

6. Stichting NEVO. NEVO-tabel. Nederlands Voedingsstoffenbestand 2001. Voedingscentrum, Den Haag, 2001.
7. Gezondheidsraad. Voedingsnormen: energie, eiwitten, vetten en verteerbare koolhydraten. Den Haag, 2001, publicatie nr. 2001/19R (gecorrigeerde editie, juni 2002).
8. Nusser SM, Carriquiry AL, Dodd KW, Fuller WA. A semi-parametric transformation approach to estimating usual daily intake distributions, *J Am Stat Assoc* 1996; 91: 1440-1449.
9. Kreijl CN, Knaap AGAC, Busch MCM, et al (eds). Ons eten gemeten. Goede voeding en veilig voedsel in Nederland. RIVM-rapport nr. 270555007, Bilthoven, 2004.

Summary

Food consumption survey 2003: a study among young Dutch adults. Focus on macronutrients. Hulshof KFAM and Ocké MC. Ned Tijdschr Klin Chem Labgeneesk 2005; 30: 185-191
Dietary monitoring is an important tool for policy evaluation

and development. Since 1987, national food-consumption surveys are conducted in the Netherlands. To fulfill better the requirements for answering current food-policy questions the system needs revision and in 2003 a first study was conducted among 750 Dutch young adults (aged 19-30) using a new setting. Information on food intake was obtained by a computerized 24-hour dietary recall on two independent days. In this paper the intake of energy, macronutrients and dietary fiber is presented as well as the most important food sources and the contribution of meals to nutrient intake. Regarding macronutrients, the intake of fat, particularly the intake of saturated fatty acids, needs special attention. Only 11% of men and 6% of women consumed a diet with less than 10% energy saturated fatty acids. Also the guideline for dietary fiber was hardly met. The new approach is considered to be suitable to apply in a broader population.

Keywords: dietary monitoring; food policy; young adults; macronutrients; food groups

Ned Tijdschr Klin Chem Labgeneesk 2005; 30: 191-195

De aanbevolen koolhydraat- en vet-macronutriëntensamenstelling in onze voeding

W.H.M. SARIS

Belangrijkste overwegingen om te komen tot de aanbeveling van de hoeveelheid koolhydraten en vetten in onze voeding zijn gekoppeld aan de energiebehoefte in een adlibitumsituatie. In principe zijn vetten en koolhydraten in dat opzicht uitwisselbaar. Maar in de praktijk van de alledaagse voeding is het van belang een aanbeveling te doen die overvoeding en dus gewichtstoename voorkomt. Tot nu toe zijn de gegevens van experimenteel voedingonderzoek overtuigend dat juist een hoog gehalte aan vet leidt tot energetische overvoeding en gewichtstoename. Bij koolhydraten speelt dit een veel minder belangrijke rol en zijn er geen directe aanwijzingen dat het type koolhydraat direct van belang is. Uitzonderingen zouden hierbij de suikers in frisdranken zijn die wel kunnen leiden tot extra energie inname.

Trefwoorden: voeding; macronutriënten; energie; vetten; koolhydraten; overgewicht

Als we tegenwoordig iets willen zeggen over een optimale macronutriëntensamenstelling van onze voeding dan ontkomen we er niet aan om dat te plaatsen

Nutrition en Toxicologisch Research Instituut NUTRIM, Universiteit van Maastricht

Correspondentie: Prof. dr. W.H.M. Saris, NUTRIM, Capgroep Humane Biologie, Universiteit van Maastricht, Postbus 616, 6200 MD Maastricht
E-mail: w.saris@hb.unimaas.nl

in het licht van het sterk toenemende probleem van overgewicht. In Nederland is de prevalentie van overgewicht en obesitas (ernstig overgewicht) de afgelopen decennia duidelijk toegenomen en vormt inmiddels een aanzienlijk probleem voor de volksgezondheid als gevolg van de hiermee samenhangende co-morbiditeit. Obesitas wordt door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) gedefinieerd als een chronische ziekte die gepaard gaat met vetstapeling in het lichaam op een zodanige wijze dat er gezondheidsrisico's optreden (1). Aangezien de hoeveelheid lichaamsvet niet eenvoudig en betrouwbaar te meten is, worden in bevolkingsonderzoeken en in de dagelijkse praktijk meestal gebruik gemaakt van de Quetelet-index of 'body-mass index' (BMI) als afgeleide maat voor de vetmassa. In Nederland heeft circa 40% van de volwassen bevolking een BMI van 25 kg/m² of hoger; ongeveer 10% van de volwassen bevolking lijdt aan obesitas (2).

De belangrijkste secundaire ziekten als gevolg van overgewicht en overmatige intra-abdominale vetstapeling zijn in de eerste plaats een gestoorde glucosetofwisseling, dyslipidemie en hypertensie. Vooral via deze groep van secundaire gevolgen (metabool syndroom) leidt obesitas tot een verhoogde prevalentie van hart- en vaatziekten. Verder is obesitas o.a. geassocieerd met bepaalde vormen van kanker, galstenen, leververvetting, gastro-oesophageale refluxziekte, obstructief slaap-apnoesyndroom en artrose. Vooral de verhoogde prevalentie van hart- en vaatziekten en kanker leidt tot een verhoogde mortaliteit bij mensen met obesitas (3).

Reden om bij een verantwoorde keuze van de macronutriënten in onze voeding vooral te kijken naar een samenstelling die een energetische overvoeding zoveel mogelijk voorkomt. De keuze daarbij is in eerste instantie die tussen vet en koolhydraten omdat eiwitten wel essentieel zijn maar slechts een kleine en constante bijdrage leveren aan de energiebehoefte van ca 10-15 energieprocenten (en%). Voor beide macronutriënten geldt dat als het gaat om de minimale gehalten in onze voeding van zowel koolhydraten als vetten, we met enkele grammen essentiële vetzuren onze behoefte kunnen dekken en het verder alleen maar gaat over de energiebehoefte. Reden om vooral vanuit een evolutionair perspectief de optimale gehalten aan koolhydraten en vetten te beschouwen.

Op basis van voedselonderzoek bij meer dan vijftig verschillende archeologische plekken en informatie over skeletsamenstelling en voedselresten zoals zaden en botten van dieren, is men tot een schatting van de samenstelling van de voeding van de eerste *Homo sapiens* gekomen (4). Belangrijkste variabele in de voedselopname was daarbij het aandeel in het voedselpakket van dierlijk of plantaardige oorsprong. Berekeningen laten zien dat een verschuiving naar bijvoorbeeld meer dierlijke producten leidt tot een opname van meer eiwit ten koste van koolhydraten. Echter, het aandeel van vet blijft onveranderd laag: ongeveer 10 tot maximum 20% van de energieopname.

Dit is het grote verschil met het huidige voedingspatroon, waar vet voor ruim 35% tekent. Dit grote verschil wordt voornamelijk veroorzaakt door het verschil in vetheid van vlees van de tegenwoordige landbouwhuisdieren met een karkasanalyse van 30 à 40% vet ten opzichte van de in wild levende dieren met een vetgehalte van minder dan 5%. Er zijn nog meer interessante verschillen zoals een veel hogere opname aan onverzadigde vetten ten opzichte van verzadigde vetten, de zogenaamde P/S ratio, de grotere hoeveelheid aan ruwe vezel en vitamine C alsmede een lagere natriumopname. Maar daarnaast zijn er ook overeenkomsten zoals een hoge eiwit- en calciumopname.

Als we echter deze informatie over de macronutriëntensamenstelling als basis beschouwen van een evolutionair proces van ontwikkeling, dan is het interessant te constateren dat tot aan het begin van de twintigste eeuw deze samenstelling in onze voeding min of meer gehandhaafd is gebleven. Een vetinname van circa 20% naast een eiwitinname die, afhankelijk van de economische situatie, schommelde tussen de 10 en 15 en%. Het overgrote gedeelte van de energie werd gehaald uit koolhydraten, ongeveer 70%. Onder andere het onderzoek van Rolland-Cachera uit Parijs, die retrospectief berekende wat de voedselopname was van mannelijke patiënten in een psychiatrische inrichting op basis van de boekhouding van de keuken en het gesticht sinds 1750, bevestigden deze 70/20% verhouding tussen koolhydraten en vet. Maar haar berekeningen laten ook zien dat ondanks het werk op het land, de verstrekte hoeveelheid energie relatief laag te noemen is. Voedselschaarste was een belangrijk gegeven tot het begin van de 20^e eeuw.

Kortom, het motto 'eten om te overleven' is tot zeer recent een belangrijke leidraad geweest als het ging om voedsel en voeding.

Huidige aanbeveling

In de huidige aanbevelingen is er vooral nadruk op een reductie van het aandeel vet in de voeding als het gaat om energieopname. Er is meer dan voldoende evidentie uit dierexperimenteel alsmede humaan-experimenteel onderzoek dat laat zien dat vet in de voeding leidt tot een extra opname van energie (5). Daarnaast is de metabole efficiëntie van het vet in de voeding zeer hoog (98%); in tegenstelling tot koolhydraten (ca 90%) en zeker ten opzichte van eiwitten als energiebron (75%).

Op basis van deze vetreductie-aanbeveling is de markt voor laagvetproducten in de afgelopen 10-15 jaar sterk ontwikkeld. Ook de data van bevolkingsonderzoek naar voedselopname laten een daling van de vetinname zien. Desondanks is het probleem van obesitas zeker in Amerika eerder toe- dan afgenomen. Met recht werd er dan ook eind jaren '90 gesproken van de 'American fat paradox'. Reden waarom getwijfeld werd aan de aanbeveling om zuinig te zijn met vet (6). Toch dient men erg kritisch te zijn op deze ontwikkeling en in het bijzonder de getallen die verkregen worden uit voedselconsumptieonderzoek. De boodschap dat we vette producten moeten laten staan heeft een enorm effect op hetgeen opgeschreven wordt over wat men dagelijks eet. Onderrapportage van juist energiedichte producten is het gevolg. Daarnaast blijkt uit meerdere onderzoeken dat juist bij overgewicht en obesitas men geneigd is tot 50% minder op te geven dan daadwerkelijk gegeten. Een onderzoek van Goris e.a. in Maastricht bij obese mannen, waarbij naast hetgeen men opschreef aan voeding ook de actuele opname aan vetten en energie werd gemeten met behulp van stabiele isotopen, heeft deze onderrapportage aan vetinname nog eens duidelijk onderstreept (7). Het is dan ook logisch te veronderstellen dat de gerapporteerde daling in energie- en vetinname in zowel Amerika als West-Europese landen eerder een gevolg zijn van een toename in de prevalentie in obesitas dan een paradox in de getallen. Dat laatste wordt bevestigd in de productiegelten van eetbare vetten over de laatste 30 jaar zoals weergegeven in het recente WHO-rapport over de voedingrichtlijnen (8). Bijvoorbeeld: het beschikbare voedingvet per hoofd van de bevolking steeg tussen 1967 en 1997 in Amerika van 117 gram naar 143 gram per dag. Voor Europa zijn deze getallen vergelijkbaar. Uiteraard zijn de verliezen door een hoger percentage afval, zowel in de productie als door de consument, eveneens toegenomen maar het lijkt onwaarschijnlijk dat het de toename van 22% kan compenseren, laat staan de daling in de consumptie van vet zoals die uit de voedsel surveillanceonderzoeken naar voren komen.

Atkins-dieet: een nieuwe benadering van macronutriëntselectie?

De afgelopen twee jaar is er veel aandacht geweest voor het Atkins-dieet, vanwege een tweetal publicaties

die verschenen in het New England Journal of Medicine en mede op basis van het laatste boek van Atkins: 'Dr. Atkins' new diet revolution' (9-11). 'Low carb foods' werd het toverwoord in de Amerikaanse dieet- en voedingindustrie.

Het artikel van Foster e.a. betrof een multi-centergerandomiseerde trial naar het effect van het Atkins-dieet versus het conventionele laagenergie-laagvet-dieet (9). Het contact met de diëtisten werd minimaal gehouden om daarmee de werkelijkheid van mensen op dieet zoveel mogelijk te benaderen.

Drieënzestig obese mannen en vrouwen met een gemiddelde BMI van ca. 34 kg/m² werden gerandomiseerd. Beide groepen bezochten voor aanvang van het dieet eenmalig de diëtist en werden geïnstrueerd omtrent hun dieet. De helft kreeg een hoogeiwit-hoogvet-laagkoolhydraatdieet uitgelegd en men kreeg het boek van Atkins mee naar huis met het verzoek dit goed door te lezen en conform te handelen. De conventionele dieetgroep kreeg een laagenergie-laagvet-dieet (vrouwen 1200-1500 kcal en mannen 1500-1800 kcal) met een vetgehalte van 25 en% vet en 60 en% koolhydraten. Deze groep kreeg een kopie van Brownell's boek 'The LEARN program for weight management', dat 16 lessen bevat over verschillende aspecten van gewichtsbeheersing (12). Beide groepen kwamen gedurende het daaropvolgende jaar maandelijks terug voor gewichtscontrole zonder verdere instructies ten aanzien van hun voeding. Gewichtsverlies, weergegeven in figuur 1, laat zien dat de Atkins-groep na 3 maanden een significant groter gewichtsverlies had vergeleken met de conventionele behandeling. Echter na 6 en zeker na 12 maanden was dit verschil grotendeels weer verdwenen.

Opvallend was het grote percentage uitvallers (41%), dat gelijkelijk verdeeld was over beide groepen. Van de andere metingen viel op dat in de Atkins-groep een grotere daling werd geconstateerd in de plasmatriglyceriden en een stijging in het HDL-cholesterol, terwijl in de conventionele dieetgroep het totaal- en het LDL-cholesterol significant sterker daalde.

De tweede studie van Samaha e.a. betrof 132 ernstig obese personen met een BMI van 43 kg/m², terwijl 39% ook diabetes was en 43% bekend was met het metabool syndroom (10). De patiënten werden gerandomiseerd voor enerzijds een laagvet(<30 en%)-hoogkoolhydraatdieet, dan wel een hoogvet- hoogeiwit-laagkoolhydraat(<30 g/dag)dieet gedurende 6

maanden. Beide groepen volgden groepsbijeenkomsten (2 uur) gedurende de eerste 4 weken en daarna maandelijks gedurende 1 uur. Zevenenveertig en 33% van de deelnemers viel uit in respectievelijk de laagvet/laagkoolhydraat-groep.

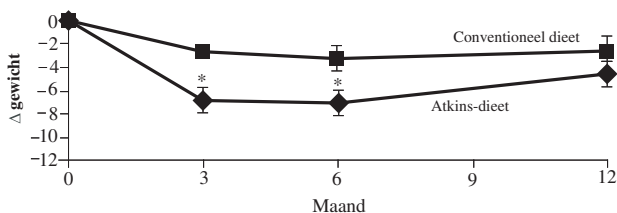
De laagvetgroep verloor 1,9 kg, terwijl de laagkoolhydraatgroep significant meer afviel (5,8 kg). In de laagkoolhydraatgroep verbeterde de insulinegevoeligheid terwijl het serumtriglyceridengehalte significant daalde.

In 2004 zijn van deze studie ook de eenjaarsresultaten gepubliceerd (12). Ook nu zijn de verschillen in gewichtsverlies tussen beide diëten niet meer significant verschillend. Welke conclusies kunnen we verbinden aan deze studies? Allereerst lijkt het erop dat juist de hoogvetvoeding tot een hogere gewichtsreductie leidt. Dat is zeker te concluderen op de korte termijn. Echter de langetermijnstudie laat na 1 jaar geen verschil meer zien. Verder is belangrijk op te merken dat in het Atkins-dieet niet alleen het vet maar ook het eiwitgehalte stijgt: in de Samaha-studie van 17 naar 22 en%. Er zijn voldoende aanwijzingen dat een verhoogd eiwitgehalte in de voeding leidt tot gewichtsverlies. Elders in dit themanummer zal hierop nader worden ingegaan.

Laagkoolhydraat-hoogvetdieet of hoogkoolhydraat-laagvetdieet?

Als we ons geloof in de tweede wet van de thermodynamica niet willen verliezen dan maakt het weinig uit waar we onze energie in de voeding vandaan halen. Eenzelfde energetisch deficit van bijvoorbeeld 500 kcal/dag met een hoog- of laagkoolhydraat-, respectievelijk laag- en hoogvetdieet zal vrijwel tot dezelfde gewichtsreductie leiden (14). Bij een strikte handhaving van het dieet is het dan ook zinloos te discussiëren over een optimale macronutriëntenverhouding tussen koolhydraten en vet. De kernvraag is echter wat de gewichtresultaten zullen zijn op langere termijn wanneer een hoog- of laagvetdieet wordt aanbevolen, ervan uitgaande dat de dieetregels minder strikt worden gevolgd.

Bekend is uit veel humaan experimenteel werk dat diëten met een hoge energiedichtheid per gewicht leiden tot extra energieopname en dus gewichtstoename (15). Analyse van het assortiment aan voedingsmiddelen in de supermarkt laat een zeer hoge correlatie zien tussen energiedichtheid en vetgehalte van het product en niet met het koolhydraatgehalte (16). Daarnaast is in meerdere meta-analyses van een groot aantal voedinginterventiestudies van >3 maanden met een ad libitum laagvet/hoogkoolhydraten-voeding aangetoond dat mensen gewicht verliezen (ca 2,5 tot 3,5 kg bij een 10 en%-reductie in vetinname) (17). Helaas zijn er nog geen langetermijn-gerandomiseerde en gecontroleerde adlibitumstudies gepubliceerd die het omgekeerde aantonen, namelijk dat mensen zonder overgewicht in gewicht toenemen bij een hoogvetvoeding versus hoogkoolhydratenvoeding. Op basis van de eerder genoemde fysiologische overwegingen zou daarbij het nadeel van de hoogvetvoedingen waarschijnlijk groter zijn.



Figuur 1. Gemiddelde (+SEM) percentage verandering in gewicht van de groep op een conventioneel dieet en op een laagkoolhydraat(Atkins-)dieet. * P<0.05 verschil tussen beide groepen. (Startwaarden van de uitvallers zijn in de analyse meegenomen).

Andere argumenten?

Zijn er dan nog andere overwegingen om toch te kiezen voor een hoogvet-laagkoolhydraatdieet? Sommige deskundigen wijzen op het gevaar van het stijgen van de serumtriglyceriden en dalen van het HDL-cholesterol bij een laagvet-hoogkoolhydraatdieet. Dit treedt inderdaad op bij een energetische uitwisseling van vet tegen koolhydraten zonder veranderingen in gewicht. Maar juist bij een adlibitumsituatie is er sprake van een mindere energieopname en daardoor lager gewicht. Dit laatste heeft een contra-regulerend effect op de eerdergenoemde negatieve veranderingen. Het eindresultaat is dat er geen of nauwelijks nog veranderingen optreden in het risicoprofiel van de serumlipiden.

Recent is er een meta-analyse over de veiligheid en het effectiviteit van hoogvet-laagkoolhydraatdiëten gepubliceerd (18). Artikelen tussen 1966 en 2003 met een minimale duur van 4 dagen en een energieopname van 500 kcal of meer werden geanalyseerd. Uiteindelijk voldeden 107 studies met 3268 personen aan de gestelde criteria.

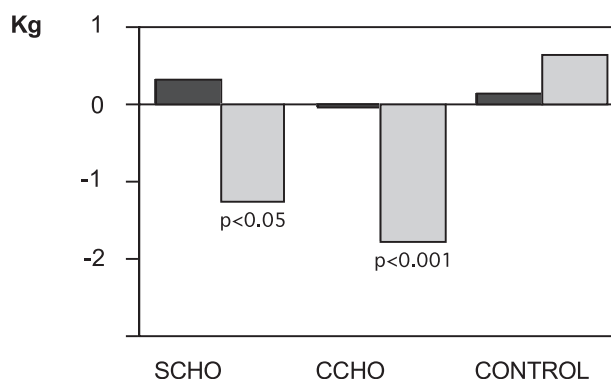
Helaas konden de auteurs weinig conclusies trekken gezien de grote verscheidenheid in studieopzet en uitkomsten. Bij patiënten met overgewicht was het verlies aan gewicht gecorreleerd aan de duur van het dieet, niveau van de energierestrictie, zoals te verwachten is, maar niet aan het niveau van koolhydraat-reductie. Lage koolhydraat- en hoge vetopnames hadden geen negatief effect op serumlipiden, de nuchtere insulineconcentratie of de bloeddruk.

Dit alles wijst erop dat de uiteindelijke macronutriëntensamenstelling een niet doorslaggevend effect heeft op de risicofactoren zoals bloedlipiden. In dat geval is het dus vooral zaak ervoor te kiezen welke samenstelling leidt tot een verminderde energieopname.

Type koolhydraten van belang?

Een volgende vraag die men kan stellen is in hoeverre het type koolhydraat een rol van betekenis speelt. Daarover is op dit moment veel discussie in de wetenschappelijke literatuur. Een recent overzicht hierover concludeert dat er geen directe aanwijzingen zijn dat simpele koolhydraten, in het bijzonder suiker, een belangrijke rol spelen bij het ontwikkelen van een overvoedingssituatie in vergelijking met complexe koolhydraten (19). Mogelijk zijn suikers in frisdranken hierop een uitzondering. Deze worden snel geabsorbeerd en zouden tot een overvoedingssituatie kunnen leiden. Echter meer gecontroleerde studies zijn vereist alvorens hierover een uitspraak gedaan kan worden.

Tot op heden is er slechts 1 goed gecontroleerde en gerandomiseerde studie uitgevoerd met een voldoende lange duur van zes maanden (CARMEN studie) (20). In deze multicenterstudie werden 398 matig obese personen (BMI 27–32 kg/m²) gedurende 6 maanden op een ad libitum laagvet-hoogkoolhydraatdieet gezet waarbij de beide experimentele groepen laagvet(-10 en% vet)/hoog-enkelvoudige-koolhydraten, dan wel meervoudige koolhydraten kregen, met een verhouding van 0,5, respectievelijk 1,5, ten opzichte van de 1,0 in de controlegroep. De groepen kregen gedurende



Figuur 2. Veranderingen in vetvrije massa (FFM ■) en vetmassa (FM ■) gedurende een 6 maanden durende adlibitumvoedingsinterventiestudie met 398 matig obese personen op een laagvet/hoog-enkelvoudigekoolhydraat-voeding (SCHO), laagvet/hoog-complexekoolhydraat-voeding (CCHO) of een voeding met normaal vet en koolhydraat (CONTROL) (20).

de zes maanden hun voeding aangeboden vanuit een in het laboratorium opgerichte supermarkt met een gecontroleerd aanbod van ruim 100 voedingsproducten om zodoende een maximale controle te houden op het aanbod aan vet en type koolhydraten.

In figuur 2 zijn de veranderingen in gewicht over deze 6 maanden weergegeven van de beide experimentele groepen en de controlegroep.

Beide laagvetgroepen verloren significant gewicht, in het bijzonder lichaamsvet, ten opzichte van de controlegroep met een normale vetopname. De beide experimentele groepen met verschillende inname van type koolhydraten (enkelvoudig vs. meervoudig) verschilden niet in gewichtsverlies, alhoewel er een tendens was naar een groter gewichtsverlies voor de meervoudige-koolhydraatgroep.

Conclusies

Bij de keuze van vet of koolhydraten als macronutriënt spelen argumenten als 'essentieel voor het functioneren' geen belangrijke rol. Veeleer is dit onderwerp van belang in relatie tot de energieopname. Belangrijk uitgangspunt daarbij dient te zijn dat in een adlibitumsituatie de uiteindelijke energieopname niet leidt tot een energetische overvoeding. Tot nu toe zijn de gegevens van experimenteel voedingonderzoek overtuigend dat juist een hoog gehalte aan vet leidt tot energetische overvoeding en gewichtstoename. Bij koolhydraten speelt dit een veel minder belangrijke rol en zijn er geen directe aanwijzingen dat het type koolhydraat van direct belang is. Mogelijk als uitzondering zouden de suikers in frisdranken wel kunnen leiden tot extra energie-inname. Zoals zo vaak in de voedingwetenschappen zal de waarheid wel ergens in het midden liggen en is een dieet met een matig vetgebruik en een niet al te uitbundig koolhydraatgehalte, in het bijzonder enkelvoudige koolhydraten, de juiste aanbeveling. Belangrijk daarbij is uiteraard ook de persoonlijke voorkeur voor een bepaald dieet. Dit alles moet uiteindelijk leiden tot een verminderde energie-inname om daadwerkelijk tot een goede gewichtshandhaving te komen.

Literatuur

1. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. WHO Tech Rep Ser 894, Genève, 2000.
2. Gezondheidsraad. Overgewicht en obesitas. Den Haag: Gezondheidsraad, 2003; publicatie nr 2003/07.
3. EE Calle, MJ Thun, JM Petrelli, et al. Body mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N Engl J Med* 1999; 341: 1097-1105.
4. Eaton BS, Shotak M, Konner M. The paleolithic prescription. New York: Harper and Row Publ. 1988.
5. Saris WHM, Tarnapolsky MA. Controlling food intake and energy balance: which macronutrient should we select? *Curr Opin Clin Nutr Met Care* 2003; 6: 609-613.
6. Katan MB, Grundy SM, Willet WC. Beyond low fat diets. *N Engl J Med* 1997; 337: 563-566.
7. Goris AHC, Westerterp-Plantenga MS, Westerterp KR. Under-eating and under-reporting of habitual food intake in obese men: selective underreporting of fat intake. *Am J Clin Nutr* 2000; 71: 130-134.
8. WHO/FAO. Diet, Nutrition and the prevention of chronic diseases. Technical report series 916. Geneva: World health Organization 2003.
9. Foster GD, Wyatt HR, Hill JO, et al. A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity. *N Engl J Med* 2003; 348: 2082-2090.
10. Samaha FF, Noyan I, Seshadri P, et al. A low-carbohydrate as compared with a low-fat diet in severe obesity. *N Engl J Med* 2003; 348: 2074-2081.
11. Atkins RC. Dr. Atkins' new diet revolution. New York: Avon Books, 1998.
12. Brownell KD. The LEARN program for weight management 2000. Dallas: American Health Publishing 2000.
13. Seshadri P, Iqbal N, Stern L, et al. A randomized study comparing the effects of a low-carbohydrate diet and a conventional diet on lipoprotein subfractions and C-reactive protein levels in patients with severe obesity. *Am J Med* 2004; 117: 398-405.
14. Horton TJ, Drougas H, Brachey A, et al. Fat and carbohydrate overfeeding in humans: different effects on energy storage. *Am J Clin Nutr* 1995; 62: 19-29.
15. Prentice AM, Poppitt SD. Importance of energy density and macronutrients in the regulation of energy intake. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1996; 20: S18-23.
16. Poppitt SD. Energy density of diets and obesity. *Int J Obes* 1995; 19: S20-27.
17. Astrup AV, GK Grunwald, EL Melanson, WHM Saris, JO Hill. The role of low-fat diets in body weight control: a meta-analysis of *ad libitum* dietary intervention studies. *Int J Obes* 2000; 24: 1545-1552.
18. Bravata DM, Sanders L, Huang J, et al. Efficacy and safety of low-carbohydrate diets. *JAMA* 2003; 289: 1837-1850.
19. Saris WHM. Sugars, energy metabolism and body weight control. *Am J Clin Nutr* 2003; 78: 850S-857S.
20. Saris WHM, 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. *Int J Obes* 2000; 24: 1310-1318.

Summary

Nutrition and the optimal macronutrient selection. Saris WHM. Ned Tijdschr Klin Chem Labgeneesk 2005; 30: 191-195

In view of the epidemic of obesity it is nowadays of importance that nutritional guidelines related to the amount of carbohydrates and fats in the diet are in the first place related to the energy requirements in daily life, given the abundant food availability in the affluent societies. So far there is a convincing amount of data available in the literature showing the risk of extra energy intake and thus weight gain at a high-fat diet compared to a high-carbohydrate diet. In recent years some studies have found opposite results with high fat diets. However, these studies were designed for weight loss, as opposed to weight maintenance. Regarding the type of carbohydrates the available information does not show an effect with respect to body-weight control. However, there is some data showing that a high intake of simple carbohydrates from soft drinks can lead to excess energy intake and thus weight gain.

Keywords: nutrition; macronutrients; energy; fat; carbohydrate; obesity