

Fruit and vegetable consumption : measurement, determinants and intervention effects

Citation for published version (APA):

Bogers, R. P. (2005). *Fruit and vegetable consumption : measurement, determinants and intervention effects*. Universitaire Pers Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.20050225rb>

Document status and date:

Published: 01/01/2005

DOI:

[10.26481/dis.20050225rb](https://doi.org/10.26481/dis.20050225rb)

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.

Summary

Mean consumption of fruit and vegetables in many countries is below the amounts recommended by public health authorities. To increase the consumption of fruit and vegetables, interventions based on knowledge about determinants of consumption are needed. The research project described in this thesis aimed to identify determinants of fruit and vegetable consumption in mothers and children. Studies on this topic were preceded by validation studies of two food-frequency questionnaires (FFQs) designed to measure fruit and vegetable consumption. Finally, the effects of an increased fruit and vegetable consumption on plasma concentrations of carotenoids, vitamin C, folate and homocysteine were determined.

The separate studies were integrated in a larger project performed in 165 mothers with children aged 7-10 years. The mothers completed written questionnaires on fruit and vegetable consumption and potential determinants, and provided a blood sample at three points of time: at baseline, one month later and one year after the baseline measurement. Following the baseline measurement the group was split by randomization into a control group and an experimental group. In the experimental group, fruit and vegetables for the whole family were supplied free of charge during one month.

Measurement of fruit and vegetable consumption

The first objective of the project was to validate two FFQs for their ability to rank individuals according to their consumption of fruit and vegetables: an elaborate FFQ for measuring intake of specific fruits and vegetables (*chapter 2*) and a concise eight-item FFQ designed to measure total fruit and vegetable consumption (*chapter 3*). Validation was done using plasma concentrations of carotenoids and vitamin C as biomarkers. Correlation coefficients between consumption assessed with the FFQs and biomarkers were moderate but in line with the strength of associations generally found in previous studies. Correlations between *changes* in consumption estimated with the concise FFQ and *changes* in biomarkers were also moderate. The one-month/one-year reproducibility (Spearman's r) of total fruit and vegetable consumption assessed with the concise FFQ was 0.80/0.79. It was concluded that the two FFQs allow ranking of individuals according to their fruit and vegetable intake, and that the concise FFQ can additionally be used for the purpose of ranking according to changes in fruit and vegetable consumption.

One of the issues related to dietary assessment concerns overreporting of fruit and vegetable consumption, especially if a questionnaire contains a large number of items. Therefore it is common practice to use in FFQs, in addition to questions on consumption of specific fruits and vegetables, summary questions about main groups of fruits and vegetables and correction factors to adjust intake estimates of individual fruits and vegetables. *Chapter 2* describes a methodological study on the validity of this approach, again with biomarkers as a reference method. Correlations with biomarkers were higher when vegetable consumption was assessed with summary questions than with a number of items, but for fruits no differences were observed. In some cases, application of a correction factor resulted in lower correlations with biomarkers, but in other cases this approach did not alter correlations. It was concluded that summary questions may suffice to rank individuals according to their intake of main fruit and vegetable categories, and that correction for overreporting of individual fruit and vegetable items is not advisable when ranking individuals according to intake of these items.

Determinants of fruit and vegetable consumption

Determinants of fruit and vegetable intake were studied in mothers and children. From literature it is known that awareness of personal behaviour is an important determinant of behaviour: the amount of fruits and vegetables people think they eat is in many cases not in agreement with their actual consumption. However, to what extent this misconception affects the usefulness of a model often used to study determinants, the theory of planned behaviour, was hitherto unknown. In *chapter 4* it is shown that the model explained variation in FFQ-

estimated fruit and vegetable intake much better among mothers having a realistic view of their own fruit and vegetable consumption ($R^2=45\%$ for fruits and 39% for vegetables) than among mothers who overestimated their fruit and vegetable intake ($R^2=18\%$ and 5% , respectively). These results were confirmed when biomarkers were used as an objective measure of intake, although the explanatory value of the model was much lower using biomarkers. The same study showed that perceived behavioural control was the main psychosocial determinant of fruit and vegetable consumption, followed by attitude and intention (the latter only for fruit consumption). Subjective norms were not associated with fruit and vegetable intake. It was concluded that awareness of personal behaviour should be taken into account when applying the theory of planned behaviour to explain fruit and vegetable consumption. A further implication is that lack of awareness of personal fruit and vegetable consumption may also be an important barrier to increase fruit and vegetable consumption.

The question of what psychosocial factors predict changes in fruit and vegetable intake is studied in *chapter 5*. Baseline psychosocial factors were used to predict changes in fruit and vegetable consumption in the experimental group. Changes in fruit consumption of the mothers during the period of enhanced availability were positively associated with perceived costs and with the perceived health benefits of fruit for their children, and negatively associated with perceived behavioural control. Changes in vegetable consumption were positively related with the intention to eat at least 200 g of vegetables and with taste preferences of the children. Changes in vegetable consumption one year after the period of enhanced availability were positively related to perceived behavioural control and perceived health benefits of vegetables for the children, and tended to be negatively related to perceived costs of vegetables. It was concluded that fruit and vegetable consumption may be encouraged by influencing the above variables.

Family-related determinants of children's fruit and vegetable consumption are reported in *chapter 6*. Children's fruit consumption was positively related with their mothers' fruit consumption, with strict obligation rules in the home environment to eat fruit and vegetables, with adherence to a special diet, with perceived home availability of fruit, and with their mothers' educational level. Children with employed mothers consumed less fruit than children with non-working mothers. Children's consumption of vegetables was positively related with their mothers' vegetable consumption, and negatively related with adherence to a special diet. Changes in children's fruit consumption in the experimental group were not related to any of the variables under study. Changes in vegetable consumption were lower in children from families that grew their own produce and higher in families in which the father worked at irregular times. These findings indicate that several family-related factors influence children's fruit and vegetable consumption.

Intervention effects on plasma carotenoids, vitamin C, folate, and homocysteine

The effects of an increased fruit and vegetable consumption on plasma concentrations of carotenoids, vitamin C, folate and homocysteine are reported in *chapter 7*. The one-month intervention period led to increases in consumption of 1.1 servings/day (147 g/day) for fruit and 1.3 servings/day (68 g/day) for vegetables. This resulted in increases of plasma concentrations of vitamin C (+18%, 10.05 $\mu\text{mol/L}$) and total carotenoids (+16%, 0.32 $\mu\text{mol/L}$), as well as of specific carotenoids (α -carotene +12%, β -carotene +17%, lutein +23% and β -cryptoxanthin +23%) except lycopene. However, the intervention did not lead to changes in either plasma folate or homocysteine concentrations, most likely due to the relatively short duration of the intervention. These findings confirm the usefulness of carotenoids and vitamin C as biomarkers of fruit and vegetable intake. With respect to folate, it may be concluded that in situations in which a rapid increase in blood folate concentrations is desirable, e.g. during pregnancy, supplementation with folic acid may be a better option than increasing the intake of fruit and vegetables.

Implications of the findings and recommendations for scientific research and practice with respect to measurement, determinants and effects of fruit and vegetable consumption are discussed in *chapter 8*. This chapter also addresses methodological considerations which should be taken into account when interpreting the results of this project.

Samenvatting

De gemiddelde consumptie van groente en fruit is in veel landen lager dan de hoeveelheden die door gezondheidsinstanties worden aanbevolen. Om de groente- en fruitconsumptie te verhogen zijn interventies nodig die gebaseerd zijn op kennis over determinanten van groente- en fruitconsumptie. Het in dit proefschrift beschreven onderzoek had als doel determinanten van groente- en fruitconsumptie bij moeders en kinderen te vinden. Daarnaast zijn twee voedselrequentievragenlijsten (FFQ) om consumptie van groente en fruit te bepalen gevalideerd. Tot slot zijn de effecten bepaald van een verhoogde groente- en fruitconsumptie op concentraties carotenoïden, vitamine C, folaat en homocysteïne in plasma.

De verschillende deelonderzoeken waren gecombineerd in één project dat werd uitgevoerd bij 165 moeders met kinderen in de leeftijd van 7 t/m 10 jaar. De moeders vulden schriftelijke vragenlijsten in over groente- en fruitconsumptie en mogelijke determinanten en lieten bloed bij hen afnemen op drie momenten: aan het begin van het onderzoek, een maand daarna en een jaar na aanvang van het onderzoek. Na de beginmeting werden de deelnemers willekeurig verdeeld over een controlegroep en een interventiegroep. Deelnemers uit de interventiegroep kregen gedurende één maand gratis groente en fruit voor het hele gezin.

Bepaling van groente- en fruitconsumptie

De eerste doelstelling van het project was om twee FFQs te valideren op de mogelijkheid om mensen te rangschikken naar hun consumptie van groente en fruit. De twee vragenlijsten waren een uitgebreide FFQ om consumptie van specifieke soorten groente en fruit mee te bepalen (*hoofdstuk 2*) en een korte FFQ van acht items om totale groente- en fruitconsumptie mee te bepalen (*hoofdstuk 3*). Validering werd gedaan met concentraties carotenoïden en vitamine C in plasma als biomerkers. De correlatiecoëfficiënten tussen groente- en fruitconsumptie bepaald met de FFQs en de biomerkers waren niet al te hoog, maar vergelijkbaar met wat over het algemeen in voorgaand onderzoek is gevonden. Correlaties tussen *veranderingen* in consumptie bepaald met de korte FFQ en *veranderingen* in de biomerkers waren in dezelfde orde van grootte. De reproduceerbaarheid (Spearmans r) van totale groente- en fruitconsumptie bepaald met de korte FFQ was 0,80 na een maand en 0,79 na een jaar. De conclusie was dat met de twee FFQs mensen gerangschikt kunnen worden naar hun consumptie van groente en fruit, en dat de korte FFQ ook gebruikt kan worden om mensen te rangschikken naar veranderingen in groente- en fruitconsumptie.

Een van de dingen waarmee rekening moet worden gehouden bij het bepalen van de voedselinname is overrapportage van groente- en fruitconsumptie, vooral als een vragenlijst een groot aantal items bevat. Daarom worden in FFQs naast vragen over specifieke groente- en fruitsoorten vaak samenvattende vragen gebruikt over de consumptie van hoofdgroepen groente en fruit, en worden correctiefactoren berekend om de consumptie van specifieke soorten te corrigeren. *Hoofdstuk 2* beschrijft een methodologische studie naar de validiteit van deze aanpak waarbij biomerkers als referentiemethode worden gebruikt. De correlaties tussen groenteconsumptie en biomerkers waren hoger als de groenteconsumptie werd bepaald met enkele samenvattende vragen dan als deze met een groot aantal items werd bepaald, terwijl er voor fruit geen verschillen waren. In sommige gevallen leidde het gebruik van een correctiefactor tot lagere correlaties met biomerkers, maar in andere gevallen veranderden de correlaties niet na correctie. Er werd geconcludeerd dat samenvattende vragen voldoende lijken te zijn om mensen te rangschikken naar consumptie van hoofdgroepen groente en fruit en dat het corrigeren voor overrapportage van specifieke groente- en fruitsoorten niet aan te raden is wanneer mensen gerangschikt moeten worden naar inname van deze soorten.

Determinanten van groente- en fruitconsumptie

Determinanten van groente- en fruitconsumptie werden bestudeerd bij moeders en kinderen. Uit de literatuur is bekend dat een belangrijke determinant van gedrag het zich bewust zijn van persoonlijk gedrag is: de hoeveelheid groente en fruit die mensen denken te eten is vaak niet in overeenstemming met hun werkelijke consumptie. Het was tot nu toe echter niet bekend in welke mate deze misconceptie de toepasbaarheid beïnvloedt van de theorie van gepland gedrag, een model dat vaak wordt gebruikt om gedragsdeterminanten te bestuderen. In *hoofdstuk 4* wordt aangetoond dat het model de variatie in met een FFQ bepaalde groente- en fruitconsumptie veel beter verklaart bij moeders die hun groente- en fruitconsumptie realistisch inschatten ($R^2=45\%$ voor fruit en 39% voor groente) dan bij moeders die hun groente- en fruitconsumptie overschatten ($R^2=18\%$ voor fruit en 5% voor groente). Deze resultaten werden bevestigd met biomerkers als een objectieve maat voor consumptie, hoewel de verklarende waarde van het model veel lager was voor biomerkers. Dezelfde studie laat zien dat de mate waarin men meent zijn gedrag te beheersen de belangrijkste psychosociale determinant van groente- en fruitconsumptie was, gevolgd door attitude en intentie (de laatste alleen voor fruitconsumptie). Subjectieve normen waren niet geassocieerd met groente- en fruitconsumptie. Er is geconcludeerd dat er rekening gehouden moet worden met bewustzijn van persoonlijk gedrag als de theorie van gepland gedrag wordt gebruikt om groente- en fruitconsumptie te verklaren. Een andere implicatie is dat gebrek aan bewustzijn van eigen groente- en fruitconsumptie een belangrijke belemmering kan zijn voor de verhoging van groente- en fruitconsumptie.

In *hoofdstuk 5* wordt de vraag bestudeerd welke psychosociale factoren veranderingen in groente- en fruitconsumptie voorspellen. Psychosociale factoren die bij aanvang van het onderzoek werden gemeten, werden gebruikt om veranderingen in groente- en fruitconsumptie te voorspellen in de groep die gratis groente en fruit kreeg. Veranderingen in fruitconsumptie van de moeders tijdens de periode van verhoogde beschikbaarheid waren positief geassocieerd met ervaren kosten en met de ervaren gezondheidsvoordelen van fruit voor hun kinderen, en negatief geassocieerd met de mate waarin men meent zijn gedrag te beheersen. Veranderingen in groenteconsumptie waren positief gerelateerd met de intentie om ten minste 200 g groente te eten en met smaakvoorkeuren van de kinderen. Veranderingen in groenteconsumptie een jaar na de periode van verhoogde beschikbaarheid waren positief gerelateerd aan de mate waarin men meent zijn gedrag te beheersen en ervaren gezondheidsvoordelen van groente voor de kinderen, en er was een aanwijzing dat de veranderingen negatief gerelateerd waren met de ervaren kosten van groente. Er is geconcludeerd dat consumptie van groente en fruit mogelijk gestimuleerd kan worden door de bovengenoemde factoren te beïnvloeden.

Gezinsgerelateerde determinanten van groente- en fruitconsumptie bij kinderen worden gerapporteerd in *hoofdstuk 6*. De fruitconsumptie van kinderen was positief gerelateerd met de fruitconsumptie van hun moeders, met strikte regels binnen het gezin om groente en fruit te eten, met het in acht nemen van speciale leefregels met betrekking tot voeding, met de ervaren beschikbaarheid in huis van fruit en met het opleidingsniveau van de moeder. Kinderen met werkende moeders aten minder fruit dan kinderen met niet-werkende moeders. De groenteconsumptie van kinderen was positief gerelateerd met de groenteconsumptie van hun moeder en negatief gerelateerd met het volgen van leefregels met betrekking tot voeding. Veranderingen in fruitconsumptie van kinderen uit de experimentele groep waren met geen van de bestudeerde variabelen geassocieerd. Veranderingen in groenteconsumptie waren lager bij kinderen uit gezinnen die een groentetuin hadden en hoger bij kinderen uit gezinnen waarvan de vader op onregelmatige tijden werkte. Deze bevindingen wijzen erop dat een aantal gezinsgerelateerde factoren de groente- en fruitconsumptie van kinderen beïnvloeden.

Interventie-effecten op carotenoiden, vitamine C, folaat en homocysteïne in plasma

De effecten van een verhoogde groente- en fruitconsumptie op concentraties carotenoiden, vitamine C, folaat en homocysteïne in plasma worden gerapporteerd in *hoofdstuk 7*. De interventie van een maand leidde tot verhogingen in consumptie van 1,1 porties per dag (147 g/dag) voor fruit en 1,3 porties per dag (68 g/dag) voor groente. Dit resulteerde in verhoogde plasmaconcentraties vitamine C (+18%, 10,05 $\mu\text{mol/L}$) en totaal carotenoiden (+16%, 0,32 $\mu\text{mol/L}$), evenals specifieke carotenoiden (α -caroteen +12%, β -caroteen +17%, luteïne +23% en β -cryptoxanthine +23%) behalve lycopene. De interventie leidde echter niet tot veranderingen in plasmaconcentraties folaat of homocysteïne, waarschijnlijk door de relatief korte duur van de interventie. Deze bevindingen bevestigen dat carotenoiden en vitamine C geschikt zijn als biomerkers voor groente- en fruitconsumptie. Wat betreft folaat lijkt in situaties waarin een snelle verhoging van folaatconcentraties in bloed wenselijk is, b.v. tijdens de zwangerschap, suppletie met foliumzuur een betere optie dan het eten van meer groente en fruit.

Implicaties van de bevindingen en aanbevelingen voor wetenschappelijk onderzoek en de praktijk met betrekking tot bepaling, determinanten en interventie-effecten van groente- en fruitconsumptie worden besproken in *hoofdstuk 8*. In dit hoofdstuk worden ook methodologische overwegingen besproken waarmee rekening moet worden gehouden bij de interpretatie van de resultaten van dit project.