Maastricht University

Pattern of food intake, diet composition and human energy metabolism : an experimental approach

Citation for published version (APA):

van Verboeket, W. P. H. G. (1993). *Pattern of food intake, diet composition and human energy metabolism : an experimental approach*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Rijksuniversiteit Limburg. https://doi.org/10.26481/dis.19930121wv

Document status and date:
Published: 01/01/1993

DOI:
10.26481/dis.19930121wv

Document Version:
Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

• A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
• The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
• The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

Link to publication

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the “Taverne” license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Download date: 17 Apr. 2024

Summary

Energy balance and hence body weight is influenced by nutritional factors including the pattern of energy intake and diet composition. A small number of large meals (gorging pattern) is accompanied by more storage and mobilization of energy than a large number of small meals (nibbling pattern). A diet high in fat is often associated with an increasing prevalence of obesity, the latter possibly due to a decreased energy expenditure or a reduced ability to adjust fat oxidation to fat intake. In this thesis the effects of the pattern of energy intake and of diet composition on energy metabolism and substrate oxidation are investigated.

Chapter 2 describes the short-term effects of meal frequency on the diurnal pattern of substrate oxidation in healthy young adults. There is no significant effect of the pattern of energy intake on 24 h energy expenditure (24 h EE). A gorging pattern of energy intake results in a stronger diurnal periodicity of lipogenesis and lipolysis, compared to a nibbling pattern. On a gorging pattern, carbohydrate oxidation is decreased during the fasting period (from rising in the morning until the first meal), whereas fat oxidation is increased during the same period to cover energy needs. On a nibbling pattern carbohydrate and fat oxidation remain relatively constant during the active hours of the day.

Chapter 3 reports on the influence of the pattern of energy intake on 24 h energy metabolism (in both free living and experimentally controlled conditions) and on its components basal metabolic rate (BMR), diet induced thermogenesis (DIT) and energy expenditure due to physical activity (ACT). During one week healthy adult subjects are fed to estimated energy balance at two meals per day and during another week at seven meals per day. There is no significant effect of meal frequency on the average daily metabolic rate (ADMR) or 24 h EE. BMR and ACT are not different between the two patterns either. DIT is significantly elevated on the gorging pattern, but this effect is neutralized as the elevation is over a shorter time interval.

The effects of meal frequency on the rate and composition of weight loss and on energy metabolism are studied in moderately obese women on a slimming diet for 4 weeks (Chapter 4). There is no significant effect of the pattern of energy intake on the rate of weight loss, fat mass loss or fat-free mass loss. Meal frequency has no significant effect on the sleeping metabolic rate (SMR), not after 2 weeks nor after 4 weeks of dieting. The decrease in SMR after 4 weeks is significantly greater in subjects on the nibbling diet. 24 h EE and DIT are not significantly different between the two eating patterns.

To investigate whether a reduced ability to store glycogen in the liver is reflected in the pattern of energy intake, the habitual pattern of energy intake is studied in patients with liver disease (Chapter 5). Total energy intake is not different between patients with liver disease and healthy control subjects. When energy intake is expressed per kg body mass, intake is significantly lower for the

patient group. Intake of protein and alcohol is similar for both groups, whereas fat intake is reduced and carbohydrate intake is increased in patients with liver disease. Considering the pattern of energy and macronutrient intake, energy intake and protein intake are significantly increased in the patients during the first four hours after rising in the morning. During the late evening the contribution of carbohydrate to energy intake is higher in the patient group than in the control group. These findings are probably functional in order to minimize episodes of catabolism in patients with liver disease.

Chapter 6 reports on the effects of the pattern of energy intake on energy metabolism and substrate oxidation in patients with cirrhosis of the liver. 24 h EE expressed as a multiple of SMR is decreased in patients with cirrhosis, due to an increased SMR per kg fat-free mass. In both groups, patients with cirrhosis and healthy control subjects, the respiratory quotient (RQ) is significantly lower during the morning preprandial period on a gorging pattern (9.00h-12.00h), reflecting a higher oxidation ratio of fat to carbohydrate compatible to a more catabolic state. During the period from 6.00h-12.00h, the contribution of fat oxidation to total energy expenditure in cirrhotic patients is 58 % on the gorging pattern and as high as 50 % on the nibbling pattern where the patients consume a breakfast. During the same period, carbohydrate oxidation is significantly decreased on the gorging pattern, compared to the nibbling pattern. Our data suggest that patients with liver cirrhosis should eat according to a nibbling pattern. An early breakfast and a late evening meal shorten the episodes of catabolism occurring during the night and in the morning, improving energy and substrate balances in patients with liver cirrhosis.

Chapters 7 and 8 describe the results of a study on the short-term effects of dietary fat and carbohydrate exchange on substrate oxidation and energy metabolism. To elucidate the metabolic responses to dietary fat and carbohydrate of subjects being more or less susceptible to become obese, the subject characteristics of a restrained or unrestrained attitude towards eating are taken into account. Oxidation of fat and carbohydrate significantly increases with, respectively, an increasing fat and carbohydrate content of the diet, for both restrained and unrestrained eating subjects. Restrained eating subjects show a reduced fat oxidation compared to unrestrained eaters in response to a high-fat diet, resulting in a positive fat balance for restrained eating subjects. On a low-fat diet fat balance is negative for both groups of subjects, indicating mobilization of energy from endogenous body fat stores. In conclusion, restrained eating subjects have more difficulty in the handling of a high-fat diet, which can be a possible explanation for their higher susceptibility to become obese. 24 h EE and its components SMR, DIT and ACT are not significantly different between the restrained and unrestrained eating subjects. Within the group of restrained eating subjects, 24 h EE is increased on the low-fat diet, compared to the mixed and high-fat diet. Diet composition has no effect on 24 h EE in the unrestrained eating subjects.

Samenvatting

Het patroon van voedselopname en de samenstelling van de voeding zijn twee factoren die van invloed kunnen zijn op de energiebalans en het lichaamsgewicht. Het nuttigen van enkele grote maaltijden per dag (*gorging* patroon) gaat gepaard met meer opslag en mobilisatie van energie dan een patroon van voedselopname dat bestaat uit meerdere kleine maaltijden per dag (*nibbling* patroon). Het nuttigen van een vetrijke voeding wordt vaak in verband gebracht met een verhoogd risico voor overgewicht, dat laatste mogelijk vanwege een verlaagd energiegebruik of vanwege een verminderde capaciteit om de verbranding van vetten te verhogen als reactie op een hoge vetopname. In dit proefschrift zijn de effecten beschreven van het patroon van voedselopname en de samenstelling van de voeding op het energie- en substraatgebruik.

In hoofdstuk 2 zijn de korte-termijn effecten beschreven van de maaltijdfrekwentie op het dagelijks patroon van substraatverbranding van gezonde jong volwassenen. Er is geen significant effect van het patroon van voedselopname op het 24 uurs energiegebruik. Een *gorging* patroon van voedselopname resulteert in een sterkere afwisseling van lipogenese (vetsynthese en opslag) en lipolyse (vetverbranding), vergeleken met een *nibbling* patroon. Tijdens een *gorging* patroon is de koolhydraatverbranding verlaagd tijdens de periode van vasten (vanaf het opstaan 's morgens tot de eerste maaltijd), terwijl de vetverbranding in diezelfde periode verhoogd is om in de energiebehoefte te voorzien. Tijdens een *nibbling* patroon blijven koolhydraat- en vetverbranding overdag relatief constant.

Hoofdstuk 3 beschrijft de invloed van het patroon van voedselopname op het 24 uurs energiegebruik (in dagelijkse leefomstandigheden en in een respiratiekamer met overwegend zittende activiteit) en op de onderdelen basaalstofwisseling (BMR), dieet geïnduceerde thermogenese (DIT) en het energiegebruik voor lichamelijke activiteit (ACT). Er is geen significant effect van de maaltijdfrekwentie op het 24 uurs energiegebruik in dagelijkse leefomstandigheden of in een respiratiekamer. BMR en ACT zijn niet verschillend tussen beide maaltijdpatronen. DIT is significant verhoogd tijdens een *gorging* patroon van voedselopname, maar dit effect verdwijnt wanneer gecorrigeerd wordt voor het tijdsinterval waarover DIT bepaald wordt.

In hoofdstuk 4 zijn de effecten beschreven van de maaltijdfrekwentie op de mate en samenstelling van gewichtsverlies bij vrouwen met overgewicht tijdens een 4 weken durende dieetperiode. Er is geen significant effect van het patroon van voedselopname op de mate van gewichtsverlies of verlies van vetmassa of vet-vrije massa. De maaltijdfrekwentie heeft evenmin effect op de slaapstofwisseling (SMR), niet na 2 weken noch na 4 weken dieet. De daling in SMR na 4 weken is groter bij die personen die tijdens hun dieet een ontbijt nuttigen. Er is geen verschil in 24 uurs energiegebruik en DIT tussen beide maaltijdpatronen.

Patiënten met een leveraandoening hebben een verminderde capaciteit om een tijdelijk overschot aan energie op te slaan. Hoofdstuk 5 beschrijft het spontane patroon van voedselopname bij patiënten met een leveraandoening. De totale energieopname is niet significant verschillend tussen patiënten met een leveraandoening en gezonde controle personen. De energieopname per kg lichaamsgewicht is significant lager voor de patiëntgroep. Opname van eiwit en alcohol is gelijk voor beide groepen, terwijl de vetopname verlaagd en de koolhydraatopname verhoogd is bij patiënten met een leveraandoening. De energie- en eiwitopname zijn significant verhoogd in de patiëntgroep tijdens de eerste vier uur na opstaan. 's Avonds is de bijdrage van koolhydraten aan de energieopname verhoogd in de patiëntgroep, vergeleken met de controle groep. Deze resultaten zijn waarschijnlijk van belang in het vermijden of beperken van periodes van catabolisme bij patiënten met een leveraandoening.

Hoofdstuk 6 beschrijft de invloed van het patroon van voedselopname op het energie- en substraatgebruik bij patiënten met levercirrhose. Het 24 uurs energiegebruik uitgedrukt als veelvoud van SMR is verlaagd bij patiënten met levercirrhose, als gevolg van een verhoogd SMR per kg vet-vrije massa. Zowel bij patiënten met levercirrhose als gezonde controle personen, is het respiratoir quotient (RQ) significant verlaagd tussen 9.00h en 12.00h tijdens een *gorging* patroon van voedselopname. Dit betekent dat er relatief meer vetten en relatief minder koolhydraten verbrand worden. Tussen 6.00h en 12.00h is de bijdrage van vet aan het energiegebruik bij patiënten met levercirrhose 58 % tijdens een *gorging* patroon van voedselopname, en 50 % tijdens een *nibbling* patroon terwijl hier een ontbijt genuttigd wordt. In diezelfde periode is de koolhydraatverbranding significant verlaagd tijdens een *gorging* patroon. Samenvattend kan geconcludeerd worden dat een *nibbling* patroon van voedselopname aanbeveling verdient voor patiënten met levercirrhose. Door het nuttigen van een ontbijt en een late avondmaaltijd worden periodes van catabolisme tijdens de nacht en vroege ochtend vermeden of tenminste beperkt.

In de hoofdstukken 7 en 8 zijn de resultaten beschreven van een onderzoek naar de korte-termijn effecten van isoenergetische uitwisseling van vet en koolhydraat op het energie- en substraatgebruik. Om de metabole respons van een vetarme cq. vetrijke voeding te bestuderen bij personen die meer of minder gevoelig zijn om overgewicht te ontwikkelen, zijn personen geselecteerd met een geremd of ongeremd eetgedrag. Verbranding van vetten en koolhydraten neemt significant toe bij een toename van respectievelijk de hoeveelheid vetten en koolhydraten in de voeding. Personen met een geremd eetgedrag hebben een verlaagde vetverbranding vergeleken met ongeremde eters als reactie op een vetrijke voeding, resulterend in een positieve vetbalans bij geremde eters. Tijdens een vetarme voeding is de vetbalans negatief voor zowel geremde als ongeremde eters. Dit betekent dat energie gemobiliseerd wordt uit de vetreserves van het lichaam. Samenvattend kan gezegd worden dat personen met een geremd eetgedrag meer moeite hebben om een vetrijke voeding te verwerken. Dit kan een

mogelijke verklaring zijn voor hun grotere gevoeligheid voor het ontwikkelen van overgewicht. Het 24 uurs energiegebruik en de onderdelen SMR, DIT en ACT zijn niet significant verschillend tussen personen met een geremd of ongeremd eetgedrag. Bij geremde eters is het 24 uurs energiegebruik verhoogd tijdens een vetarme voeding, vergeleken met een gemiddelde vette of vetrijke voeding. De samenstelling van de voeding heeft geen effect op het 24 uurs energiegebruik van personen met een ongeremd eetgedrag.