

RIVM rapport 350020002/2006

**Overgewicht bij jonge kinderen en  
volwassenen: kwantificeren van de kloof tussen  
energieinneming en energieverbruik**

SW van den Berg, S Scholtens, AH Wijga,  
WMM Verschuren, JMA Boer

Contact:

SW van den Berg  
Centrum voor Voeding en Gezondheid  
saskia.van.den.berg@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport in het kader van project V/350020/06/AA, Bijdrage aan kennis over ontstaan en behandeling van overgewicht.



## Rapport in het kort

### **Overgewicht bij jonge kinderen en volwassenen: kwantificeren van de kloof tussen energieinneming en energieverbruik.**

Voor het eerst is de kloof tussen calorie-inneming en -verbruik in Nederland gekwantificeerd. Kleine veranderingen in de energiebalans per dag (inneming versus verbruik) kunnen op lange termijn het verschil uitmaken tussen het wel of niet ontwikkelen van overgewicht.

Tien procent van de kinderen heeft tussen 2- en 6-jarige leeftijd overgewicht ontwikkeld of behouden. Voor 90% van hen was dit te voorkómen geweest door dagelijks 75 kcal minder in te nemen dan te verbruiken. Dit komt overeen met bijvoorbeeld één glas limonade (150 ml) per dag.

Voor jong volwassenen (20-30 jaar) is een overschot op de energiebalans van 60 kcal per dag verantwoordelijk geweest voor hun gewichtsstijging in 11 jaar tijd. Voor volwassenen van 31-59 jaar is het overschot iets kleiner. De energiekloof is berekend op basis van gewichtsstijging. Voor kinderen zijn de gegevens van de PIAMA-studie gebruikt. Voor volwassenen (20-59 jaar) komen de gegevens uit de Doetinchem Studie.

Opvallend is dat bijna tweederde van de 2-jarigen met overgewicht weer een normaal gewicht heeft op 6-jarige leeftijd. Deze kinderen hadden vaker een hoogopgeleide moeder dan de kinderen die overgewicht behielden (47% versus 29%). Volwassenen met een lage sociaal-economische status (SES) hadden bij de beginmeting een hogere body mass index (BMI) dan de totale groep. De gewichtsstijging voor personen met een lage SES was echter gelijk aan die voor de totale groep. Verschillen in BMI komen dus waarschijnlijk vóór het 20<sup>e</sup> levensjaar tot stand.

### **Trefwoorden**

Overgewicht, kinderen, energiebalans, SES, BMI.



## **Abstract**

### **Overweight in young children and adults: quantifying the gap between energy intake and energy expenditure.**

For the first time in the Netherlands the gap between energy intake and energy expenditure has been quantified for children and adults. Small daily changes in energy balance may, in the long term, make the difference between becoming overweight or not.

Ten per cent of two-year olds either develop overweight by the age of six or carry their overweight up to this age. An excess energy intake of 75 kcal per day relative to energy expenditure has been found responsible for this overweight in 90% of these children. This corresponds for example to a 150-ml glass of lemonade a day. A slightly smaller surplus to the energy balance of 60 kcal per day has been found responsible for the weight gain observed in young adults (20-30 year-olds) over 11 years. This so-called “energy gap” is even smaller for other age groups (31-50 year-olds). It was calculated from the weight gain observed among children of the PIAMA study and adults (20-59) from the Doetinchem study. Strikingly, almost two-thirds of the overweight two-year olds had a normal weight at age 6. Their mothers’ educational level was more often higher than that of mothers of children who remained overweight (47% versus 29%). At baseline, adults with a low socio-economic status (SES) had a higher body mass index (BMI) than the total group. However, they gained weight at a similar rate as the total group. Therefore differences in BMI between SES groups probably develop before the age of 20.

### **Keywords**

Overweight, children, energy balance, SES, BMI.



# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>9</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>11</b>
<b>2. Energieloof voor kinderen</b>	<b>13</b>
2.1 <i>Studiepopulatie en methoden</i>	13
2.1.1 Bronpopulatie	13
2.1.2 Metingen	13
2.1.3 Studiepopulatie	14
2.1.4 Berekeningen	14
2.2 <i>Resultaten</i>	17
2.2.1 Percentages overgewicht en obesitas	17
2.2.2 Veranderingen in BMI, lengte en gewicht	17
2.2.3 Opleidingsniveau van de moeder	19
2.2.4 Toename in vetmassa en vetvrije massa	20
2.2.5 Energieopslag	20
2.2.6 Positieve energiebalans	20
2.2.7 Overschot op de energiebalans	22
<b>3. Energieloof voor volwassenen</b>	<b>23</b>
3.1 <i>Studiepopulatie en methoden</i>	23
3.1.1 Studiepopulatie	23
3.1.2 Metingen	23
3.1.3 Berekeningen	24
3.2 <i>Resultaten</i>	25
3.2.1 Resultaten voor de totale groep	25
3.2.2 Resultaten per leeftijdscategorie	27
3.2.3 Resultaten voor mensen met een lage sociale economische status	29
3.2.4 Verandering in energiebalans die verdere gewichtstoename kan voorkómen.	31
<b>4. Discussie</b>	<b>33</b>
<b>5. Conclusies</b>	<b>39</b>
<b>Dankwoord</b>	<b>41</b>
<b>Literatuur</b>	<b>43</b>
<b>Bijlage 1. BMI, lengte en gewicht en veranderingen hierin ingedeeld naar BMI-status op 2- en 6-jarige leeftijd met obesitas als aparte categorie</b>	<b>47</b>
<b>Bijlage 2. Dagelijkse toename in gewicht, energieopslag, en overschot op de energiebalans ingedeeld naar BMI-status op 2- en 6-jarige leeftijd met obesitas als aparte categorie</b>	<b>48</b>





## Samenvatting

Tien procent van de kinderen had op 6-jarige leeftijd overgewicht. Eenderde van deze kinderen had ook al overgewicht op 2-jarige leeftijd. Voor 90% van de kinderen met overgewicht op 6-jarige leeftijd was dit te voorkómen geweest door dagelijks 75 kcal minder in te nemen dan te verbruiken. Voor jong volwassenen (20-30 jaar) is het overschot op de energiebalans dat verantwoordelijk geweest is voor de waargenomen gewichtsstijging over 11 jaar tijd iets kleiner, namelijk 60 kcal per dag. Voor volwassenen in de leeftijd van 31-50 jaar en 51-59 jaar was de energiekloof nog iets kleiner, respectievelijk 50 kcal/dag en 30 kcal/dag. Ter illustratie: 1 glas limonade levert 75 kcal, 1 glas frisdrank levert 65 kcal, volwassenen verbruiken  $\pm$  60 kcal gedurende 15 minuten lopen en kinderen gedurende 30 minuten lopen.

Dit is de eerste studie die de kloof gekwantificeerd heeft tussen energieïnneming en energieverbruik die verantwoordelijk is geweest voor de toename in (over)gewicht in de Nederlandse bevolking. De energiekloof is berekend uit de gewichtstoename tussen 2- en 6-jarige leeftijd voor kinderen uit de PIAMA-studie (n=2190) en voor volwassenen uit de Doetinchem Studie (n=4810), die in 11 jaar tijd minimaal twee keer gewogen zijn. Beide studies zijn gedeeltelijk of in zijn geheel door het RIVM uitgevoerd. Voor kinderen werden lengte en gewicht nagevraagd bij de ouders; bij volwassenen werden deze gemeten. Voor de berekening van de energiekloof bij kinderen werd rekening gehouden met energie noodzakelijk voor normale groei.

Opvallend is dat tweederde van de *kinderen* met overgewicht op 2-jarige leeftijd weer een normaal gewicht had op 6-jarige leeftijd. Kinderen die hun gewicht normaliseerden hadden vaker een hoogopgeleide moeder (47%) vergeleken met kinderen die overgewicht behielden (29%).

*Volwassenen* met een lage sociale economische status hadden bij de beginmeting een hogere BMI dan de totale groep. Zij stegen vanaf het 20e levensjaar echter niet sneller in gewicht. Verschillen in BMI komen dus waarschijnlijk vóór het 20e levensjaar tot stand.

Men dient zich er van bewust te zijn dat op individueel niveau het overschot op de energiebalans veel kleiner of groter kan zijn dan hier berekend. Het doel van dit onderzoek was om uitspraken te doen op groeps- of populatieniveau. Individuen uit die groep kunnen meer of minder zijn aangekomen. Dit wordt alleen al geïllustreerd doordat het berekende overschot op de energiebalans voor kinderen die obesitas ontwikkelden  $\pm$  80 kcal per dag was. Ook moet rekening gehouden worden met het feit dat voor dit onderzoek een aantal aannames is gebruikt, zoals bijvoorbeeld de

verhouding waarin het surplus aan energie omgezet wordt in vetmassa en/of vetvrije massa. De aannames zijn gebaseerd op de literatuur.

Geconcludeerd kan worden dat kleine dagelijkse veranderingen in de energiebalans op de lange termijn het verschil kunnen uitmaken tussen het wel of niet ontwikkelen van overgewicht. Preventiemaatregelen zouden zich moeten richten op jong volwassenen (<30 jaar) en op kinderen uit een middel- en laag sociaal economisch milieu.

## 1. Inleiding

Overgewicht en ernstig overgewicht, oftewel obesitas, komen wereldwijd en in Nederland steeds vaker voor. In Nederland heeft 55% van de mannen en 45% van de vrouwen overgewicht en ongeveer 10% daarvan heeft obesitas (1). Vooral de stijging van het aantal kinderen met overgewicht is zeer zorgwekkend. Tussen 1980 en 1997 is het percentage jonge kinderen met overgewicht verdubbeld (2). In 1997 varieerde het percentage overgewicht bij jongens en meisjes tussen de 2 en 21 jaar van 7% tot 16% (2;3).

Overgewicht wordt meestal vastgesteld met behulp van de body mass index (BMI). De BMI is het lichaamsgewicht (kg) gedeeld door de lengte (m) in het kwadraat. Om overgewicht en obesitas bij kinderen te definiëren zijn geslachtsspecifieke internationale BMI grenswaarden ontwikkeld (4). Deze grenswaarden zijn zo gedefinieerd dat ze op de leeftijd van 18 jaar overeenkomen met 25 kg/m<sup>2</sup> en 30 kg/m<sup>2</sup>. Dit zijn de BMI afkappunten waarmee bij *volwassenen* respectievelijk overgewicht en obesitas wordt vastgesteld (5).

Overgewicht is het gevolg van een langdurige positieve energiebalans waarbij de dagelijkse energieïnneming via de voeding groter is dan het dagelijkse energieverbruik. Het teveel aan energie wordt vervolgens opgeslagen als vet (6). Overtollig vet is bij kinderen en volwassenen geassocieerd met verschillende nadelige effecten, zoals orthopedische en sociale problemen, diabetes en (risicofactoren voor) hart- en vaatziekten (7-9).

Om de toename in overgewicht een halt toe te roepen is het van belang het overschot op de energiebalans dat verantwoordelijk is geweest voor de geobserveerde ongewenste gewichtsstijging binnen de Nederlandse bevolking (energiekloof) te kwantificeren. Bij kinderen moet rekening gehouden worden met het feit dat een gedeelte van deze positieve energiebalans noodzakelijk is voor groei. Neutralisatie van dit overschot zou theoretisch een verdere stijging van het percentage kinderen en volwassen met overgewicht kunnen voorkómen.

**Energiekloof**

Benodigde afname in energieïnneming en/of benodigde toename in energieverbruik die nodig is om de positieve energiebalans die verantwoordelijk is geweest voor de geobserveerde stijging in (over)gewicht te neutraliseren.

Hill en collega's hebben het overschot op de energiebalans berekend voor volwassen Amerikanen uit de mate van verandering in energiebalans die verantwoordelijk was voor de geobserveerde gewichtsverandering over een aantal jaren (10). Zij concludeerden dat een kleine verandering in de energieïnneming relatief ten opzichte van het energieverbruik (100 kcal per dag) voldoende zou zijn om verdere gewichtsstijging in 90% van de Amerikaanse bevolking tegen te gaan. In een studie onder Australische vrouwen werd geconcludeerd dat eenzelfde verandering een realistisch doel zou zijn voor de vrouwen die in 5 jaar tijd 5-10 kg in gewicht zijn aangekomen (11). Vanuit de literatuur zijn er aanwijzingen dat het energieoverschot voor kinderen veel groter is. Butte en Ellis (12) hebben berekend dat een verandering in de energiebalans van 342 - 502 kcal per dag noodzakelijk is om verdere gewichtstoename te voorkomen bij 90% van de Spaanse kinderen met overgewicht.

Bovengenoemde bevindingen zijn echter niet rechtstreeks te vertalen naar de Nederlandse situatie. Ten eerste zijn er grote verschillen in de groei van de "obesitas-epidemie" tussen Nederland en de Verenigde Staten (13). Ten tweede is bekend dat overgewicht onder kinderen vaker voorkomt in Zuid Europese landen (bijvoorbeeld Italië, Spanje) dan in Noord Europese landen (bijvoorbeeld Nederland, Denemarken). Zo steeg in de periode tussen 1985 en 1996 in Spanje het percentage 6- en 7-jarige kinderen met overgewicht van 23 naar 35 % (13). Ten derde hielden Butte en Ellis geen rekening met de energie die noodzakelijk is voor groei bij kinderen.

In opdracht van het Ministerie van VWS is daarom berekend wat de benodigde afname in energieïnneming en/of de benodigde toename in energieverbruik zou moeten zijn om verdere ongewenste gewichtsstijging bij Nederlandse volwassenen en jonge kinderen te voorkómen (energiekloof). Bij volwassenen zijn extra analyses uitgevoerd voor verschillende leeftijdsgroepen. Bij kinderen en volwassenen is gekeken of sociaal economische status de resultaten beïnvloedde. Deze extra analyses hadden tot doel mogelijke subgroepen te identificeren die een hoger risico hebben op gewichtsstijging, zodat preventie gericht op deze risicogroepen kan plaatsvinden.

Voor de berekening van de energiekloof is gebruikgemaakt van verschillende datasets voor kinderen en volwassenen. Hoofdstuk 2 beschrijft de studiepopulatie, gebruikte methoden en de resultaten voor kinderen. Hoofdstuk 3 beschrijft de studiepopulatie, gebruikte methoden en resultaten voor volwassenen. In hoofdstuk 4 worden de resultaten voor kinderen en volwassenen gezamenlijk bediscussieerd. De conclusies staan weergegeven in hoofdstuk 5.

## 2. Energiekloof voor kinderen

Dit hoofdstuk beschrijft de gebruikte populatie, de metingen die zijn uitgevoerd, en de berekeningen die zijn uitgevoerd (paragraaf 2.1). Vervolgens worden in paragraaf 2.2 de resultaten voor kinderen beschreven. Eerst worden de percentages kinderen met overgewicht en obesitas op 2- en 6-jarige leeftijd gepresenteerd. Daarna worden de veranderingen in BMI, lengte en gewicht tussen 2 en 6 jaar weergegeven, gevolgd door de toename in vetmassa, de berekende energieopslag en de positieve energiebalans. Tot slot wordt de energiekloof gepresenteerd.

### 2.1 Studiepopulatie en methoden

#### 2.1.1 Bronpopulatie

Voor dit onderzoek is gebruikgemaakt van het PIAMA (Preventie en Incidentie van Astma en Mijt Allergie) geboorte-cohort. Dit onderzoek richt zich oorspronkelijk op het voorkómen van astma en op maatregelen die het optreden van astma kunnen voorkómen of uitstellen bij kinderen tussen 0 en 8 jaar. Aangezien er ook gegevens over lengte en gewicht zijn nagevraagd, is dit cohort geschikt om onze vraagstelling te beantwoorden. Selectie van deelnemers voor het PIAMA-cohort en het design van deze studie zijn uitgebreid beschreven door Brunekreef et.al. (14). Voor dit onderzoek zijn zwangere vrouwen uit de algemene populatie benaderd om deel te nemen. Bij de start bestond het PIAMA-cohort uit 4146 kinderen. Deze kinderen werden geboren tussen 1996 en 1997 en werden acht jaar gevolgd.

#### 2.1.2 Metingen

Vanaf 1 jaar ontvingen de ouders jaarlijks een vragenlijst in de maand waarin hun kind jarig was. Deze vragenlijst bevatte vragen over lengte (cm) en gewicht (kg) ten tijde van de recentste meting door een arts of verpleegkundige. Wanneer de meting langer dan drie maanden geleden was, werd de ouders gevraagd gewicht en lengte van hun kind zelf te bepalen (zonder schoenen en zware kleding). Daarnaast rapporteerden de ouders de datum van de meting en degene die de meting uitgevoerd had (arts of ouder). Ook werd gevraagd naar de hoogste opleiding van de moeder. Dit werd ingedeeld in drie opleidingsniveaus (laag, gemiddeld, hoog) variërend van basisschool tot universiteit.

Body mass index (BMI) werd berekend door het gewicht (kg) te delen door de lengte (m) in het kwadraat. Bij een aantal kinderen kwam de datum waarop lengte en gewicht gemeten waren niet overeen. Wanneer deze periode groter was dan 8 weken werd er geen BMI berekend. In de overige gevallen werd wel een BMI berekend en de tussenliggende datum als meetdatum gebruikt.

### 2.1.3 Studiepopulatie

Uit de literatuur is bekend dat voor kinderen onder de 2 jaar geen betrouwbare methode bestaat voor de vaststelling van overgewicht (7). Daarom zijn voor dit onderzoek de gegevens op 2-jarige leeftijd als uitgangswaarden gebruikt. Kinderen waarvan lengte of gewicht onbekend was werden verwijderd uit het bestand. Van 2489 kinderen zijn lengte en gewicht op 2-jarige leeftijd bekend. Dertien kinderen zijn verwijderd omdat de periode tussen het meten van lengte en gewicht langer was dan acht weken. Uiteindelijk is dus voor 2476 kinderen een BMI berekend.

Om veranderingen in BMI te beschrijven werd bij voorkeur de lengte, gewicht en BMI op de leeftijd van 6 jaar gebruikt. Van 1491 kinderen is de BMI bekend op 2- en 6-jarige leeftijd. Van 984 kinderen was de BMI op 6-jarige leeftijd niet bekend. Om toch een zo groot mogelijk groep te krijgen is voor deze kinderen de BMI op 7-jarige leeftijd gebruikt. Wanneer deze ook niet bekend was, is de BMI op 5-jarige leeftijd gebruikt. Uiteindelijk is voor 2190 van de 2476 kinderen (89%) de BMI bekend op zowel de leeftijd van 2 jaar als de leeftijd 5 jaar (n=168), 6 jaar (n=1491) of 7 jaar (n=531). In het vervolg van dit rapport wordt met “6-jarige leeftijd” de groep “5- tot 7-jarigen” bedoeld.

### 2.1.4 Berekeningen

#### 2.1.4.1 Veranderingen in BMI (categorieën), lengte en gewicht

Op basis van de leeftijds- en geslachtsspecifieke internationale grenswaarden voor BMI zijn de kinderen ingedeeld in drie groepen; normaal gewicht, overgewicht en obesitas. Dit is zowel op 2-jarige als op 6-jarige leeftijd gedaan. De gebruikte grenswaarden voor de BMI staan weergegeven in Tabel 2.1 en zijn zo gedefinieerd dat ze op de leeftijd van 18 jaar overeenkomen met de BMI-waarden van 25 en 30 kg/m<sup>2</sup> (4). Het aantal kinderen met obesitas op 2- of 6-jarige leeftijd is niet zo groot (zie Tabel 2.3). Daarom is besloten om de onderzoeksresultaten in dit rapport te presenteren voor de groep kinderen met overgewicht en obesitas tezamen.

Vervolgens zijn de kinderen ingedeeld in vier groepen aan de hand van hun BMI-status op zowel 2- als 6-jarige leeftijd. De eerste groep bevat kinderen die op beide leeftijden een normaal gewicht hadden. In de tweede groep zitten kinderen die op 2-jarige leeftijd een normaal gewicht hadden, maar op 6-jarige leeftijd overgewicht hadden ontwikkeld. De derde groep bevat kinderen die op beide leeftijden overgewicht hadden. In de vierde groep zitten kinderen die op 2-jarige leeftijd overgewicht hadden, maar op 6-jarige leeftijd een normaal gewicht hadden bereikt. Veranderingen in BMI-eenheden, lengte en gewicht zijn berekend door de waarde op 6-jarige leeftijd te verminderen met de waarde op 2-jarige leeftijd.

*Tabel 2.1. Internationale BMI grenswaarden voor overgewicht en obesitas voor kinderen, zo gedefinieerd dat ze op de leeftijd van 18 jaar overeenkomen met 25 en 30 kg/m<sup>2</sup> (4).*

Leeftijd (jaren)	Overgewicht		Obesitas	
	Jongens	Meisjes	Jongens	Meisjes
2	18,41	18,02	20,09	19,81
2,5	18,13	17,76	19,80	19,55
5	17,42	17,15	19,30	19,17
5,5	17,45	17,20	19,47	19,34
6	17,55	17,34	19,78	19,65
6,5	17,71	17,53	20,23	20,08
7	17,92	17,75	20,63	20,51
7,5	18,16	18,03	21,09	21,01

#### **2.1.4.2 Vetmassa en vetvrije-massa**

Voor de berekening van het overschot op de energiebalans bij volwassenen is door Hill (10) aangenomen dat al het surplus aan energie omgezet wordt in vetweefsel. Voor kinderen is dit niet aannemelijk. Zij komen namelijk voor een groot gedeelte aan in vetvrije-massa vanwege hun groei. Het is daarom van belang om de lichaamssamenstelling van jonge kinderen en de verhouding in toename van vetvrije-massa en vetmassa gedurende de groei te kennen. Fomon en collega's onderzochten de lichaamssamenstelling van "referentie"-kinderen in de leeftijd van 0 – 10 jaar (15). Hieruit bleek dat het gemiddelde percentage lichaamsvet 19,5% is voor jongens en 20,4% voor meisjes van 2 jaar. Op de leeftijd van 6 jaar waren de gemiddelde vetpercentages 13,5% voor jongens en 16,4% voor meisjes. Vanuit de literatuur is bekend dat voor jongens een vetpercentage hoger dan 20% is geassocieerd met overgewicht en hoger dan 25% met obesitas. Voor meisjes bedragen deze percentages 25% en 30% (7). Aan de hand van deze vetpercentages (Tabel 2.2) en het gewicht op 2- en 6-jarige leeftijd is voor elk kind de absolute verandering in vetmassa en vetvrije massa (in kg) geschat. De vetvrije massa (kg) werd geschat door het gewicht te verminderen met de geschatte vetmassa.

Bijvoorbeeld een jongen weegt 14 kg op de leeftijd van 2 jaar (normaal gewicht). Hij heeft een geschatte vetmassa van 2,7 kg (14 kg\*19,5%) en een vetvrije-massa van 11,3 kg (14-2,7 kg). Op 6-jarige leeftijd weegt dezelfde jongen 27,5 kg (overgewicht) en heeft een geschatte vetmassa van 6,2 kg (27,5 kg\*22,5%) en 21,5 kg vetvrije-massa (27,5-6,2 kg). De toename in vetmassa in ongeveer 4 jaar tijd bedraagt bij deze jongen dus 3,5 kg (6,2-2,7 kg). Dit betekent dat 26% van de gewichtstoename bestaat uit een toename in vetmassa (3,5 kg /13,5 kg\*100%) en het overige deel (74%) uit een toename in vetvrije-massa.

*Tabel 2.2. Aannames met betrekking tot vetpercentages bij 2- en 6-jarige kinderen met normaal gewicht, overgewicht en obesitas.*

BMI* <sup>1</sup>	Vetmassa (%)			
	Jongens		Meisjes	
	2 jaar	6 jaar	2 jaar	6 jaar
Normaal gewicht* <sup>2</sup>	19,5	13,5	20,4	16,4
Overgewicht* <sup>3</sup>	22,5	22,5	27,5	27,5
Obesitas* <sup>4</sup>	27,5	27,5	32,5	32,5

\*<sup>1</sup> Indeling is gebaseerd op internationale afkappunten voor kinderen (4)

\*<sup>2</sup> Waarden afkomstig uit onderzoek naar lichaamssamenstelling van “referentie” kinderen in de leeftijd van 0 – 10 jaar (15)

\*<sup>3</sup> Aangenomen dat kinderen met overgewicht gemiddeld een vetpercentage hebben dat ligt tussen de grenswaarden van overgewicht en obesitas in

\*<sup>4</sup> Aangenomen dat kinderen met obesitas gemiddeld een vetpercentage hebben dat 2,5% hoger ligt dan het afkappunt (zie \*<sup>3</sup>)

### **2.1.4.3 Energieopslag**

Op basis van de toename in vetmassa en vetvrije-massa is berekend hoeveel energie er in de tijd is opgeslagen. Een toename van één kilogram vetmassa correspondeert met een energieopslag van 9000 kcal (9 kcal per gram vet). Eén kilogram vetvrije-massa bij kinderen bestaat voor ongeveer 19% uit eiwit en voor de rest uit water en correspondeert met een energieopslag van 760 kcal (4 kcal per gram eiwit) (12;16). De energieopslag is berekend door de geschatte toename in vetmassa en vetvrije-massa te vermenigvuldigen met respectievelijk 9000 en 760 kcal. Aangezien niet alle kinderen precies even lang gevolgd zijn in de tijd en hierdoor het onderling vergelijken moeilijk is, werd de energieopslag per dag berekend door de energieopslag te delen door de exacte follow-up tijd in dagen.

### **2.1.4.4 Positieve energiebalans**

Vanuit de energieopslag is de gemiddelde positieve energiebalans berekend, die verantwoordelijk is geweest voor de waargenomen gewichtsverandering. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het feit dat niet alle energie wordt opgeslagen met een efficiëntie van 100%. Dit komt onder andere door de energiekosten noodzakelijk voor vertering en opslag. De positieve energiebalans voor kinderen is berekend met twee methodes. Ten eerste op basis van Hill (10) en Butte en Ellis (12). Zij zijn uitgegaan van een energie-efficiëntie van 50%, dat wil zeggen dat wanneer 1 kcal extra opgeslagen wordt hiervoor in verhouding tot het energieverbruik 2 kcal teveel gegeten moet zijn. Ten tweede is gerekend met aannames van Roberts en Young (17). Zij hebben onderzocht wat bij kinderen de energiekosten zijn om vet en eiwit op te slaan. De energie noodzakelijk om 1 kcal vet of eiwit op te slaan was respectievelijk



1,17 kcal en 2,38 kcal. Dit komt overeen met een energie-efficiëntie van 87% voor vet en 42% voor eiwit.

### 2.1.4.5 Overschot op de energiebalans

De berekende positieve energiebalans bestaat uit een deel dat noodzakelijk is voor een gezonde groei en uit een eventueel overschot. Dit overschot is verantwoordelijk voor “ongewenste” gewichtstijging en kan uiteindelijk resulteren in overgewicht (energiekloof). Het overschot op de energiebalans is bepaald door de positieve energiebalans voor kinderen met overgewicht te verminderen met de positieve energiebalans voor kinderen met normaal gewicht.

## 2.2 Resultaten

### 2.2.1 Percentages overgewicht en obesitas

Tabel 2.3 laat de percentages kinderen zien met normaal gewicht, overgewicht en obesitas op 2- en op 6-jarige leeftijd. Hieruit blijkt dat bijna zeven procent van de 2-jarige kinderen overgewicht heeft en een half procent obesitas. Overgewicht en obesitas komen significant vaker voor bij meisjes dan bij jongens ( $p = 0,001$ ). Op 6-jarige leeftijd is het aantal kinderen met overgewicht gestegen naar 8% en het percentage met obesitas gestegen naar 2%. Opvallend is de sterke toename (5x) van het percentage jongens met obesitas, terwijl het percentage jongens met overgewicht gelijk is gebleven. De verschillen in het vóórkomen van overgewicht tussen jongens en meisjes blijven statistisch significant ( $p < 0,001$ ), ook op de leeftijd van 6 jaar.

*Tabel 2.3. Het percentage kinderen met normaal gewicht, overgewicht en obesitas op de leeftijd van 2 en 6 jaar; de PIAM- studie, n=2190.*

BMI- categorie*	Meetmoment					
	2 jaar			6 jaar		
	Totaal	Meisjes	Jongens	Totaal	Meisjes	Jongens
Normaal gewicht	92,6	91,9	94,1	90,0	87,2	92,7
Overgewicht	6,8	8,0	5,6	8,0	10,7	5,5
Obesitas	0,6	0,9	0,4	2,0	2,1	1,9

\* Indeling is gebaseerd op internationale afkappunten voor kinderen (4)

### 2.2.2 Veranderingen in BMI, lengte en gewicht

In Tabel 2.4 staan de BMI, lengte en gewicht op 2-jarige leeftijd en de verandering gedurende de studie in deze variabelen weergegeven voor de vier groepen ingedeeld naar BMI-status op 2- en 6-jarige leeftijd. Op 2-jarige leeftijd hebben de kinderen met

een normaal gewicht niet alleen een lager gewicht en BMI zoals verwacht, maar zijn zij ook langer dan kinderen met overgewicht.

Het overgrote deel (92%) van de groep kinderen met normaal gewicht op 2-jarige leeftijd heeft ook een normaal gewicht op 6-jarige leeftijd. Zeven procent van de kinderen ontwikkelde overgewicht tijdens de studie. Opvallend is dat van de groep kinderen met overgewicht op 2-jarige leeftijd bijna tweederde weer een normaal gewicht heeft op 6-jarige leeftijd. Slechts drie procent van de studiebevolking had zowel op 2- als op 6-jarige leeftijd overgewicht.

*Tabel 2.4. BMI, lengte en gewicht (mediaan\*<sup>1</sup>[P25;P75]) op 2-jarige leeftijd en de verandering hierin ingedeeld naar BMI-status op 2- en 6-jarige leeftijd; de PIAMA-studie, n=2190.*

	BMI-status op de leeftijd van 2 en 6 jaar * <sup>2</sup>				P waarde
	Normaal/ Normaal (n=1868)	Normaal/ Overgewicht (n=160)	Overgewicht/ Overgewicht (n=59)	Overgewicht/ Normaal (n=103)	
<i>2 jaar:</i>					
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	15,8 [15,0;16,6]	16,7 [16,2;17,4]	18,9 [13,3;19,2]	18,6 [18,2;19,1]	<0,0001
Lengte (cm)	94,0 [90,0;97,0]	94,0 [91,0;98,0]	92,5 [89,0;99,0]	91,0 [87,0;95,0]	<0,0001
Gewicht (kg)	13,8 [12,6;15,0]	14,7 [13,6;16,0]	16,3 [15,0;18,5]	15,5 [14,3;16,9]	<0,0001
<i>Verandering:</i>					
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	-0,7 [-1,6;0,0]	1,8 [1,0;3,1]	0,1 [-0,8;1,1]	-2,5 [-3,0;-1,8]	<0,0001
Lengte (cm)	29,0 [25,0-33,0]	29,0 [23,0;34,0]	30,0 [25,0;36,0]	31,0 [28,0-36,0]	0,0004
Gewicht (kg)	8,5 [7,0-10,3]	13,4 [10,5;16,0]	13,1 [10,5;15,2]	8,7 [7,5;10,0]	<0,0001

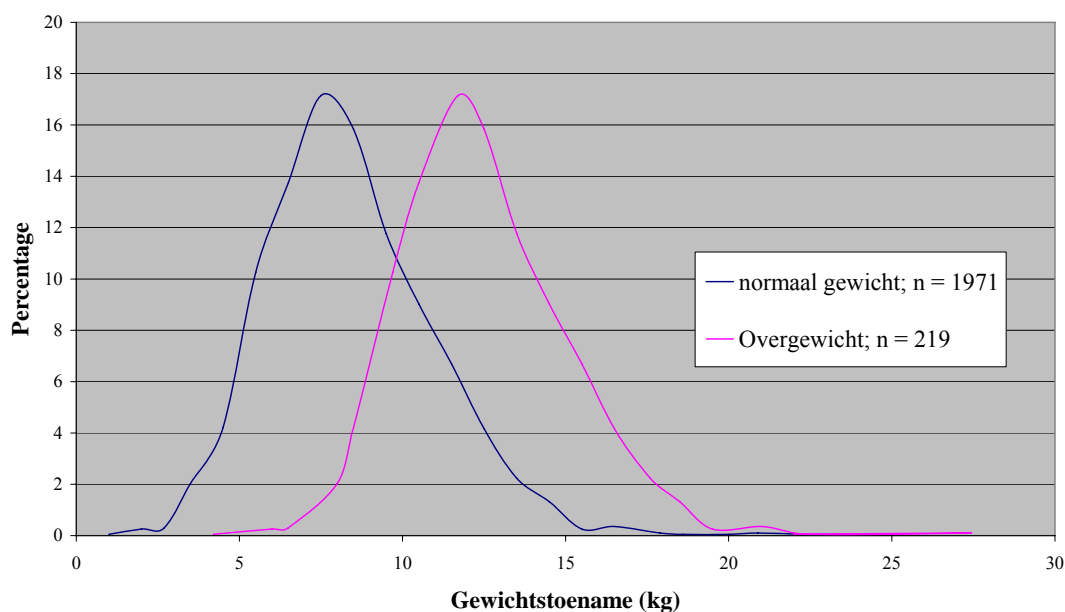
<sup>1</sup> Mediaan = waarde waar 50% van de populatie boven en 50% van de populatie onder zit

\*<sup>2</sup> Indeling is gebaseerd op internationale afkappunten voor kinderen (4)

De mediane volgtijd was bij benadering vier jaar (207,4 weken) en was gelijk voor de vier groepen. Van de kinderen met een normaal gewicht op 2- en 6-jarige leeftijd is vijftig procent 8,5 kg of meer aangekomen en 29 cm of meer in lengte gegroeid. Dit resulteerde in een mediane verandering van -0,7 BMI-eenheden. Voor de kinderen die overgewicht hebben behouden of ontwikkeld is de mediane gewichtstoename 13 kg. Een grafische weergave van de verdeling van de gewichtstoename in ongeveer vier jaar tijd staat weergegeven in Figuur 2.1, uitgesplitst naar kinderen met en zonder

overgewicht op 6-jarige leeftijd. De verdeling voor de kinderen met overgewicht ligt meer naar rechts wat een grotere gewichtstoename betekent.

De kinderen die een normaal gewicht hadden en obesitas hebben ontwikkeld kwamen bijna twee keer zoveel aan als kinderen die een normaal gewicht behielden (mediaan 8,5 vs 15,7 kg; zie Bijlage 1). Kinderen met overgewicht op 2-jarige leeftijd en een normaal gewicht op 6-jarige leeftijd, waren kleiner, zijn harder in lengte gegroeid en minder in gewicht toegenomen dan de kinderen die overgewicht behielden. Dit geldt in het bijzonder voor de kinderen met obesitas op 2-jarige leeftijd en normaal gewicht op 6-jarige leeftijd (zie Bijlage 1).



*Figuur 2.1. Verdeling van de gewichtstoename in  $\pm 4$  jaar tijd uitgesplitst naar kinderen met en zonder overgewicht op de leeftijd van 6 jaar; de PIAMA studie,  $n=2190$ .*

### **2.2.3 Opleidingsniveau van de moeder**

In Tabel 2.5 staat het opleidingsniveau van de moeder voor de vier verschillende groepen weergegeven. Bijna vijftig procent van de kinderen waarvan het gewicht normaliseerde heeft een hoogopgeleide moeder. Kinderen die overgewicht ontwikkelden of behielden lijken minder vaak een hoogopgeleide moeder te hebben ( $\pm 30\%$ ). De verschillen zijn echter niet statistisch significant.

Tabel 2.5. Opleidingsniveau van de moeder ingedeeld naar BMI-status van hun kinderen op 2- en 6-jarige leeftijd; de PIAMA studie, n=2190.

	BMI-status op de leeftijd van 2 jaar en 6 jaar* <sup>1</sup>				P waarde
	Normaal/ Normaal (n=1868)	Normaal/ Overgewicht (n=160)	Overgewicht/ Overgewicht (n=59)	Overgewicht/ Normaal (n=103)	
Opleidingsniveau moeder (%)					
Laag	21,3	23,9	25,4	16,5	
Midden	41,5	44,7	45,8	36,9	0,22
Hoog	37,2	31,5	28,8	46,6	

\*<sup>1</sup> Indeling is gebaseerd op internationale afkappunten voor kinderen (4)

### 2.2.4 Toename in vetmassa en vetvrije massa

Voor kinderen met een normaal gewicht op zowel 2- als 6-jarige leeftijd was 6% van de gewichtstoename een toename in vetmassa (Tabel 2.6). Voor kinderen die overgewicht behielden of ontwikkelden waren deze percentages bij benadering vijf keer zoveel, respectievelijk 28% en 33%. Voor kinderen met overgewicht op 2-jarige leeftijd die een normaal gewicht ontwikkelden was de gewichtstoename volledig toe te schrijven aan vetvrije massa.

### 2.2.5 Energieopslag

Voor kinderen met een normaal gewicht op zowel 2- als 6-jarige leeftijd was de mediane gewichtstoename 6 gram per dag (Tabel 2.6) en de bijbehorende mediane energieopslag 7,8 kcal per dag. Negentig procent van deze kinderen sloeg 12,5 kcal per dag of minder op. Voor kinderen die overgewicht ontwikkelden of behielden was de mediane gewichtstoename ongeveer 9 gram per dag en de mediane energieopslag ongeveer 30 kcal per dag, onafhankelijk van hun BMI-status op 2-jarige leeftijd. De kleinste energieopslag (mediaan 4,7 kcal per dag) werd gevonden voor kinderen die op 2-jarige leeftijd overgewicht hadden en na ongeveer 4 jaar tijd een normaal gewicht hadden bereikt.

### 2.2.6 Positieve energiebalans

De mediane positieve energiebalans voor kinderen met een normaal gewicht op zowel 2- als 6-jarige leeftijd was ongeveer 15 kcal per dag. Het 90<sup>e</sup> percentiel was 21 en 25 kcal per dag, afhankelijk van de gebruikte aannames voor energie-efficiëntie (respectievelijk Roberts en Young of Hill). Voor kinderen die op 6-jarige leeftijd weer een gezond gewicht hadden bereikt was de positieve energiebalans wat kleiner (mediaan 11 of 9 kcal/dag; P90 14 of 13 kcal/dag). Daarentegen was voor kinderen die overgewicht ontwikkelden of behielden de positieve energiebalans 2 tot 4 keer zo

groot afhankelijk van de gebruikte aannames. Uitgaande van Hill's aanname, sloeg vijftig procent van de kinderen die overgewicht ontwikkelden 66 kcal per dag of minder en negentig procent maximaal 94 kcal per dag op. Op basis van de aanname van Roberts en Young was dit respectievelijk 44 kcal per dag en 62 kcal per dag. Voor kinderen die overgewicht behielden waren de cijfers van dezelfde orde grootte. In Figuur 2.2 is de verdeling van de positieve energiebalans op basis van de aannames van Roberts en Young grafisch weergegeven voor kinderen met en zonder overgewicht op de leeftijd van 6 jaar. De mediaan en het 90<sup>e</sup> percentiel verschillen iets met de getallen genoemd in Tabel 2.6. Dit komt omdat de groepen met overgewicht en de groepen met normaal gewicht op 6-jarige leeftijd zijn samengevoegd.

*Tabel 2.6. Dagelijkse toename in gewicht, energieopslag, positieve energiebalans en overschot op de energiebalans ingedeeld naar BMI-status op 2- en 6-jarige leeftijd; de PIAMA studie, n=2190.*

	BMI-status op de leeftijd van 2 jaar en 6 jaar* <sup>1</sup>			
	Normaal/ Normaal (n=1868)	Normaal/ Overgewicht (n=160)	Overgewicht/ Overgewicht (n=59)	Overgewicht/ Normaal (n=103)
Gewichtstoename (g/dag)* <sup>2</sup>	6,2 [5,2;7,1]	9,4 [8,2;10,8]	9,0 [7,6;11,0]	6,1 [5,4;6,7]
Vet /vetvrije massa (%)	6/94	33/67	28/72	0/100
Energieopslag (kcal/dag)* <sup>3</sup>	7,8 (12,5)	32,8 (47,0)	27,0 (44,8)	4,7 (6,5)
Positieve energiebalans * <sup>3</sup> volgens:				
Hill* <sup>4</sup>	16 (25)	66 (94)	54 (90)	9 (13)
Roberts en Young* <sup>5</sup>	15 (21)	44 (62)	38 (60)	11 (14)
Energieoverschot (kcal/dag)* <sup>3</sup> Volgens:				
Hill	-	50 (69)	45 (77)	-
Roberts en Young	-	29 (41)	24 (46)	-

\*<sup>1</sup> Indeling is gebaseerd op internationale afkappunten voor kinderen (4)

\*<sup>2</sup> mediaan [(P25;P75]

\*<sup>3</sup> mediaan (P90)

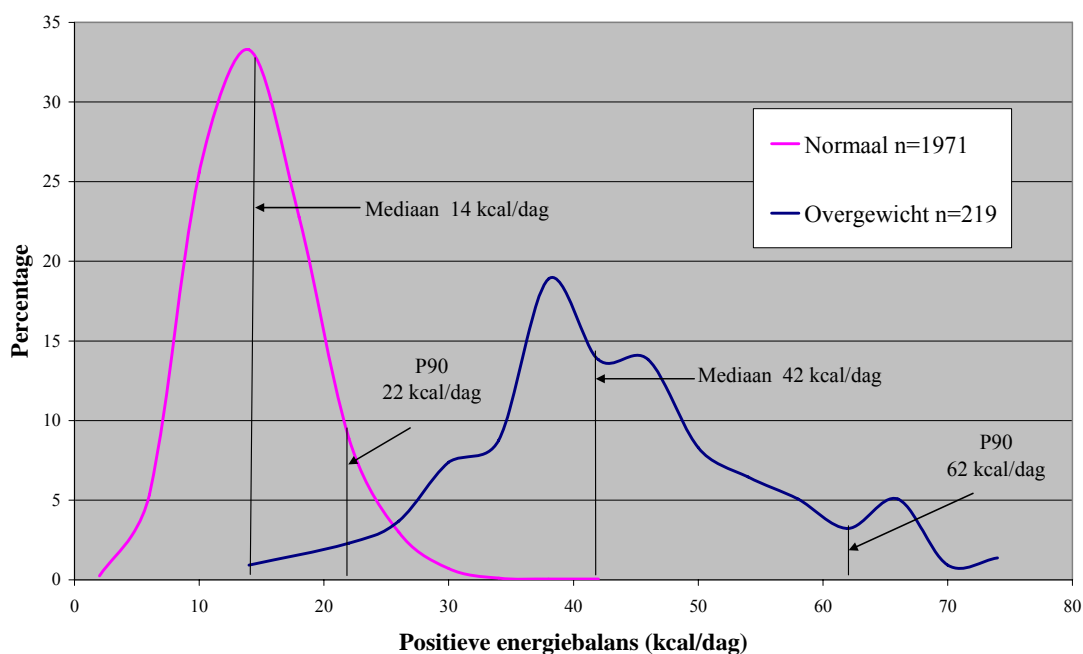
\*<sup>4</sup> Aanname energie-efficiëntie: 50% (10)

\*<sup>5</sup> Aanname energie-efficiëntie: vet 85%, eiwit 42% (17)

### 2.2.7 Overschot op de energiebalans

Op basis van de aannames van Roberts en Young is het overschot voor 90% van de kinderen met overgewicht op 6-jarige leeftijd maximaal 46 kcal per dag (Tabel 2.6). Dit is berekend door: 1) de positieve energiebalans voor de kinderen die overgewicht ontwikkelden te verminderen met de positieve energiebalans voor de kinderen met normaal gewicht op 2 en 6-jarige leeftijd ( $62 - 21 \text{ kcal} = 41 \text{ kcal}$ ); 2) de positieve energiebalans voor de kinderen die overgewicht hadden en behielden te verminderen met de positieve energiebalans voor de kinderen die een normaal gewicht bereikten ( $60 - 14 \text{ kcal} = 46 \text{ kcal}$ ). Op basis van Hill's aanname waren deze getallen respectievelijk 69 kcal en 77 kcal.

In Bijlage 2 staan de dagelijkse toename in gewicht, vetmassa/vetvrije-massa, energieopslag en de positieve energiebalans weergegeven, waarbij obesitas als aparte groep is meegenomen.



Figuur 2.2. Verdeling van de positieve energiebalans (kcal/dag) over 4 jaar tijd uitgesplitst voor kinderen met normaal gewicht en overgewicht op de leeftijd van 6 jaar, de PIAMA studie, n=2190.

### **3. Energiekloof voor volwassenen**

Dit hoofdstuk beschrijft de gebruikte studiepopulatie en methoden voor de berekening van de energiekloof voor volwassenen (paragraaf 3.1). Vervolgens wordt in paragraaf 3.2 de resultaten gepresenteerd. Eerst worden de resultaten voor de totale groep gepresenteerd. Daarna worden de resultaten voor verschillende leeftijdsgroepen en voor mensen met een lage sociaal-economische status weergegeven. Dit hoofdstuk sluit af met de berekende energiekloof.

#### **3.1 Studiepopulatie en methoden**

##### **3.1.1 Studiepopulatie**

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van gegevens van de Doetinchem Studie. Dit is een cohortstudie uitgevoerd door het RIVM en is gestart in de periode 1987-1991. In deze periode werden in het kader van het Peilstationsproject Hart- en Vaatziekten (PPHVZ) 12.448 personen in de leeftijdscategorie 20 - 59 jaar uit Doetinchem onderzocht (18). In de periode 1993 - 1997 is een deel van deze personen benaderd voor een vervolgonderzoek, het MORGEN-project, waaraan 6117 personen (49%) van de oorspronkelijke deelnemers uit Doetinchem deelnamen (19). In de periode 1998-2002 zijn alle deelnemers aan PPHVZ die herbenaderd waren voor het MORGEN-project in Doetinchem, opnieuw benaderd voor een derde onderzoeksronde (20). Van 6369 personen zijn twee (n=1707) of drie (n=4662) onderzoeksronden beschikbaar.

##### **3.1.2 Metingen**

Bij alle drie de onderzoeksronden vulden de deelnemers een vragenlijst in. Deze vragenlijst verschafte informatie over onder andere demografische variabelen, rookgewoontes, lichamelijke activiteit, ziektegeschiedenis en zwangerschap. Ook vond er een lichamenlijk onderzoek plaats waarbij onder andere lengte en lichaamsgewicht werden gemeten. Body mass index (BMI) werd berekend door het gewicht (kg) te delen door de lengte (m) in het kwadraat. De verandering in lichaamsgewicht werd bepaald door het verschil in gewicht te nemen tussen de tweede en eerste ronde (1e periode: 6 jaar), de derde en tweede ronde (2e periode: 5 jaar) en de derde en eerste ronde (totale periode: 11 jaar). Vrouwen die zwanger waren (1e, 2e of 3e onderzoeksronde; respectievelijk 76, 43 en 18 zwangeren) zijn uitgesloten van de analyses, omdat de gewichtsverandering niet toe te schrijven is aan een verstoring in de energiebalans.

Aangezien niet alle deelnemers precies even lang gevolgd zijn in de tijd en hierdoor het onderling vergelijken van gewichtsverandering niet nauwkeurig is, werd de gewichtsverandering per jaar berekend door de verandering in gewicht te delen door de exacte volgtijd in jaren. Daarnaast kan deze variabele ook gebruikt worden om te kijken of de toename in gewicht gelijk is over de tijd (lineair).

### 3.1.3 Berekeningen

Op basis van de gewichtsverandering is berekend hoeveel energie er in de tijd is opgeslagen. Hiervoor is aangenomen dat al het surplus aan energie omgezet wordt in vetweefsel. Vetweefsel bestaat voor 85% uit vet en voor 15% uit vetvrije massa, wat weer bestaat voor 25% uit eiwit en 75% uit water (21;22). Een kilogram vet levert 9000 kcal en 1 kilogram vetvrije massa 1000 kcal (23). Dit betekent dat wanneer men 1 kilogram aankomt er een energieopslag geweest moet zijn van 7800 kcal ( $0,85 \cdot 9000 + 0,15 \cdot 1000$ ). Per persoon is de energieopslag per dag berekend door de gewichtsverandering in kilogrammen te vermenigvuldigen met 7800 kcal en dit vervolgens te delen door de exacte follow-up tijd (in dagen).

Niet al het overschot aan energie wordt met een efficiëntie van 100% opgeslagen. Dit komt onder andere vanwege de energiekosten noodzakelijk voor vertering en opslag als mede door de extra kosten die nodig zijn om het toegenomen gewicht in stand te houden. Hiermee is rekening gehouden bij berekening van de verandering in energiebalans die verantwoordelijk is geweest voor de waargenomen gewichtsverandering. Hill en medewerkers (10) zijn er in hun artikel van uitgegaan dat voor de hoeveelheid energie die uiteindelijk wordt opgeslagen in het lichaam er twee keer zoveel energie zou moeten zijn gegeten. Dit komt overeen met een energie-efficiëntie van 50% voor een gemengde voeding. Echter dit is een vrij ruwe schatting, omdat efficiëntie ook afhangt van de samenstelling van de voeding. Een nauwkeurigere schatting van de energie-efficiëntie van de gemiddelde Nederlandse voeding kan gemaakt worden met behulp van de Nederlandse voedselconsumptie gegevens en de energie-efficiëntie van de afzonderlijke macronutriënten. Bij benadering worden vetten, koolhydraten en eiwitten met een efficiëntie van respectievelijk 0,93, 0,77 en 0,42 opgeslagen (17;24). Bijvoorbeeld, 1 gram vet levert 9 kcal en dus wordt  $0,93 \times 9 \approx 8,1$  kcal opgeslagen. De gemiddelde Nederlandse voeding bevat 35,9, 46,4 en 14,8 energieprocent aan respectievelijk vetten, koolhydraten en eiwitten (25). Door het energiepercentage macronutriënten te vermenigvuldigen met de bijbehorende energie-efficiëntie blijkt dat de gemiddelde Nederlandse voeding een energie-efficiëntie heeft van 75%. Dit komt redelijk overeen met de resultaten van twee andere studies waarin energie-efficiënties van 66% en 75% werden gevonden (24;26). Beide scenario's (energie-efficiëntie van 50% en 75%) zijn gebruikt voor de bepaling van de grootte van verandering in energiebalans per dag die verantwoordelijk is geweest voor de waargenomen gewichtsverandering.

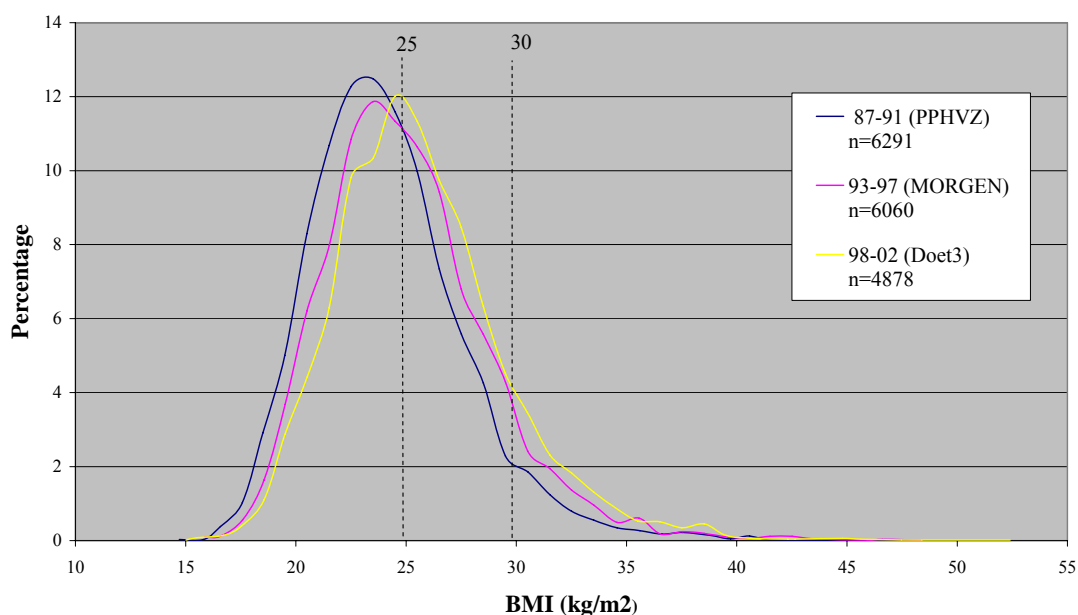


Voor de subgroep analyse met betrekking tot leeftijd is de studiepopulatie ingedeeld in drie leeftijdsgroepen, zoals de gehanteerd bij de nieuwe voedingsnormen (19-30, 31-50, 51-59 jaar). Tot de groep met lage SES behoren in deze studie, personen die aangaven geen opleiding te hebben afgerond en personen die aangaven lager onderwijs of lager beroepsonderwijs als hoogst voltooide opleiding te hebben.

## 3.2 Resultaten

### 3.2.1 Resultaten voor de totale groep

Figuur 3.1 laat de verschuiving van de BMI verdeling over de tijd zien. Uit deze figuur blijkt duidelijk dat in de groep die 11 jaar werd gevolgd de BMI verdeling meer naar rechts (hogere BMI-waarden) is opgeschoven. De gemiddelde BMI en standaard deviatie waren in de eerste ronde  $24,6 \pm 3,5$ , in de tweede ronde  $25,5 \pm 3,8$  en in de derde ronde  $26,2 \pm 3,9$ . Tijdens de eerste, tweede en derde ronde hadden respectievelijk 41 %, 51% en 59% van de deelnemers een BMI groter of gelijk aan  $25 \text{ kg/m}^2$  (overgewicht) en hadden respectievelijk 7%, 11% en 14% een BMI groter of gelijk aan  $30 \text{ kg/m}^2$  (obesitas).



Figuur 3.1. BMI verdeling tijdens de drie meetmomenten.

In Tabel 3.1 staan enkele karakteristieken van de verandering in lichaamsgewicht tussen de verschillende meetmomenten weergegeven voor de totale periode en omgerekend naar verandering per jaar. Het gemiddelde en de mediaan (de waarde waar 50% van de meetuitkomsten boven en 50% van de meetuitkomsten onder ligt) van de verandering in lichaamsgewicht per jaar komt nagenoeg overeen voor de eerste periode (6 jaar), tweede periode (5 jaar) en de totale periode (11 jaar). Hieruit hebben

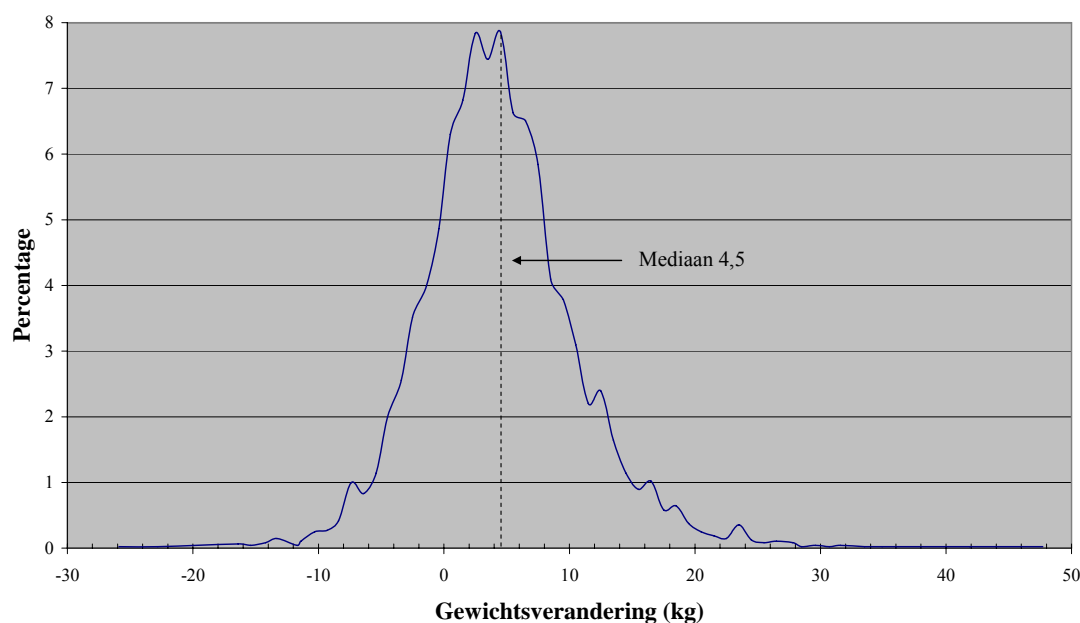
we geconcludeerd dat in deze studie de toename in gewicht lineair is over de tijd en daarom zijn voor de verdere analyses de gegevens van de totale periode gebruikt.

*Tabel 3.1: Het gemiddelde en de mediaan\* van de verandering in lichaamsgewicht voor de eerste, tweede en totale periode.*

	N	Verandering in lichaamsgewicht (kg)			
		Totale volgperiode		Per jaar	
		Gemiddelde	Mediaan*	Gemiddelde	Mediaan*
1e periode (6 jaar)	5987	2,7	2,3	0,45	0,39
2e periode (5 jaar)	4587	2,7	2,0	0,43	0,40
Totale periode (11 jaar)	4810	4,9	4,5	0,45	0,41

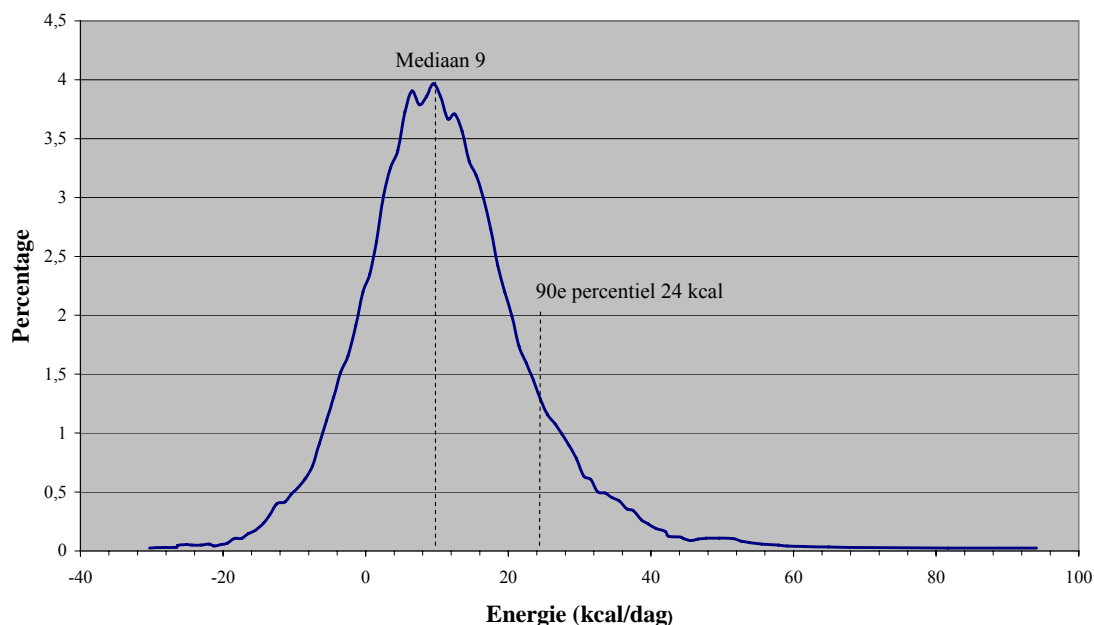
\* *Mediaan = waarde waar 50% van de uitkomsten boven en 50% van de uitkomsten onder ligt*

Uit de verdeling van de verandering in lichaamsgewicht (in kg) in 11 jaar (Figuur 3.2 en Tabel 3.1) blijkt dat vijftig procent van de studiebevolking 4,5 kg of meer is aangekomen en 10% zelfs 12,5 kg of meer is aangekomen in deze periode. Ongeveer één op de vijf mensen (19%) is niet aangekomen of juist afgevallen in 11 jaar tijd, waarvan 50% minder dan 2,3 kg is afgevallen.



*Figuur 3.2. 11-jaars verandering in lichaamsgewicht.*

Op basis van Figuur 3.2 is berekend hoeveel energie in kcal per dag er is opgeslagen in het lichaam in deze periode. Dit staat weergegeven in Figuur 3.3. Vijftig procent heeft 9 kcal of meer per dag opgeslagen en 10% van de studipopulatie 24 kcal of meer.

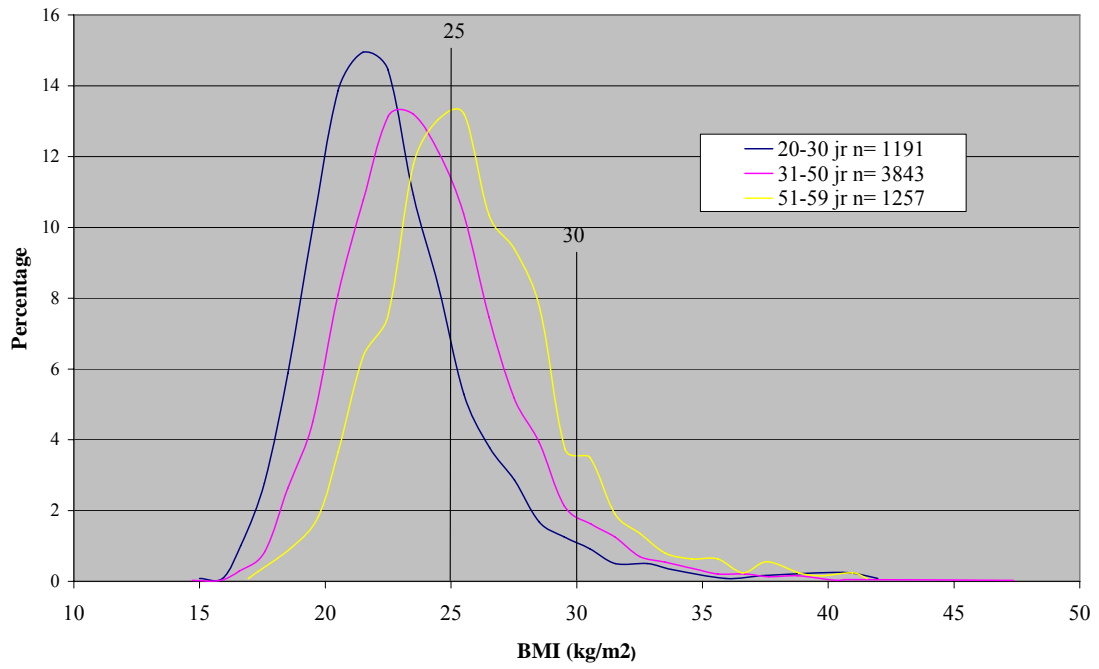


*Figuur 3.3. Verdeling van de energieopslag in 11 jaar tijd.*

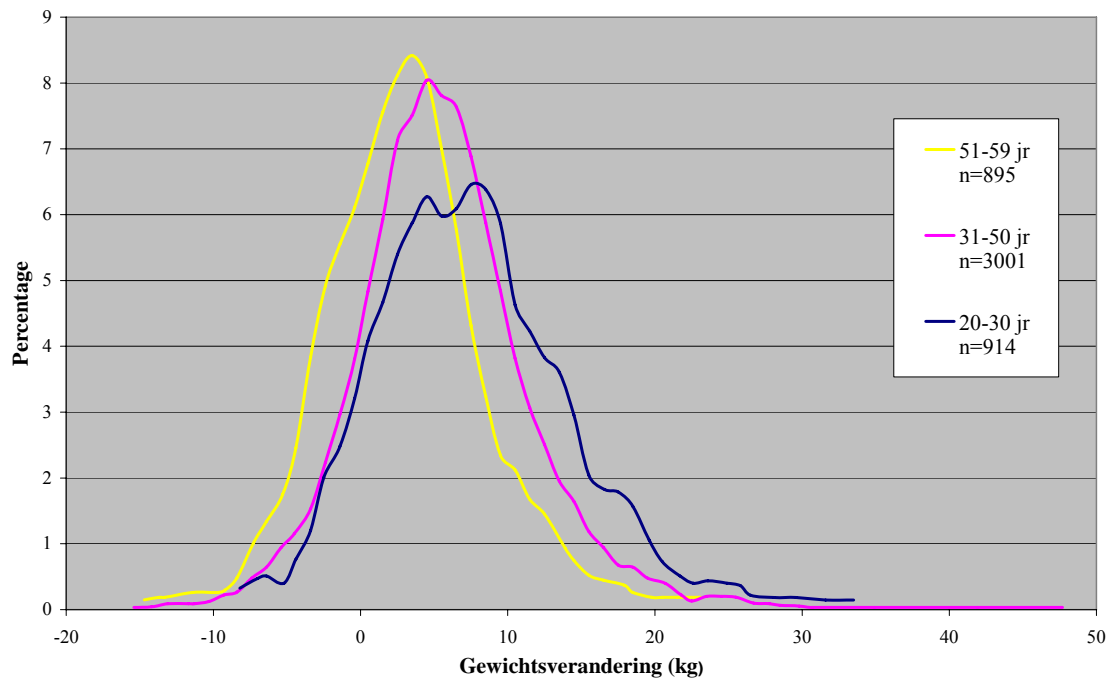
### **3.2.2 Resultaten per leeftijdscategorie**

De BMI-verdeling per leeftijdscategorie op basis van de eerste meting staat weergegeven in Figuur 3.4. Zoals verwacht wordt de BMI hoger naarmate de leeftijd toeneemt. Binnen de leeftijdscategorie 20-30, 31-50 en 51-59 jaar hadden respectievelijk 22%, 40% en 60% een BMI groter of gelijk aan  $25 \text{ kg/m}^2$  (overgewicht) en hadden respectievelijk 3%, 6% en 12% een BMI groter of gelijk aan  $30 \text{ kg/m}^2$  (obesitas).

De verdeling van de gewichtsverandering (kg) per leeftijdscategorie laat een omgekeerd beeld zien (Figuur 3.5). Naarmate de leeftijd toeneemt, neemt de gewichtsverandering af. Binnen de leeftijdscategorie 20-30, 31-50 en 51-59 jaar is 50% of meer respectievelijk 6,6, 4,6 en 2,3 kg aangekomen in 11 jaar tijd, wat neerkomt op een jaarlijkse gewichtstoename van respectievelijk 0,61, 0,42 en 0,21 kg (Tabel 3.2).



Figuur 3.4. BMI-verdeling per leeftijdscategorie ten tijde van de eerste meting.



Figuur 3.5. 11-jaars verandering in lichaamsgewicht voor de verschillende leeftijdscategorieën.

De hoeveelheid opgeslagen energie per dag is derhalve het grootst voor personen in de jongste leeftijdscategorie, gevolgd door de leeftijdscategorie 31-50 jaar (Tabel 3.2). De oudste leeftijdscategorie heeft de minste hoeveelheid energie per dag opgeslagen. Vijftig procent van de 20-30 jarige, 31-50 jarige en 51-59 jarige heeft respectievelijk 13, 9 en 6 kcal per dag opgeslagen. Negentig procent binnen deze groepen heeft respectievelijk 31, 24 en 20 kcal per dag opgeslagen.

*Tabel 3.2. BMI, gewichtsverandering en energieopslag voor de totale groep en uitgesplitst naar leeftijd.*

	N	BMI (kg/m <sup>2</sup> )* <sup>2</sup>	Gewichtsverandering (kg)* <sup>1</sup>		Energieopslag (kcal/dag)	
			11 jaar	Per jaar	Mediaan* <sup>1</sup>	P90* <sup>3</sup>
<b>Totaal</b>	4810	24,2	4,5	0,41	9	24
20-30 jr	914	22,6	6,6	0,61	13	30
31-50 jr	3001	24,2	4,6	0,42	9	23
51-59 jr	895	25,9	2,3	0,21	5	18

\*<sup>1</sup> Mediaan = waarde waar 50% van de uitkomsten boven en 50% van de uitkomsten onder ligt

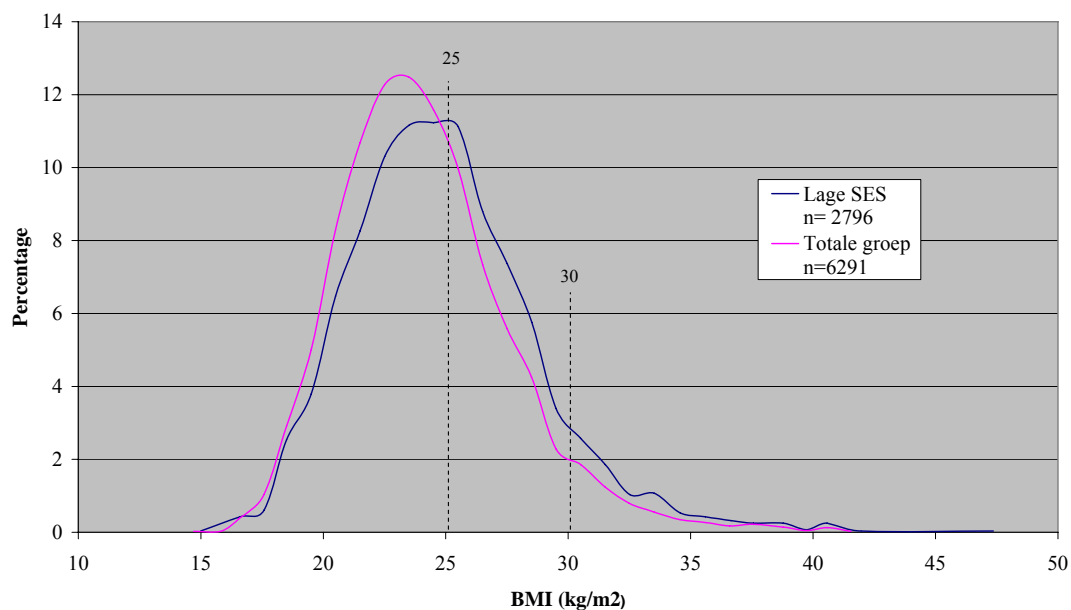
\*<sup>2</sup> Op basis van de eerste meting

\*<sup>3</sup> P90 = waarde waar 10% van de uitkomsten boven en 90% van de uitkomsten onder ligt

### **3.2.3 Resultaten voor mensen met een lage sociale economische status**

De BMI-verdeling op basis van de eerste meting voor mensen met een lage SES staat weergegeven in Figuur 3.6. Vergeleken met de BMI verdeling van de totale groep, ligt de BMI-verdeling van mensen met een lage SES, zoals verwacht, iets meer naar rechts (hogere BMI waarden). Ongeveer 50% van de mensen met lage SES had een BMI groter dan 25 kg/m<sup>2</sup> (overgewicht) en ongeveer 10% had een BMI groter dan 30 kg/m<sup>2</sup> (obesitas). Van de totale groep had 41% overgewicht en 7% obesitas (zie paragraaf 3.2.1.)

De verandering in lichaamsgewicht voor mensen met een lage SES staat weergegeven in Tabel 3.3 en Figuur 3.7. Opvallend is dat de verandering in lichaamsgewicht per jaar (en dus ook de hoeveelheid opgeslagen energie per dag) niet verschilde tussen de lage SES groep en de totale groep. Voor beide groepen was de verandering in lichaamsgewicht 0,41 kg per jaar en van beide groepen heeft 50% of meer 9 kcal per dag opgeslagen. Ook verschilde binnen de lage SES groep per leeftijdsgroep de verandering in lichaamsgewicht en energieopslag niet van de totale groep.



Figuur 3.6. BMI-verdeling ten tijde van de eerste meting voor de totale groep en voor mensen met een lage sociale economische status.

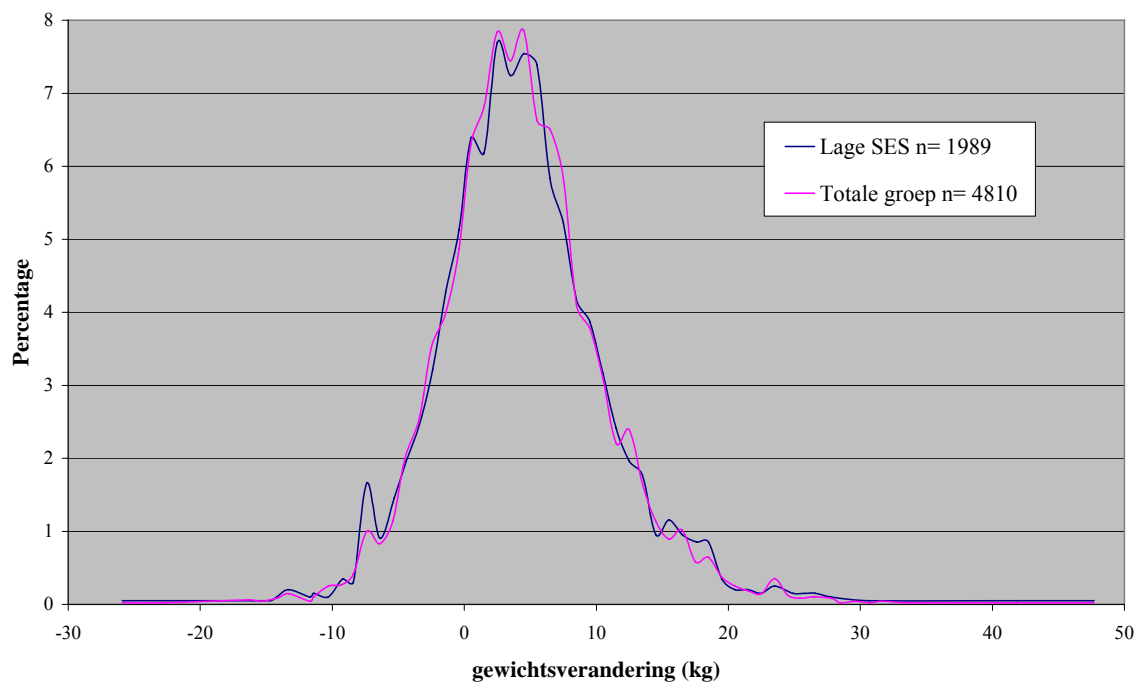
Tabel 3.3. BMI, gewichtsverandering en energieopslag voor de totale lage SES groep en uitgesplitst naar leeftijdscategorieën.

	N	BMI (kg/m <sup>2</sup> )* <sup>2</sup>	Gewichtsverandering (kg)* <sup>1</sup>		Energieopslag (kcal/dag)	
			11 jaar	Per jaar	Mediaan* <sup>1</sup>	P90* <sup>3</sup>
Lage SES	1989	25,0	4,4	0,41	9	25
20-30 jr	302	23,0	6,9	0,62	13	31
31-50 jr	1224	25,0	4,7	0,42	9	24
51-59 jr	463	26,3	2,9	0,27	6	20

\*<sup>1</sup> Mediaan = waarde waar 50% van de uitkomsten boven en 50% van de uitkomsten onder ligt

\*<sup>2</sup> Op basis van de eerste meting (PPHVZ)

\*<sup>3</sup> P90 = waarde waar 10% van de uitkomsten boven en 90% van de uitkomsten onder ligt



*Figuur 3.7. 11-jaars verandering in lichaamsgewicht voor de totale groep en voor mensen met een lage sociale economische status.*

### **3.2.4 Verandering in energiebalans die verdere gewichtstoename kan voorkómen.**

Aan de hand van bovenstaande berekeningen kan geconcludeerd worden dat een vermindering in energieopslag van 24 kcal per dag verdere gewichtstoename in 90% van de populatie kan voorkómen. Het aantal kcal dat minder ingenomen zal moeten worden of meer zal moeten worden gebruikt zal in werkelijkheid hoger liggen, omdat niet al het overschot aan energie met een efficiëntie van 100% wordt opgeslagen. Hill en medewerkers (10) zijn in hun artikel uitgegaan van een energie-efficiëntie van 50% voor een gemengde voeding. Wanneer wij van een energie-efficiëntie van 50% uitgaan, betekent dit dat een energietekort van gemiddeld 48 kcal per dag voldoende is om in 90% van de bevolking verdere gewichtstijging te voorkómen (Tabel 3.4). Voor de leeftijdsgroep 20-30 jaar is het benodigde energietekort groter (60 kcal per dag), terwijl het voor de leeftijdsgroep 51-59 jaar kleiner is (32 kcal per dag). De lage SES groep verschilt niet van de totale groep wat betreft het energietekort dat noodzakelijk is om verdere gewichtstijging tegen te gaan.

Een energie-efficiëntie van 50% voor een gemengde voeding is echter een vrij ruwe schatting. Met behulp van de Nederlandse voedselconsumptie gegevens en de energie-efficiëntie van de afzonderlijke macronutriënten is geschat dat de gemiddelde Nederlandse voeding met een energie-efficiëntie van 75% opgeslagen wordt. Uitgaande van een efficiëntie van 75%, is dus een energietekort van 32 kcal per dag genoeg om 90% van de bevolking niet verder in gewicht te doen laten stijgen.

*Tabel 3.4. Energieopslag en het de benodigde energietekort om gewichtsstijging tegen te gaan.*

	N	Energieopslag* (kcal/dag)	Ergietekort* gebaseerd op:	
			50% efficiëntie	75% efficiëntie
<b>Totaal</b>	4810	9 (24)	18 (48)	12 (32)
20-30 jr	914	13 (30)	26 (60)	17 (40)
31-50 jr	3001	9 (23)	18 (46)	12 (31)
51-59 jr	895	5 (18)	10 (32)	7 (24)
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
<b>Lage SES</b>	1989	9 (25)	18 (50)	12 (33)
20-30 jr	302	13 (31)	26 (62)	17 (41)
31-50 jr	1224	9 (24)	18 (48)	12 (32)
51-59 jr	463	6 (20)	12 (40)	8 (27)

*\*De mediaan en P90 (tussen haakjes) zijn weergegeven*



## 4. Discussie

Tien procent van de kinderen had op 6-jarige leeftijd overgewicht. Eenderde van deze kinderen had ook al overgewicht op 2-jarige leeftijd. Een overschot op de energiebalans van  $\pm 45$  of 75 kcal per dag, afhankelijk van de gebruikte aannames voor de efficiëntie van energieopslag, was verantwoordelijk voor de ongewenste gewichtsstijging bij 90% van deze kinderen. De resultaten voor volwassenen geven aan dat in 11 jaar tijd (1987/1991 – 1998/2002) 50% van de Nederlandse bevolking 4,5 kg of meer in gewicht is toegenomen en 10% zelfs 12,5 kg of meer. Hiervoor was in 90% van de populatie een overschot op de energiebalans van 32 of 48 kcal per dag verantwoordelijk, afhankelijk van de gebruikte aannames voor de efficiëntie van de energieopslag. Voor de leeftijdsgroep 20 – 30 jaar was het energieoverschot (40 of 60 kcal) bijna twee keer zo groot als voor de leeftijdsgroep 51 - 59 jaar (24 of 32 kcal). Ter illustratie, een glas appelsap bevat 50 kcal, een bolletje ijs 60 kcal, een glas cola 65 kcal, een half zakje chips levert 70 kcal, een glas limonade 75 kcal en een pindakoek 80 kcal. Gedurende 15 minuten lopen verbruiken volwassenen  $\pm 60$  kcal. Jonge kinderen moeten ongeveer twee keer zolang lopen om dezelfde hoeveelheid kcal te verbruiken. Dit verschil wordt veroorzaakt door het verschil in lichaamsgewicht.

Het absolute overschot op de energiebalans voor jonge kinderen is dus groter dan voor volwassenen. Dit komt onder andere door een grotere jaarlijkse mediane gewichtsstijging (exclusief groei) bij jonge kinderen vergeleken met volwassenen (1,2 kg vs 0,4 kg). Relatief gezien is het verschil tussen kinderen en volwassenen nog groter omdat de energie-inname van jonge kinderen ongeveer 500 tot 1200 kcal lager is en ook het energieverbruik bij gelijke activiteiten lager is dan voor volwassenen (25;27).

Ook voor Spaanse kinderen is het overschot op de energiebalans berekend (12). Dit betrof een onderzoek onder kinderen van 5 tot 19 jaar. In deze studie was het dagelijks overschot op de energiebalans groter (502 kcal) dan in onze studie. Hiervoor is een aantal verklaringen aan te voeren. Ten eerste was de jaarlijkse gewichtstoename bij Spaanse kinderen met overgewicht twee keer zo groot als die in onze studie. Ten tweede verschilde de bestudeerde leeftijdsgroep, namelijk 5- tot 19-jarigen in Spanje en 2-jarigen in onze studie. Ten derde is in het Spaanse onderzoek geen rekening gehouden met het deel van overschot op de energiebalans dat nodig is voor groei. Dit heeft waarschijnlijk geleid tot een grote overschatting van het overschot voor Spaanse kinderen.

Ook de stijging in gewicht en het noodzakelijk energietekort om deze toename stop te zetten zijn kleiner voor Nederlandse volwassenen dan voor de Amerikaanse situatie. Uit de resultaten van Hill en medewerkers (10) blijkt dat het energietekort noodzakelijk om gewichtstijging in 90% van de Amerikaanse bevolking van 20 tot 40 jaar stop te zetten 100 kcal per dag is bij de aanname dat 50% van de extra energie wordt opgeslagen. Voor de Nederlandse bevolking in de leeftijdscategorie 20 tot 40 jaar is dit ongeveer 54 kcal per dag. De Amerikaanse bevolking van 20 tot 40 jaar is gemiddeld 0,8 – 0,9 kg per jaar in gewicht toegenomen in de periode 1988/1994 – 1999/2000, terwijl in diezelfde periode de Nederlandse bevolking van 20 – 40 jaar gemiddelde 0,5 kg per jaar in gewicht is toegenomen. Beter vergelijkbaar zijn de resultaten van een studie onder Australische vrouwen van middelbare leeftijd (11). De gemiddelde gewichtstoename was ook 0,5 kg per jaar in deze groep. Echter, in deze studie werden zelfgerapporteerde gegevens voor gewicht en lengte gebruikt. Het is niet onwaarschijnlijk dat de gewichtsstijging in werkelijkheid hoger was.

Belangrijk om te vermelden is dat het berekende overschot op de energiebalans een gemiddelde is voor Nederlands volwassenen of kinderen. Het geeft niet het benodigde tekort op de energiebalans op individueel niveau of voor andere leeftijdsgroepen weer. Het overschot op de energiebalans is bijvoorbeeld groter voor mensen met extreme gewichtsstijging. Dit wordt geïllustreerd door het feit dat het berekende overschot voor kinderen die obesitas ontwikkelden  $\pm 90$  kcal per dag was. In de bevolking komen ook mensen voor die op gewicht blijven of afvallen en voor wie dus een energietekort niet nodig of zelfs ongewenst is. Voorts bestaan er tussen individuen verschillen in energie-efficiëntie als gevolg van bijvoorbeeld genetische variatie (28). Het individuele noodzakelijke energietekort kan dus verschillen van het benodigde energietekort op populatieniveau, een onderwerp waar nog weinig over bekend is.

Een positieve boodschap van deze studie is dat overgewicht op 2-jarige leeftijd niet vanzelfsprekend leidt tot overgewicht 4 jaar later. Tweederde van de kinderen met overgewicht op 2-jarige leeftijd bereikte namelijk een normaal gewicht op 6-jarige leeftijd. Mogelijk zaten deze kinderen op 2-jarige leeftijd nog niet op hun “juiste” groeicurve. Deze kinderen waren inderdaad kleiner op de leeftijd van 2 jaar en zijn harder in lengte gegroeid gedurende de 4 jaar volgtijd vergeleken met de rest van de studiepopulatie. Een additionele verklaring ligt mogelijk in het hoge percentage kinderen in deze groep dat een hoogopgeleide moeder heeft, namelijk 47%, vergeleken met 29% in de groep kinderen die overgewicht behielden. Vanuit de literatuur is bekend dat een lage sociaal-economische status van de ouders een risicofactor is voor overgewicht bij kinderen (29). Mogelijk dat hoogopgeleide ouders eerder herkennen wanneer hun kind een ongezond gewicht heeft en hier dan ook adequaat op kunnen reageren.

Gedurende normale groei neemt de BMI geleidelijk af vanaf het 2<sup>e</sup> levensjaar om rond het 6<sup>e</sup> levensjaar weer te gaan stijgen (adipositas rebound) (30). Dit is zichtbaar bij kinderen met een normaal gewicht op zowel 2- als 6-jarige leeftijd. Voor deze groep was de mediane BMI 0,7 kg/m<sup>2</sup> lager op 6-jarige leeftijd dan die op 2-jarige leeftijd. Een opvallende bevinding uit deze studie is dat deze adipositas rebound helemaal niet zichtbaar is bij kinderen met overgewicht. Voor kinderen die overgewicht ontwikkelden daalde de mediane BMI helemaal niet. Deze nam zelfs met 1,8 kg/m<sup>2</sup> toe van het 2<sup>e</sup> tot het 6<sup>e</sup> levensjaar.

Voor de berekening bij kinderen is gebruik gemaakt van zelfgerapporteerde gegevens over lengte en gewicht. Hieruit is een BMI berekend en zijn kinderen ingedeeld naar normaal gewicht, overgewicht en obesitas. De percentages kinderen met overgewicht en obesitas in onze studie zijn lager dan de percentages gebaseerd op de “Vierde landelijke groeistudie” uitgevoerd in 1997 waarin lengte en gewicht gemeten zijn (2). Het percentage overgewicht bij 6-jarigen was 14% in de groeistudie en 8% in onze studie. Uit recent onderzoek uitgevoerd door het centrum Preventie- en Zorgonderzoek van het RIVM is gebleken dat ouders van kinderen met een lage BMI de neiging hebben om het gewicht  $\pm 0,5$  kg te hoog te rapporteren en ouders van kinderen met een hoge BMI juist de neiging hebben om het gewicht  $\pm 0,5$  kg te laag te rapporteren (Scholtens et al., Accuracy of parental reported body weight, height and BMI of 4 year old children, submitted). Onder- en overrapportage van het gewicht heeft derhalve geleid tot een onderschatting van de gewichtstoename voor kinderen die overgewicht ontwikkelden van maximaal 1 kg. Onder de aanname dat deze kilo in zijn geheel als vet is opgeslagen met een energie-efficiëntie van 50% heeft dit geleid tot een onderschatting van het berekende overschot op energiebalans voor kinderen met overgewicht van maximaal 12 kcal per dag.

Voorts zijn bij de berekeningen in deze studie een aantal aannames gedaan. Deze beïnvloeden mogelijk de resultaten. Ten eerste is voor kinderen de toename in vetmassa en vetvrije massa niet berekend op basis van exacte individuele gegevens, maar geschat op basis van uit de literatuur bekende gemiddelde percentages voor kinderen met of zonder overgewicht. Ten tweede is voor de berekening van het benodigde energietekort bij volwassenen is aangenomen dat al het extra gewicht bestaat uit vetweefsel. Echter het is bekend dat een toename in gewicht ook bestaat uit een toename in vetvrije massa (31). Voor de opslag van vetvrije massa is minder energie nodig dan voor de opslag van vet. Daarom is mogelijk dat de berekening van het energietekort noodzakelijk om verdere gewichtstijging tegen te gaan nog een overschatting is. Ten derde is de exacte energie-efficiëntie per individu niet bekend, maar is een gemiddelde energie-efficiëntie aangenomen. Of dit uiteindelijk geleid heeft tot een onder- of overschatting van het berekende overschot op de energiebalans is moeilijk te voorspellen.

Ook ziektes waarvan bekend is dat ze het gewicht beïnvloeden, zoals kanker en diabetes, kunnen mogelijk de resultaten voor volwassenen hebben beïnvloed. De mensen die aangaven één van deze ziektes te hebben gekregen tijdens de onderzoeksperiode bleken echter niet meer of minder in gewicht te zijn veranderd dan gemiddeld. Dit is dus niet van invloed geweest op de uitkomsten. Voorts is bekend dat roken van invloed is op het lichaamsgewicht (32;33). Rokers hebben gemiddeld een 3 tot 4 kg lager lichaamsgewicht dan niet-rokers en komen dit gemiddeld ook weer aan wanneer ze stoppen met roken (34). Verandering van rookstatus verhoogt (stoppen) of verlaagt (beginnen met roken) tijdelijk de energie-inname. Dit verklaart voor een groot gedeelte de waargenomen verschillen in gewicht tussen rokers en niet-rokers (35). Er zijn op dit moment geen harde bewijzen dat beginnen of stoppen roken van invloed is op het energieverbruik en hierdoor het lichaamsgewicht (35). Daarom zijn mensen die tijdens de studie van rookstatus zijn veranderd wel meegenomen in de berekeningen.

Voor de totale groep volwassenen is een duidelijke verschuiving zichtbaar van de BMI verdeling naar hogere waarden over de tijd. Omdat bekend is dat de BMI stijgt met de leeftijd is dit mogelijk slechts een leeftijdseffect omdat de onderzoeksgroep ouder wordt. Echter, wanneer er alleen een effect van leeftijd zou zijn op de toename in gewicht, dan zou de prevalentie van overgewicht gelijk blijven in de Nederlandse bevolking (afgezien van de vergrijzing). Toch is ook binnen de leeftijdscategorieën van de Doetinchem Studie een toename in het vóórkomen van overgewicht over 11 jaar tijd zichtbaar (1). Er is dus naast een leeftijdseffect ook een periode-effect, mogelijk veroorzaakt door “de obesogene omgeving”. Om verdere stijging in lichaamsgewicht op bevolkingsniveau tegen te gaan zou in ieder geval het effect van de obesogene omgeving moeten worden opgeheven. Omdat het berekende energietekort niet gecorrigeerd is voor het leeftijdseffect, is het benodigde gemiddelde energietekort om verdere gewichtsstijging in de populatie te voorkómen zelfs nog iets kleiner dan in dit rapport berekend. Men kan zich echter afvragen of het stijgen van de BMI met de leeftijd (het leeftijdseffect) een biologische oorzaak heeft en dus geaccepteerd moet worden.

De grootste jaarlijkse gewichtsstijging is gevonden in de leeftijdsgroep tussen de 20 en 30 jaar en de kleinste in de groep ouder dan 50 jaar. Uitgaande van een verdere gewichtsstijging over de tijd, suggereert deze bevinding dat de prevalentie van overgewicht in huidige groep 20-30 jarigen op 50 jarige leeftijd hoger zou zijn dan in de huidige groep van 50+. Een grotere gewichtsstijging in de groep van 20-30 jaar suggereert ook dat de prevalentie van overgewicht en obesitas in de jongere leeftijdsgroepen zal toenemen.

De gewichtstijging in de lage SES groep komt overeen met de gewichtstijging in de totale groep. Dit suggereert dat mensen met een lage SES niet gevoeliger zijn voor gewichtstijging, maar dit is niet het geval. Mensen met een lage SES hadden namelijk bij de eerste meting wel een hogere BMI vergeleken met de totale groep. Dit betekent dat de hogere BMI voornamelijk veroorzaakt is door een snellere stijging in gewicht voor het 20<sup>e</sup> levensjaar.



## 5. Conclusies

- Voor 90% van de 2-jarige *kinderen* die op 6-jarige leeftijd overgewicht hadden ontwikkeld of behouden, was dit te voorkómen geweest door dagelijks 75 kcal minder in te nemen dan te verbruiken. Dit komt overeen met 1 glas limonade of 35 tot 40 minuten lopen.
- Voor 90 % van de *volwassenen* bevolking van 20 - 30 jaar is  $\pm 60$  kcal per dag meer verbruiken of minder innemen voldoende om het overschot op de energiebalans te neutraliseren en de populatie niet verder in gewicht te laten stijgen. Voor volwassenen van 31-50 jaar is dit 50 kcal per dag en voor 51 -59 jarigen is dit 30 kcal per dag. Voor volwassenen kost  $\pm 15$  minuten lopen 60 kcal.
- Op individueel niveau kan voor *kinderen* en *volwassenen* het overschot op de energiebalans veel kleiner of groter zijn. Dit wordt alleen al geïllustreerd door het feit dat het berekende overschot voor kinderen die obesitas ontwikkelden  $\pm 90$  kcal per dag was.
- De mediane gewichtstoename voor *kinderen* met normaal gewicht op zowel 2- als 6-jarige leeftijd was 8,5 kg. Voor kinderen die overgewicht ontwikkelden was dit 4 kg meer en voor kinderen die obesitas ontwikkelden was dit 7 kg meer.
- Tussen 1987/1991 en 1998/2002 (11 jaar tijd) is 50% van de *volwassenen* bevolking 4,5 kg of meer in gewicht gestegen. De grootste gewichtstijging vond plaats in de leeftijdscategorie 20 - 30 jaar.
- Tweederde van de *kinderen* met overgewicht op 2-jarige leeftijd had weer een normaal gewicht op 6-jarige leeftijd. Tien procent van de *kinderen* had op 6-jarige leeftijd overgewicht. Eenderde van deze kinderen had ook al overgewicht op 2-jarige leeftijd.
- *Kinderen* die hun gewicht normaliseerden hadden 1,5 keer zo vaak een hoog opgeleide moeder als kinderen die overgewicht behielden (47% versus 29%).
- *Volwassenen* met een lage sociaal-economische status stegen vanaf het 20<sup>e</sup> levensjaar niet sneller in gewicht dan de totale groep. Mensen met een lage sociaal-economische status hadden bij de eerste meting wel een hogere BMI dan de totale groep. Verschillen in BMI komen dus waarschijnlijk voor het 20<sup>e</sup> levensjaar tot stand.





## Dankwoord

De gebruikte gegevens uit hoofdstuk 2 zijn verzameld in het kader van het PIAMA-onderzoek. Het PIAMA-onderzoek wordt uitgevoerd door het RIVM (centrum voor Preventie en Zorgonderzoek), de Universiteit Utrecht (Institute for Risk Assessment Sciences), UMC Utrecht (Wilhelmina Kinderziekenhuis), UMC Groningen (afdeling epidemiologie en bio-informatica en Beatrix Kinderkliniek, kinderlongziekten), Erasmus MC (Sophia Kinderziekenhuis, kinderlongziekten) in Rotterdam en Sanquin Research (locatie CLB, Afdeling Immunopathologie) te Amsterdam, met financiële steun van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek, ZonMW, het Astmafonds, het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, en het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu.

De gebruikte gegevens uit hoofdstuk 3 zijn verzameld in het kader van het Peilstationsproject Hart- en vaatziekten (PPHVZ, 1987-1991), het project “Monitoring van Risicofactoren en Gezondheid in Nederland” (MORGEN-project, 1993-1997) en de Doetinchem Studie (1998-2002), met financiële steun van het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport. We danken de medewerkers van de GGD Doetinchem voor de gegevensverzameling, ir. A. Blokstra, ir. P.E. Steinberger en drs. A.W.D. van Kessel voor datamanagement, A. Jansen, ir. J. Steenbrink-van Woerden en P. Vissink voor logistieke ondersteuning. De projectleiding van deze projecten was in handen van prof. D. Kromhout (PPHVZ), prof. J.C. Seidell, dr. H.A. Smit, dr. H.B. Bueno de Mesquita en dr. ir. W.M.M. Verschuren (MORGEN-project; Doetinchem Studie).

We danken dr. ir. E.J.M. Feskens en dr. ir. W.J.E. Bemelmans voor hun vakkundig commentaar op delen van dit rapport.



## Literatuur

1. Blokstra A, Schuit AJ. Factsheet Overgewicht; Prevalentie en trend. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en het Milieu, 2003.  
[http://www.rivm.nl/vtv/object\\_binary/o1351\\_factsheet\\_overgewicht.pdf](http://www.rivm.nl/vtv/object_binary/o1351_factsheet_overgewicht.pdf)
2. Hirasing RA, Fredriks AM, van Buuren S, Verloove-Wanhorick S, Wit JM. Toegenomen prevalentie van overgewicht en obesitas bij Nederlandse kinderen en signalering daarvan aan de hand van internationale normen en nieuwe referentiediagrammen. Ned Tijdschr Geneeskd 2001;145:13038
3. Fredriks AM, Van Buuren S, Hirasing RA, Wit JM, Verloove-Vanhorick SP. Alarming prevalences of overweight and obesity for children of Turkish, Moroccan and Dutch origin in the Netherlands according to international standards. Acta Paediatr 2005;94:496-8
4. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. BMJ 2000;320:1240-3
5. Anonymous. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 894:i-xii, 1-253, 2000
6. Spiegelman BM, Flier JS. Obesity and the regulation of energy balance. Cell 2001;104:531-43
7. Bulk-Bunschoten AMW, Renders CM, van Leerdam FJM, Hirasing RA. Signaleringsprotocol Overgewicht in de Jeugdgezondheidszorg. VUmc Amsterdam, 2005.
8. Deckelbaum RJ, Williams CL. Childhood obesity: the health issue. Obes Res 2001;9 (Suppl 4):239S-243S
9. Field AE, Coakley EH, Must A, Spadano JL, Laird N, Dietz WH, Rimm E, Colditz GA. Impact of overweight on the risk of developing common chronic diseases during a 10-year period. Arch Intern Med 2001;161:1581-6

10. Hill JO, Wyatt HR, Reed GW, Peters JC. Obesity and the environment: where do we go from here? *Science* 2003;299:853-5
11. Brown WJ, Williams L, Ford JH, Ball K, Dobson AJ. Identifying the energy gap: magnitude and determinants of 5-year weight gain in midage women. *Obes Res* 2005;13:1431-41
12. Butte NF, Ellis KJ. Comment on "Obesity and the environment: where do we go from here?" *Science* 2003;301:598
13. Nationaal Kompas.  
[http://www.rivm.nl/vtv/object\\_document/o1256n18950.html#1](http://www.rivm.nl/vtv/object_document/o1256n18950.html#1). 05 oktober 2005.
14. Brunekreef B, Smit J, de Jongste J, Neijens H, Gerritsen J, Postma D, Aalberse R, Koopman L, Kerkhof M, Wilga A, van Strien R. The prevention and incidence of asthma and mite allergy (PIAMA) birth cohort study: design and first results. *Pediatr Allergy Immunol* 2002;13 (Suppl 15):55-60
15. Fomon SJ, Haschke F, Ziegler EE, Nelson SE. Body composition of reference children from birth to age 10 years. *Am J Clin Nutr* 1982;35:1169-75
16. Garrow JS. Composition of the body. In: Garrow JS, James WPT (Eds). *Human Nutrition and Dietetics*. New York, Churchill Livingstone, 1993
17. Roberts SB, Young VR. Energy costs of fat and protein deposition in the human infant. *Am J Clin Nutr* 1988;48:951-5
18. Verschuren WMM, van Leer EM, Blokstra A, Seidell JC, Smit HA, Bueno de Mesquita HB, Obermann-de Boer GL, Kromhout D. Cardiovascular disease risk factors in the Netherlands. *Neth J Cardiol* 1993;6:205-10
19. Blokstra A, Smit HA, Bueno de Mesquita HB, Seidell JC, Verschuren WMM. Monitoring van Risicofactoren en Gezondheid in Nederland (MORGEN-project), 1993-1997. Leefstijl- en risicofactoren: prevalenties en trends. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en het Milieu. Rapportnr 263200008, 2005

20. Blokstra A, Verschuren WMM. Veranderingen in leefstijl- en risicofactoren voor chronische ziekten met het ouder worden: De Doetinchem Studie 1987-2002. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en het Milieu. Rapportnr 260401003, 2006
21. Flatt JP. Use and storage of carbohydrate and fat. *Am J Clin Nutr* 1995;61:952S-959S
22. Gurr M. Fats. In: Garrow JS, James WPT (Eds). *Human Nutrition and Dietetics*. New York, Churchill Livingstone, 1993
23. Garrow JS. Obesity. In: Garrow JS, James WPT (Eds). *Human Nutrition and Dietetics*. New York, Churchill Livingstone, 1993
24. Horton TJ, Drougas H, Brachey A, Reed GW, Peters JC, Hill JO. Fat and carbohydrate overfeeding in humans: different effects on energy storage. *Am J Clin Nutr* 1995;62:19-29
25. Voedingscentrum. Zo eet Nederland; Resultaten van de Voedselconsumptiepeiling 1997 - 1998. Den Haag, Voedingscentrum, 1998
26. Ravussin E, Schutz Y, Acheson KJ, Dusmet M, Bourquin L, Jequier E. Short-term, mixed-diet overfeeding in man: no evidence for "luxuskonsumtion". *Am J Physiol* 1985;249:E470-7
27. Schürch B, Scrimshaw NS (eds). Activity, energy expenditure and energy requirements of infants and children. Proceedings of an **IDECG** Workshop held in Cambridge, USA. International Dietary Energy Consultancy Group, 1989
28. Bouchard C, Tremblay A, Despres JP, Nadeau A, Lupien PJ, Theriault G, Dussault J, Moorjani S, Pinault S, Fournier G. The response to long-term overfeeding in identical twins. *N Engl J Med* 1990;322:1477-82
29. Danielzik S, Czerwinski-Mast M, Langnase K, Dilba B, Muller MJ. Parental overweight, socioeconomic status and high birth weight are the major determinants of overweight and obesity in 5-7 y-old children: baseline data of the Kiel Obesity Prevention Study (KOPS). *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:1494-502

30. Fredriks AM, van Buuren S, Wit JM, Verloove-Vanhorick SP. Body index measurements in 1996-7 compared with 1980. *Arch Dis Child* 2000;82:107-12
31. Forbes GB, Brown MR, Welle SL, Lipinski BA. Deliberate overfeeding in women and men: energy cost and composition of the weight gain. *Br J Nutr* 1986;56:1-9
32. Klesges RC, Meyers AW, Klesges LM, La Vasque ME. Smoking, body weight, and their effects on smoking behavior: a comprehensive review of the literature. *Psychol Bull* 1989;106:204-30
33. Jo YH, Talmage DA, Role LW. Nicotinic receptor-mediated effects on appetite and food intake. *J Neurobiol* 2002;53:618-32
34. Perkins KA. Weight gain following smoking cessation. *J Consult Clin Psychol* 1993;61:768-77
35. van den Berg SW, Feskens EJM, Hoebee B, van Schothorst EM, Boer JMA. Physiological regulation of energy balance; A review of the literature. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr 350020001, 2004

## Bijlage 1. BMI, lengte en gewicht en veranderingen hierin ingedeeld naar BMI-status op 2- en 6-jarige leeftijd met obesitas als aparte categorie

	BMI-status op de leeftijd van 2 en 6 jaar* <sup>1</sup>								
	Normaal/ Normaal (n=1868)	Normaal/ Overgewicht (n=131)	Normaal/ Obesitas (n=29)	Overgewicht/ Overgewicht (n=39)	Overgewicht/ Obesitas (n=12)	Overgewicht/ Normaal (n=97)	Obesitas/ Obesitas (n=2)	Obesitas/ Overgewicht (n=6)	Obesitas/ Normaal (n=6)
<i>2 jaar:</i>									
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	15,8 [15,0;16,6]	16,7 [16,3;17,4]	16,8 [15,9;17,5]	18,5 [18,1;18,9]	19,1 [18,8;19,2]	18,5 [18,2;18,9]	19,9 [19,6;20,3]	21,1 [20,4;21,8]	20,9 [20,1;21,4]
Lengte (cm)	94,0 [90,0;97,0]	94,0 [91,0;98,0]	93,0 [90,0;97,0]	93,0 [88,0;99,0]	94,5 [90,0;101]	91,0 [88,0;95,0]	90,0 [86,0;94,0]	92,0 [92,0;99,0]	86,5 [85,0;90,0]
Gewicht (kg)	13,8 [12,6;15,0]	14,7 [13,6;16,0]	14,4 [13,1;15,3]	16,1 [14,6;17,7]	17,3 [15,1;19,1]	15,4 [14,2;16,9]	16,2 [15,0;17,3]	19,4 [17,4;20,0]	15,8 [14,5;17,0]
<i>Verandering:</i>									
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	-0,7 [-1,6;0,0]	1,5 [0,8;2,4]	3,9 [3,5;5,6]	-0,1 [-0,8;0,5]	2,0 [1,4;3,3]	-2,3 [-2,9;-1,8]	0,5 [0,5;0,5]	-2,5 [-3,0;-1,7]	-4,3 [-4,5;-4,1]
Lengte (cm)	29,0 [25,0-33,0]	29,0 [24,0;34,0]	28,0 [21,0;32,0]	30,0 [25,0;36,0]	27,5 [25,0;37,5]	31,0 [27,0;36,0]	27,0 [24,0;30,0]	27,0 [26,0;33,0]	31,5 [29,0;34,0]
Gewicht (kg)	8,5 [7,0-10,3]	13,0 [10,4;15,4]	15,7 [13,0;18,9]	12,5 [10,5;14,5]	15,1 [13,5;18,5]	8,9 [7,5;10,1]	11,9 [10,7;13,0]	9,7 [8,1;12,0]	7,5 [7,2;8,0]

*Gepresenteerd als mediaan (waarde waar 50% van de populatie boven en 50% van de populatie onder zit)[P25;P75]*

*\*<sup>1</sup> Indeling is gebaseerd op internationale afkappunten voor kinderen (4)*

## Bijlage 2. Dagelijkse toename in gewicht, energieopslag, en overschot op de energiebalans ingedeeld naar BMI-status op 2- en 6-jarige leeftijd met obesitas als aparte categorie

	BMI-status op de leeftijd van 2 en 6 jaar* <sup>1</sup>								
	Normaal/ Normaal (n=1868)	Normaal/ Overgewicht (n=131)	Normaal/ Obesitas (n=29)	Overgewicht/ Overgewicht (n=39)	Overgewicht/ Obesitas (n=12)	Overgewicht/ Normaal (n=97)	Obesitas/ Obesitas (n=2)	Obesitas/ Overgewicht (n=6)	Obesitas/ Normaal (n=6)
Gewichtstoename (g/dag)* <sup>2</sup>	6,2 [5,2;7,1]	9,1 [8,0;10,5]	11,1 [9,9;12,5]	8,7 [7,6;10,0]	12,3 [11,6;13,0]	6,1 [5,4;6,8]	8,5 [7,9;9,0]	6,2 [5,4;8,0]	5,7 [5,1;6,1]
Vet/vetvrije massa (%)	6/94	32/68	40/60	26/74	35/65	0/100	32/68	17/83	0/100
Energieopslag (kcal/dag)* <sup>3</sup>	7,8 (12,5)	31,5 (39,7)	46,5 (58,7)	24,9 (33,2)	44,1 (51,1)	4,7 (6,8)	29,1 (30,9)	13,7 (33,8)	4,4 (4,8)
Energiebalans (kcal/dag)* <sup>3</sup>									
Hill * <sup>4</sup>	16 (25)	63 (79)	93 (117)	50 (66)	88 (102)	9 (14)	58 (62)	27 (68)	9 (10)
Roberts en Young* <sup>5</sup>	15 (21)	42 (54)	60 (76)	35 (46)	59 (68)	11 (14)	39 (42)	21 (48)	10 (11)
Energieoverschot (kcal/dag)* <sup>3</sup>									
Hill	-	48 (54)	78 (92)	40 (53)	79 (89)	-	49 (52)	19 (58)	-
Roberts en Young	-	27 (33)	46 (55)	24 (32)	48 (53)	-	29 (30)	10 (37)	-

\*<sup>1</sup> Indeling is gebaseerd op internationale afkappunten voor kinderen (4), \*<sup>2</sup> mediaan [(P25;P75], \*<sup>3</sup> mediaan (P90), \*<sup>4</sup> Aannee energie-efficiëntie: 50% (10), \*<sup>5</sup> Aannee energie-efficiëntie: vet 85%, eiwit 42% (17)