

Tero Hirvonen • Marja-Leena Hannila • Liisa Valsta
Harri Sinkko • Pirjo Pietinen

Elintarvikkeiden täydentäminen tiamiinilla, niasiinilla, foolihapolla, pyridoksiinilla ja B₁₂-vitamiinilla

Riskinarviointi työikäisessä väestössä

Kansanterveyslaitoksen julkaisuja  25/2005



Kansanterveyslaitos
Folkhälsainstitutet
National Public Health Institute

Kansanterveyslaitoksen julkaisuja

B25 / 2005

Publications of the National Public Health Institute

Tero Hirvonen, Marja-Leena Hannila, Liisa Valsta, Harri Sinkko, Pirjo Pietinen

**ELINTARVIKKEIDEN TÄYDENTÄMINEN TIAMIINILLA,
NIASIINILLA, FOOLIHAPOLLA, PYRIDOKSIINILLA
JA B₁₂-VITAMIINILLA**

Riskinarviointi työikäisessä väestössä

Kansanterveyslaitos
Epidemiologian ja terveyden edistämisen osasto
Ravitsemusyksikkö
KTL-National Public Health Institute, Finland
Department of Epidemiology and Health Promotion
Nutrition Unit

**Publications of the National Public Health Institute
KTL B25/2005**

Copyright National Public Health Institute

Kannen kuva - cover graphic :

Julkaisija-Utgivare-Publisher

Kansanterveyslaitos (KTL)

Mannerheimintie 166

00300 Helsinki

Puh. vaihde (09) 474 41, telefax (09) 4744 8408

Folkhälsoinstitutet

Mannerheimvägen 166

00300 Helsingfors

Tel. växel (09) 474 41, telefax (09) 4744 8408

National Public Health Institute

Mannerheimintie 166

00300 Helsinki

Telephone +358 9 474 41, telefax +358 9 4744 8408

ISSN 0359-3576

ISBN 951-740- 582-0 (PDF)

<http://www.ktl.fi/portal/2920>

Tero Hirvonen, Marja-Leena Hannila, Liisa Valsta, Pirjo Pietinen: Elintarvikkeiden täydentäminen tiamiinilla, niasiinilla, foolihapolla, pyridoksiinilla ja B₁₂-vitamiinilla. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja, B25/2005, 49 sivua
ISBN 951-740-582-0 (pdf-versio)
ISSN 0359-3576
<http://www.ktl.fi/portal/2920>

TIIVISTELMÄ

Viime vuosina B-ryhmän vitamiinit ovat olleet runsaasti esillä niiden mahdollisen sydän- ja verisuonitauteja ehkäisevän vaikutuksensa vuoksi. Laajat kokeelliset tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet odotukset ennaikaisiksi. Tästä huolimatta B-ryhmän vitamiineilla on vahva mielikuva terveyttä edistävinä ravintoaineina. Tämän seurauksena markkinoille onkin tullut runsaasti B-ryhmän vitamiineilla täydennettyjä elintarvikkeita, joilla voi olla merkittävä vaikutus näiden ravintoaineiden saantiin. Liikasaannin riski on mahdollinen täydennettyjä elintarvikkeita käytettäessä, sillä riittävän ja turvallisen saannin alue on melko kapea, varsinkin folaatille (300-1000 µg/päivä). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää tiamiinilla, niasiinilla, foolihapolla, pyridoksiinilla ja B₁₂-vitamiinilla täydennettyjen elintarvikkeiden hyöty ja turvallisuus.

Tutkimuksen aineistona on käytetty vuonna 2002 kerättyä Finravinto-aineistoa, jossa 48 tunnin ruoankäyttöhaastattelua käyttäen on selvitetty 2007 työikäisen miehen ja naisen (25-64 v.) tavanomaista ruoankäyttöä. Lisäksi heiltä on kerätty kyselylomakkeella tietoa ravintolisien käytöstä. Osa (n=247) tutkittavista on täyttänyt kaksi kertaa kolmen päivän ruokapäiväkirjan. Näistä aineistoista on laskettu tutkittavien em. vitamiinien saanti. Näiden lisäksi analyyseissä on käytetty tietoja Elintarvikevirastolle internetin kautta tehdystä kyselystä, jossa on tiedusteltu täydennettyjen elintarvikkeiden ja ravintolisien käyttöä.

Tilastollisessa analyysissä on käytetty kahta mallinnustapaa: 1) malli, jossa kaikkien kyseessä olevien elintarvikkeiden on oletettu olevan täydennettyjä sekä 2) todennäköisyyspohjainen mallintaminen, jossa on simuloitu aineisto ottaen huomioon tavanomaisten elintarvikkeiden, täydennettyjen elintarvikkeiden ja ravintolisien kuluttajajuoksuudet ja käyttöjakaumat sekä näiden väliset yhteydet.

Tutkimuksessa havaittiin, että täydentäminen on pääosin turvallista, mutta ei juurikaan vähennä niukasti tiamiinia, niasiinia, folaattia, pyridoksiinia tai B₁₂-vitamiinia saavien osuutta. Täydennetyt elintarvikkeet olivat kuitenkin selvästi pienempi em. vitamiinien lähde kuin tavanomainen ruoka tai ravintolisät.

Avainsanat: täydentäminen; tiamiini, niasiini; folaatti; pyridoksiini; B₁₂-vitamiini ; riskinarviointi

Tero Hirvonen, Marja-Leena Hannila, Liisa Valsta, Pirjo Pietinen: Berikning av livsmedel med tiamin, niacin, folsyra, pyridoxin och vitamin B₁₂ – riskvärdering hos befolkningen i arbetsför ålder.

Folkhälsoinstitutets publikationer, B25/2005, 49 sidor

ISBN 951-740-582-0 (pdf-version)

ISSN 0359-0359-3576

<http://www.ktl.fi/portal/2920>

SAMMANFATTNING

Under de senaste åren har grup B vitaminer varit framme på grund av sina sambanden med homocystein. Som följd, en massa nya berikade produkter strömmat in på livsmedelsmarknaden. Detta kan ha en betydande effekt på intaget av tiamin, niacin, folat pyridoxin och vitamin B₁₂. Risken av överkonsumtionen är möjlig vid användning av berikade livsmedel, eftersom marginalen för tillräckligt och tryggt intag är smala – i synnerhet för folat (300-1000 µg/dag). Målet av denna undersökning är att utreda nytta och trygghet av livsmedlens berikning med tiamin, niacin, folsyra, pyridoxin och vitamin B₁₂.

Forskningsmaterialet byggde på FINRAVINTO 2002 enkäten, där man med hjälp av en 48-timmars intervju undersökte den regelmässiga kosten bland de 2007 män och kvinnor i arbetsför ålder. Dessutom samlades uppgifter om användning av kosttillskott med ett frågeformulär. En del (n=247) av de tillfrågade fyllde två gånger tre dagars kostdagbok. Utgående från dessa uppgifter beräknades intaget av tiamin, niacin, folat pyridoxin och vitamin B₁₂. Dessutom användes uppgifter från en internet-baserad enkät anordnat av Livsmedelsverket där användning av berikade livsmedel och kosttillskott förfrågades.

Den statistiska analysen utfördes på två sätt: 1) modell där man antog att alla produkter i en livsmedelskategori var berikade och 2) sannolikhets-baserad modell där materialet simulerades med beaktande av användning av vanliga livsmedel, berikade livsmedel och kosttillskott och deras samband.

Huvudslutsatsen var att berikning av livsmedel med tiamin, niacin, folat pyridoxin och vitamin B₁₂ är relativt trygg och minskar något proportionen av de finländare vars intag av dessa vitaminer är mindre än rekommenderad. I ett sådant fall att alla berikbara livsmedel skulle vara berikade med tiamin, niacin, folat pyridoxin och vitamin B₁₂, skulle risken för överdosering vara betydande för niacin, folat och pyridoxin, i synnerhet hos män.

Tero Hirvonen, Heli Tapanainen, Liisa Valsta, Mikko Virtanen, Antti Aro, Pirjo Pietinen: Food fortification with thiamin, niacin, folic acid, pyridoxin and vitamin B₁₂ – risk assessment in adult population.

Publications of the National Public Health Institute, B25/2005, 49 Pages

ISBN 951-740-582-0 (pdf-version)

ISSN 0359-0359-3576

<http://www.ktl.fi/2920>

ABSTRACT

In the recent years there has been a great interest on group B vitamins because of their serum homocysteine lowering potential. However, large intervention studies with folate and B₁₂ have shown disappointing results. Despite this, group B vitamins have retained their image as health promoting vitamins. Consequently, the food industry has been interested in food fortification as part of marketing targeted for health conscious consumers. The ranges of safe vitamin intake are narrow for most of these vitamins and the risk of overdose from fortified foods is possible, especially as it is known that those who consume fortified foods, also tend to take supplements more often than others.

This study used the Findiet 2002 study for modelling thiamin, niacin, folate, pyridoxin and vitamin B₁₂ intakes in various fortification scenarios. Food consumption data were collected using the 48-h recall from 2007 men and women, aged 25-64 years. In addition, a subsample of subjects (n=247) filled in 2x3 day food records. Also their use of dietary supplements was inquired in a separate questionnaire. Data on the consumption of fortified foods and use of dietary supplements were obtained from a survey made for the National Food Agency by an internet based questionnaire. Total intake of thiamin, niacin, folate, pyridoxin and vitamin B₁₂ was calculated using Fineli food composition data base. Modelling was done in two scenarios: 1) all potentially foods in question were fortified 2) probabilistic modelling which took account that only part of food brands were fortified and associations between food use, use of fortified foods and use of dietary supplements.

It was observed that food fortification with thiamin, niacin, folate, pyridoxin and vitamin B₁₂ were mainly safe. However, food fortification reduced the proportion of those with intakes below the recommended daily intake only marginally. Fortified foods were much smaller source of thiamin, niacin, folate, pyridoxin and vitamin B₁₂ than dietary supplements or natural sources.

Keywords: Food, fortified; risk assessment; thiamin; niacin; folate; pyridoxin; vitamin B₁₂

SISÄLLYS – CONTENTS

TIIVISTELMÄ

RESUMÉ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	1
2	VAARAN TUNNISTAMINEN	2
2.1	Tiamiini	2
2.2	Niasiini	3
2.3	Folaatti eli foolihappo	5
2.4	Pyridoksiini	7
2.5	B ₁₂ -vitamiini	8
3	VAARAN KUVAAMINEN	10
3.1	Tiamiini	10
3.2	Niasiini	10
3.3	Folaatti	11
3.4	Pyridoksiini	11
3.5	B ₁₂ -vitamiini	12
4	ALTISTUKSEN ARVIOIMINEN	13
4.1	Aineisto ja menetelmät	13
4.2	Tiamiinin, niasiinin folaatin, pyridoksiinin ja B ₁₂ -vitamiinin saanti.....	17
4.2.1	Tiamiini	17
4.2.2	Niasiini	23
4.2.3	Folaatti	29
4.2.4	Pyridoksiini	35
4.2.5	B ₁₂ -vitamiini	41
5	RISKIN KUVAAMINEN.....	45
6	POHDINTA	46
7	VIITTEET	48

1 JOHDANTO

B-ryhmän vitamiinit ovat viime vuosina olleet kiinnostuksen kohteena, sillä niiden runsaan saannin – erityisesti foolihapon - on arveltu vähentävän sydän- ja verisuonitautien vaaraa. Käsitys perustuu sille, että runsas foolihapon saanti vähentää seerumin homokysteiinipitoisuutta (Homocysteine Lowering Trialists' Collaboration 2005). Korkea homokysteiinipitoisuus on puolestaan yhteydessä suurempaan sydän- ja verisuonitautiriskiin. Julkaistut tulokset laajoista interventitutkimuksista ovat kuitenkin olleet pettymys (Toole et al. 2004). Vaikka näissä tutkimuksissa seerumin homokysteiinipitoisuus onkin alentunut interventioryhmässä, interventioryhmässä sydän- ja verisuonitautien ilmaantuneisuus ei kuitenkaan ole ollut pienempi kuin lumeryhmässä.

B-ryhmän vitamiineja on yleisesti pidetty turvallisena, sillä vesiliukoisena ne eivät varastoidu elimistöön (lukuunottamatta B₁₂-vitamiinia). Elintarvikkeiden täydentäminen B-ryhmän vitamiineilla onkin tehokas tapa kohottaa elintarvikkeen terveystilaa. Tämän vuoksi markkinoille on viime vuosina tullut runsaasti niin ulkomaisia kuin kotimaisiakin B-ryhmän vitamiineilla täydennettyjä elintarvikkeita. Tässä raportissa tutkitaan B-ryhmän vitamiineilla täydentämisen hyödyllisyyttä ja liikasaannin riskiä jo markkinoilla olevien ja markkinoille pyrkivien elintarvikkeiden osalta. Tässä raportissa ei ole tarkasteltu erityisryhmiä, kuten raskaana olevia, imettäviä äitejä, urheilijoita tai kasvissyöjiä. Tarkastelussa ei ole myöskään mukana riboflaviinia, sillä sen saanti on todettu riittäväksi (Männistö et al. 2003), eikä sille toisaalta ole määritelty turvallisen saannin ylärajaa.

2 VAARAN TUNNISTAMINEN

2.1 Tiamiini

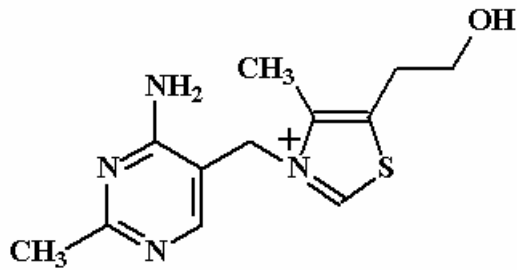
Tiamiinimolekyyli koostuu pyrimidiini- ja tiatsolirenkaasta, joita yhdistää metyyliiryhmä (Kuvio 1). Tiamiini esiintyy kasvipööräisissä elintarvikkeissa vapaana tiamiinina ja eläinkunnan tuotteissa fosforyloituneissa muodoissa. Runsaasti tiamiinia sisältäviä ruoka-aineita ovat mm. auringonkukansiemen, täysjyväviljatuotteet ja sianliha (Taulukko 1.). Ravintolisissä ja täydennetyissä elintarvikkeissa tiamiini on yleensä tiamiinihydrokloridina tai -mononitraattina. Tiamiini tuhoutuu helposti korkeassa lämpötilassa ja pH:ssa. Esimerkiksi leivästä tuhoutuu paistettaessa 20-30% tiamiinista ja maidosta 20% pastöroinnin seurauksena (Shills et al. 2006). Raa'assa kalassa ja äyriäisissä oleva tiamiinaasi tuhoaa tiamiinin nopeasti joko varastoinnin aikana tai ruoansulatuskanavassa (Shills et al. 2006).

Ohutsuolen seinämän fosfaasit pilkkovat elintarvikkeissa esiintyvät fosforyloituneet muodot vapaaksi tiamiiniksi, joka on imeytyvä muoto (SCF (Scientific Committee on Food) 2001). Saannin ollessa vähäistä tiamiinin imeytymismekanismi on kantajavälitteinen. Saannin ollessa runsasta imeytyminen tapahtuu passiivisella diffuusiolla. Tiamiinin päivittäisen saannin ylittäessä 5 mg imeytyminen vähenee huomattavasti. Alkoholi heikentää tiamiinin imeytymistä. Imeytymisen jälkeen tiamiini fosforyloidaan ohutsuolen mukoosassa ja kuljetetaan seroosaan, jossa se defosforyloidaan. Kuljetus kohdekudokseen tapahtuu vapaana tiamiinina plasmassa, josta se diffundoituu konsentraatiogradientin mukaisesti kudokseen. Tiamiinin toiminnallinen muoto on sen difosfaattiesteri eli tiamiinipyrofosfaatti. Tiamiini eliminoiduu pääasiassa erittymällä joko sellaisenaan tai useana metaboliittina (Ariaey-Nejad et al. 1970)

Tiamiinin varastointi elimistöön on vähäistä. Suurin osa elimistön 30 mg:n tiamiinivarstosta on maksassa ja lihaksissa (SCF 2001). Tiamiini eritetään virtsan kautta joko tiamiinina tai 20 erilaisena metaboliittina. Tiamiinin puoliintumisaika on 9-18 tuntia. Huippupitoisuus saavutetaan kahden tunnin kuluttua suun kautta otetusta annoksesta.

Tiaminilla on olennainen rooli hiilihydraattien aineenvaihdunnassa (Shills et al. 2006). Tiamiinin on pyruvaattidehydrogenaasin, transketolaasin ja α -ketoglutaratti-

dehydrogenaasin koentsyyminä ketohappojen dekarboksylaatioissa aldehydeiksi ja pentoosien hyväksikäytössä (Bender 1999). Tiamiinipyrofosfaatti on myös ketohappo-dehydrogenaasin koentsyymi haaraketjuisten aminohappojen metaboliassa.



Kuvio 1. Tiamiinin rakennekaava

Taulukko 1. Eräiden elintarvikkeiden keskimääräinen tiamiinipitoisuus (mg/100g) (lähde: Fineli, (Kansanterveyslaitos, 2004). Täydennyksiä ei ole huomioitu.

Auringonkukansiemen	2,30	Hasselpähkinä	0,45
Mysli	1,75	Hiivaleipäjauho	0,45
Vehnänalkio	1,70	Keitetty soijapapu	0,35
Saunapalvikinkku	0,55	Ruisnäkkileipä	0,31
Maissi	0,53	Sämpylä	0,27

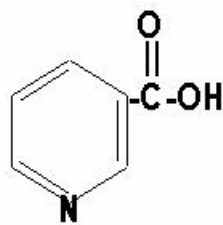
2.2 Niasiini

Niasiini on nimitys kahdelle yhdisteelle: nikotiinihapolle ja nikotiiniamidille. Tarkkaan ottaen niasiini ei ole vitamiini, sillä sitä voidaan syntetisoida tryptofaanista (Shills et al. 2006). Niasiini sinänsä ei siis ole välttämätön ravintoaine, mikäli tryptofaania on riittävästi elimistön käytettävissä. Keskimäärin 60 mg tryptofaania tuottaa 1 mg:n niasiinia.

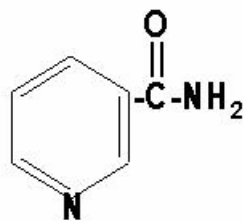
Ruoassa niasiini esiintyy eläinkunnan tuotteissa koentsyymijohdannaisina (NADPH/NADH), ja kasvikunnan tuotteissa proteiineihin sitoutuneena nikotiinihappona (Kuvio 2.). Runsaasti niasiinia sisältäviä ruoka-aineita ovat mm. täysjyväviljatuotteet, maksa ja tonnikala (Taulukko 2.). Viljatuotteissa oleva niasiini on nikotiinihappoglykosidina, joka hydrolysoituu vapaaksi nikotiinihapoksi suolistossa heikosti (Yu & Kies 1993). Siten viljatuotteiden niasiinin hyväksikäyttö on heikkoa.

Suolen mukoosan hydrolaasit pilkkovat ruoassa olevat koentsyymijohdannaiset nikotiinihapoksi ja nikotiiniamidiksi (Shills et al.2006). Niasiini imeytyy mahalaukussa ja ohutsuolessa. Saannin ollessa vähäistä niasiini imeytyy Na⁺-välitteisen helpotetun diffuusion avulla lähes täydellisesti. Saannin ollessa runsasta (yli 3 mg) imeytymismekanismi on passiivinen diffuusio. Kuljetus kohdekudokseen tapahtuu nikotiinihappona ja nikotiiniamidina plasmassa. Nikotiiniamidin eliminaatio tapahtuu erittymällä virtsan kautta N-metyylinikotinamidina tai N-metyyli-6-pyridoni-3-carboksamidina (SCF, 2002). Nikotiinihappo eliminoituu erittymällä virtsan kautta joko sellaisenaan tai glysiinikonjugaattina (Figge et al. 1988, Stern et al. 1991).

Niasiini on kahden yleisen kofaktorin esiaste: NAD (nikotiiniadeniininukleotidi) ja NADP (nikotiiniadeniininukleotidifosfaatti). Nämä kofaktorit osallistuvat glukosin-, amino- ja rasvahappojen pelkistysreaktioihin.



Nikotiinihappo



Nikotiiniamidi

Kuvio 2. Niasiinin rakennekaava.

Taulukko 2. Eräiden elintarvikkeiden keskimääräinen niasiinipitoisuus (niasiiniekvivalentti) (mg/100g) (lähde: Fineli, Kansanterveyslaitos, 2004.) Täydennyksiä ei ole huomioitu.

Vehnälese	32,0	Täysjyvävehnähiutale	13,0
Kalkkunaleike	19,7	Kirjolohifile	11,6
Tonnikala	18,7	Leipäjuusto	8,4
Naudanmaksa	16,6	Mysli	7,3
Paistijauheliha	13,6	Broilerin koipi-reisi	5,6

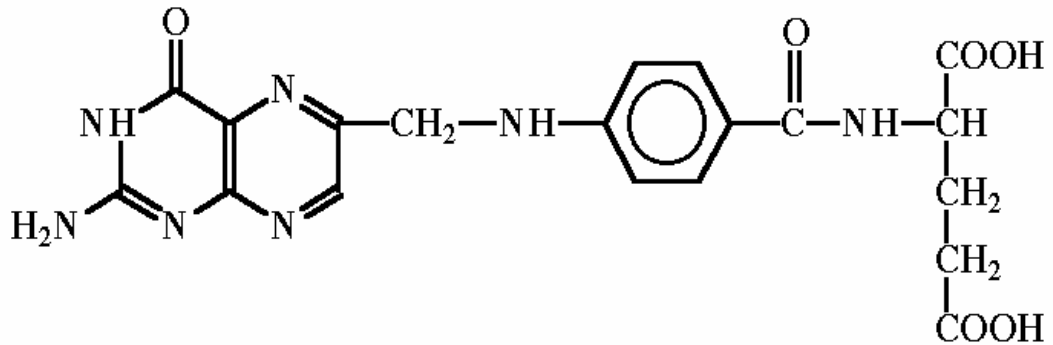
2.3 Folaatti eli foolihappo

Folaatti on yleistermi foolihapolle ja sen johdannaisille, joilla on foolihapon ravitse-
mukselliset ominaisuudet. Foolihappomolekyyli koostuu kolmesta osasta: pteridiiniren-
kaasta, p-aminobentsoehaposta ja glutamiinihaposta (Kuvio 3.). Foolihappo ei esiinny
vapaana ruoassa, vaan pteroyyliglutamaatteina, joissa on yhdestä kuuteen glutamattiyk-
sikköä. Runsaasti folaattia sisältävät maksa, täysjyväviljatuotteet ja kasvikset (Taulukko
3.). Elintarvikkeiden täydennyksessä ja ravintolisissä folaatti on yleensä vapaana fooli-
happona.

Duodenumin folyylidekonjugaasit pilkkovat ruoan tetrahydrofolaatin pelkistyneet
polyglutamyylijohdannaiset mono- ja diglutamaattijohdannaisiksi, jotka muutetaan
ohutsuolen soluissa tetrahydrofolaatiksi (Shills et al. 2006). Ohutsuolen limakalvon,
maksan ja munuaisen soluissa oleva folaattireduktaasi pelkistää ravintolisien ja täyden-
nettyjen elintarvikkeiden foolihapon folaatiksi. Folaatti imeytyy yleensä paremmin ra-
vintolisistä kuin luonnollisista lähteistä johtuen mm. ruoan folyylidekonjugaasi-
inhibiittoreista. Myös alkoholi ja eräät lääkkeet (mm. fenytoiini, primidoni, fenobarbi-
taali) heikentävät folaatin imeytymistä. Normaaleissa oloissa 5-
metyylitetrahydrofolaatti on ainoa plasmassa esiintyvä muoto (Kelly 1997). Suurin osa
elimistön folaattivarastoista on maksassa. Tämä varasto riittää kuitenkin vain muutaman
kuukauden. Folaatti eliminoituu pääasiassa erittymällä sapen ja ulosteen kautta joko

sellaisenaan tai metaboliitteina (Gregory & Quinlivan 2002). Folaatilla on tehokas enterohepaattinen kierto.

Folaatin tehtävänä on toimia kofaktorina metyyliryhmien siirrossa aminohappojen metaboliassa ja nukleiinihappojen synteesissä. Folaatti tarvitaan siis erityisesti solujen jakautumisessa. Toinen keskeinen tehtävä on homokysteiniin remetylaatio metioniiniksi.



Kuvio 3. Foolihapon rakennekaava

Taulukko 3. Eräiden elintarvikkeiden keskimääräinen folaattipitoisuus (mg/100g) (lähde: Fineli, Kansanterveyslaitos, 2004). Täydennyksiä ei ole huomioitu.

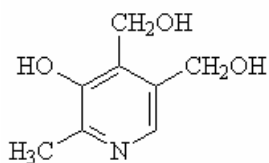
Sianmaksa	1391	Kukkakaali	86
Vehnänalkio	520	Hapankorppu	72
Vähärasvainen soijajauho	410	Hasselpähkinä	72
Maksalaatikko	212	Kananmuna	51
Punajuuri	150	Sinihomejuusto	62
Lehtikaali	120	Kaurasämpylä	59
Parsakaali	113	Ruisleipä	53

2.4 Pyridoksiini

Pyridoksiini (B₆-vitamiini) on yleisnimitys pyridoksaalille, pyridoksiinille ja pyridoksamiinille. Pyridoksiini voi esiintyä ruoassa joko glukosidina tai vapaana. Kasvipärisessä ruoassa pyridoksiini on yleensä glykosidina. Runsaasti pyridoksiinia sisältäviä elintarvikkeita ovat mm. kala, täysjyväviljatuotteet ja liha (Taulukko 4.).

Ruoan pyridoksiiniglukosidit hydrolysoidaan osittain ohutsuolen lumenissa. Osa pyridoksiiniglukosideista imeytyy sellaisenaan (Gregory 1998). Ruoan pyridoksiinista n. 75 % imeytyy (Shills et al. 2006). Pyridoksiini eliminoituu pääasiassa erittymällä virtsan kautta 4-pyridoksiinihappona tai sellaisenaan (Ravitsemustiede 1999). Saannin ollessa riittämätöntä 4-pyridoksiinihappoa ei erity virtsaan.

Pyridoksaalifosfaatti ja pyridoksamiinifosfatti ovat kofaktoreita useille aminohappojen metaboliaan osallistuville entsyymeille. Pyridoksaalifosfaatti on konetyyppi glykogeenifosforylaasille.



Kuvio 4. Pyridoksiinin rakennekaava.

Taulukko 4. Eräiden elintarvikkeiden keskimääräinen pyridoksiinipitoisuus ($\mu\text{g}/100\text{g}$) (lähde: Fineli (Kansanterveyslaitos, 2004). Täydenneyksiä ei ole huomioitu.

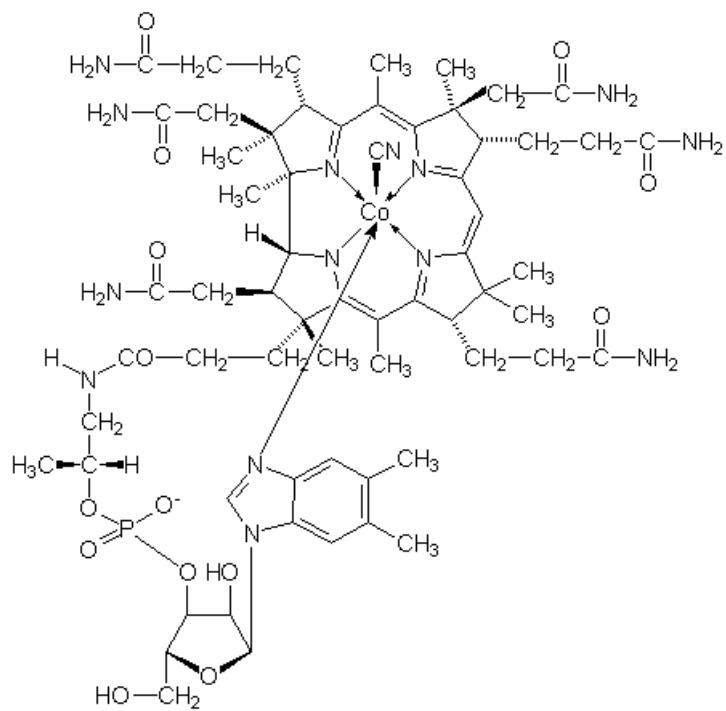
Naudanmaks	1,03	Broilerin rintafilee	0,51
Vehnälese	1,00	Banaani	0,50
Popcorn	0,92	Rasvaton maitojauhe	0,47
Savusilakka	0,61	Tonnikala	0,46
Tofu	0,61	Avokado	0,42
Paprika	0,54	Kinkkuleikkele	0,42

2.5 B₁₂-vitamiini

B₁₂-vitamiini (syankobalamiini) on yleisnimitys ryhmälle kobolttia sisältäville yhdisteille (korrinoidit), joilla on ihmisessä biologista aktiivisuutta (Kuvio 5.). B₁₂-vitamiinin synonyymi on kobalamiini. B₁₂-vitamiinia on vain eläinperäisissä elintarvikkeissa (Taulukko 5.), mutta rakenteeltaan samankaltaisia inaktiivisia yhdisteitä esiintyy myös kasveissa.

B₁₂-vitamiinin imeytymien on monivaiheinen. Mahan pepsini ja vetykloridi pilkkovat ruoan proteiineihin sitoutuneen B₁₂-vitamiinin vapaaksi B₁₂-vitamiiniksi (Shills et al. 2006). Imeytyminen ohutsuolessa vaatii B₁₂-vitamiinin sitoutumista mahan parietaalisolujen erittämään glykoproteiiniin (sisäinen tekijä). B₁₂-vitamiini-glykoproteiini-kompleksi imeytyy ileumissa erityisen reseptorin kautta. Ileumin reseptorit saturoituvat aterian B₁₂-vitamiinimäärän ollessa 1,5-2,0 μg (Scott 1997). B₁₂-vitamiini eliminoituu erittymällä niin munuaisten kuin sapenkin kautta (Shills et al. 2006)). B₁₂-vitamiinilla on tehokas enterohepaattinen kierto.

B₁₂-vitamiinin tehtävät liittyvät metyyli-ryhmän metaboliaan. Metyylikobalamiini on kofaktori metioniinisyntetaasille, joka katalysoi homokysteiniin muuntumista metioniiniksi. Adenosyylikobalamiini on puolestaan kofaktori metyyylimalonyyli-CoA-mutaasille, joka katalysoi metyyylimalonyyli-CoA:n isomeraatiota sukkinyyli-CoA:ksi. Riittävä B₁₂-vitamiinin saanti on välttämätöntä verisolujen tuotannolle ja hermoston toiminnalle.



Kuvio 5. B₁₂-vitamiinin rakennekaava

Taulukko 5. Eräiden elintarvikkeiden keskimääräinen B₁₂-vitamiinipitoisuus (µg/100g) (lähde: Fineli (Kansanterveyslaitos, 2004). Täydenneyksiä ei ole huomioitu.

Naudanmaksa	110	Anjovis	11
Sianmaksa	40	Tonnikala	4
Sinisimpukka	22	Kananmuna	2,2
Savusilakka	16	Puolikova juusto	2,1
Maksalaatikko	14	Naudanpaisti	1,4

3 VAARAN KUVAAMINEN

3.1 Tiamiini

Tiamiinin vakava puute aiheuttaa beriberiä. Aikuisella sen oireita ovat häiriöt ääreishermostojen ja sydämen toiminnassa (Shills et al. 2006). Varhaisia puutosoireita ovat anoreksia, painon lasku ja lihasheikkous. Alkoholisteilla tiamiinin puute ilmenee vakavimmillaan Wernicken enkefalopatia ja Korsakofin psykoosina. Tiamiinin metabolia on erityisen herkkä alkoholin vaikutuksille, sillä alkoholi heikentää tiamiinin imeytymistä ja vähentää tiamiinin aktivaatiota tiamiinipyrofosfaatiksi (Martin et al. 2003).

Koska tiamiinin tehtävät liittyvät energia-aineenvaihduntaan, tiamiinin tarve riippuu energian saannista. Tiamiinin tarve on muita suurempi fyysisesti aktiivisilla, raskaana olevilla ja imettävillä.

Kliinisiä puutosoireita esiintyy tiamiinin saannin ollessa alle 0,5 mg/päivä (vastaa 0,05 mg/MJ) (Nordic Nutrition Recommendations 2004). Tiamiinin virtsanerityksen ja punasolujen transketolaasiaktiivisuuden on todettu normalisoituvan saantitasolla 0,07-0,08 mg/MJ. Pohjoimaisissa ravitsemussuosituksissa keskimääräiseksi tarpeeksi on määritelty 0,1 mg/MJ ja suositeltavaksi saanniksi 0,12 mg/MJ.

Suun kautta otetulla tiamiinilla on todettu olevan erittäin pieni haittavaikutusten riski, sillä yli 5 mg:n annoksilla imeytyminen heikkenee huomattavasti (SFC 2001). Jopa tasolla 50-200 mg/päivä käytettynä kuukausia ei ole havaittu haittavaikutuksia. Siten EU:n Scientific Committee on Food ei ole voinut asettaa tiamiinille turvallisen saannin ylärajaa (SCF 2001).

3.2 Niasiini

Niasiinin vakava puutostauti on pellagra, jonka oireita ovat ihotulehdus, ripuli ja dementia (Shills et al. 2006). Sitä esiintyy pääasiassa väestöissä, joissa ruokavalio perustuu maissin tai muihin vähäproteiinisiin viljoihin. Kontrolloidussa tutkimuksessa (van den Berg 1997) pellagraa esiintyi niasiinin saannin ollessa 8,8 mg/päivä. Muissa tutkimuksissa kliinisiä puutosoireita ei esiintynyt niasiinin saannin ollessa 9,2-12,3 mg/päivä. Pohjoimaisissa ravitsemussuosituksissa niasiinin suositeltava saanti on 19 mg/päivä miehillä ja 15 mg/päivä naisilla.

Nikotiinihapon - mutta ei nikotiiniamidin - on havaittu aiheuttavan lieviä oireita (mm. ihon punoitusta) saannin ollessa 30-1000 mg/päivä (Nordic Nutrition Recommendations 2004). Suurempien saantien on havaittu aiheuttavan maksavaurion. EU:n Scientific Committee on Food on ehdottanut turvallisen saannin ylärajaksi nikotiinihapolle 10 mg/päivä ja nikotiiniamidille 900 mg/päivä (SCF 2002). Tässä raportissa on käytetty nikotiiniamidin rajaa, sillä se on pääasiallinen muoto ravintolisissä ja elintarvikkeiden täydentämisessä.

3.3 Folaatti

Koska folaattia tarvitaan erityisesti solujen jakautumisessa, sen puute ilmenee ensin nopeasti uusiutuvissa kudoksissa, kuten luuytimessä. Folaatin puute aiheuttaa megaloblastista anemiaa, joka johtuu DNA- ja RNA-synteesin heikkenemisestä (Aro et al.1999). Sen oireita ovat ihomuutokset, ruokahaluttomuus, lihasheikkous, suolisto-oireet, kasvun heikkeneminen ja hermostolliset oireet. Pienin annos, jolla megaloblastinen anemia esyy on 50-100 µg/päivä (Herbert 1962). Myös folaatin merkitys hermostoputken sulkeutumishäiriössä liittyy folaatin tehtävään solun jakaantumisen säätelyssä. Äidin matalan folaattistatuksen on todettu liittyvän sikiön lisääntyneeseen hermostoputken sulkeutumishäiriön riskiin (Shills et al. 2006). Toinen vähäisen folaatin saannin ilmentymä on hyperhomokysteinemian, mutta tämän terveydellinen merkitys on epäselvä.

Runsas folaatin saanti voi peittää B₁₂-vitamiinin puutteen aiheuttamat hematologiset ilmentymät (mm. anemia)(SCF 2000a). Tällöin B₁₂-vitamiinin puute voi jäädä huomaamatta ja voi kehittyä neurologisia häiriöitä. Runsaaseen folaatin saantiin on esitetty aiheuttavan myös muita terveydellisiä haittoja – mm. neurotoksisuus ja sinkin imeytymisen heikkeneminen, mutta näitä haittoja on ilmennyt vain eläinkokeissa tai tulokset ihmisten osalta ovat olleet ristiriitaisia (SCF 2000a).

Folaatille määritelty LOAEL (lowest observed adverse effects level) on 5 mg/päivä (SCF, 2000a). Saantitasolla 1000 µg/päivä ei todennäköisesti esiinny B₁₂-vitamiini peittoaikutusta. EU:n SCF on siten määritellyt 1000 µg/päivässä turvallisen saannin ylärajaksi (SFA 2000a).

3.4 Pyridoksiini

Pyridoksiinin puutos on harvinainen ja esiintyy yleensä yhdessä muiden B-ryhmän vitamiinien puutteen kanssa (Nordic Nutrition Recommendations 2004). Lapsilla pyridok-

siinin kliinisiä ilmenemismuotoja ovat epileptistyyppiset kouristukset, laihtuminen, vatsavaivat ja anemia. Kokeellisesti aiheutetussa pyridoksiinin puutteessa aikuisilla on ilmennyt psyykkisiä häiriöitä, poikkeavuuksia EEG:ssa ja ihomuutoksia kasvoilla. Aikuisilla kliiniset puutosoireet ovat ilmenneet vasta pyridoksiinin saannin ollessa korkeintaan 0.1-0.2 mg/päivä. Pyridoksiinin puutteen aiheuttamia biokemiallisia muutoksia ovat mm. lisääntynyt ksantureenihapon erityys virtsaan ja pienentynyt punasolujen transaminaasiaktiivisuus.

Pyridoksiinin liikasaannin (yli 50 mg/päivä) aiheuttamat haitat tulevat ilmi vasta kuukausia tai vuosia kestäväen altistuksen aikana. Liikasaannin oireita ovat vähäiset neurologiset oireet ja yli 500 mg:n saantitasolla neurotoksisuus (SCF 2000b).

EU:n Scientific Committee on Food on todennut, että haittavaikutukset ovat epätodennäköisiä alle 100 mg:n saantitasolla ja määritellyt turvallisen saannin ylärajaksi 25 mg/päivä (SFA 2000b).

3.5 B₁₂-vitamiini

Useimmilla ihmisillä on runsaat B₁₂-vitamiinivarastot, joten B₁₂-vitamiinin puutos kehittyy vain saannin ollessa riittämätöntä usean vuoden ajan. B₁₂-vitamiinin tehokas enterohepaattinen kierto pienentää B₁₂-vitamiinin puutteen riskiä.

Pienin intramuskulaarinen annos, joka normalisoi ja ylläpitää hematologista statusa prenisioösiä anemiaa sairastavilla on 0,5-1,0 µg/päivä (Darby et al. 1958). Koska näitä potilaita puuttuu B₁₂-vitamiinin enterohepaattinen kierto, terveillä tarve on luultavasti pienempi. Neljällä B₁₂-vitamiinin puutoksesta johtuvaa anemiaa sairastavalla hematologinen status normalistui B₁₂-vitamiinin saantitasolla 0.3-0,65 µg/päivä. Pohjoismaisissa ravitsemussuosituksissa on näiden tutkimusten pohjalla päädytty konservatiiviseen arvioon keskimääräiseksi tarpeeksi 0,7 µg/päivä. Kun otetaan huomioon, että 50 % ruoan B₁₂-vitamiinimäärästä imeytyy, keskimääräiseksi tarpeeksi tulee aikuisilla 1,4 µg/päivä.

Suurillakaan (yli 100 µg/päivä) B₁₂-vitamiiniannoksilla ei ole todettu haittavaikutuksia (Nordic Nutrition Recommendations 2004), joten turvallisen saannin ylärajaa ei ole voitu määrittää.

4 ALTISTUKSEN ARVIOIMINEN

4.1 Aineisto ja menetelmät

Tässä tutkimuksessa käytettiin ruoankäytön ja ravinnonsaannin selvittämiseen pääosin FINRAVINTO 2002 –aineistoa, joka on kerätty vuonna 2002 Helsingin ja Vantaan, Turku-Loimaan, Pohjois-Karjalan, Kuopion ja Oulun läänin alueilta (Männistö et al. 2003). Menetelmänä oli 48-tuntin ruoankäyttöhaastattelu. Tutkimukseen kutsuttiin 3181 henkilöä, joista hyväksytyt ravintohaastattelu tehtiin 2007 henkilölle (63 %). Lisäksi osa tutkittavista (n=247) täytti kaksi kertaa (kevällä ja syksyllä) kolmen päivän ruokapäiväkirjan. Aineistosta laskettiin ravinnonsaanti käyttäen Fineli[®]-tietokantaa (Kansanterveyslaitos, 2004).

Tiedot ravintolisien käytöstä kerättiin FINRISKI 2002 peruslomakkeella, jossa tiedusteltiin edellisen 6 kuukauden aikaista ravintolisien käyttöä. Käyttäjiltä kysyttiin valmisteen nimeä, annosta ja käyttöiheyttä. Näiden tietojen pohjalta laskettiin ravintoaineiden saanti ravintolisistä käyttäen ravintoainevalmistetietokantaa, jossa on tiedot niiden ravintosisällöstä.

Tietoa täydennettyjen elintarvikkeiden käytöstä saatiin Suomen Gallupin Elintarvikkevirastolle keräämästä kyselystä (Raulio 2003). Tiedonkeruumenetelmänä oli Gallup-Kanavaksi kutsuttu kysely, jossa yksi tai useampi henkilö taloudesta vastaa tutkimuksen kysymyksiin kotiin asennetun Internet-tv:n välityksellä. Tutkimuksen aineisto koostui 1537:n yli 15-vuotiaan henkilön vastauksista. Osallistumisaktiivisuus oli 72 %. Kyselyssä kysyttiin mm. mitä etukäteen määriteltyjä (esim. täysmehuja, joihin lisätty C-vitamiinia) täydennettyjä elintarvikkeita käyttää joko säännöllisesti tai satunnaisesti; minkä nimisiä tuotteita käyttää ja miksi. Kyselyssä tiedusteltiin myös ravintolisien käyttöä.

Tiamiinin, niasiinin, folaatin ja pyridoksiinin saantia mallinnettiin kahdella tavalla. Ensimmäinen käytettiin mallia, jossa oletettiin, että kaikki kyseessä olevan tuoteryhmän (esim. täysmehut) tuotteet olisivat täydennettyjä. Täydentämättömän B-ryhmän vitamiinien saannin jakauma estimoitiin Finravinto 2002 -aineistosta käyttäen Nusserin ym. (1996) menetelmää, jossa otetaan huomioon päivien välinen korrelaatio ja taustamuuttujat (vakiointi). Laskelmat toteutettiin SAS:n SIDE-ohjelmalla. B₁₂-vitamiinin saanti mallinnettiin vain tällä tavalla, sillä sekä liian pienen että liian suuren B₁₂-vitamiinin saannin riski oli varsin pieni, joten mallinnusten jatkaminen ei ollut tarkoituksenmukaista. Toisessa mallissa käytetään Imanin ja Conoverin (1982) simulaatiomenetelmää, koska mallin-

nuksessa tarvittava aineisto tulee useasta eri lähteestä eikä niiden yhdistäminen muuten ole mahdollista. Mallissa otetaan huomioon tavanomaisten elintarvikkeiden, täydennettyjen elintarvikkeiden ja ravintolisien kuluttajaosuudet ja käyttäjajakaumat sekä näiden väliset yhteydet (korrelaatiot). Tavanomaisten elintarvikkeiden käyttäjäosuus laskettiin Finnravinto 2002 aineiston niiltä henkilöiltä, joilla oli 48-h haastattelun lisäksi käytettävissä 2x3 vrk ruokapäiväkirjat (n=247). Täydennettyjen elintarvikkeiden käyttäjäosuuksien estimoinnissa käytettiin Gallupkanavan aineistoa. Täydennysosuutena käytettiin sitä osuutta vastaajista, jotka olivat syöneet säännöllisesti elintarvikkeita, joihin on lisätty useita vitamiineja (mehut, jogurtit) tai joihin on lisätty vitamiineja ja/tai kivennäisaineita (aamaismurot/mysli, makeiset). Seuraaville elintarvikkeille täydennysosuudet saatiin suoraan Gallupkanavan aineistosta (naiset/miehet): mehut (8 %/9 %), murot ja mysli (8 %/10 %), jogurtti (8 %/9 %), makeiset (2 %/3 %). Muille elintarvikkeille käytettiin mehujen täydennysosuutta. Simulointiin käytettiin @Risk-ohjelmistoa (Palisade Corporation, Yhdysvallat). Malleissa käytettiin empiirisiä kumulatiivisia jakaumia.

Täydennetyiksi elintarvikkeiksi tai elintarvikeryhmiksi malleihin valittiin ne elintarvikkeet tai elintarvikeryhmät, joita täydennetään asetuksen 917/2002 mukaisesti (ns. yleinen lupa, koskee aamiaisviljavalmisteita, joissa saa olla tiamiinia 1-1,4 mg/100 g ja niasiinia 15-17 mg/100g) tai Elintarvikeviraston myöntämällä luvalla tai ne elintarvikkeet, joihin on haettu täydennyslupa. Saantiarvioissa otettiin huomioon 30.4.2005 mennessä haetut tai myönnetyt täydennysluvut. Taulukossa 7. on esitetty malleissa käytetyt täydennettyjen elintarvikkeiden tiamiini-, niasiini-, folaatti-, pyridoksiini- ja B₁₂-vitamiinipitoisuudet. Deterministisissä malleissa elintarvikkeet lisättiin malliin siinä järjestyksessä, jossa niiden oletetaan tulevan markkinoille.

Raja-arvona tiamiinin, niasiinin, folaatin, pyridoksiinin ja B₁₂-vitamiinin suositeltavalle ja turvalliselle saannille on käytetty pohjoismaisia ravitsemussuosituksia (Nordic Nutrition Recommendations 2004) ja SCF:n (Scientific Committee on Food) määrittelemiä turvallisen saannin ylärajoja (Scientific Committee on Food (SCF), 2000a, 2000b, 2000c, 2002)(Taulukko 6.).

Taulukko 6. Tiamiinin, niasiinin, folaatin, pyridoksiinin ja B₁₂-vitamiinin suositeltavat saannit ja turvallisen saannin ylärajat päivää kohti 30-60-vuotiailla.

	Suositeltava saanti		Turvallisen saannin yläraja	
	Miehet	Naiset	Miehet	Naiset
Tiamiini, mg	1,4	1,1	ei määritelty	ei määritelty
Niasiini, mg	19	15	900*	900*
Folaatti, µg	300	400	1000	1000
Pyridoksiini, mg	1,6	1,3	25	25
B ₁₂ -vitamiini, µg	2,0	2,0	ei määritelty	ei määritelty

* raja nikotiiniamidille

Taulukko 7. Malleissa käytettyjen täydentämättömien (I) ja täydennettyjen (II) elintarvikkeiden keskimääräinen tiamiini-, niasiini-, folaatti-, pyridoksiini- ja B₁₂-vitamiinipitoisuus.

	Tiamiini, mg/100g		Niasiini, mg/100 g		Folaatti, µg/100 g		Pyridoksiini, mg/100 g		B ₁₂ -vitamiini, µg/100 g	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Mysli ja murot	1,20	1,78	7,3	20,3	5,1	226,7	0,16	6,8	0	11,1
Mehu	0	0,29	0	3,34	1,3	38,3	0,31	0,38	0	0,21
Jogurtti	0,04	0,21	1,0	1,0*	6,1	44,4	0,05	0,42	0,2	0,23
Vehnänäkkipä	0,07	0,3	6,2	3,6	23,0	23,0*	0,29	0,3	0	0*
Keksi	0,03	1,62	3,0	3,4	10,8	10,8*	0,06	0,7	0	0*
Energiajuoma	0	0,38	0	7,2	0	90,0	0	0,79	0	1,53
Kaakaojuoma- jauhe	0	1,75	2,8	22,5	4,0	4,0*	0,02	2,5	0	1,25
Makeinen	0	4,2	0	54	0	600	0	6	0	3
Kivennäisvesi	0	0*	0	2,7	0	38,5	0	0,22	0	0,18
Virvoitusjuoma	0	0*	0	5,4	0	0*	0	0,3	0	0*
Sulatejuusto	0,03	0,03*	4,8	4,8*	7,0	100	0,08	1,0	1,4	1,4*

* Elintarviketta ei täydennetty tällä ravintoaineella

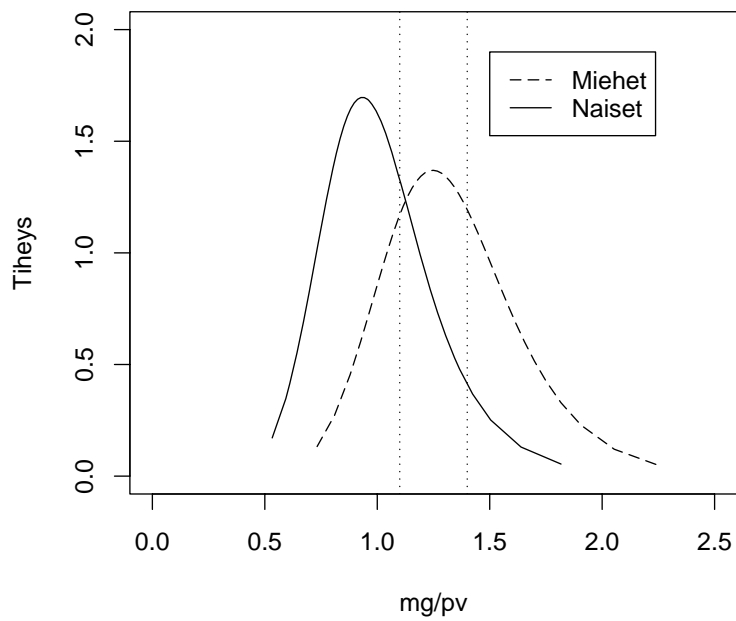
4.2 Tiamiinin, niasiinin folaatin, pyridoksiinin ja B₁₂-vitamiinin saanti

4.2.1 Tiamiini

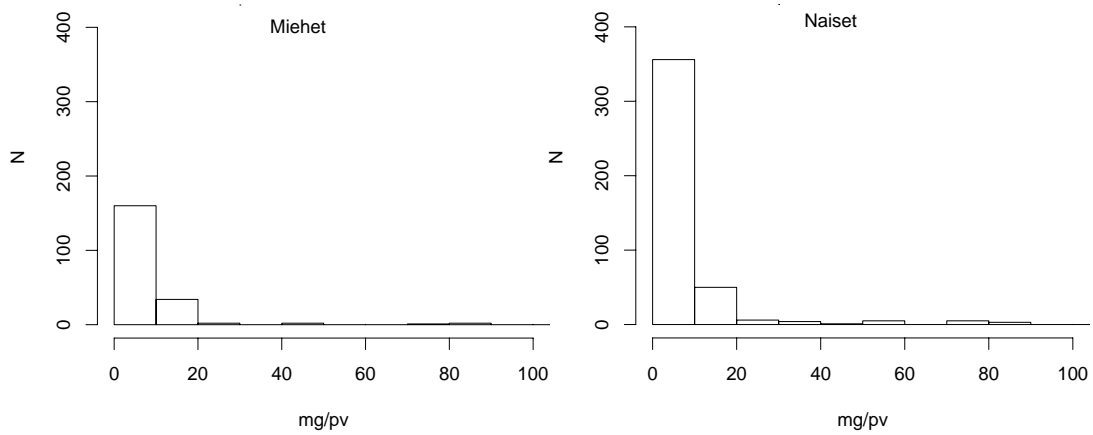
Viljatuotteet ja -ruoat sekä liharuoat ja -valmisteet olivat tärkeimmät tiamiinin lähteet sekä miehillä että naisilla (Taulukko 8.). Tiamiinin saanti luonnollisista lähteistä oli melko niukkaa sekä miehillä että naisilla (Kuvio 6.). Tiamiinin saanti ravintolisistä on keskimäärin vähäistä, mutta yksittäisillä henkilöillä saanti on erittäin runsasta (Kuvio 7.). Täydentämisen vaikutus tiamiinin kokonaissaantiin oli melko vähäistä, kun oletettiin, että täydennys tehtäisiin kaikkiin tarkastelussa mukana oleviin elintarvikeryhmiin 100 %:sti (Kuvio 8.). Yksittäisistä elintarvikkeista mehun täydentäminen lisäsi eniten tiamiinin saantia ja pienensi niukasti tiamiinia saavien osuutta (Taulukko 9.). Myös makeisten täydentämien lisäsi merkittävästi tiamiinin saantia naisilla.

Taulukko 8. Tiamiinin tärkeimmät luonnolliset lähteet Finravinto-tutkimuksessa.

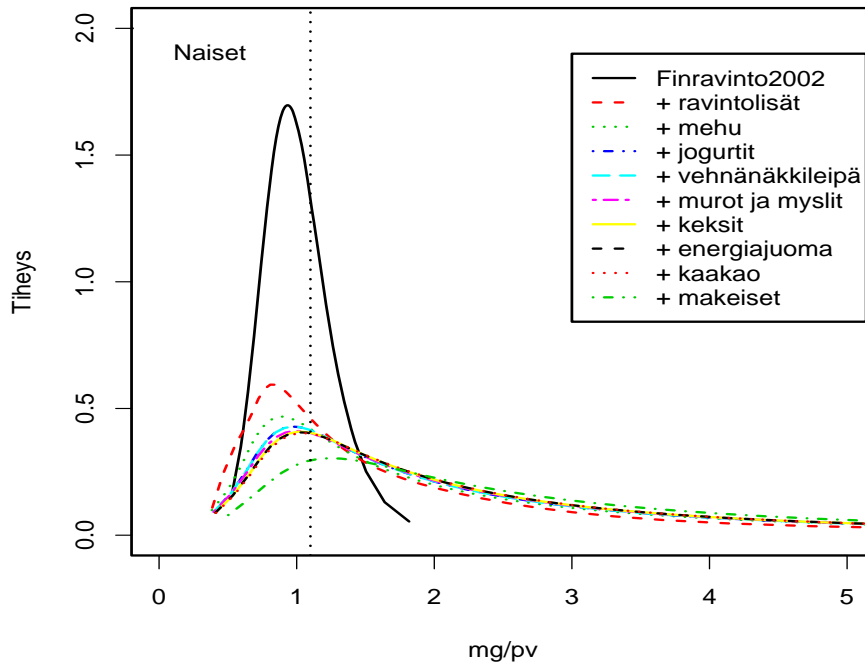
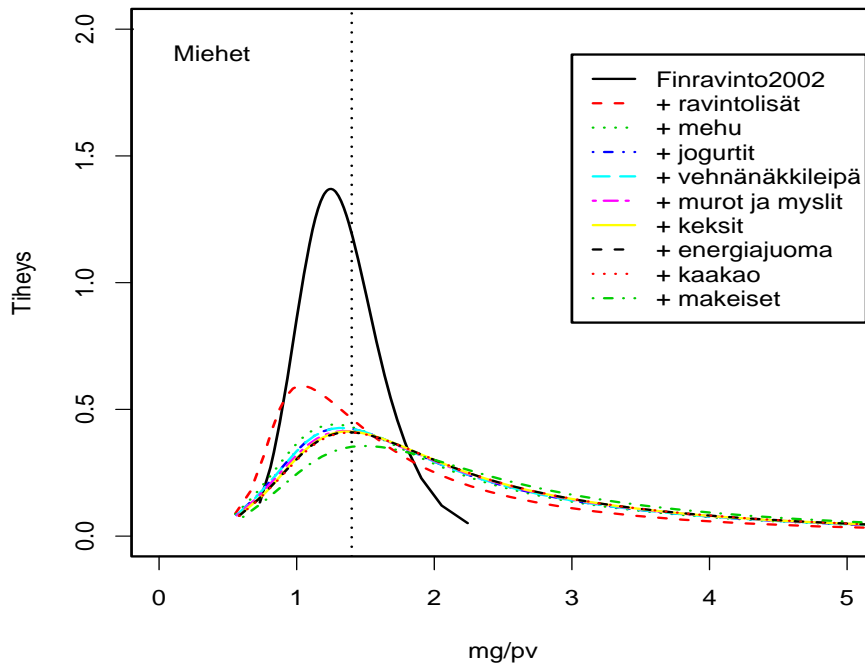
Ruoankäyttöluokka	mg/päivä		% kokonaissaannista	
	Miehet	Naiset	Miehet	Naiset
Viljatuotteet ja -ruoat	0,41	0,33	30,3	31,9
Liharuokat ja -valmisteet	0,34	0,22	25,1	21,3
Maitotuotteet	0,15	0,12	10,8	11,4
Perunaruokat	0,17	0,10	12,4	9,6
Hedelmät ja marjat sekä hedelmä- ja marjaruoat	0,09	0,15	6,8	14,1
Kalaruoat ja -valmisteet	0,03	0,02	2,4	2,2



Kuvio 6. Tiamiinin saannin jakauma luonnollisista lähteistä. Suositeltava saanti merkitty erikseen miehille ja naisille pystykatkoviivalla.



Kuvio 7. Tiamiinin saannin jakauma ravintolisistä

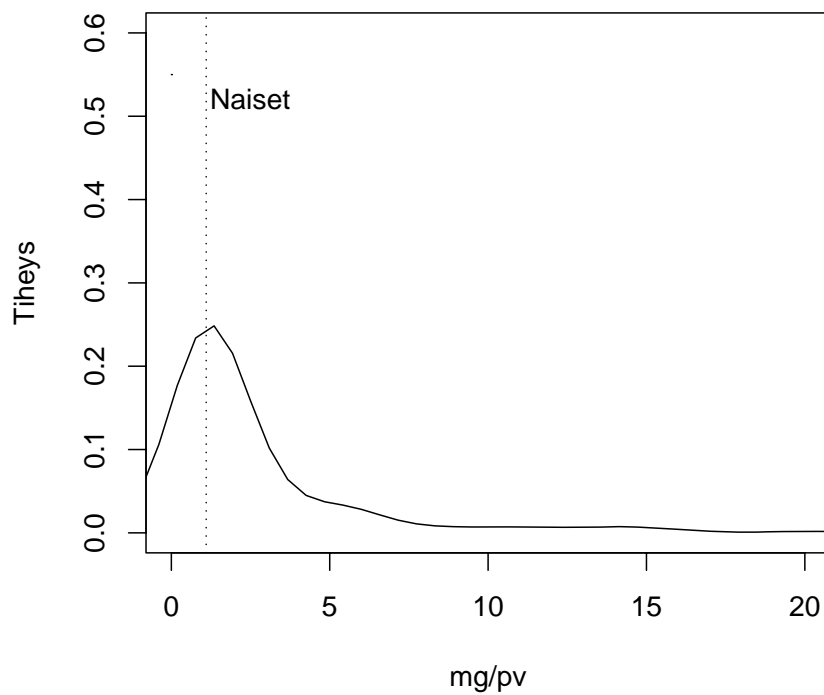
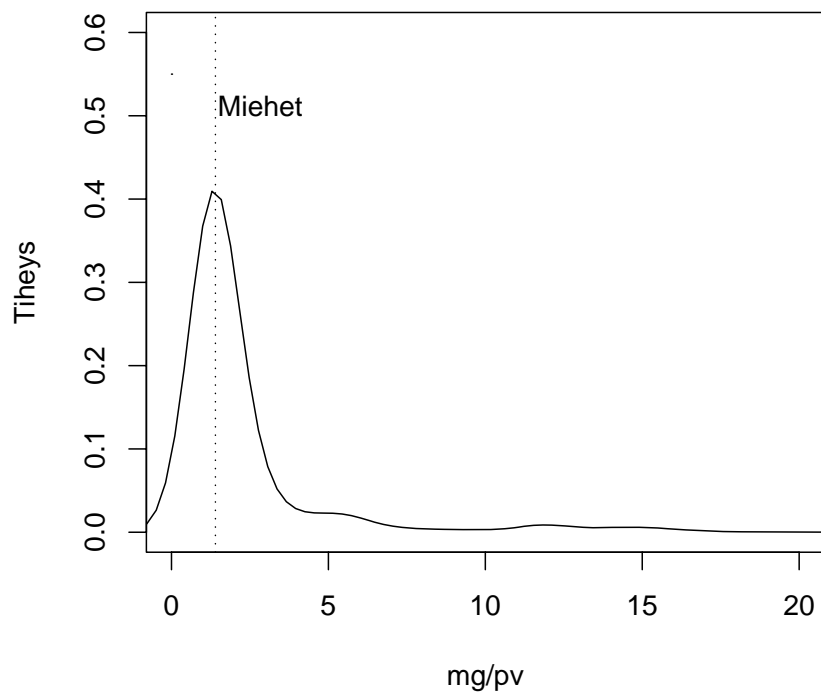


Kuvio 8. Tiamiinin kokonaissaanti luonnollisista lähteistä ja erilaisissa täydennyskenaarioissa (what if –malli, elintarvikkeiden täydennykset lisätty yksitellen malliin). Suositeltava saanti on merkitty pystyviivalla

Taulukko 9. Yksittäisten elintarvikkeiden täydentämisen ja ravintolisien vaikutus tiamiinin saantiin what if -malleissa.

	Keskiarvo, mg/päivä (sd)		Saanti alle suosituksen (%)	
	Miehet	Naiset	Miehet (<1,4 mg/päivä)	Naiset (<1,1 mg/päivä)
Luonnolliset lähteet	1.34 (0.32)	1.02 (0.27)	62	67
+ ravintolisät	2.88 (4.16)	3.85 (8.03)	38	33
+ mehu	3.28 (4.43)	4.30 (9.82)	28	26
+ jogurtti	3.34 (4.53)	4.38 (9.74)	26	23
+ vehnänäkkipä	3.34 (4.52)	4.38 (9.73)	26	23
+ murot ja myslit	3.38 (4.56)	4.43 (9.83)	25	22
+ keksit	3.41 (4.57)	4.45 (9.86)	25	21
+ energiajuoma	3.42 (4.53)	4.46 (9.87)	24	21
+ kaakao	3.43 (4.53)	4.47 (9.88)	24	21
+ makeiset	3.60 (4.29)	5.25 (10.28)	20	13

Todennäköisyyspohjaisissa malleissa täydentämisen vaikutus tiamiinin saantiin oli vähäistä (Taulukko 10., Kuvio 9.). Tiamiinin lähteet todennäköisyyspohjaisissa malleissa olivat (miehet/naiset): luonnolliset lähteet (49,3 %/27,5 %), ravintolisät (49,2 %/71,5 %) ja elintarvikkeiden täydentäminen (1,5 %/1,0 %).



Kuvio 9. Tiamiinin kokonaissaannin jakauma todennäköisyyspohjaisissa malleissa.
Suositeltava saanti merkitty pystykatkoviivalla.

Taulukko 10. Täydentämisen vaikutus tiamiinin päivittäiseen saantiin todennäköisyyspohjaisissa mal-
leissa.

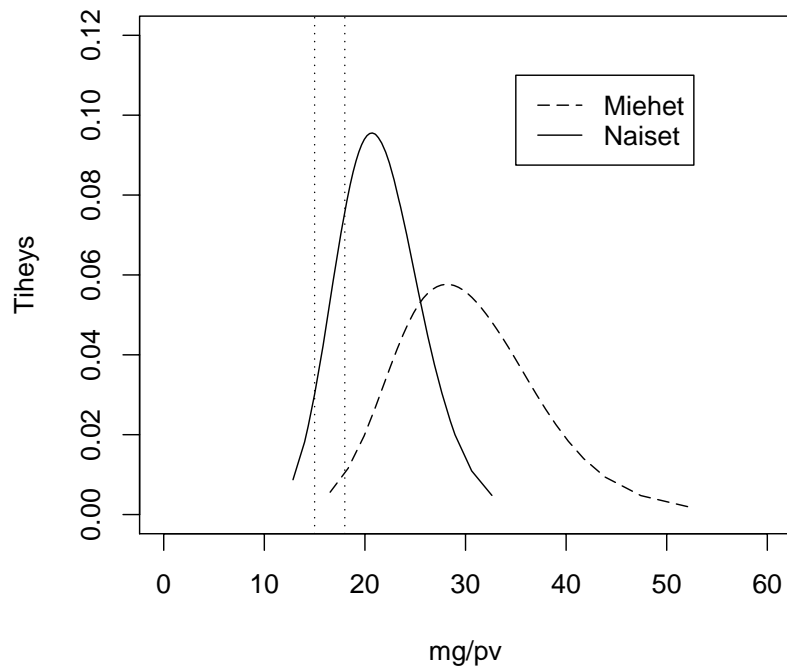
	Miehet		Naiset	
	Luonnolliset lähteet ja ravintolisät	+ Täydennys	Luonnolliset lähteet ja ravintolisät	+ Täydennys
Keskiarvo (sd), mg/	2,67 (6,06)	2,73 (6,24)	3,69 (9,64)	3,72 (9,76)
Mediaani, mg/	1,41	1,43	1,22	1,26
Saanti alle suosituksen (%)	48,9	46,8	41,5	39,2

4.2.2 Niasiini

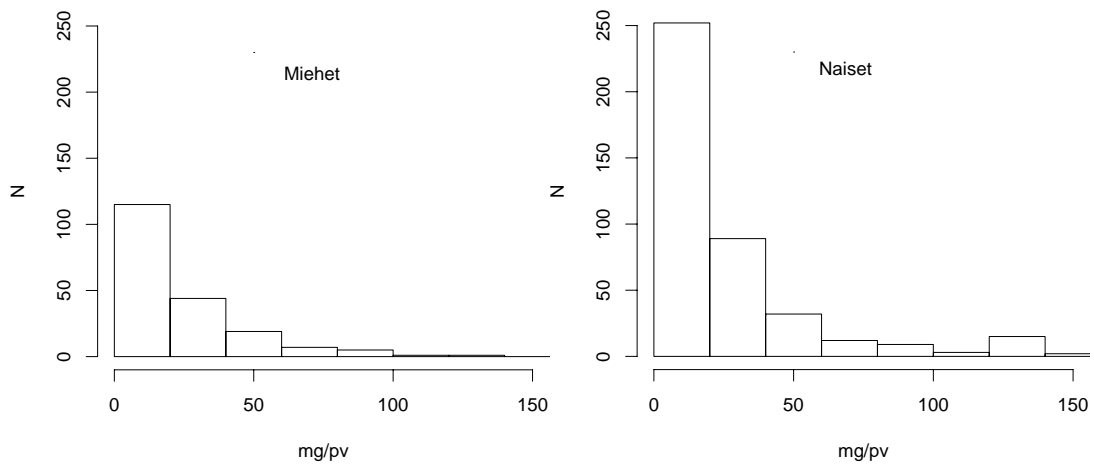
Viljatuotteet ja -ruoat, liharuoat ja -valmisteet sekä maitotuotteet olivat tärkeimmät niasiinin lähteet sekä miehillä että naisilla (Taulukko 11.). Niasiinin saanti luonnollisista lähteistä oli keskimäärin riittävää sekä miehillä että naisilla (Kuvio 10.). Niasiinin saanti ravintolisistä oli keskimäärin vähäistä, mutta yksittäisillä henkilöillä saanti on erittäin runsasta (Kuvio 11.). Täydentämisen vaikutus niasiinin kokonaissaantiin oli melko vähäistä, kun oletettiin, että täydennys tehtäisiin kaikkiin tarkastelussa mukana oleviin elintarvikeryhmiin 100 %:sti (Kuvio 12.). Yksittäisistä elintarvikkeista mehun täydentäminen lisäsi merkittävästi niasiinin saantia ja pienensi niukasti niasiinia saavien osuutta (Taulukko 12.). Myös makeisten täydentämien lisäsi merkittävästi niasiinin saantia naisilla. Missään mallissa niasiinin saanti ei ylittänyt turvallisen saannin ylärajaa.

Taulukko 11. Niasiinin tärkeimmät luonnolliset lähteet Finravinto-tutkimuksessa.

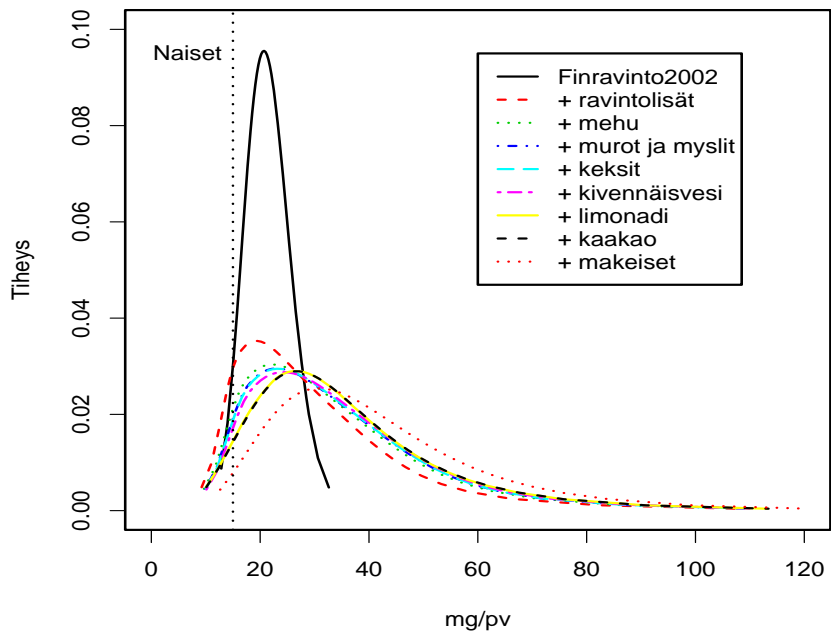
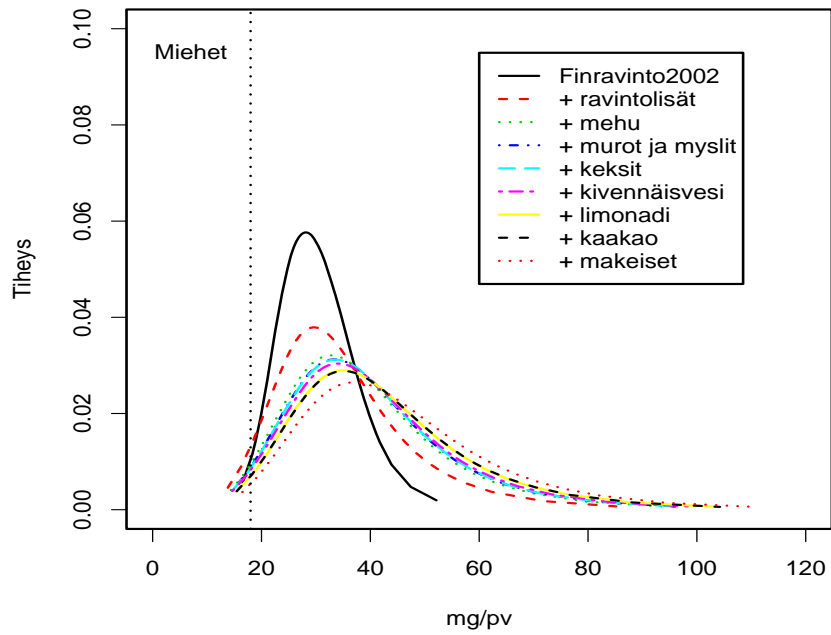
Ruoankäyttöluokka	mg/päivä		% kokonaissaannista	
	Miehet	Naiset	Miehet	Naiset
Liharuokat ja -valmisteet	9,54	5,90	30,9	27,1
Viljatuotteet ja -ruoat	8,22	5,99	26,6	27,6
Maitotuotteet	5,44	4,41	17,6	20,3
Kalaruoat ja -valmisteet	1,19	1,73	3,9	8,0
Kasvisruoat	0,93	1,16	3,0	5,3
Hedelmät ja marjat sekä hedelmä- ja marjaruoat	0,91	1,07	3,0	4,9



Kuvio 10. Niasiinin saantijakauma luonnollisista lähteistä. Suositeltava saanti merkitty erikseen miehille ja naisille pystykatkoviivoilla.



Kuvio 11. Niasiinin saantijakauma ravintolisistä.

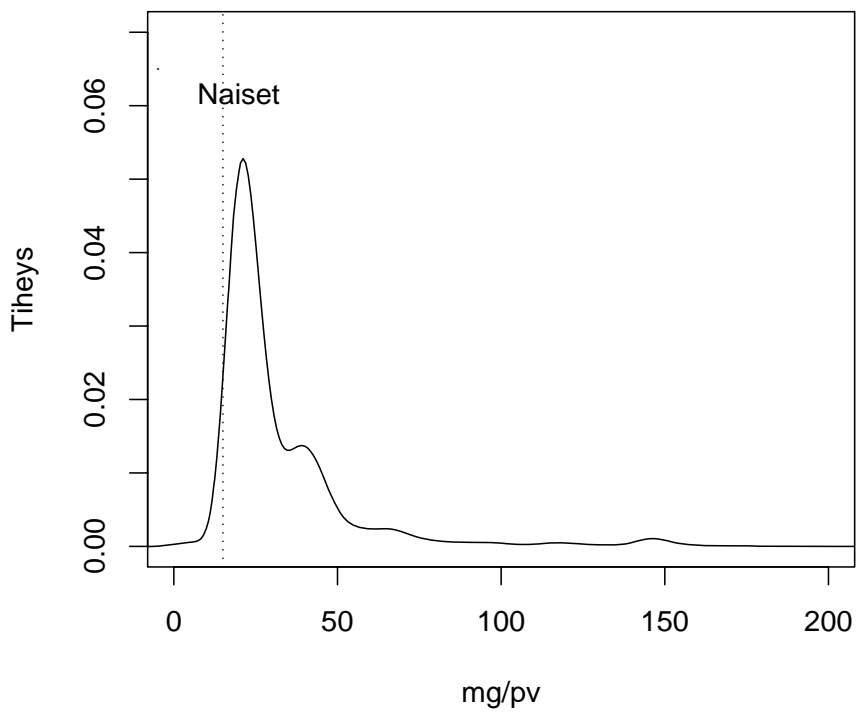
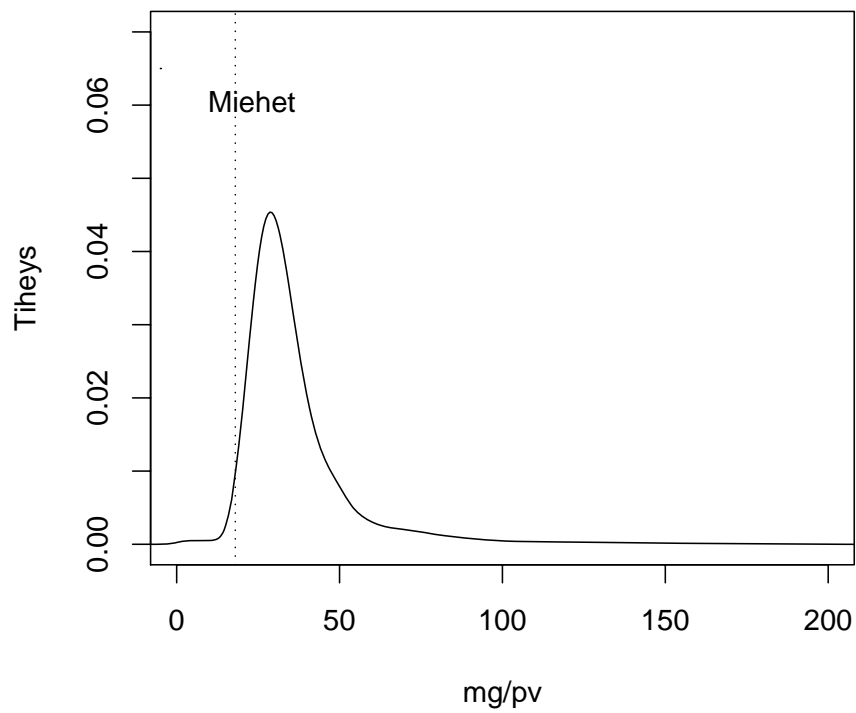


Kuvio 12. Niasiinin kokonaissaanti luonnollisista lähteistä ja erilaisissa täydennyskenaarioissa (whata if –malli). Elintarvikkeiden täydennykset on lisätty yksitellen malliin. Suositeltava saanti on merkitty pystykatkoviivalla.

Taulukko 12. Yksittäisten elintarvikkeiden täydentämisen ja ravintolisien vaikutus niasiinin saantiin (mg/päivä) what if -mallissa.

	Miehet		Naiset	
	Keskiarvo, (sd), mg/päivä	<19 mg/päivä saavien osuus (%)	Keskiarvo (sd), mg/päivä	<15 mg/päivä saavien osuus (%)
Luonnolliset lähteet	30.5 (7.5)	2.13	21.5 (4.2)	14.89
+ ravintolisät	35.7 (14.3)	4.46	31.8 (19.0)	10.38
+ mehu	39.6 (16.1)	3.30	34.6 (19.5)	7.57
+murot ja myslit	40.4 (16.5)	3.07	35.4 (19.7)	6.85
+ keksit	40.6 (16.6)	3.00	35.5 (19.7)	6.68
+kivennäisvesi	41.3 (17.2)	2.91	36.2 (19.9)	6.17
+ limonadi	43.1 (18.0)	2.31	37.2 (20.8)	5.64
+ kaakao	43.1 (18.1)	2.32	37.3 (20.9)	5.50
+ makeiset	46.1 (19.4)	1.65	42.7 (22.0)	2.39

Todennäköisyyspohjaisissa malleissa täydentämisen vaikutus niasiinin saantiin oli pientä (Taulukko 13., Kuvio 13.). Niasiinin lähteet olivat (miehet/naiset): luonnolliset lähteet 85,0 %/67,1 %, ravintolisät 13,7 %/31,8 % ja elintarvikkeiden täydentäminen 1,3 %/1,1 %.



Kuvio 13. Niasinin kokonaissaannin jakauma todennäköisyyspohjaisissa malleissa

Taulukko 13. Täydentämisen vaikutus niasiinin päivittäiseen saantiin todennäköisyyspohjaisissa malleissa.

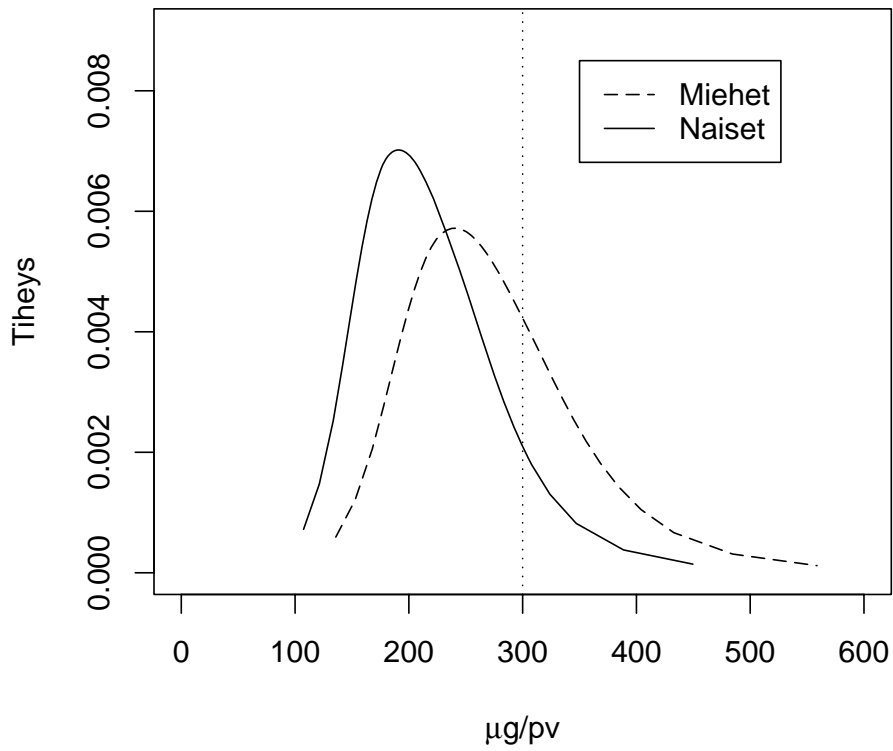
	Miehet		Naiset	
	Luonnolliset lähteet ja ravintolisät	+ Täydennys	Luonnolliset lähteet ja ravintolisät	+ Täydennys
Keskiarvo (sd), mg	36,2 (18,6)	36,5 (18,7)	31,8 (22,5)	32,1 (22,7)
Mediaani, mg	31,5	31,9	24,2	24,5
Saanti alle suosituksen (%)	1,89	1,84	3,49	3,36
Saanti > UL (%)	0	0	0	0

4.2.3 Folaatti

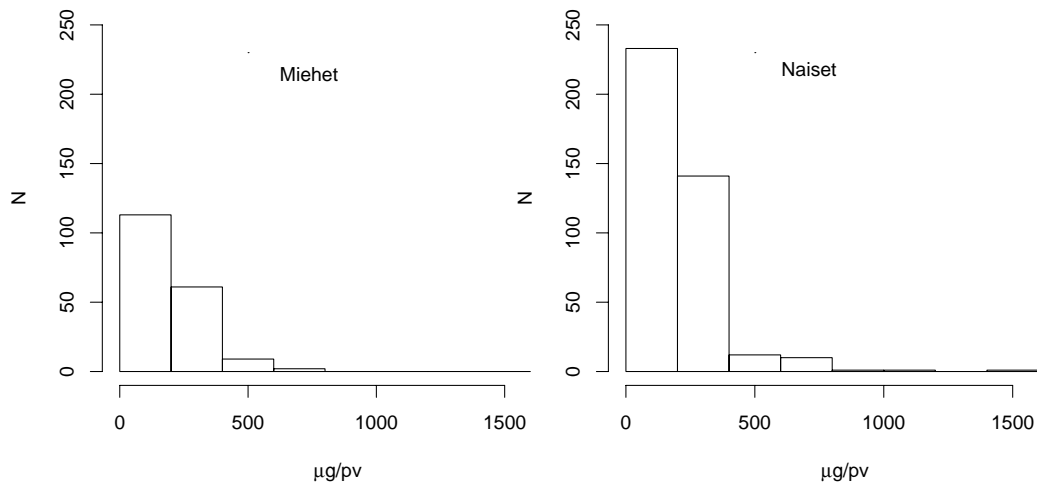
Viljatuotteet ja –ruoat sekä liharuoat ja –valmisteet olivat tärkeimmät folaatin lähteet sekä miehillä että naisilla (Taulukko 14.). Folaatin saanti luonnollisista lähteistä on niukkaa sekä miehillä että naisilla (Kuvio 14.). Folaatin saanti ravintolisistä on keskimäärin vähäistä, mutta yksittäisillä henkilöillä saanti on erittäin runsasta (Kuvio 15.). Täydentämisen vaikutus folaatin kokonaissaantiin oli melko suuri, kun oletettiin, että täydennys tehtäisiin kaikkiin tarkastelussa mukana oleviin elintarvikeryhmiin 100 %:sti (Kuvio 16.). Yksittäisistä elintarvikkeista mehun ja makeisten täydentäminen lisäsi merkittävästi folaatin saantia, pienensi niukasti folaattia saavien ja lisäsi turvallisen saannin ylittävien osuutta (Taulukko 15.).

Taulukko 14. Folaatin tärkeimmät luonnolliset lähteet Finravinto-tutkimuksessa.

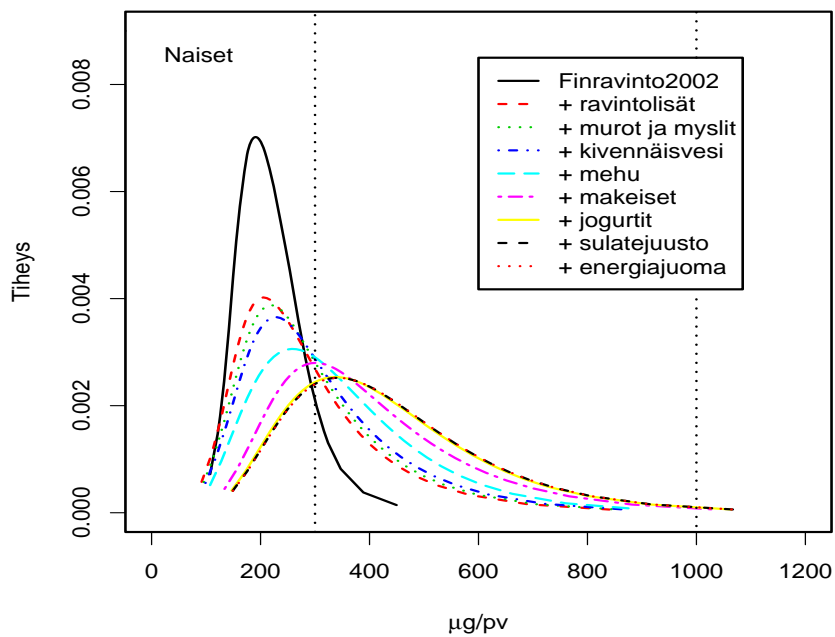
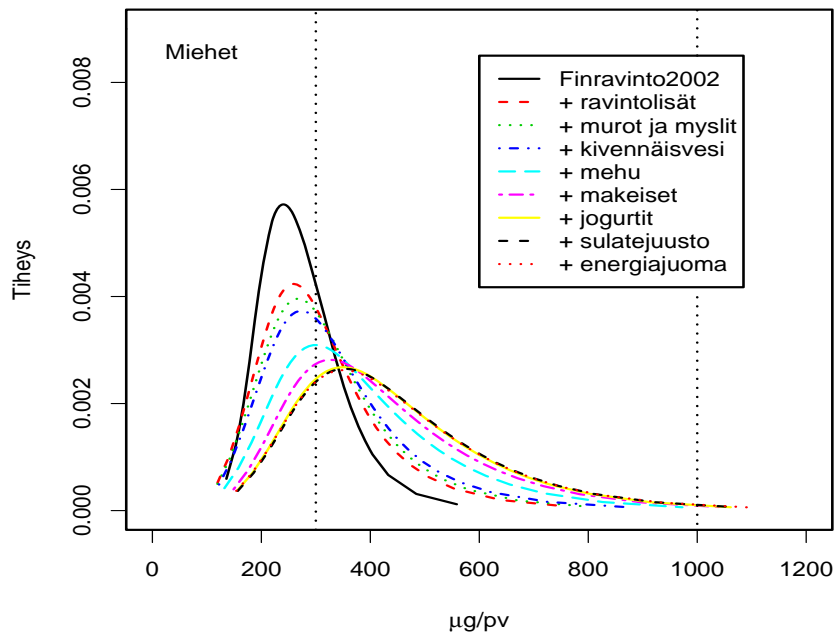
Ruoankäyttöluokka	µg/päivä		% kokonaissaannista	
	Miehet	Naiset	Miehet	Naiset
Viljatuotteet ja -ruoat	111,6	79,9	40,8	35,7
Liharuokat ja –valmisteet	34,4	27,1	12,6	12,1
Maitotuotteet	27,3	20,0	10,0	8,9
Hedelmät ja marjat sekä hedelmä- ja marjaruoat	25,9	31,9	9,5	14,2
Kasvisruoat	23,4	30,2	8,5	13,5
Perunaruokat	17,5	10,4	6,4	4,7



Kuvio 14. Folaatin saannin jakauma luonnollisista lähteistä. Suositeltava saanti on merkitty pystykatkoviivalla.



Kuvio 15. Folaatin saannin jakauma ravintolisistä.

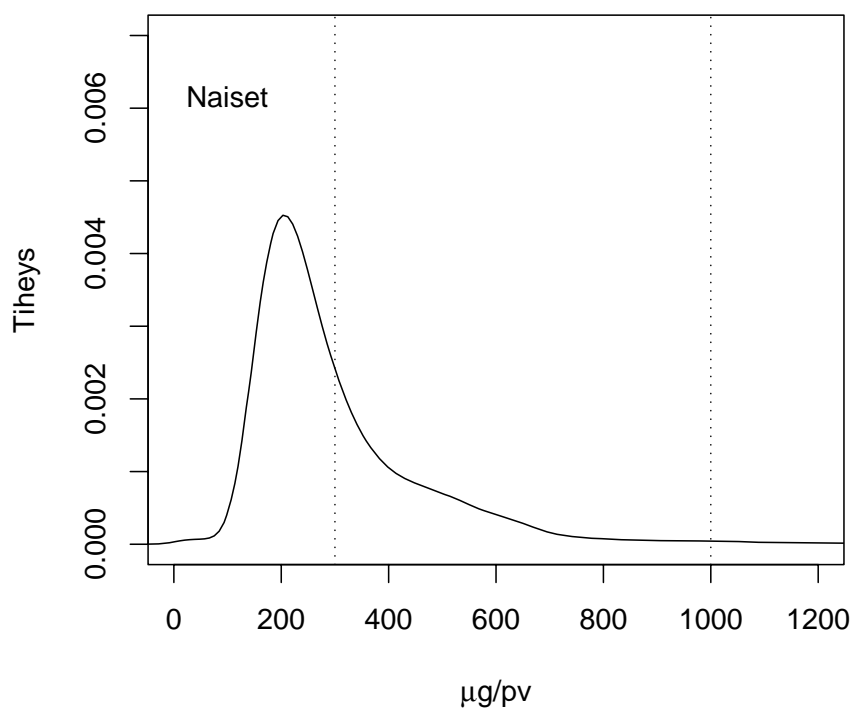
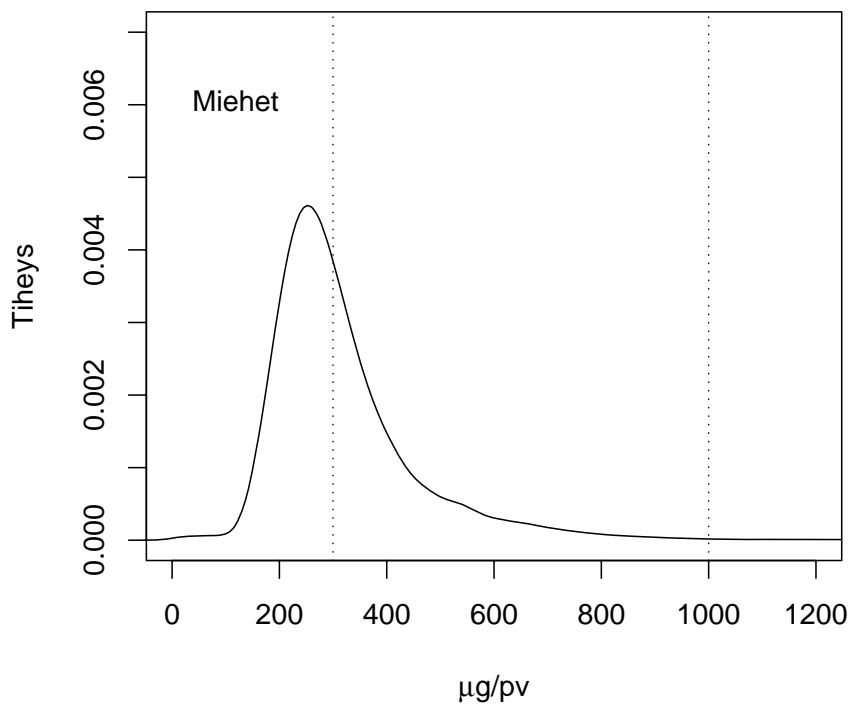


Kuvio 16. Folaatin saanti luonnollisista lähteistä ja erilaisissa täydennyskenaarioissa (what if -mallit). Elintarvikkeiden täydennykset on lisätty yksitellen malliin. Suositeltava saanti on ja turvallisen saannin yläraja merkitty pystykatkoviivoilla.

Taulukko 15. Yksittäisten elintarvikkeiden täydentämisen ja ravintolisien vaikutus folaatin saantiin ($\mu\text{g/päivä}$) what if -mallissa.

	Keskiarvo (sd)		< 300 $\mu\text{g/päivä}$ (%)		>1000 $\mu\text{g/päivä}$ (%)	
	Miehet	Naiset	Miehet	Naiset	Miehet	Naiset
Luonnolliset lähteet	278 (86)	222 (69)	68	88	0	0
+ ravintolisät	315 (129)	294 (152)	54	63	0.22	0.43
+ murot ja myslit	327 (137)	305 (154)	50	60	0.28	0.47
+ kivennäisvesi	342 (151)	317 (157)	46	56	0.52	0.46
+ mehu	390 (173)	349 (165)	34	45	0.85	0.51
+ makeiset	427 (187)	407 (188)	26	32	1.35	1.22
+ jogurtti	446 (189)	438 (193)	22	25	1.46	1.47
+ sulatejuusto	450 (191)	442 (193)	21	24	1.55	1.50
+ energiajuoma	451 (196)	442 (193)	21	24	1.74	1.49

Todennäköisyyspohjaisissa malleissa täydentämisen vaikutus folaatin saantiin oli vähäistä. Folaatin lähteet todennäköisyyspohjaisissa malleissa olivat (miehet/naiset): luonnolliset lähteet 87,0 %/74,1 %, ravintolisät 10,8 %/23,8 % ja elintarvikkeiden täydentäminen 2,2 %/2,1 %.



Kuvio 17. Folaatin kokonaissaannin jakauma todennäköisyyspohjaisissa malleissa. Suositeltava saanti ja turvallisen saannin yläraja on merkitty pystykatkoviivoilla.

Taulukko 16. Täydentämisen vaikutus folaatin saantiin ($\mu\text{g}/\text{päivä}$) todennäköisyyspohjaisissa malleissa.

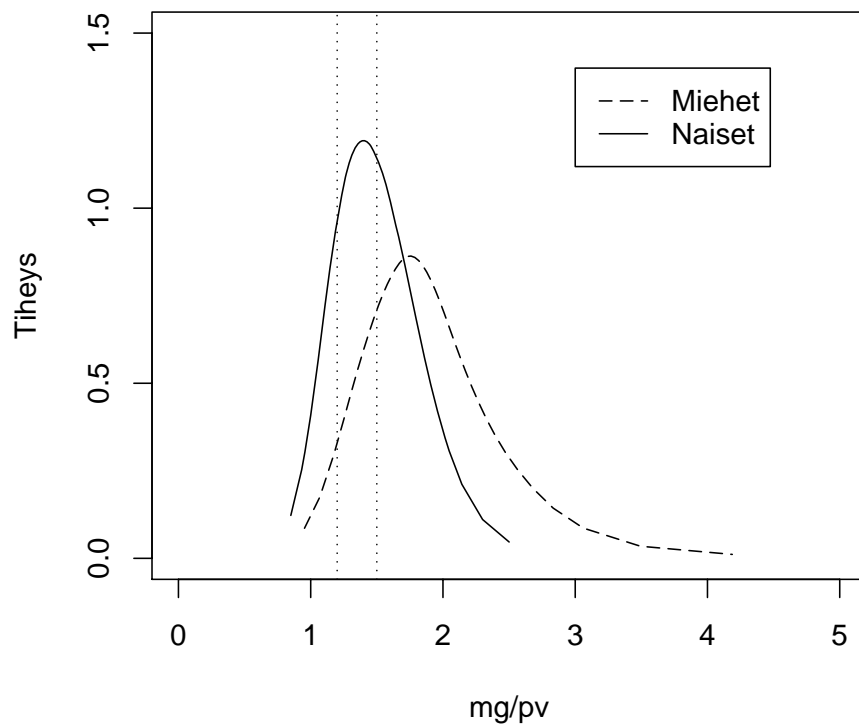
	Miehet		Naiset	
	Luonnolliset lähteet ja ravintolisät	+ Täydennys	Luonnolliset lähteet ja ravintolisät	+ Täydennys
Keskiarvo (sd)	319 (167)	326 (173)	298 (171)	304
Mediaani	281	286	245	286
Saanti alle suosituksen (%)	58,0	55,9	66,3	64,5
Saanti > UL (%)	0,75	0,87	0,91	0,99

4.2.4 Pyridoksiini

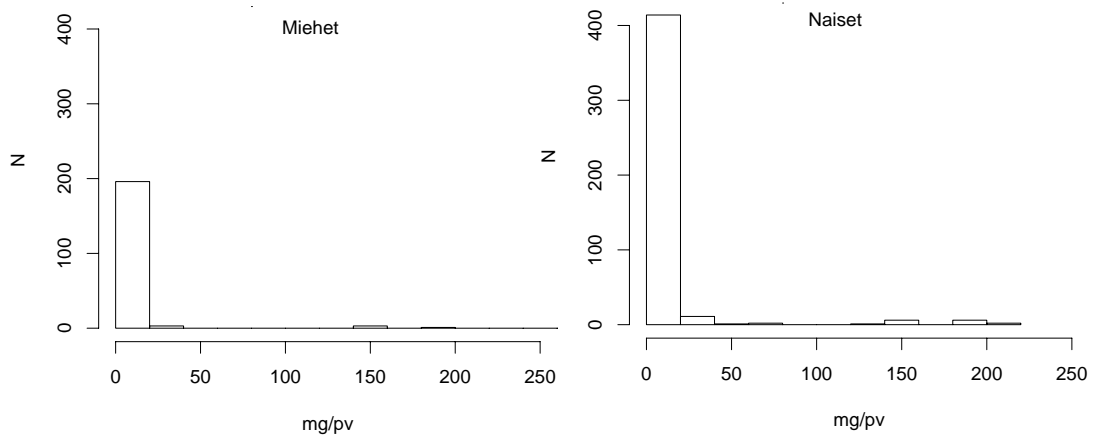
Viljatuotteet ja –ruoat sekä liharuoat ja –valmisteet olivat tärkeimmät pyridoksiinin lähteet sekä miehillä että naisilla (Taulukko 17.). Pyridoksiinin saanti luonnollisista lähteistä oli keskimäärin riittävää sekä miehillä että naisilla (Kuvio 18.). Pyridoksiinin saanti ravintolisistä on keskimäärin vähäistä, mutta yksittäisillä henkilöillä saanti on erittäin runsasta (Kuvio 19.). Täydentämisen vaikutus pyridoksiinin kokonaissaantiin oli melko vähäistä, kun oletettiin, että täydennys tehtäisiin kaikkiin tarkastelussa mukana oleviin elintarvikeryhmiin 100 %:sti (Kuvio 20.). Yksittäisistä elintarvikkeista mehun ja makeisten täydentäminen lisäsi merkittävästi pyridoksiinin saantia, pienensi niukasti pyridoksiinia saavien osuutta ja lisäsi turvallisen saannin ylittävien osuutta (Taulukko 18.).

Taulukko 17.Pyridoksiinin tärkeimmät luonnolliset lähteet Finravinto-tutkimuksessa.

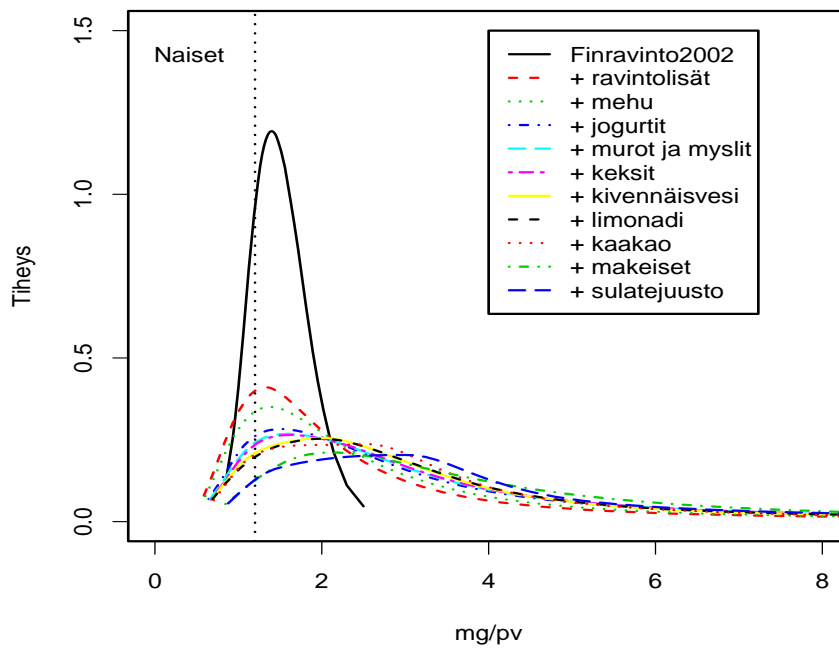
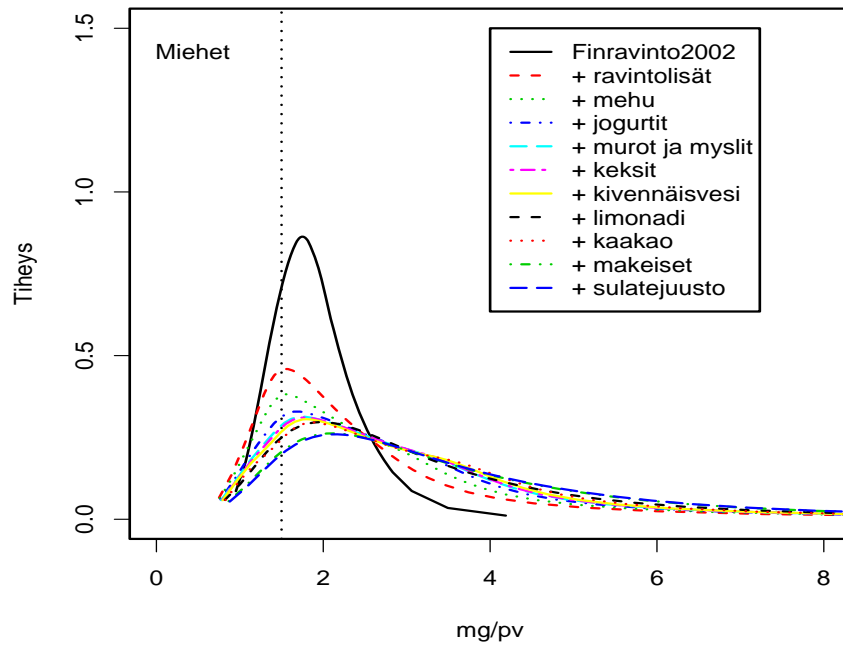
Elintarvike	mg/päivä		% kokonaissaannista	
	Miehet	Naiset	Miehet	Naiset
Liharuoat ja –valmisteet	0,555	0,371	27,6	24,2
Viljatuotteet ja -ruoat	0,364	0,274	18,1	17,9
Maitotuotteet	0,206	0,164	10,2	10,7
Kalaruoat ja -valmisteet	0,151	0,101	7,5	6,6
Kasvisruoat				
Hedelmät ja marjat sekä hedelmä- ja marjaruoat	0,214	0,244	10,6	15,9
Juomat	0,223	0,136	11,1	8,9



Kuvio 18. Pyridoksiinin saannin jakauma luonnollisista lähteistä.



Kuvio 19. Pyridoksiinin saannin jakauma ravintolisistä.

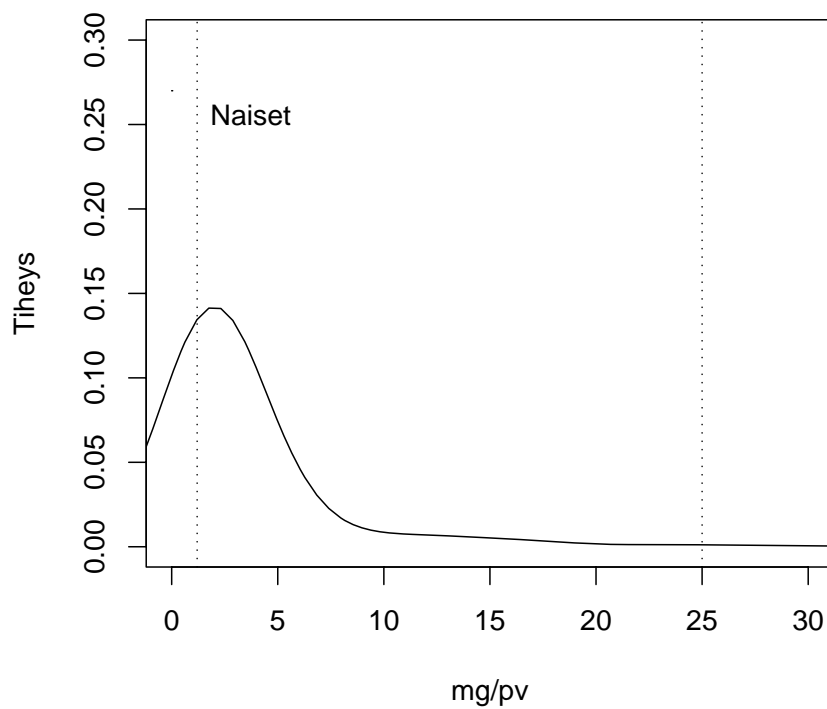
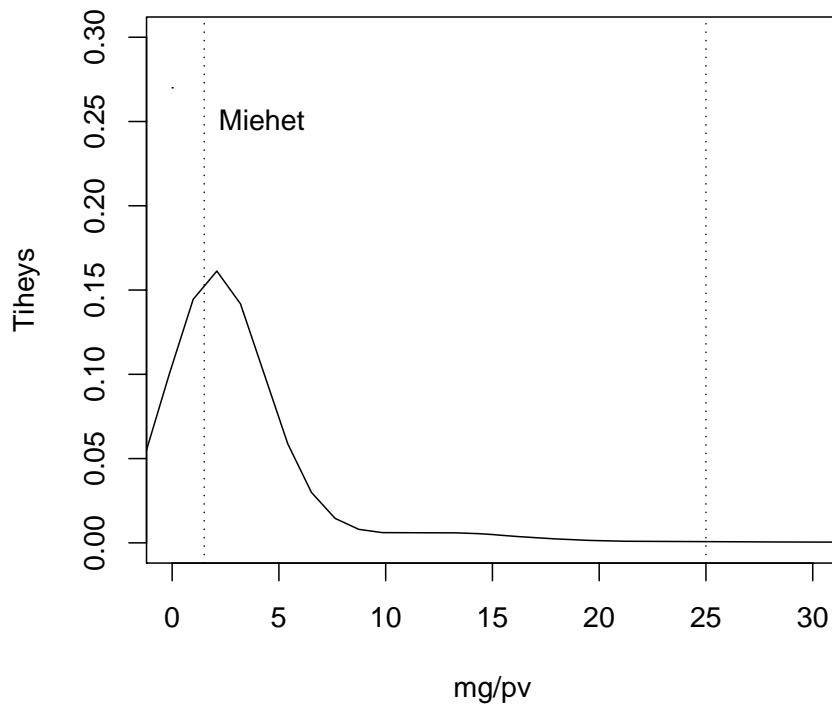


Kuvio 20. Pyridoksiinin saanti luonnollisista lähteistä ja erilaisissa täydennyskenaarioissa (what if –mallit). Elintarvikkeiden täydennykset lisätty yksitellen malliin. Suositeltava saanti on merkitty pystykatkoviivalla.

Taulukko 18. Yksittäisten elintarvikkeiden täydentämisen ja ravintolisien vaikutus pyridoksiinin saantiin (mg/päivä) what if -mallissa.

	Keskiarvo (sd)		< 1,5 mg/pv. (%)	<1,2 mg/pv. (%)	> 25 mg/pv. (%)	
	Miehet	Naiset	Miehet	Naiset	Miehet	Naiset
Luonnolliset lähteet	1.95 (0.64)	1.51 (0.35)	22	19	0	0
+ ravintolisät	4.42 (11.04)	5.54 (13.31)	21	17	2.10	3.71
+ mehu	4.71 (10.82)	5.73 (12.84)	18	15	2.22	3.80
+ jogurtit	4.87 (10.82)	6.20 (14.11)	15	11	2.22	3.81
+ muro ja myslit	4.99 (10.98)	6.31 (14.22)	14	10	2.26	3.87
+ keksit	5.03 (11.06)	6.36 (14.32)	13	9	2.29	3.90
+ kivennäisvesi	5.09 (11.04)	6.34 (13.05)	13	9	2.34	3.97
+ limonadi	5.32 (14.03)	6.40 (13.03)	12	8	2.18	4.02
+ kaakao	5.16 (10.80)	6.48 (12.91)	12	8	2.32	4.42
+ makeiset	5.49 (12.08)	8.94 (27.75)	9	4	2.19	5.37
+ sulatejuusto	5.56 (12.27)	7.52 (11.60)	9	4	2.22	5.82

Todennäköisyyspohjaisissa malleissa täydentämisen vaikutus pyridoksiinin saantiin oli vähäistä (Taulukko 19., Kuvio 21.). Pyridoksiinin lähteet olivat (miehet/naiset): luonnolliset lähteet 49,2 %/27,4 %, ravintolisät 49,7 %/71,8 % ja elintarvikkeiden täydentäminen 1,1 %/0,8 %.



Kuvio 21. Pyridoksiinin kokonaissaannin jakauma todennäköisyyspohjaisissa malleissa. Suositeltava saanti ja turvallisen saannin yläraja on merkitty pystykatkoviivoilla.

Taulukko 19. Täydentämisen vaikutus pyridoksiinin saantiin (mg/päivä) todennäköisyyspohjaisissa mal-
leissa.

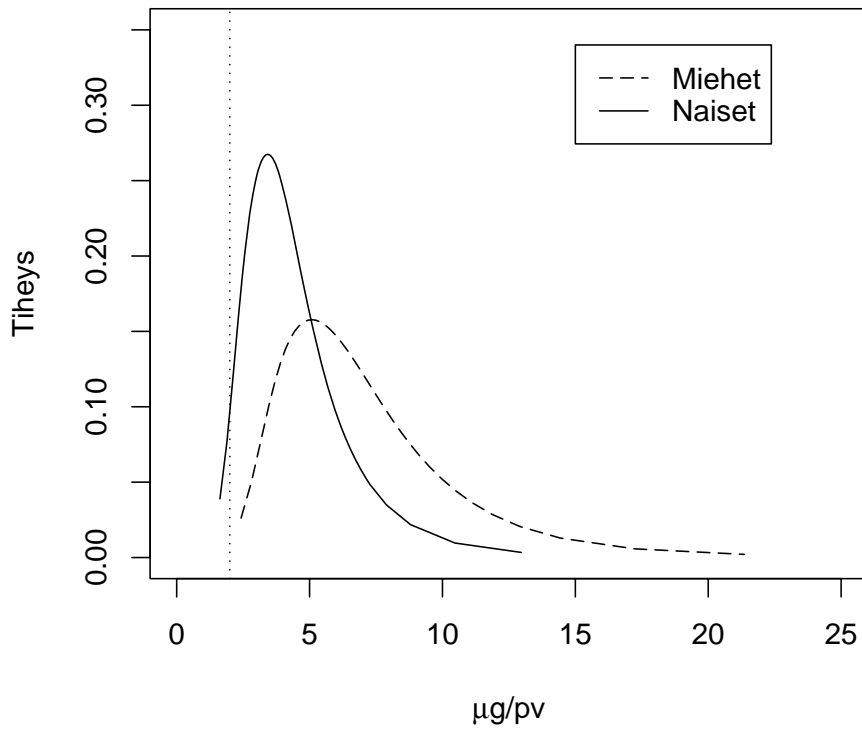
	Miehet		Naiset	
	Luonnolliset lähteet ja ravintolisät	+ Täydennys	Luonnolliset lähteet ja ravintolisät	+ Täydennys
Keskiarvo (sd)	4,17 (17,1)	4,24 (17,2)	5,53 (19,8)	5,57 (19,6)
Mediaani	1,96	1,99	1,78	1,83
Saanti alle suosituksen (%)	28,3	27,3	11,7	10,1
Saanti > UL (%)	1,18	1,27	2,17	2,22

4.2.5 B₁₂-vitamiini

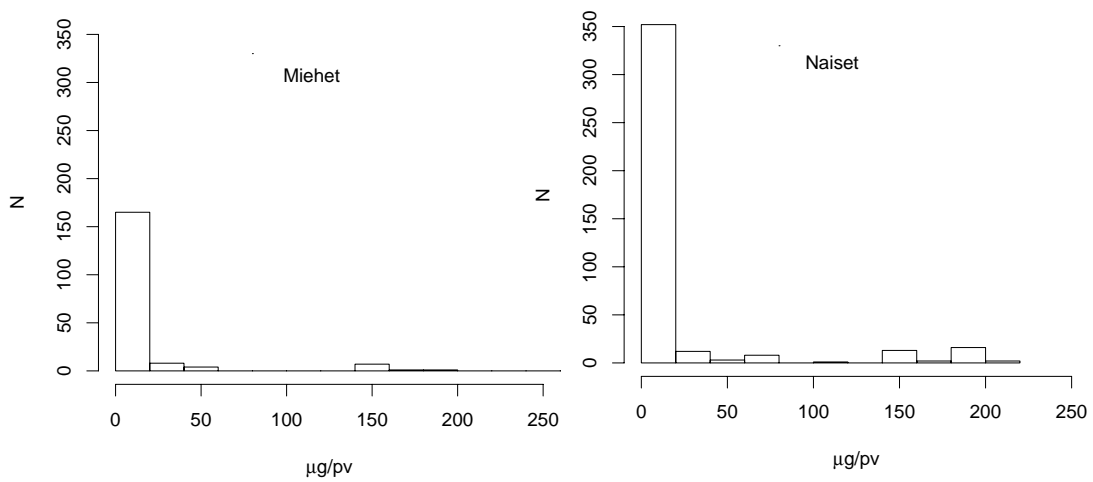
Liharuoat ja -valmisteet sekä maitotuotteet olivat tärkeimmät B₁₂-vitamiinin lähteet sekä miehillä että naisilla (Taulukko 20.). B₁₂-vitamiinin saanti luonnollisista lähteistä oli riittävää lähes kaikilla miehillä ja naisilla (Kuvio 18.). B₁₂-vitamiinin saanti ravintolisistä oli keskimäärin vähäistä, mutta yksittäisillä henkilöillä saanti on erittäin runsasta (Kuvio 7.). Täydentämisen vaikutus B₁₂-vitamiinin kokonaissaantiin oli vähäistä, kun oletettiin, että täydennys tehtäisiin kaikkiin tarkastelussa mukana oleviin elintarvikeryhmiin 100 %:sti (Kuvio 8.). Yksittäisistä elintarvikkeista vain makeisten täydentäminen lisäsi jonkin verran B₁₂-vitamiinin saantia ja pienensi niukasti tiamiini B₁₂-vitamiinia saavien osuutta (Taulukko 21.).

Taulukko 20. B₁₂-vitamiinin tärkeimmät luonnolliset lähteet Finravinto-tutkimuksessa.

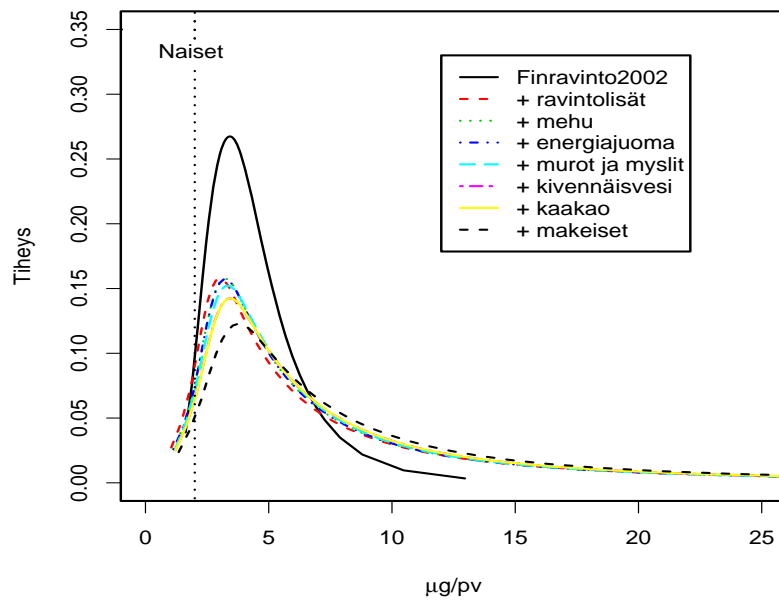
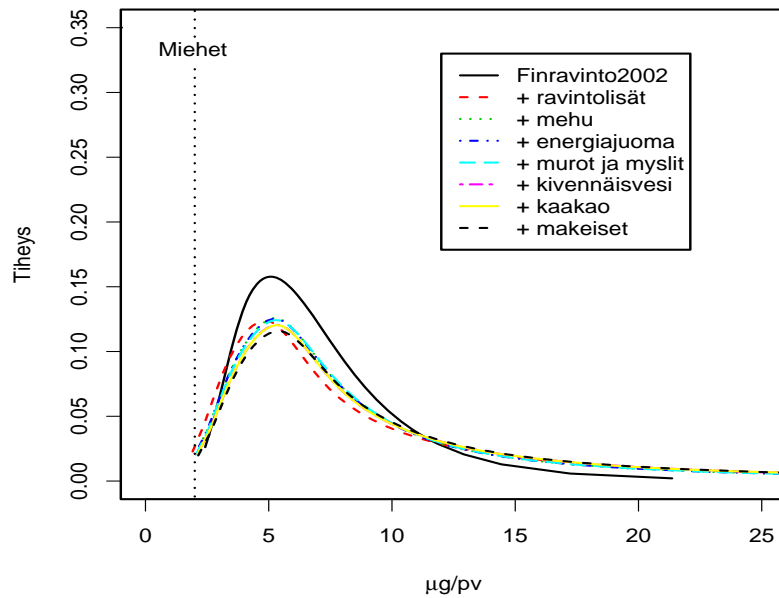
Ruoankäyttöluokka	µg/päivä		% kokonaissaannista	
	Miehet	Naiset	Miehet	Naiset
Liharuoat ja -valmisteet	2,51	1,65	36,0	34,0
Maitotuotteet	2,07	1,60	29,7	33,1
Kalaruoat ja -valmisteet	1,43	0,94	20,5	19,4
Viljatuotteet ja -ruoat	0,45	0,36	6,4	7,5



Kuvio 22. B₁₂-vitamiinin saannin jakauma luonnollisista lähteistä. Suositeltava saanti on merkitty pystykatkoviivalla.



Kuvio 23. B₁₂-vitamiinin saannin jakauma ravintolisistä.



Kuvio 24. B₁₂-vitamiinin kokonaissaanti luonnollisista lähteistä ja erilaisissa täydennyskennarioissa (what if –mallit). Elintarvikkeiden täydennykset on lisätty yksitellen edelliseen malliin. Suositeltava saanti on merkitty pystykatkoviivalla.

Taulukko 21. Yksittäisten elintarvikkeiden täydentämisen ja ravintolisien vaikutus B₁₂-vitamiinin saantiin (µg/päivä) what if -mallissa.

	Miehet		Naiset	
	Keskiarvo (sd)	< 2 (%)	Keskiarvo (sd)	< 2 (%)
Luonnolliset lähteet	7.3 (3.8)	0.29	4.6 (2.3)	3.5
+ ravintolisät	11.4 (13.0)	1.22	12.2 (24.2)	6.4
+ täysmehu	11.3 (13.2)	0.95	11.9 (23.2)	5.3
+ energiajuoma	11.3 (13.3)	0.94	11.9 (23.1)	5.3
+ murot ja myslit	11.4 (13.4)	0.88	11.9 (22.1)	4.8
+ kivennäisvesi	11.8 (13.4)	0.77	12.6 (23.6)	4.5
+ kaakao	11.9 (13.4)	0.78	12.6 (23.6)	4.5
+ makeiset	12.2 (14.0)	0.74	13.6 (23.7)	3.4

5 RISKIN KUVAAMINEN

Niasiinin, folaatin ja pyridoksiinin liikasaannin riski näyttää melko pieneltä. Kuitenkin suuriannoksisia B-ryhmän vitamiineja sisältäviä ravintolisiä käyttävillä liikasaannin riski on selvästi muita suurempi. Tähän vaikuttaa kuitenkin voimakkaasti se kuinka suuri osuus kunkin elintarvikeryhmän tuotteista on täydennetty. Jos esimerkiksi kaikki makeiset olisivat pyridoksiinilla täydennettyjä, liikasaannin riski olisi varsinkin naisilla huomattava. On huomattava, että aliraportoinnin vuoksi niasiinin, folaatin ja pyridoksiinin saantiarvio on jonkin verran pienempi kuin todellinen saanti. Siten myös liikasaanninriski lienee todellisuudessa arvioitua suurempi.

Elintarvikkeiden täydentäminen ei näytä merkittävästi pienentävän niukasti tiamiinia, niasiinia, folaattia, pyridoksiinia ja B₁₂-vitamiinia saavien osuutta. Tiamiinia, folaattia ja pyridoksiinia niukasti saavien osuus oli täydentämisen jälkeenkin huomattava. Aliraportoinnin vuoksi tässä tutkimuksessa lienee jonkin verran yliarvioitu niukasti tiamiinia, niasiinia, folaattia, pyridoksiinia ja B₁₂-vitamiinia saavien osuutta.

6 POHDINTA

Tämä tutkimus osoittaa, että tiamiinilla, niasiinilla, foolihapolla, pyridoksiinilla ja B₁₂-vitamiinilla täydennetyt elintarvikkeet ovat suhteellisen turvallisia ja että täydentämisen vaikutus näiden vitamiinien saantiin on melko vähäistä.

Jos täydennettyjen elintarvikkeiden valikoima laajenee huomattavasti nykyisestä, on olemassa liikasaannin vaara – etenkin pyridoksiinin kohdalla. Vaara on erityisen suuri sellaisten henkilöiden kohdalla, jotka pyrkivät valitsemaan mahdollisimman usein täydennetyin elintarvikkeen täydentämättömän sijaan kuvitellen siten maksimoivansa terveyshyödyn. Toisaalta liikasaannin riski kasvaa myös jos yksittäisen elintarvikkeen kohdalla täydennettyjen tuotteiden markkinaosuus kasvaa suureksi, mikäli kyseisen elintarvikkeen käyttö on yleistä. Esimerkiksi pyridoksiinin liikasaannin vaara olisi naisilla huomattava, jos kaikki makeiset olisi täydennetty pyridoksiinilla. Tämä tosin vaikuttaa epätodennäköiseltä vaihtoehdolta.

Liikasaannin vaaraa todennäköisempi riski on se, että mielikuva terveellisestä ruokavaliosta hämärtyy. Osa ihmisistä kuvittelee korjaavansa yksipuolisen ruokavalion ongelmat nauttimalla yhtä tai muutamaa täydennettyä elintarviketta. Tällöin saattaa syntyä mielikuva, että täydennetyt elintarvikkeet ovat terveellisempiä kuin esim. täydentämättömät kasvikset ja hedelmät. Tavanomaiset liikasaannin ongelmat (suola, kova rasva) saattavat myös jäädä vähemmälle huomiolle.

Tämän tutkimuksen tuloksia tulkitessa on otettava huomioon sen rajoitukset ja puutteet. Eräs suurimpia ongelmia ruoankäytön- ja ravinnonsaannin ongelmia on aliraportointi. Tässäkin aineistossa energian saanti oli miehillä 19% ja naisilla 14% laskennallista vähimmäisenergiankulutusta alempi. Ongelmaa on vaikea ratkaista millään tilastollisella korjauksella (esim. energiakorjauksella tai vakioinnilla), sillä aliraportointi ei jakaudu tasaisesti elintarvikeryhmien kesken – terveellisinä pidettyjä elintarvikkeita aliraportoidaan vähemmän kuin epäterveellisinä pidettyjä (Hirvonen et al. 1997).

Myös simulointimenetelmässä on epävarmuustekijöitä. Täydennettyjen elintarvikkeiden kuluttajaosuus on estimoitu pääosin Elintarvikevirastolle kerätystä internetkyselystä. Siinä ei kuitenkaan ole tiedusteltu kaikkien niiden täydennettyjen elintarvikkeiden käyttöä, jotka olivat mukana tämän tutkimuksen analyyseissä. Lisäksi kävi ilmi, että vastaajille ei ole täysin selvää mitkä tuotteet ovat täydennettyjä: kysyttäessä mitä

täydennettyjä elintarvikkeita he käyttävät, vastauksissa oli jonkin verran täydentämättömiä elintarvikkeita. Toisaalta osa täydennetyistä elintarvikkeista on voinut jäädä kirjaamatta. Jatkossa tulisikin pyrkiä saamaan tietoa merkkikohtaisesta elintarvikkeiden kulutuksesta (esim. tuotemerkkikyselyistä), eikä luottaa siihen, että tutkittavat erottavat täydennetyt elintarvikkeet terveysvaikutteisista elintarvikkeista ja muuten terveelliseksi mielletyistä elintarvikkeista.

Ravintolisillä on tämän tutkimuksen mukaan huomattava vaikutus, varsinkin tiamiinin, niasiinin (naisilla), pyridoksiinin ja B₁₂-vitamiinin saantiin. Ravintolisät olivat naisilla tärkein tiamiinin lähde ja sekä miehillä että naisilla tärkein pyridoksiinin lähde. Ravintolisät olivat huomattavasti tärkeämpi näiden vitamiinien lähde kuin täydennetyt elintarvikkeet. Ilman ravintolisiä niukasti tiamiinia, niasiinia (naiset), folaattia ja B₁₂-vitamiinia saavien osuus olisi merkittävästi korkeampi kuin nykyään. Myös liikasaannin riski on huomattavasti suurempi ravintolisillä kuin täydennetyillä elintarvikkeilla. On tosin huomattava, että vuodesta 2002 monien suuriannoksisten ravintolisien annosmäärät ovat pienentyneet. Siten tässä tutkimuksessa ravintolisiin liittyvän pyridoksiinin ja folaatin liikasaannin riski on yliarvioitu.

On myös muistettava, että elintarvikkeiden täydennyksessä ja ravintolisissä käytettävät pyridoksiini-, foolihappo- ja niasiiniyhdisteet ovat helpommin imeytyviä kuin ruoan yhdisteet, joten elintarvikkeiden täydentämisellä ja ravintolisillä on suurempi vaikutus kyseisten vitamiinien statukseen kuin saantiarvioista voisi päätellä.

Tässä tutkimuksessa ei erityisesti tarkasteltu eri elintarvikkeiden täydentämisen vaikutusta, mutta mehun ja makeisten täydentäminen näytti lisäävän saantia kaikkein eniten. Makeisten täydentämien on kuitenkin ongelmallista, sillä se antaisi makeisille terveellisen imagon ja saattaisi lisätä makeisten kulutusta. Tämä ei ole toivottavaa, sillä jo nyt sakkaroosin saanti on suomalaisilla suositeltua suurempaa (Männistö et al. 2003). Jotta voitaisiin saavuttaa ideaalinen ravintoaineen jakauma (mahdollisimman suuri osa väestöstä suositeltavan saannin yläpuolella ja turvallisen saannin alapuolella), tarvittaneen kullekin ravintoaineelle useita kantajaelintarvikkeita eri pitoisuuksilla. Tämä vaatii simulointi- ja optimointiperusteisten menetelmien kehittämistä.

7 VIITTEET

- Ariaey-Nejad MR, Balaghi M, Baker EM, Sauberlich HE . Thiamin metabolism in man. *Am J Clin Nutr* 1970;23: 764-778.
- Bender DA. Optimum nutrition: thiamin, biotin, and panthotenate. *Proc Nutr Soc* 1999;58:427-33.
- van den Berg H. Bioavailability of niacin. *Eur J Clin Nutr* 1997;51:S64-S65.
- Darby WJ, Bridgforth J, le Brocqy J, Clark SL, de Oliveira JD, Kevany J et al. Vitamin B₁₂ requirement of adult man. *Am J Med* 1958;25:726-32.
- Figge HL, Figge J, Souney PF, Sacks FM, Shargel L, Janosik JE, Kaul AF . Comparison of excretion of nicotinuric acid after ingestion of two controlled release nicotinic acid preparations in man. *J Clin Pharmacol* 1988;28:1136-1140.
- Gregory JF. Nutritional properties and significance of vitamin glycosides. *Annu Rev Nutr* 1998;18:277-96.
- Gregory JF 3rd, Quinlivan EP. In vivo kinetics of folate metabolism. *Annu Rev Nutr* 2002;22:199-220.
- Herbert V. Minimal daily adult folate requirement. *Arch Intern Med* 1962;110:649-52.
- Hirvonen T, Männistö S, Roos E, Pietinen P. Increasing prevalence of underreporting does not necessarily distort dietary surveys. *Eur J Clin Nutr* 1997;51:297-301.
- Homocysteine Lowering Tralists' Collaboration. Dose-dependent effects of folic acid on blood concentrations of homocysteine: a meta-analysis of the randomised trials. *Am J Clin Nutr* 2005;82:806-12.
- Kelly P, McPartlin J, Goggins M, Weir DG and Scott JM (1997). Unmetabolized folic acid in serum: acute studies in subjects consuming fortified food and supplements. *Am J Clin Nutr* 65: 1790-95.
- Martin PR, Singleton CK, Hiller-Strumhöffel S. The role of thiamine deficiency in alcoholic brain disease. *Alc Res Hlth* 2003;27:134-42.
- Männistö S, Ovaskainen M-L, Valsta L. (toim.). *Finravinto 2002 tutkimus. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B3/2003.*
- Nordic Nutrition Recommendations 2004 – integrating nutrition and physical activity. *Nord* 2004;13.

Raulio S. Ravitsemuksellisesti täydennettyjen elintarvikkeiden käyttö ja sen taustateijjät suomalaisilla aikuisilla. Suom Lääkäril 2003;58:1685-8.

Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Folate . European Commission:Brussels, 2000.

Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of vitamin B₆. European Commission:Brussels, 2000.

Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of vitamin B₁₂. European Commission:Brussels, 2000.

Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of vitamin B₁. European Commission:Brussels, 2001.

Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Nicotinic Acid and Nicotinamide (Niacin).European Commission:Brussels, 2002.

Scott JM. Bioavailability of vitamin B₁₂. Eur J Clin Nutr 1997;51:S49-S53.

Shills ME, Shike M, Ross AC, Caballero B, Cousins RJ (toim.). Modern nutrition in health and disease. Lippincott & Williams, 2006. Kymmenes pianos.

Stern RH, Freeman, D, Spence JD. Differences in metabolism of time-release and unmodified nicotinic acid: explanation of the differences in hypolipidaemic action? Metabolism 1992;41: 879-881.

Toole JF, Malinow MR, Chambless LE, Spence JD, Pettigrew LC, Howard VJ, Sides EG, Wang CH, Stampfer M. Lowering homocysteine in patients with ischemic stroke to prevent recurrent stroke, myocardial infarction, and death: the Vitamin Intervention for Stroke Prevention (VISP) randomized controlled trial. JAMA 2004;291:565-75.

Yu BH and Kies C. Niacin, thiamine, and pantothenic acid bioavailability to humans from maize bran as affected by milling and particle size. Plant Foods Human Nutr 1993;43: 87-95.