>Statistische analyse</i>	<i>Verband inname en overgewicht</i>		<i>Gecorrigeerd voor</i>
Colditz et al. (1990) ¹⁵	Follow-up van 8 jaar (t0=1976, t1= 1984)	31940 ♀, 30-55 jaar	- Gewichtstoename (1978-1980) - Gewichtstoename (1980-1984)	FFQ in 1980 (afgelopen jaar)	Lineaire regressie (β)	Vet (g/d) Kh (g/d) Eiwit (g/d)	0,0055 (ns) -0,0007 (ns) -0,00041 (ns) -0,0010 (ns) -0,0066 (ns) 0,014 (0,05)	- Leeftijd - BMI - Totale energie-inname
Klesges et al. (1992) ¹⁸	Follow-up 3 jaar	142 ♂ 152 ♀	Gewichtstoename in 2 jaar (t0-t1)	FFQ (afgelopen jaar)	Stepwise regression algorithm (r) Correcties voor mogelijke voorspellers wanneer (<i>P</i> to enter = 0.15)	En-inname (t0) Vet (en%) (t0) Verandering energie-inname (t0-t1)	0,004 (0,0407) ♀, -0,003 (0,0235) ♂ 0,527 (0,0010) ♀ 0,005 (0,0289) ♀, -0,002 (0,1181) ♂	- Geslacht - Gewicht (t0) - Zwangerschap - Bevalling - Energie-inname - En% vet - Lichamelijke activiteit - Rookgewoonten (t0-t1)
Kant et al. (1995) ³⁹	Follow-up 8-10 jaar	2580 ♂ 4567 ♀ 25-74 jaar (t0)	Gewichtsverandering in 8-10 jaar	24-h recall (t0)	Lineaire regressie (β)	Vet (en%)	0,0428 (0,06) ♂, -0,0110 (0,51) ♀ 0,0209 (0,33) ♂, -0,0333 (0,08) ♀	- Leeftijd (t0) - Ras - Opleidingsniveau - BMI (t0) - Energie-inname - Rookgewoonten - Lichamelijke activiteit - Duur van de follow-up - Alcohol

<i>Bron</i>	<i>Studieopzet</i>	<i>Studie populatie</i>	<i>Maten voor overgewicht</i>	<i>Bepaling voedingsinname</i>	<i>Statistische analyse</i>	<i>Verband inname en overgewicht</i>	<i>Gecorrigeerd voor</i>
							• Morbiditeit • Dieet status
Heitmann et al. (1995) ³⁷	Follow-up 6 jaar	418 ♀, 38-60 jaar, met of zonder (aanleg voor) overgewicht	• Verandering BMI (t0-t1) <i>Ow</i>, overweight woman <i>Nw</i>, normal weight woman <i>Op</i>, overweight parent <i>Nw</i>, normal weight parent	Dietary history (gebaseerd op een vragenlijst)	Lineaire regressie (β)	Vet (MJ/d) • <i>Ow/Op</i> 1,61 (0,003) • <i>Ow/Np</i> -0,26 (0,68) • <i>Nw/Op</i> -0,08 (0,80) • <i>Nw/Np</i> -0,01 (0,97) • <i>Ow/Op</i> 0,71 (0,002)	• BMI (t0) • Leeftijd • Lichamelijke activiteit • Energie-inname • Rookgewoonten • Menopauze • Som van vier huidplooien
Lenthe et al. (1998) ³²	Follow-up 14 jaar, gemiddelde leeftijd t1=13 jaar, t2=27	84 ♂ 98 ♀	• Verandering Subscapulaire huidplooi in cm (t0-t1)	Dietary history	Generalised estimating equation regression (β)	En (t0-t1) • 0,03 (0,08) ♂, -0,25 (0,00) ♀ Vet (en%) (t0-t1) • 0,02 (0,41) ♂, -0,03 (0,22) ♀ Kh (en%) (t0-t1) • -0,01 (0,56) ♂, 0,09 (0,01) ♀ Eiwit (en%) (t0-t1) • 0,00 (0,96) ♂, -0,01 (0,58) ♀	• Som van vier huidplooien
			• Subscapulaire huidplooi in cm (t1) • Middelomtrek in cm(t1)	Dietary history	Lineaire regressie (β)	En (gem. t0-t1) • 0,19 (0,07) ♂, 0,10 (0,20) ♀	

<i>Bron</i>	<i>Studieopzet</i>	<i>Studie populatie</i>	<i>Maten voor overgewicht</i>	<i>Bepaling voedingsinname</i>	<i>Statistische analyse</i>	<i>Verband inname en overgewicht</i>		<i>Gecorrigeerd voor</i>
						Eiwit (en%) (gem. t0-t1)	• -0,11(0,11)♀ • -0,15 (0,14) ♂, -0,12 (0,12) ♀	
Koh-Banerjee et al. (2003) ³⁴	Follow-up van 9 jaar (t0=1986, t1=1996)	16,587 ♂, US, 40-75 jaar (t0)	• Verandering middelomtrek (cm) van t0-t1	FFQ (afgelopen jaar)	Multivariabele lineaire regressie (β)	Vet (5en%)	• 0,27 (<0.001)	• Leeftijd (t0) • Middelomtrek (t0) • Energie-inname (t0 en t0-t1) • Alcohol gebruik (t0 en t0-t1) • Lichamelijke activiteit (t0 en t0-t1) • Rookgewoonten (t0)
Ma et al. (2005) ²⁶	Follow-up van 4 jaar (t0=1994, t1=1998)	572, 20-70 jaar	• Verandering BMI in 4 y	7-daagse dietary recall (gelijk aan een FFQ)	Fractionele poplinnominale regressie (coëfficiënt)	Energie-inname (100 kcal/dag) gem. t0-t1 Vetinname (en%) gem. t0-t1	• 0,07 (0,11) • 0,005 (0,02) • 0,005 (0,07)	• Bovenstaande + BMI (t0) • Lichamelijke activiteit • Glycemische index • Vet (en%) • Energie-inname • Geslacht • Leeftijd • Opleidingsniveau • Seizoen
Maskarinec et al. (2006) ³⁸	Samengevoegde studies (n=18) van 1975-2001	n=156.920 Bevolking Hawaï	• Risico op overgewicht	Verschillende FFQs	Logistische regressie (Odds ratios)	En (500 kcal/dag) Vet (1g/100 kcal)	• 1,06 (1,04-1,07) ♂, 1,14 (1,13-1,14) ♀ • 1,15 (1,06-1,24) ♂,	• Energie-inname • Macronutriënten • Demografische variabelen • Rookgewoonten

<i>Bron</i>	<i>Studieopzet</i>	<i>Studie populatie</i>	<i>Maten voor overgewicht</i>	<i>Bepaling voedingsinname</i>	<i>Statistische analyse</i>	<i>Verband inname en overgewicht</i>	<i>Gecorrigeerd voor</i>
						1,42 (1,30-1,55) ♀ Kh (1g/100 kcal) • 1,01 (0,99-1,04) ♂, 1,14 (1,09-1,20) ♀ Eiwit (1g/100 kcal) • 1,25 (1,15-1,35) ♂, 1,48 (1,40-1,56) ♀	
Halkjaer et al. (2006) ³⁶	Follow-up van 5 jaar	44897, 50-64 jaar	• Verandering middelomtrek (cm) in 5 jaar	FFQ	Lineaire regressie (β)	Energie (MJ/d) op t0 • 0,01 (-0,02-0,04) ns ♂ • -0,04 (-0,09-0,01) ns ♀ Vet (MJ/d) op t0 • 0,06 (-0,05-0,17) ns ♂ • -0,03 (-0,20-0,14) ns ♀ Kh (MJ/d) op t0 • 0,04 (-0,05-0,12) ns ♂ • 0,07 (-0,05-0,19) ns ♀ Eiwit (MJ/d) op t0 • -0,20 (-0,48-0,07) ns ♂ • -0,40 (-0,81-0,003) ns ♀	• Middelomtrek (t0) • BMI (t0) • Leeftijd • Rookgewoonten • Alcoholinname • Lichamelijke activiteit • Andere macronutriënten (partition model)
Field et al. (2007) ³³	Follow-up van 8 jaar (t0=1986, t1=1994)	41,518 ♂, 30 en 35 jaar (t0)	• Gewichtsverandering (lbs) van t0-t1	FFQ	Lineaire regressie (β)	Vet (en%) op t0 • 0,11 (<0,05) Vet (en%) t0-t1 • 0,24 (<0.05)	• Leeftijd • BMI (t0) • Lichamelijke activiteit (t0) • Menopauze • Rookgewoonten • Eiwit (en%) (t0 en

<i>Bron</i>	<i>Studieopzet</i>	<i>Studie populatie</i>	<i>Maten voor overgewicht</i>	<i>Bepaling voedingsinname</i>	<i>Statistische analyse</i>	<i>Verband inname en overgewicht</i>		<i>Gecorrigeerd voor</i>
Koppes et al. (2009) ³⁵	Follow-up van 23 jaar leeftijd t1=13 jaar, t2=36	168 ♂, 182 ♀	• Som van de huidplooien t0-t1	Dietary history interview (afgelopen 4 weken)	Generalised estimating equation regression (β)	Vet (en%)	• 0,005 (0,42) ♂, 0,001 (0,89) ♀	t0-t1) • Leeftijd (t1) • Opleidingsniveau (t1) • Rookgewoonten (t1) • Lichamelijke activiteit
						Kh (en%)	• -0,004 (0,49) ♂, -0,003 (0,61) ♀	
						Eiwit (en%)	• 0,015 (0,27) ♂, 0,018 (0,18) ♀	

Waarden van verbanden zijn afhankelijk van statistische analyse (β,r,odds-ratio) met significantie of betrouwbaarheidsinterval

Tijdsaanduiding: t0, is de baseline van de studie, t1, is het eind van de studie, t0-t1 geeft de verandering over een periode aan, gem. t0-t1 het gemiddelde over een tijdsperiode.

ns = niet significant

Bijlage 3. Aanvullende resultaten analyses

Tabel 11. Energie-inname en macronutriëntinname van de deelnemers van de NEO studie per dag voor de totale populatie en apart voor mannen en vrouwen (n=2436).

	Totaal		Mannen		Vrouwen	
kJ/dag	9283 ± 3239		10363 ± 3195		8340 ± 2973	
Kcal/dag	2218 ± 774		2477 ± 764		1993 ± 710	
	<i>g/d</i>	<i>en%</i>	<i>g/d</i>	<i>en%</i>	<i>g/d</i>	<i>en%</i>
Vet	90 ± 34	36 ± 6	100 ± 10	36 ± 6	81 ± 38	36 ± 6
Verz vet	33 ± 16	13 ± 3	37 ± 16	13 ± 3	30 ± 16	13 ± 3
Enkelv onverz vet	30 ± 14	12 ± 2	33 ± 14	12 ± 2	27 ± 13	12 ± 2
Meerv onverz vet	18 ± 9	7 ± 2	20 ± 9	7 ± 2	16 ± 8	7 ± 2
Eiwit	79 ± 24	15 ± 3	86 ± 24	14 ± 2	73 ± 22	15 ± 3
Koolhydraat	246 ± 88	45 ± 7	270 ± 86	44 ± 6	226 ± 84	46 ± 7
Mono/disachariden	115 ± 53	21 ± 6	125 ± 52	20 ± 5	107 ± 52	21 ± 6
Polysachariden	131 ± 48	24 ± 5	146 ± 49	24 ± 5	119 ± 44	24 ± 5
Alcohol	15 ± 17	5 ± 5	21 ± 20	6 ± 6	9 ± 12	3 ± 4

¹Waarden zijn gemiddelden ± SD

Tabel 12. Verband tussen de inname van vet (en%), koolhydraten (en%) en eiwit (en%) en de BMI (kg/m²) bij de deelnemers van de NEO studie, na exclusie van deelnemers die onder- of overrapporteren of een dieet volgen (n=1410)

	Vet (en%)	Kh (en%)	Eiwit (en%)
Man (n=753)			
Ruw	0,044 (0,005-0,083)	-0,030 (-0,068-0,007)	0,109 (0,003-0,216)
Model 1	0,044 (0,005-0,083)	-0,028 (-0,066-0,010)	0,104 (-0,004-0,211)
Model 2	0,025 (-0,016-0,065)	-0,013 (-0,051-0,025)	0,182 (0,071-0,293)
Model 3	0,029 (-0,012-0,069)	-0,021 (-0,060-0,017)	0,198 (0,087-0,309)
Vrouw (n=657)			
Ruw	0,127 (0,071-0,183)	-0,011 (-0,064-0,042)	-0,097 (-0,246-0,051)
Model 1	0,129 (0,073-0,185)	-0,024 (-0,078-0,029)	-0,070 (-0,219-0,079)
Model 2	0,080 (0,024-0,136)	-0,013 (-0,065-0,038)	0,103 (-0,046-0,253)
Model 3	0,082 (0,025-0,138)	-0,019 (-0,072-0,035)	0,116 (-0,035-0,267)

Verband uitgedrukt in β (95% betrouwbaarheidsinterval)

Model 1: gecorrigeerd voor leeftijd

Model 2: gecorrigeerd voor leeftijd en totale energie-inname

Model 3: gecorrigeerd voor leeftijd, totale energie-inname, rookgewoonten, opleidingsniveau en etniciteit

Tabel 13. Verband tussen de inname van vet (en%), koolhydraten (en%) en eiwit (en%) en het vetpercentage(%) bij de deelnemers van de NEO studie, na exclusie van deelnemers die onder- of overrapporteren of een dieet volgen(n=1410)

	Vet (en%)	Kh (en%)	Eiwit (en%)
Man (n=753)			
Ruw	0,074 (0,008-0,140)	-0,096 (-0,159--0,033)	0,273 (0,056-0,418)
Model 1	0,073 (0,008-0,139)	-0,081 (-0,145--0,017)	0,203 (0,021-0,385)
Model 2	0,059 (-0,010-0,127)	-0,070 (-0,135--0,005)	0,284 (0,095-0,473)
Model 3	0,076 (0,008-0,144)	-0,089 (-0,154--0,024)	0,328 (0,142-0,515)
Vrouw (n=657)			
Ruw	0,120 (0,065-0,174)	-0,030 (-0,081-0,021)	-0,141 (-0,284-0,001)
Model 1	0,120 (0,066-0,174)	-0,034 (-0,086-0,018)	-0,136 (-0,279-0,008)
Model 2	0,069 (0,015-0,123)	-0,023 (-0,072-0,027)	0,035 (-0,109-0,179)
Model 3	0,066 (0,011-0,120)	-0,020 (-0,072-0,031)	0,041 (-0,105-0,186)

Verband uitgedrukt in β (95% betrouwbaarheidsinterval)

Model 1: gecorrigeerd voor leeftijd

Model 2: gecorrigeerd voor leeftijd en totale energie-inname

Model 3: gecorrigeerd voor leeftijd, totale energie-inname, rookgewoonten, opleidingsniveau en etniciteit