

RAVINNON RASVAT II

Ravinnon välttämättömät rasvahapot



Ravinnon välttämättömät rasvahapot

SISÄLLYS:

	Sivu
Tekstissä esiintyvät termit ja lyhenteet	4
JOHDANTO	5
1. Välttämättömät rasvahapot	6
1.1. N-6- ja n-3-rasvahappojen lähteet ruokavaliossa	7
1.2. Rasvahappojen aineenvaihdunta	7
1.3. Välttämättömien rasvahappojen tehtävät	8
1.3.1. Tehtävät solukalvolla ja solussa	9
1.3.2. Iho, kasvu ja lisääntyminen	12
1.3.3. Verkkokalvo ja hermosto	12
1.3.4. Eikosanoidit	13
2. Välttämättömien rasvahappojen tarve eri elämänvaiheissa ja ravitsemussuositukset	17
2.1. Raskaus ja imetys	17
2.2. Lapset, nuoret ja aikuiset	19
2.3. Ravinnon rasvahappojen n-6/n-3-suhde	20
3. Välttämättömien rasvahappojen saannin turvaaminen - käytännön esimerkkejä	22
3.1. Ruokavalion koostaminen	22
3.2. Saantilähteenä margariinit ja kasviöljyt	23
4. Rasvan laatu Suomessa	25
4.1. Muutokset rasvan saannissa	25
4.2. N-6- ja n-3-rasvahapot	25
5. Kysymyksiä ja vastauksia	26
6. Tutkimushankkeita ja väitöskirjoja	29
LIITE	31
Kirjallisuutta	32

Esipuhe

Ravinnon rasvan laadun yhteys terveyteen on nykytiedon mukaan kiistaton. Rasvojen terveydellisiä vaikutuksia selvittävä tutkimus on edennyt jo rasvahappotasolle ja siksi käytettävissä oleva tieto on entistä tarkempaa. Myös uusimmissa ravitsemussuosituksissa on jo erilliset suositukset välttämättömien n-6- ja n-3-rasvahappojen saannille.

Ravitsemusterapeuttien yhdistyksen jäsenet ovat ravitsemuksen parhaita koulutettuja ammattilaisia. Tämän vuoksi Margariinitiedotus ja Ravitsemusterapeuttien yhdistys pitivät tärkeänä koota tietoa ravinnon välttämättömistä rasvahapoista ravitsemuksen ammattilaisten käyttöön.

Tämän ravinnon välttämättömiä rasvahappoja käsittelevän tietopaketin on laatinut Margariinitiedotuksen ja Ravitsemusterapeuttien yhdistyksen yhteinen työryhmä, johon kuuluivat: ravitsemusterapeutti Aila Kananoja (Jorvin sairaala), lehtori Anna-Liisa Vaittinen (Helsingin ammattikorkeakoulu), tutkija Anu Turpeinen (Helsingin yliopisto), toiminnanjohtaja Riitta Stirkkinen (RTY) ja toiminnanjohtaja Eeva Voutilainen (Margariinitiedotus). Yhteistyö on jatkoa vuonna 1996 laaditulle Ravinnon rasvat -tietopaketille.

Työryhmä kiittää dosentti Marja Mutasta, tutkija Ursula Schwabia ja professori Antti Aroa, jotka antoivat tietopaketin käsikirjoitusvaiheessa arvokkaita kommentteja.

Ravitsemusterapeuttien yhdistys r.y. esittää sydämelliset kiitokset Margariinitiedotukselle. Ilman yhteistyötä tämän tietopaketin kokoaminen ja julkaiseminen ei olisi ollut mahdollista.

Margariinitiedotus 

RTY

RAVITSEMUSTERAPEUTTIEN YHDISTYS R.Y.

Tekstissä esiintyvät termit ja lyhenteet

a) Rasvahappoja käsittelevät termit ja lyhenteet			
EFA	(essential fatty acid)	Välttämätön rasvahappo	
Safa	(saturated fatty acid)	Tyydyttynyt rasvahappo	
Mufa	(monounsaturated fatty acid)	Kertatyydyttymätön rasvahappo	
Pufa	(polyunsaturated fatty acid)	Monityydyttymätön rasvahappo	
N-6-sarjan rasvahapot		N-6-sarjan rasvahapoissa ensimmäinen kaksoissidos on 6. ja 7. hiilen välissä metyylipestästä; elimistö ei pysty muodostamaan ao. kaksoissidosta	
LA	(linoleic acid)	Linolihappo välttämätön rasvahappo	(18:2n-6)
GLA	(gammalinolenic acid)	Gammalinoleenihappo	(18:3n-6)
DGLA	(dihomogamma linolenic acid)	Dihomogammalinoleenihappo	(20:3n-6)
AA	(arachidonic acid)	Arakidonihappo	(20:4n-6)
N-3-sarjan rasvahapot		N-3-sarjan rasvahapoissa ensimmäinen kaksoissidos on 3. ja 4. hiilen välissä metyylipestästä; elimistö ei pysty muodostamaan ao. kaksoissidosta	
ALA	(alphalinolenic acid)	Alfalinoleenihappo; välttämätön rasvahappo	(18:3n-3)
EPA	(eicosapentaenoic acid)	Eikosapentaenihappo	(20:5n-3)
DHA	(docosahexaenoic acid)	Dokosaheksaenihappo	(22:6n-3)
b) Muut termit ja lyhenteet			
COX	(cyclooxygenase)	Syklo-oksigenaasientsyymi, joka katalysoi prostaglandiinien, prostasykliinien ja tromboksaanin muodostusta	
Desaturaasi		Entsyymi, joka katalysoi reaktiota, jossa muodostuu kaksoissidoksia (de = pois; saturaatio = tyydyttyneisyys)	
E %		Energia %, ravintoaineen osuus %:na kokonaisenergiasta	
ESPGAN	European Society for Pediatric Gastroenterology and Nutrition	Eurooppalainen lastenravitsemuksen asiantuntijaryhmä	
The Expert panel		Yhdysvaltalaisen LSRO:n (Life Sciences Research Office) kokoama asiantuntijaryhmä	
ISSFAL	International Society for the Fatty Acids and Lipids	Kansainvälinen rasvahappo- ja lipiditutkijoista koottu asiantuntijaryhmä	
LCPUFA	(long chain polyunsaturated fatty acid)	Pitkäketjuinen monityydyttymätön rasvahappo (näitä ovat mm. AA, DHA, EPA)	
LIPOX		Lipoksigenaasientsyymi joka katalysoi mm. leukotrieenien muodostusta	
LT		Leukotrieni	
NNR	Nordiska näringsrekommendationer	Pohjoismaiset ravitsemussuositukset	
PG		Prostaglandiini	
PGI		Prostasykliini	
TX		Tromboksaani	
VRNK		Valtion ravitsemusneuvottelukunta	

JOHDANTO

Ravitsemussuosituksissa painotetaan pehmeiden tyydyttymättömien rasvojen terveysvaikutuksia ja suositellaan kovan rasvan määrän vähentämistä alle 10 % kokonaisenergiasta. Lisäksi pidetään tärkeänä, että rasvan osuus vähenisi alle 30 E% (% kokonaisenergian saannista). Terveiden kannalta ei ole kuitenkaan hyötyä vähentää rasvan osuutta alle 20 - 25 E%, sillä pehmeän rasvan mukana saadaan välttämättömät rasvahapot ja rasvaliukoisia vitamiineja.

Elimistö pystyy muodostamaan tyydyttyneitä sekä n-9- ja n-7-sarjan tyydyttymättömiä rasvahappoja. Sen sijaan n-6- ja n-3-sarjan monitydyttymättömiä rasvahappoja, linoli- ja alfa-linoleenihappoa, elimistö ei pysty muodostamaan. Nämä rasvahapot on saatava ravinnosta sellaisenaan ja siksi niitä kutsutaan välttämättömiksi rasvahapoiksi.

Rasvalla ja yksittäisillä rasvahapoilla on elimistön toiminnan kannalta lukuisia elintärkeitä tehtäviä. Rasvahappojen tehtävistä saadaan jatkuvasti lisätietoa; myös muut kuin välttämättömät rasvahapot toimivat elimistössä omissa tehtävissään. Esimerkiksi kertatyydyttymättömät rasvahapot osallistuvat mm. lipidien kuljetukseen sekä solukalvon fosfolipidien rakenteen ylläpitämiseen. Niin kerta- kuin monitydyttymättömät rasvahapot laskevat tehokkaasti veren LDL-kolesterolia, kun niillä korvataan kovaa rasvaa. Rasvaa käytetään myös energian lähteenä sekä varastoidaan rasvakudokseen, joka mm. suojelee sisäelimiä sekä toimii lämmön eristäjänä.

Välttämättömiä rasvahappoja tarvitaan hermoston kehittymiseen sekä keskushermoston, silmän verkkokalvon ja kivesten solukalvojen rakennusaineeksi. Lisäksi ne toimivat hormoninkaltaisten yhdisteiden, eikosanoidien esiasteina. Eikosanoidit osallistuvat elimistön toimintaan säätelämällä lukuisia elintoimintoja, kuten verenpainetta, verihiutaleiden kasaantumista sekä tulehdus- ja immunologisia reaktioita.

Pehmeä näkyvä rasva, margariinit ja kasviöljyt, takaavat välttämättömien linoli- ja alfa-linoleenihappojen saannin. Seuraavassa keskitytään ravinnon välttämättömien rasvahappojen saantiin, tehtäviin ja terveydellisiin vaikutuksiin.

1. Välttämättömät rasvahapot

Linolihapon välttämättömyyden havaitsivat ensimmäisen kerran 1929 George ja Mildred Burr rotilla, jotka saivat rasvatonta ruokaa; puutosoireina eläimillä havaittiin mm. iho-oireita, kasvun ja lisääntymiskyvyn heikkenemistä sekä munuaisten toimintahäiriöitä. 1930-luvulla todettiin myös vastasyntyneen atooppisen ihottuman paranevan rasvaa antamalla. Kuitenkaan kokeellisissa tutkimuksissa ei koehenkilöille pystytty aikaansaamaan puutosoireita vähärasvaisella ruokavaliolla.

Vuonna 1958 linolihapon välttämättömyys varmistui, kun linolihapon antamisen havaittiin poistavan vähän välttämättömiä rasvahappoja saaneilta imeväisikäisiltä iho-oireet. Alfalinoleenihapon välttämättömyys osoitettiin vasta 1982, kun alfalinoleenihapon avulla pystyttiin parantamaan lapsen neuropatia eli ääreishermostosairaus.

Välttämättömien rasvahappojen puutosoireita on todettu pääasiassa eläinkokeilla. Ihmisillä vastaavia oireita on vaikeampi havaita (taulukko 1).

Taulukko 1: N-6- ja n-3-rasvahappojen klinisiä puutosoireita.

	N-6-rasvahappojen puutos	N-3-rasvahappojen puutos
Ihmisillä havaittu	<ul style="list-style-type: none">• Iho-oireet (ensioireet: ihon hilseily, kuivuminen; pitkäaikainen puute: ekseeminen ihotulehdus)• Hiusten kasvu vähäistä, kynsien hauraus, vammojen hidas paraneminen• Kasvun hidastuminen• Maksan laajeneminen, rasvamaksa	<ul style="list-style-type: none">• Iho-oireet (hilseilevä ihotulehdus)• Heikentynyt näön tarkkuus• Hermostolliset oireet (kävelyvaikeudet, raajojen tunnottomuus), ääreishermostosairaus
Eläimillä havaittu	<ul style="list-style-type: none">• Kasvun heikkeneminen• Iho-oireet, karvan lähtö• Infektioherkkyys• Anemia• Lisääntymishäiriöt (molemmat sukupuolet)• Rasvamaksa• Pitkäaikainen jano ja janontunne (polydipsia)	<ul style="list-style-type: none">• Verkkokalvon solujen toiminnan häiriö ja näön tarkkuuden heikkeneminen• Harhatuntemukset (parestesia)• Motoristen valmiuksien heikkeneminen (kävely)• Pitkäaikainen jano ja janontunne (polydipsia)• Oppimiskyvyn heikkeneminen?

Välttämättömien rasvahappojen biokemialliset puutosoireet ovat havaittavissa kudosten rasvahappopitoisuuksien muutoksina. N-6-sarjan linolihapon puutteessa vähenevät linolihapon ja arakidonihapon (20:4n-6) pitoisuudet ja vastaavasti n-3-sarjan alfalinoleenihapon puutteessa vähenevät kudosten alfalinoleenihapon ja dokosaheksaeenihapon (22:6n-3) pitoisuudet. Molempien välttämättömien rasvahappojen puute lisää kudoksissa n-9-sarjan eikosatrieenihapon (20:3n-9) pitoisuutta.

1.1. N-6- ja n-3-rasvahappojen lähteet ruokavaliossa

N-6- ja n-3-sarjan rasvahappoja saadaan niin kasvi- kuin eläinkunnan tuotteista. Alfa-linoleenihappoa (18:3n-3) esiintyy joissakin kasviöljyissä, erityisesti rypsi- ja soijaöljyissä, kun taas linolihapon (18:2n-6) hyviä saantilähteitä ovat auringonkukka- ja maissiöljy. Pitkäketjuista n-6-sarjan arakidonihappoa saadaan pääasiassa lihasta ja pitkäketjuisia n-3-rasvahappoja, eikosapentaeenihappoa ja dokosaheksaeenihappoa esiintyy kaloissa, äyriäisissä, simpukoissa ja meren nisäkkäissä. Liitteessä 1 (sivu 31) on esitetty eri ruoka-aineiden rasvahappokoostumuksia.

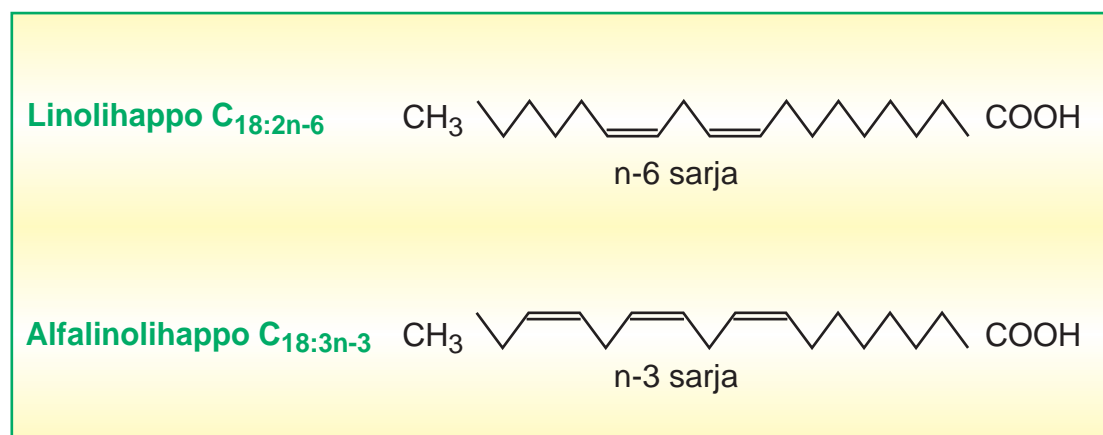
1.2. Rasvahappojen aineenvaihdunta

Elimistö pystyy lisäämään kaksoissidoksia osaan rasvahappoketjun hiilistä sekä pidentämään rasvahappoketjua. Elimistö pystyy muodostamaan tyydyttyneitä rasvahappoja sekä n-7- ja n-9-sarjan kerta- ja monityydyttymättömiä rasvahappoja. Seuraavassa käsitellään rasvahappojen aineenvaihdunnasta kaksoissidosten muodostuminen sekä rasvahappoketjun pidentäminen.

a. Kaksoissidosten muodostuminen desaturaatioreaktiossa

Rasvahappojen desaturaatiossa niihin lisätään kaksoissidoksia. Desaturaasientsyymit katalysoivat kaksoissidoksen muodostusta rasvahappoketjun 9. ja 10. ja vastaavasti 7. ja 8. hiilen väliin metyyliästä lukien. Näin elimistö pystyy muodostamaan n-9- ja n-7-sarjan tyydyttymättömiä rasvahappoja. Esimerkiksi steariinihaposta (18:0) muodostuu öljyhappoa (18:1n-9) reaktiossa, jossa kaksoissidoksen lisäystä rasvahapon 9. ja 10. hiilen väliin katalysoi delta-9-desaturaasi.

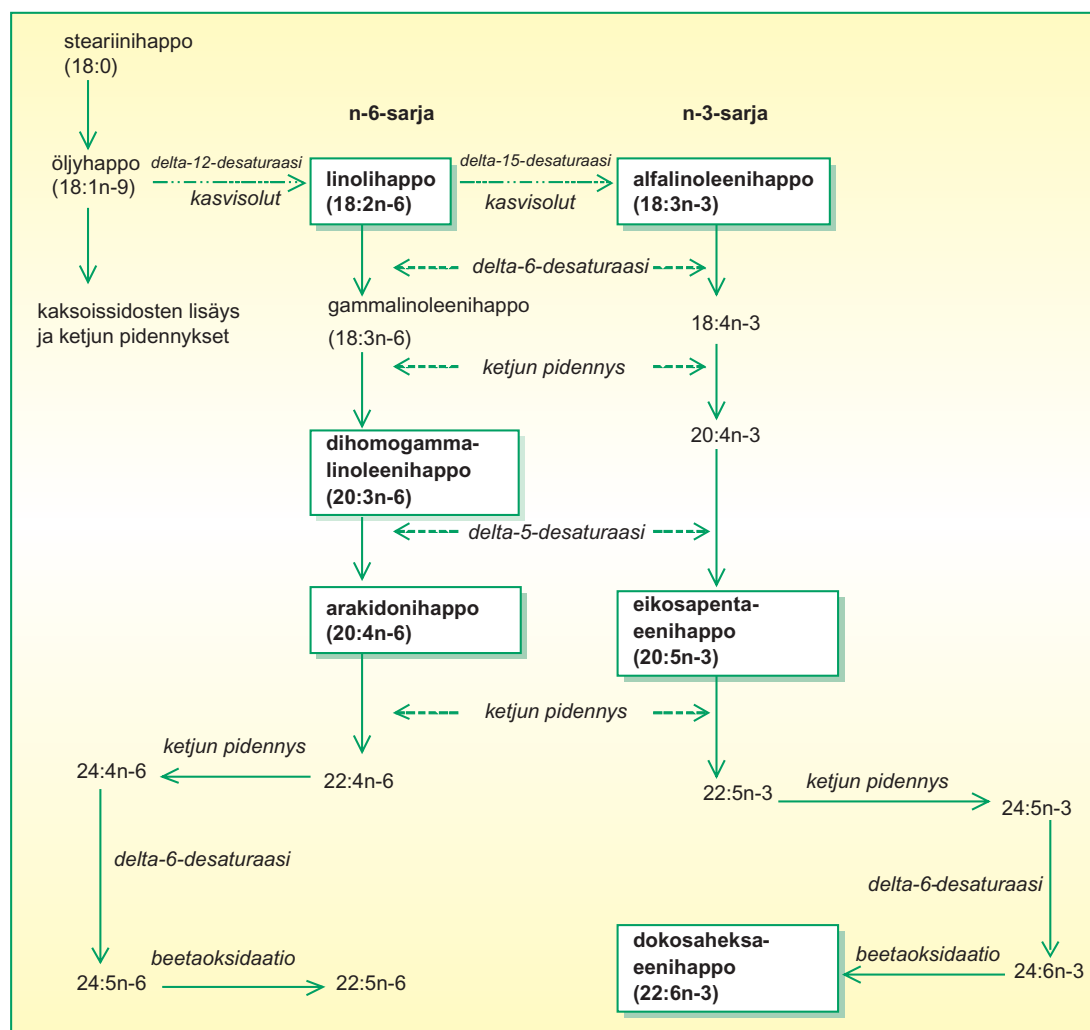
Ihmisillä ei ole linolihapon (18:2n-6) ja alfa-linoleenihapon (18:3n-3) muodostukseen tarvittavaa kahta desaturaasientsyymiä, joten kaksoissidosten lisääminen rasvahapon 6. ja 7. sekä vastaavasti 3. ja 4. hiilen väliin metyyliästä lukien ei ole mahdollista. Sen sijaan kasvisoluissa linoli- ja alfa-linoleenihapon muodostusta katalysoivia entsyymejä on ja siksi kasviöljyt ovat parhaita välttämättömien rasvahappojen lähteitä. Linolihapon ja alfa-linoleenihapon rakennekaavat on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1: Linolihapon (18:2n-6) ja alfa-linoleenihapon (18:3n-3) rakennekaavat.

b. Rasvahappojen ketjun pidennys

Elimistö pystyy pidentämään ja lisäämään kaksoissidoksia saman sarjan, kuten n-6- tai n-3-sarjan rasvahappoihin. Osa välttämättömistä rasvahapoista muutetaan maksassa 20- ja 22-hiiliseksi rasvahapoiksi. N-6- ja n-3-sarjan rasvahapot kilpailevat samoista desaturaasi- ja ketjunpidennysentsyymeistä (kuva 2). Esimerkiksi samat entsyymit katalysoivat n-3-sarjan alfa-linoleenihapon muuntamista eikosapentaeenihapoksi (20:5n-3) ja n-6-sarjan linolihapon muuntamista arakidonihapoksi (20:4n-6). Linolihapon määrä vaikuttaa alfa-linoleenihapon muuntamiseen pidempiketjuisiksi johdannaisiksi: runsaasti n-6-sarjan linolihappoa sisältävä ruokavalio saattaa estää pidempiketjuisten n-3-sarjan rasvahappojen muodostuksen (ks. kohta 1.3.4.b, sivu 13 ja kohta 2.3., sivu 20).



Kuva 2: Välttämättömien rasvahappojen aineenvaihdunta: desaturaasientsyymien avulla rasvahappoon lisätään kaksoissidoksia, ketjun pidennyksessä rasvahappoon lisätään kaksi hiiliatomia ja beetaoksidaation aikana rasvahaposta irrotetaan kaksi hiiliatomia.

1.3. Välttämättömien rasvahappojen tehtävät

Välttämättömät rasvahapot toimivat solukalvojen fosfolipidien rakennusaineina, minkä takia ne ovat välttämättömiä kaikkien kudosten toiminnalle. Linolihappo (18:2n-6) osallistuu niiden rakenteellisten lipidien synteesiin, jotka muodostavat iholle vettä läpäisemättömän

kerroksen ja estävät ihon kuivumista. Linolihappo toimii lisäksi pidempiketjuisten 20-hiilisten rasvahappojen lähtöaineena. Toistaiseksi alfa-linoleenihapon (18:3n-3) ainoa tunnettu tehtävä liittyy sen toimimiseen pidempiketjuisten rasvahappojen esiasteena, mutta sillä saattaa olla muitakin hyödyllisiä vaikutuksia elimistössä. Taulukkoon 2 on koottu n-6- ja n-3-sarjan rasvahappojen tehtäviä.

Taulukko 2: N-6- ja n-3-rasvahappojen biokemiallisia tehtäviä.

Sarja	Rasvahappo	Symboli	Tehtävä
N-6	Linolihappo (LA)	18:2n-6	Lähtöaine lipideille, jotka muodostavat ihon vettä läpäisemättömän suojakerroksen (ks. 1.3.2) Pitkäketjuisten n-6-rasvahappojen (esim. arakidonihappo) lähtöaine (ks. 1.2.)
	Dihomogamma-linoleenihappo (DGLA)*	20:3n-6	Eikosanoidien lähtöaine (ks. 1.3.4.)
	Arakidonihappo (AA)*	20:4n-6	Solukalvon fosfolipidien rakennusaine (ks. 1.3.1.a) Eikosanoidien lähtöaine (ks. 1.3.4.) Näkökyky (ks. 1.3.3.)
N-3	Alfa-linoleenihappo (ALA)	18:3n-3	Pitkäketjuisten n-3-rasvahappojen (esim. EPA, DHA) lähtöaine (ks. 1.2.) Mahdollisesti myös muita vaikutuksia
	Eikosapentaeni-happo (EPA)**	20:5n-3	Eikosanoidien lähtöaine (ks. 1.3.4.) Arakidonihapon rakenteellinen analogi ja kilpailija biokemiallisissa reaktioissa (ks. 1.2. / 1.3.4.b)
	Dokosaheksaeni-happo (DHA)**	22:6n-3	Solukalvojen fosfolipidien rakennusaine erityisesti hermostossa ja verkkokalvolla (ks. 1.3.1.; 1.3.3.) Solukalvon fosfolipidien aineenvaihdunta (ks. 1.3.1.) Muuttaa solukalvon proteiinien rakennetta (ks. 1.3.1.b)

*) elimistö pystyy muodostamaan linolihaposta

***) elimistö pystyy muodostamaan alfa-linoleenihaposta

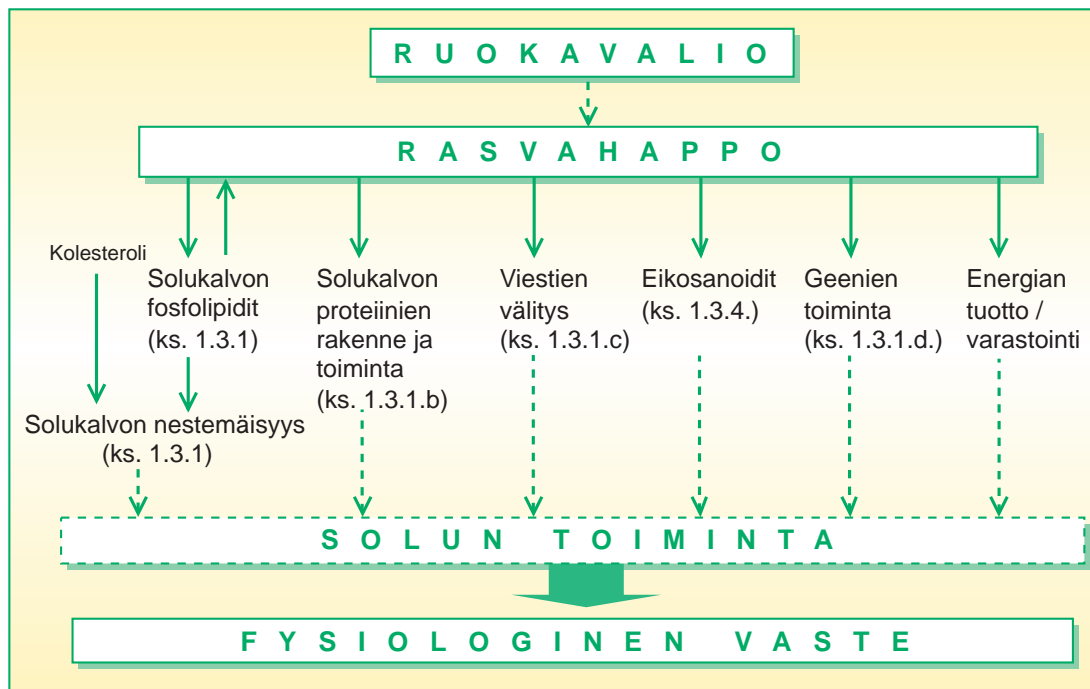
1.3.1. Tehtävät solukalvolla ja solussa

Rasvahappoja esiintyy solussa varastorasvana triglyserideinä pääasiassa rasva- ja maksa-soluissa sekä kaikkien solujen solukalvojen fosfolipideissä. Solukalvojen fosfolipideissä on erityisesti n-6- ja n-3-sarjan rasvahappoja, jotka

- ylläpitävät solukalvojen nestemäisyyttä
- ylläpitävät aineiden läpäisevyyttä solukalvojen läpi
- vaikuttavat solukalvon entsyymien ja reseptoriproteiinien aktiivisuuteen.

Solukalvolta vapautuessaan rasvahapoista voi muodostua viestimolekyylejä tai eikosanoideja ja rasvahapot voivat vaikuttaa myös geenien toimintaan. Rasvahapoilla on siis merkitystä solujen ominaisuuksiin ja toimintaan.

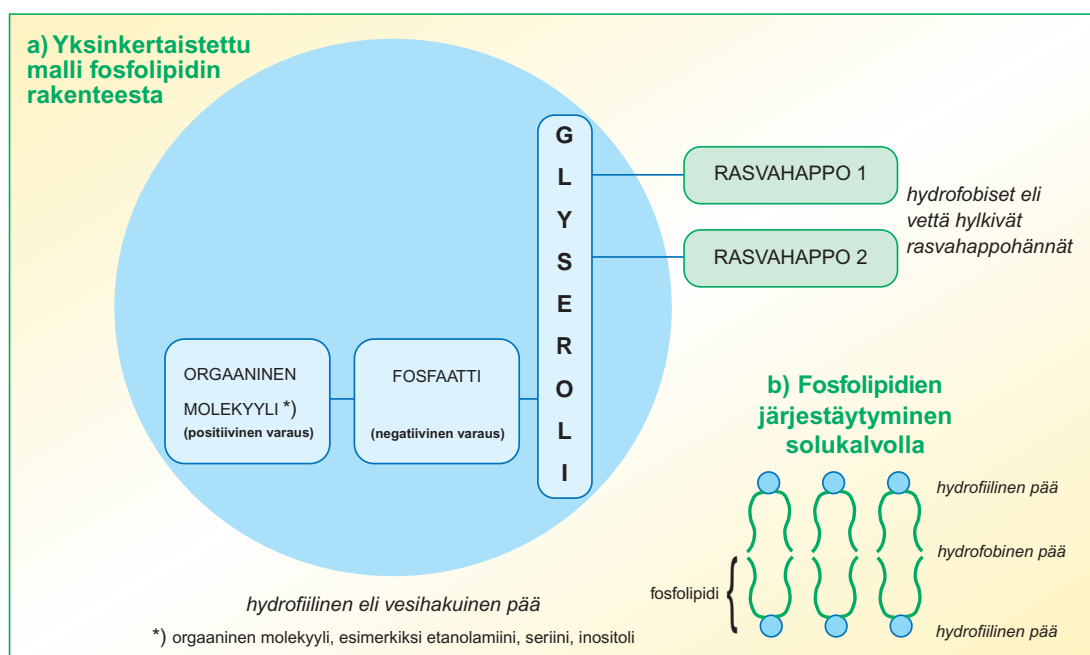
Ruokavalion rasvahappokoostumuksella pystytään vaikuttamaan solukalvojen rasvahappojen suhteellisiin osuuksiin. Esimerkiksi runsaasti monitydyttymätöntä rasvaa sisältävä ruokavalio lisää solukalvon monitydyttymättömien rasvahappojen määrää. Rasvahappojen solutason tehtäviä on pystytty tutkimaan ainoastaan soluviljelmien avulla ja siksi niiden fysiologinen merkitys on yhä selvittämättä. Toistaiseksi ei ole pystytty osoittamaan, että ravinnon avulla voitaisiin vaikuttaa kyseisiin solutason toimintoihin. Kuvaan 3 on koottu rasvahappojen solutason tehtävät.



Kuva 3: Rasvahappojen solutason tehtävät.

a. Solukalvojen fosfolipidit

Fosfolipidit ovat ulkoisten ja sisäisten solukalvojen rakenneosia (kuva 4). Lisäksi solukalvoissa on kolesterolia ja proteiineja. Muun muassa solutyypin sekä ruokavalion rasvahappokoostumus vaikuttavat siihen, mitä rasvahappoja solukalvojen fosfolipideissa on. Solukalvojen fosfolipidit sisältävät runsaasti 20- ja 22-hiilisiä monitydyttymättömiä rasvahappoja, jotka ovat muodostuneet enimmäkseen välttämättömistä rasvahapoista. N-6-sarjan arakidonihappo ja n-3-sarjan dokosaheksaeni-happo ovat solukalvojen fosfolipidien yleisimmät monitydyttymättömät rasvahapot. Arakidonihappoa esiintyy elimistön kaikissa soluissa, kun taas dokosaheksaeni-happoa on erityisesti aivoissa, verkkokalvossa ja siittiöissä.



Kuva 4: Malli solukalvon fosfolipidistä ja fosfolipidien järjestäytymisestä solukalvolla.

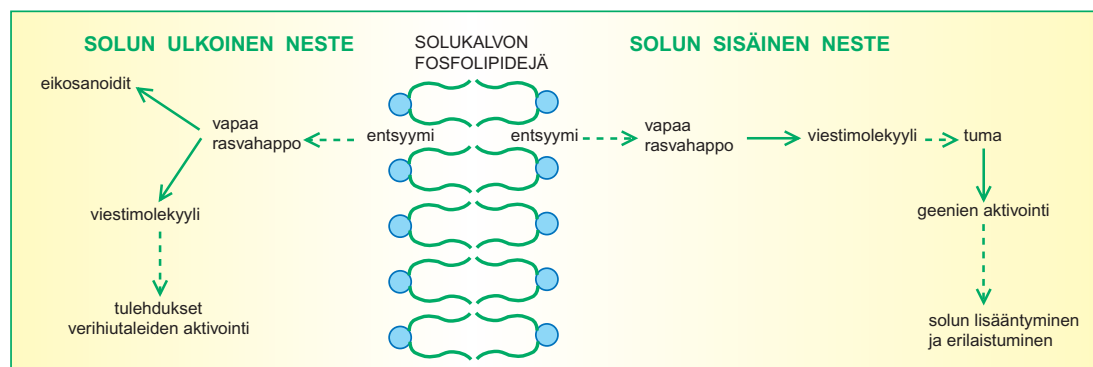
b. Proteiinien rakenne

Osa solukalvon proteiineista tarvitsee toimiakseen tietyn lipidin lähiympäristöönsä. Tällaisia proteiineja ovat useat solukalvon entsyymit (esim. solukalvon natriumin ja kaliumin aktiivinen kuljettaja, Na⁺/K⁺-ATPaasi) ja osa reseptoreista kuten insuliinireseptorit. Solukalvojen lipidit vaikuttavat entsyymien aktiivisuuteen sekä reseptorien määrään ja toimintaan. Esimerkiksi 20- ja 22-hiiliset monitydyttymättömät rasvahapot lisäävät solukalvon neste-mäisyyttä ja samanaikaisesti insuliinireseptorien määrää tehostaen näin myös insuliinin vaikutuksia. Mekanismia, jolla lipidit muuttavat entsyymien aktiivisuutta tai reseptorien toimintaa, ei kuitenkaan kovin hyvin tunneta.

c. Viestien välitys

Parhaiten tunnetaan n-6- ja n-3-sarjan rasvahappojen toimiminen aivojen ja verkkokalvon tiedonvälityksessä. Erityisesti pitkäketjuiset n-3-rasvahapot lisäävät solukalvojen neste-mäisyyttä ja läpäisevyyttä osallistuen näin hermosolujen sähköimpulssien kulkuun ja edelleen hermoston ja verkkokalvon toimintaan (ks. kohta 1.3.3., sivu 12).

Rakenteelliset fosfolipidit säätelevät myös solun ulkoisia ja sisäisiä toimintoja. Fosfolipaasi-entsyymit mahdollistavat rasvahappojen vapautumisen fosfolipideistä joko solun ulkopuolelle tai solun sisäiseen tilaan. Fosfolipaasi A2-entsyymi vapauttaa solun ulkopuolelle rasvahappoja, joista muodostuu joko eikosanoideja (ks. kohta 1.3.4., sivu 13) tai viestimolekyylejä, jotka osallistuvat mm. tulehdusreaktioihin ja verihiutaleiden aktivointiin. Myös solun sisäpuoliseen tilaan entsymattisesti vapautuneista rasvahapoista voi muodostua useita erityyppisiä viestimolekyylejä (kuva 5). Yksittäisten rasvahappojen vaikutusta viestimolekyylien aktiivisuuteen ei vielä tunneta tarkasti.



Kuva 5: Rasvahappojen vaikutus viestien kuljetukseen; solukalvon fosfolipideistä vapautuu entsyymattisesti rasvahappo, josta muodostuu solun ulkoisessa ja sisäisessä nesteessä viestimolekyylejä. Osasta solun ulkoiseen nesteeseen vapautuneesta rasvahapoista muodostuu eikosanoideja (ks. 1.3.4.).

d. Geenien toiminta

Viime aikoina on tutkittu ravinnon ja geenien toiminnan välistä yhteyttä. Niin n-6- kuin n-3-rasvahappojen on todettu vähentävän tiettyjen lipogeneesiin (eli rasvojen muodostukseen) ja glykolyysiin (eli glukoosin hajoitukseen) osallistuvien entsyymien muodostusta.

1.3.2. Iho, kasvu ja lisääntyminen

Linolihappoa sisältävät lipidit muodostavat vettä läpäisemättömän kerroksen ihon epidermikseen eli orvasketeen, kun taas arakidonihaposta muodostuu iholla prostaglandiini E_2 :ta (taulukko 3, sivu 15). Ensimmäinen havaittava välttämättömien rasvahappojen puutosoire on ihon kuivuminen ja hilseily. Pitkäaikaisen puutteen on todettu koe-eläimillä aiheuttavan karvan lähtöä, ihon rasvoittumista sekä merkivää ihotulehdusta. Koe-eläimillä veden menetys ihon kautta heikentää myös kasvua. Oireet ovat korjattavissa linolihapolla.

Sikiön nopeasti kehittyvät elimet tarvitsevat välttämättömiä rasvahappoja. Koska eikosanoidit säätelevät hypotalamuksen ja aivolisäkkeen hormonien vapautumista, osallistuvat välttämättömät rasvahapot tätä kautta kasvuun ja kehitykseen. Välttämättömien rasvahappojen puutteen on osoitettu aiheuttavan koe-eläimille hedelmättömyyttä.

1.3.3. Verkkokalvo ja hermosto

a. Verkkokalvo

Dokosaheksaeenihappo (22:6n-3) on pääasiallinen rasvahappo silmän verkkokalvon fosfolipideissä. Alfalinoleenihapon (18:3n-3) puute vähentää verkkokalvon solukalvojen dokosaheksaeenihapon määrää. Pitkäaikaisen n-3-sarjan alfalinoleenihapon tai dokosaheksaeenihapon puutteen on havaittu hidastavan koe-eläimillä verkkokalvon reagointiherkkyyttä sekä heikentävän näön tarkkuutta. Myös keskosilla on havaittu näkökyvyn heikkenemistä vähäisen n-3-sarjan rasvahappojen, erityisesti dokosaheksaeenihapon, saannin yhteydessä. Dokosaheksaeenihappoa esiintyy niillä solukalvoilla, joilla sijaitsee valo aistiva rodopsiiniproteiini. Dokosaheksaeenihappo on ilmeisesti välttämätön rodopsiinin normaalille toiminnalle. Dokosaheksaeenihapon puutteessa rodopsiinin uudelleenmuodostus saattaa hidastua, mikä heikentää hämärässä näkemistä.

b. Hermosto

N-3- ja n-6-sarjan monityydyttymättömiä rasvahappoja tarvitaan hermoston kehitykseen. Välttämättömien rasvahappojen merkitystä hermoston toiminnan kannalta on selvitetty enimmäkseen eläinkokeiden avulla. Erityisesti dokosaheksaeenihappoa (22:6n-3) on aivoissa runsaasti hermosolujen solukalvoilla. Pitkäaikaisen alfalinoleenihapon (18:3n-3) puutteen on havaittu vähentävän koe-eläinten aivojen kuorikerroksen dokosaheksaeenihapon määrää. Dokosaheksaeenihappo ilmeisesti lisää solukalvojen läpäisevyyttä ja tätä kautta osallistuu sähköisten hermoimpulssien kulkuun. On oletettu, että solukalvojen n-3-sarjan rasvahappojen puute muuttaa hermoimpulssien kulkua ja heikentää näin myös verkkokalvon toimintaa.

N-3-rasvahappojen puutosoireina on osassa eläimillä tehdyistä tutkimuksista havaittu näköä vaativien oppimistehtävien suorittamisen, motivaation sekä muiden oppimisvalmiuksien heikkenevän. Alfalinoleenihapon puutteen merkitys oppimiskyvyn heikkenemiseen on kuitenkin kiistanalainen. Eläinkokeissa alfalinoleenihapon puutoksen on todettu lisäävän myös juomishalukkuutta, aktiivista käytöstä sekä muuttavan hermoimpulsseja aivoissa.

Myös n-6-sarjan arakidonihappo osallistuu hermoston toimintaan. Arakidonihaposta (20:4n-6) muodostuneet eikosanoidit toimivat aivoissa hermovälitysaineiden vapautumisessa ja hermoimpulssien siirrossa.

1.3.4. Eikosanoidit

Eikosanoidit on yhteisnimitys ryhmälle hormonien kaltaisia, paikallisesti vaikuttavia yhdisteitä, joita muodostuu elimistön jokaisessa kudoksessa. Eikosanoidit säätelevät elimistön toimintaa ja niiden tiedetään vaikuttavan moniin elintoimintoihin, kuten verenpaineeseen, keuhkojen toimintaan, lisääntymiseen, immuunivasteeseen ja tulehdusreaktioihin. Kuitenkaan kaikkia eikosanoidien tehtäviä ei vielä tunneta.

Eikosanoideihin luetaan prostanoidit (prostaglandiinit, prostasykliinit, tromboksaanit), leukotrieenit, hydroksihapot ja lipoksiinit.

a. Lähtöaineet

Yksi välttämättömien rasvahappojen tärkeimmistä tehtävistä on osallistua eikosanoidien muodostuksessa tarvittavien, 20-hiiltä sisältävien rasvahappojen tuotantoon. Linolihaposta (18:2n-6) muodostuu

- dihomogammalinoleenihappoa (20:3n-6) ja
- arakidonihappoa (20:4n-6).

Alfalinoleenihaposta (18:3n-3) muodostuu vastaavasti

- eikosapentaenihappoa (20:5n-3) (kuva 2, sivu 8).

Näitä 20-hiilisiä rasvahappoja voi saada myös suoraan ravinnosta. Arakidonihapon pääasiallisia lähteitä ovat liha ja lihavalmisteeet. Eikosapentaenihappoa saadaan kaloista ja äyriäisistä sekä dihomogammalinoleenihappoa eräistä erikoisöljyistä, kuten helokkiöljystä ja mustaherukansiemenöljystä.

b. Muodostus

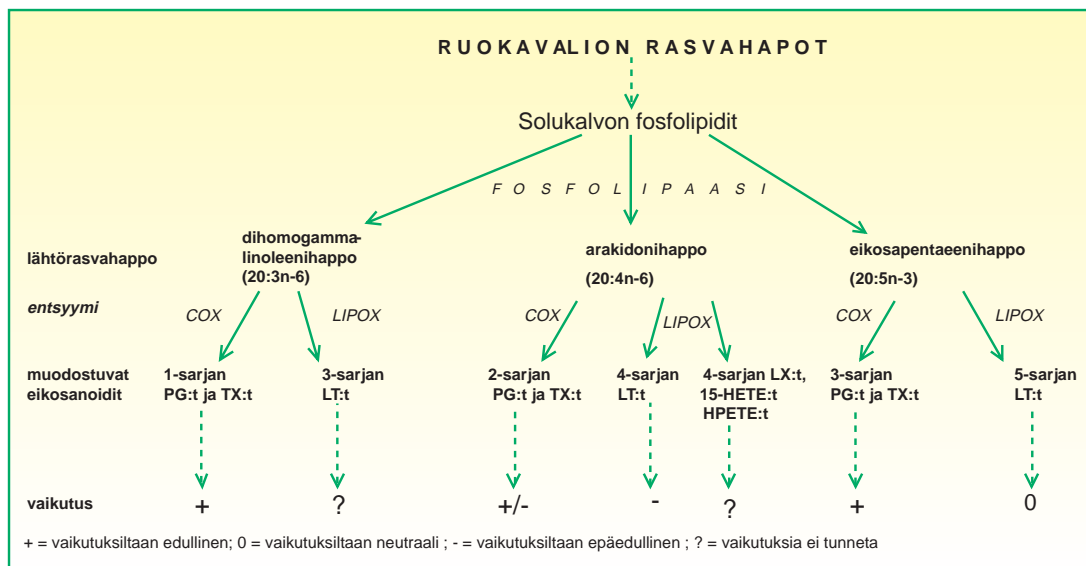
Fosfolipaasientsyymit irrottavat rasvahappoja solukalvolta solun aktivoitua mekaanisen, kemiallisen tai hormonaalisen ärsytyksen seurauksena. Solukalvoilla toimivat entsyymit, syklo-oksigenaasi ja lipoksigenaasi, hapettavat 20-hiiliset rasvahapot eikosanoideiksi. Lähtörasvahaposta, joita ovat joko

- dihomogammalinoleenihappo
- arakidonihappo tai
- eikosapentaenihappo,

riippuu, minkä sarjan eikosanoideja reaktiossa muodostuu. Eri sarjojen eikosanoidien vaikutukset voivat olla edullisia, neutraaleja tai epäedullisia. Näin ollen lähtörasvahappo joko lisää tai vähentää edullisten tai epäedullisten eikosanoidien vaikutusta (kuva 6).

Se, mitä eikosanoideja eri kudoksissa tuotetaan, riippuu pitkälti lähtörasvahappojen keskinäisistä suhteista. Koska ravinnon rasvahappokoostumuksella voidaan vaikuttaa solukalvojen rasvahappokoostumukseen, voidaan vaikuttaa myös siihen, muodostuuko elimistössä edullisia, neutraaleja vai epäedullisia eikosanoideja. Länsimaisessa ruokavaliossa n-6-rasvahappojen saanti suhteessa n-3-rasvahappojen saantiin saattaa olla jopa kymmenkertaista (ks. kohta 2.3., sivu 20). Solukalvojen arakidonihapon (20:4n-6) pitoisuus on näin jatkuvasti suuri ja eikosanoidisynteesi tuottaa pääasiassa 2-sarjan prostanoidia ja 4-sarjan leukotrienejä.

Arakidonihaposta syntyvien eikosanoidien ylituotantoa pidetään osasyllisenä useiden länsimaisten sairauksien (esim. angina pectoris, veritulppa, verisuonitukos, reuma, psoriasis) esiintymiseen. Näissä sairauksissa eikosanoidien pitoisuudet ovatkin usein huomattavasti kohonneet.



Kuva 6: Eri sarjojen eikosanoidien muodostus (COX = syklo-oksigenaasientsyymi katalysoi a.o. nuolen osoittamaa reaktiota; LIPOX = lipoksigenaasientsyymi katalysoi a.o. nuolen osoittamaa reaktiota; TX = tromboksaani; PG = prostaglandiini; LT = leukotrieni; HETE = hydroksieikosatetraeenihappo; HPETE = hydroperoksieikosatetraeenihappo).

c. Eikosanoidien muodostus kudoksissa

Kussakin kudoksessa muodostuu sille ominaisia eikosanoideja. Monissa kudoksissa toimivat sekä syklo-oksigenaasi- että lipoksigenaasientsyymit, jotka käyttävät lähtöaineinaan samoja rasvahappoja. Toistaiseksi ei kuitenkaan tunneta niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat rasvahapon kulkeutumiseen joko syklo-oksigenaasi- tai lipoksigenaasireittiä pitkin eli siihen, muodostuuko rasvahapoista tromboksaaneja ja prostaglandiineja vai leukotrienejä ja hydroksihappoja.

Eikosanoideja ei varastoida soluun. Niitä syntetisoidaan nopeasti solukalvoärsytyksen seurauksena ja ne vaikuttavat paikallisesti aktivoiden tiettyjä reseptoreita solukalvoilla. Muodostuneet eikosanoidit ovat lyhytikäisiä; esimerkiksi tromboksaani A_2 :n puoliintumisaika on 30 sekuntia. Lisäksi ne hajoavat nopeasti tehottomiksi aineenvaihduntatuotteiksi, jotka erittyvät virtsaan. Terveessä elimistössä eikosanoidien tuotto on vähäistä, vaikka ne säätelevätkin kudosten ja elinten toimintoja. Sairaustiloissa eikosanoidien pitoisuudet kuitenkin suurenevät, mikä kuvastaa jatkuvaa solukalvoärsytystä.

d. Prostanoidit eli prostaglandiinit, prostasykliinit ja tromboksaanit

Prostanoideja muodostuu useissa kudoksissa. Esimerkiksi iholla, aivoissa ja keuhkoissa muodostuu prostaglandiineja, verisuonen seinämässä prostasykliinejä sekä verihiutaleissa ja keuhkoissa tromboksaaneja. Ilmeisesti arakidonihaposta muodostuvat eikosanoidit ovat fysiologisesti tärkeimpiä, sillä solukalvolla on arakidonihappoa enemmän kuin dihomogammalinoleenihappoa tai eikosapentaeenihappoa. Lisäksi syklo-oksigenaasientsyymi, joka katalysoi prostanoidien muodostusta, tarttuu herkimmin yleisimpään solukalvojen rasvahappoon, arakidonihappoon (taulukko 3).

Taulukko 3: Esimerkkejä tiettyjen eikosanoidien fysiologisista vaikutuksista (PG = prostaglandiini, PGI = prostasykliini, TX = tromboksaani, LT = leukotrieni).

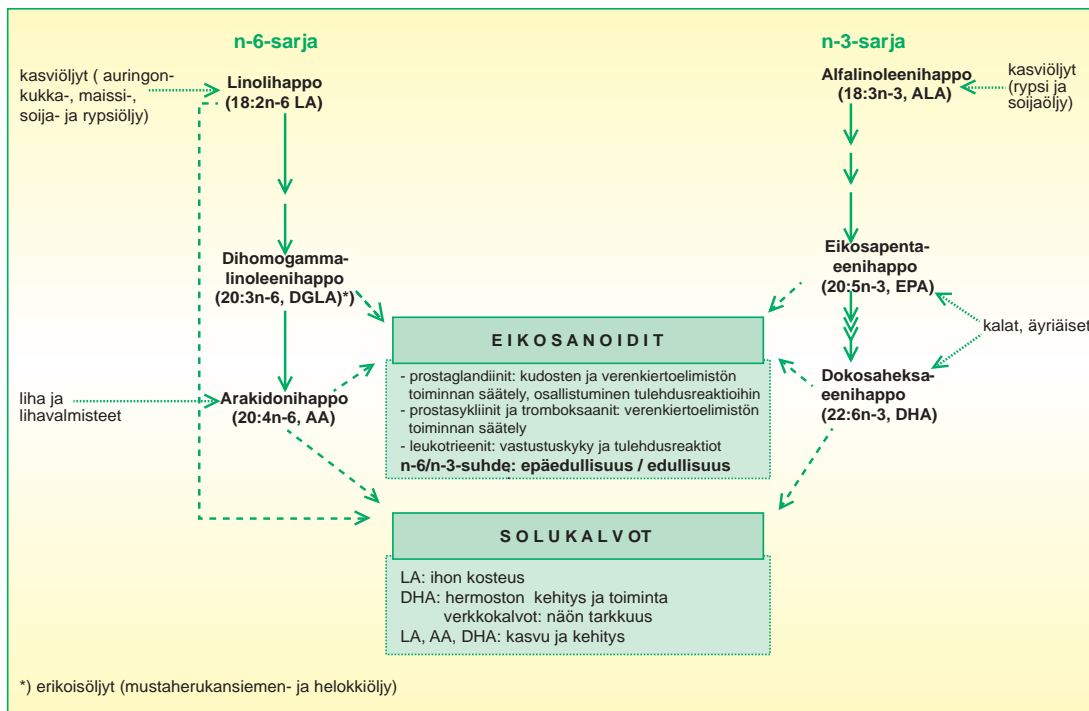
Lähtörasvahappo	Eikosanoidi	Esim.	Vaikutukset	
Arakidonihappo (20:4n-6)	2-sarjan prostaglandiinit	PGE ₂	Mahalaukku	Solujen suojaus
			Iho	Punotus, turvotus
			Akuutti tulehdus	Tulehdusreaktion voimistuminen; punotus, turvotus, herkistyminen kivulle, kuume
			Krooninen tulehdus	Tulehdusreaktion ja valkosolujen toiminnan esto
			Munuaiset	Veden erityys
			Keuhkoputket, ruoansulatuskanava	Sileän lihaksen supistuminen
		Verisuonet	Sileän lihaksen jännityksen väheneminen l. relaksaatio	
		PGD ₂	Aivot (PGD ₂ aivojen tärkein eikosanoidi)	Kivun-, unen- ja lämmönsäätely sekä hypotalamuksen hormonierityksen säätely
			Verenkiertoelimistö	Verihiutaleiden kasaantumisen esto, verisuonten laajeneminen, neutrofiilien l. syöjäsolujen aktivoitumisen esto
			Ruoansulatuskanava	Sileän lihaksen relaksaatio
			Kohtu	Sileän lihaksen relaksaatio
		PGF _{2α}	Keuhkot	Keuhkoputkien supistuminen
	Verisuonet, suolisto, kohtu		Supistuminen	
	PGI ₂	Verenkiertoelimistö	Verihiutaleiden kasaantumisen esto, verisuonten laajeneminen	
		Munuaiset	Renniinin erityys	
	2-sarjan tromboksaanit	TXA ₂	Verenkiertoelimistö	Verihiutaleiden kasaantuminen, verisuonten supistuminen
			Keuhkot	Keuhkojen sileän lihaksen supistuminen
	4-sarjan leukotrieenit	LTB ₄	Valkosolut	Sytotoksinen eli soluja tuhoava, vasta-aineiden ja sytokiinien l. viestiaineiden tuotanto, verisuonten läpäisevyys
Neutrofiilit eli syöjäsolut			Aktivointi erityisesti tulehduksen akuutissa vaiheessa	
LTC ₄ , LTD ₄ , LTE ₄		T-lymfosyytit, syöttösolut, luonnolliset tappajasolut	Aktivointi	
		Keuhkoputket, verisuonet, suolisto	Sileän lihaksen supistuminen, verisuonten läpäisevyys ja limaneritys, astman ja allergian välittäjäaineet	
Dihomogammalinoleenihappo (20:3n-6)	1-sarjan prostaglandiinit	PGI ₁	Verenkiertoelimistö	Noin 1% PGI ₂ aktiivisuudesta
		PGF _{1α}	Keuhkot	Noin 1/2 PGF _{2α} :n aktiivisuudesta
	1-sarjan tromboksaanit	TXA ₁		?
Eikosapentaeni-happo (20:5n-3)	3-sarjan prostaglandiinit	PGI ₃	Verenkiertoelimistö	Biologinen aktiivisuus lähes sama kuin PGI ₂
	3-sarjan tromboksaanit	TXA ₃	Verenkiertoelimistö	Biologinen aktiivisuus huomattavasti vähäisempi kuin TXA ₂ :lla

e. Leukotrieenit

Leukotrienejä tuottavat pääasiassa valkosolut ja muut immuunipuolustuksen solut ja ne osallistuvat immunologisiin reaktioihin. Niitä muodostuu pääasiassa arakidonihaposta. Yleisimmät leukotrieenit ovat leukotrieni B₄ sekä leukotrieenit C₄, D₄ ja E₄.

f. Lipoksiinit ja hydroksihapot

Lipoksiinien ja hydroksihappojen tehtävät ovat vielä jossain määrin epäselviä, mutta niiden on todettu toimivan monissa tapauksissa leukotrieenien antagonisteina vähentäen mm. neutrofiilien eli syöjäsolujen aktiivisuutta ja tulehdusreaktioita.



Kuva 7: Välttämättömien rasvahappojen ja niiden metaboliittien lähteitä, aineenvaihdunta sekä havaittuja fysiologisia vaikutuksia.

2. Välttämättömien rasvahappojen tarve eri elämänvaiheissa ja ravitsemussuositukset

Seuraavaan taulukkoon on koottu n-6- ja n-3-rasvahappojen saannista annettuja suosituksia:

Ryhmä	Ikä	VÄLTTÄMÄTTÖMÄT RASVAHAPOT				Suositus
		n-6 ja n-3 (E%)	n-6 (E%)	n-3 (E%)	n-6/n-3	
Raskaus, imetys		vähintään 5	–	–	–	NNR
		vähintään 5	–	–	–	VRNK
Imeväisikäiset	0 - 6 kk	–	vähintään 4,5	vähintään 0,5	4 - 9:1 (korvikkeet)	NNR
	6 - 12 kk	–	vähintään 3	vähintään 0,5	–	NNR
	Alle 1 v	–	vähintään 4,5	vähintään 0,5	–	VRNK
Lapset	1 - 3 v	–	vähintään 3	vähintään 0,5	–	NNR
	1 - 3 v	–	vähintään 3	vähintään 0,5	–	VRNK
Lapset yli 3 v, nuoret ja aikuiset		vähintään 3	–	vähintään 0,5	–	NNR
		vähintään 3	–	vähintään 1	–	VRNK
Aikuiset		–	4 - 10	–	–	FAO / WHO
Minimi		–	0,5	0,1	–	–

FAO / WHO = YK:n alaisen FAO / WHO:n ravitsemussuositukset (1994)

NNR = Pohjoismaiset ravitsemussuositukset (1996)

VRNK = Suomalaiset ravitsemussuositukset (1998)

– = suositusta ei annettu

2.1. Raskaus ja imetys

a. Raskaus

Raskautta edeltävällä ravitsemuksella on tärkeä merkitys äidin välttämättömien rasvahappojen statukselle. Välttämättömät rasvahapot varastoituvat rasvakudokseen, josta niitä raskauden aikana vapautetaan. Sikiö ja istukka ovat riippuvaisia niin äidin välttämättömien rasvahappojen varastoista kuin äidin raskauden aikaisesta välttämättömien rasvahappojen saannista. Sikiön nopeasti kehittyvien elinten, kuten maksan ja aivojen solukalvojen fosfolipideihin kertyy runsaasti pitkäketjuisia n-3- ja n-6-sarjan rasvahappoja. Raskauden aikana välttämättömiä rasvahappoja on arvioitu kerääntyvän noin 620 g, mikä kattaa sikiön, istukan, rintarauhasen sekä kohdun ja äidin verivolyymien kasvun aiheuttaman lisätarpeen.

Eniten välttämättömiä rasvahappoja varastoituu sikiöön viimeisen raskauskolmanneksen aikana. Myöhäisraskauden aikana äidin riittävällä välttämättömien rasvahappojen saannilla on merkitystä sikiön kasvuun sekä hermoston ja näkökyvyn kehitykseen. Erityisesti pitkäketjuisia n-3-sarjan rasvahappoja kertyy tänä aikana runsaasti sikiön keskushermostoon.

Pitkäketjuisten monityydyttymättömien rasvahappojen pitoisuudet ovat korkeammat sikiöllä kuin äidillä. N-3-sarjan rasvahappojen on arveltu vähentävän ennenaikaista synnytystä, raskausmyrkytystä ja sikiön kasvun heikkenemistä. Tutkimustulokset raskaudenaikaisen kalaöljysupplementaation hyödyistä ovat ristiriitaisia. Kansainvälinen asiantuntijatyöryhmä ISSFAL ehdottaa raskausaikana 300 mg dokosaheksaeenihappoa päivässä. Tämän määrän dokosaheksaeenihappoa saa, kun syö suositusten mukaisesti 2-3 kala-ateriaa viikossa. Suomalaisissa ravitsemussuosituksissa välttämättömien monityydyttymättömien n-6- ja n-3-rasvahappojen saantia on suositeltu lisättävän raskauden aikana 3 E%:sta 5 E%:iin. Saadaksesen riittävästi välttämättömiä rasvahappoja tulee ruokavalion sisältää pehmeitä näkyviä rasvoja, margariineja ja kasviöljyjä; käytännön esimerkkejä on esitetty kohdassa 3 sivu 22.

b. Imetys

Äidinmaidon rasvahappokoostumus ja maidon rasvapitoisuus vaikuttavat vastasyntyneen välttämättömien rasvahappojen saantiin. Lapsen ensimmäisten elinkuukausien aikana n-3-sarjan rasvahappoja kertyy vastasyntyneen keskushermostoon, minkä vuoksi äidin riittävällä välttämättömien rasvahappojen saannilla on merkitystä lapsen hermoston ja näkökyvyn kehitykseen.

Jos äidin ravitsemustila on hyvä, rintamaito sisältää lapsen 4 - 6 kuukauden ikään saakka riittävästi välttämättömiä rasvahappoja sekä pitkäketjuisia monityydyttymättömiä rasvahappoja. Kehitysmaissa heikossa ravitsemustilassa olevien äitien rintamaidon vähäinen määrä ja alhainen rasvapitoisuus ei välttämättä takaa vastasyntyneelle riittävää välttämättömien rasvahappojen saantia.

Hyvässä ravitsemustilassa olevien äitien rintamaidossa on noin 6 E% välttämättömiä rasvahappoja ja niiden metaboliitteja kuten arakidonihappoa ja dokosaheksaeenihappoa. Vielä ei ole selvää käsitystä, millä tehokkuudella ravinnon välttämättömiä rasvahappoja, linoli-happoa ja alfa-linoleenihappoa, voidaan muuttaa pidempiketjuisiksi rintamaidon rasvahapoiksi. Suomalaisissa ravitsemussuosituksissa imetysaikana äidin ruokavalion n-6- ja n-3-sarjan rasvahappojen osuudeksi on asetettu vähintään 5 E% (ks. esimerkit, kohta 3, sivu 22). ISSFAL:n selvityksen mukaan raskaus- ja imetysajaksi riittää samat määrät välttämättömiä rasvahappoja kuin normaalisti sekä lisäksi 300 mg dokosaheksaeenihappoa päivässä; tämän määrän dokosaheksaeenihappoa saa 2 - 3 viikottaisesta kala-ateriasta.

c. Äidinmaidonkorvikkeet

Rintamaidossa on linoli- ja alfa-linoleenihapon lisäksi pitkäketjuista arakidonihappoa ja dokosaheksaeenihappoa. Suomalaisissa äidinmaidonkorvikkeissa ei pitkäketjuisia rasvahappoja ole. Korviketta saavien lasten on todettu kasvavan yhtä hyvin tai paremmin kuin rintamaitoa saavien. Toistaiseksi ei kuitenkaan tiedetä, tarvitsevatko täysiaikaiset vastasyntyneet arakidonihappoa ja dokosaheksaeenihappoa ravinnosta. Joissakin tutkimuksissa dokosaheksaeenihappoa sisältävää korviketta saaneilla lapsilla on havaittu parempi näöntarkkuus kuin lapsilla, joiden saamassa korvikkeessa ei dokosaheksaeenihappoa ollut. Tätä ei ole kuitenkaan pystytty vahvistamaan.

d. Keskoskorvikkeet

Keskosilla on omat ravitsemukselliset tarpeensa, sillä keskosten rasvavarastot ovat vähäiset ja rasvahappoja metaboloivien entsyymien aktiivisuus ei ole riittävä. Siksi keskosilla ei ensimmäisten elinviikkojen aikana muodostu alfa-linoleenihaposta riittävästi pitkäketjuisia n-3-sarjan rasvahappoja hermoston kehityksen kannalta. Keskosilla dokosaheksaeenihapon (22:6n-3) puutteen on todettu heikentävän verkkokalvon toimintaa. Keskoskorvikkeisiin

lisätään dokosaheksaeenihapon ohella arakidonihappoa, joka takaa lapsen normaalin kasvun. Eurooppalainen äidinmaidonkorvikkeista suosituksen antanut asiantuntijaryhmä ESPGAN suosittelee lisättäväksi pitkäketjuisia, monityydyttymättömiä rasvahappoja keskoskorvikkeisiin samoina pitoisuuksina kuin niitä on rintamaidossa (n-6 LCPUFA 1%, n-3 LCPUFA 0,5 % kokonaisrasvahapoista).

e. Pitkäketjuisten monityydyttymättömien rasvahappojen lisääminen äidinmaidonkorvikkeisiin

Asiantuntijaryhmillä ei ole yksimielistä näkemystä siitä, tulisiko tavallisia äidinmaidonkorvikkeita täydentää arakidonihapolla ja dokosaheksaeenihapolla. Kansainvälinen asiantuntijaryhmä ISSFAL sekä WHO/FAO (1994) suosittelevat lisäämistä tavanomaisiin korvikkeisiin, kun taas eurooppalainen ESPGAN (1991) ja yhdysvaltalainen The Expert Panel (1998) eivät suosittele. ISSFAL:n ehdotus äidinmaidonkorvikkeiden riittäväksi välttämättömien ja pitkäketjuisten monityydyttymättömien rasvahappojen pitoisuudeksi on:

Linolihapo	10	% rasvahapoista
Alfalinoleenihapto	1,5	“
Arakidonihapto	0,5	“
Dokosaheksaeenihapto	0,35	“
Eikosapentaeenihapto*)	alle 0,1	“

*) yli 0,1 % määrä saattaa heikentää arakidonihapon aineenvaihduntaa ja lapsen kasvua

f. Välttämättömät rasvahapot sekä n-6/n-3-suhde äidinmaidonkorvikkeissa

Rintamaidossa on 4 - 5 E% linolihaptoa ja 0,5 E% alfalinoleenihaptoa. Äidinmaidonkorvikkeen tulee sisältää tasapainoisessa suhteessa välttämättömiä rasvahappoja. Nykikäsitksen mukaan äidinmaidonkorvikkeissa n-6/n-3-suhde eli käytännössä linolihapon ja alfalinoleenihapon suhde on rasvahappojen määrää tärkeämpi. Rintamaidossa n-6/n-3-suhde on 5 - 10 : 1. Äidinmaidonkorvikkeiden linolihapon ja alfalinoleenihapon väliseksi suhteeksi on suositeltu seuraavaa:

ESPGAN (1991)	5 - 15 :1
Pohjoismaiset ravitsemussuositukset (1996)	4 - 9:1
The Expert Panel (1998)	enintään 16:1.

2.2. Lapset, nuoret ja aikuiset

a. Imeväisikäiset, lapset ja nuoret

Lasten välttämättömien rasvahappojen tarvetta ei tiedetä, vaikka normaali kasvu ja kehitys vaatii välttämättömiä rasvahappoja. Kasvavat lapset tarvitsevat linolihaptoa todennäköisesti vähintään 1 - 4,5 E % kudosten kasvuun, solukalvojen rakenteen ylläpitämiseen ja eikosanoidien muodostukseen. N-3-sarjan rasvahappojen tarve on kasvun ja kehityksen aikana suuri, tarpeen on arvioitu olevan 0,5 -1,2 E%.

Suomalaisissa ravitsemussuosituksissa välttämättömien n-6-sarjan rasvahappojen suositeltava saanti alle 1-vuotiaille on vähintään 4,5 E % ja 1 - 3-vuotiaille vähintään 3 E%. N-3-sarjan rasvahappojen osuudeksi vastaavasti suositellaan vähintään 0,5 E%. Yli 3-vuotiaiden suositukset ovat samat kuin aikuisten. Käytännön esimerkkejä välttämättömien rasvahappojen saannin turvaamisesta on esitetty kohdassa 3 (sivu 22).

b. Aikuiset

Aikuisilla n-6-sarjan rasvahappojen puutosoireita ei yleensä synny, kun linolihappoa saadaan 1 - 4 E%. Sen sijaan 0,5 -1,0 E% alfa-linoleenihappoa ehkäisee aikuisella n-3-rasvahappojen puutosoireet. Suositukset linolihapon tarpeesta vaihtelevat 2 - 10 E% ja alfa-linoleenihapon vastaavasti 0,5 - 1 E%.

Kansainvälinen asiantuntijatyöryhmä ISSFAL:in ehdottaa riittäväksi saanniksi (AI, adequate intake) seuraavaa

Linolihappo	2 - 3 E %
Alfa-linoleenihappo	1 E %
DHA + EPA	0,3 E %
• DHA vähintään *)	0,1 E %
• EPA vähintään	0,1 E %

*) raskaana oleville ja imettäville naisille 300 mg/pvä

Suomalaisissa suosituksissa välttämättömien monitydyttymättömien n-6- ja n-3-rasvahappojen osuudeksi ruokavaliossa suositellaan vähintään 3 E%, tähän sisältyy n-3-rasvahappoja vähintään 1 E% (ks. esimerkit kohta 3, sivu 22).

c. Vanhukset

Vanhukset ovat ravitsemuksellinen riskiryhmä, mikä johtuu pääasiassa alhaisesta energiansaannista ja muuttuneista ruokailutottumuksista. Rasvahappojen aineenvaihdunta saattaa lisäksi muuttua ikääntyessä. Desaturaasientsyymien aktiivisuus heikkenee vanheudessa. Tämä lisää puolestaan arakidonihapon ja eikosapentaeenihapon merkitystä jopa siinä määrin, että ne saattaisivat tulla vanhuksille välttämättömiksi rasvahapoiksi. Tutkimuksissa laitoshoidossa olevilla vanhuksilla on havaittu vähäistä välttämättömien rasvahappojen saantia ja biokemiallisia puutosoireita. Vanhuksille ei ole annettu erillisiä suosituksia välttämättömien rasvahappojen tarpeesta

2.3. Ravinnon rasvahappojen n-6/n-3-suhde

Rasvahappojen välinen saantisuhde on tärkeä, koska rasvahapot kilpailevat elimistössä samoista entsyymeistä, eikä rasvahappo voi muuttua n-6-, n-3- tai n-9-sarjasta toiseen (ks. kuva 2, sivu 8). Kudosten rasvahappokoostumus heijastaa ravinnon rasvahappokoostumusta. Ainoastaan aivoissa n-6/n-3 suhde on noin 1:1 ravinnon rasvahappokoostumuksesta riippumatta.

Optimaalisesta n-6/n-3-suhteesta ei olla päästy yksimielisyyteen ja annetuissa suosituksissa on runsaasti vaihtelua. Solukalvojen n-6/n-3 suhde vaikuttaa oleellisesti aivojen toimintaan. Eläinkokeiden perusteella aivotoiminnan kannalta (oppiminen, lämmönsäätely, unen säätely, kivunsieto) optimaaliseksi suhteeksi on esitetty suhdetta 4:1 tai vähemmän. Pohjoismaisissa ravitsemussuosituksissa (1996) n-6- ja n-3-sarjan rasvahapoille annetuista suosituksista päästään suhteeseen 4:1-10:1. Äidinmaidonkorvikkeille asetetut suositukset vaihtelevat välillä 4:1 - 16:1 (ks. kohta 2.2, sivu 19). Optimaalinen suhde todennäköisesti vaihtelee iän mukaan. N-3-rasvahappojen saanti on erityisen tärkeä aivojen kehityksen kannalta varhaislapsuudessa. Taulukossa 4 on esitetty eri maissa annettuja suosituksia ruokavalion n-6/n-3-suhteeksi.

Taulukko 4: Eri maissa annettuja suosituksia n-6- ja n-3 rasvahappojen suhteesta.

Suosituksen antaja	Suosittelu n-6/n-3 suhde
Kanada (Scientific Review Committee of Canada 1989)	5:1-6:1
Iso-Britannia (British Nutrition Task Force 1992)	6:1
Euroopan yhteisö (Scientific Committee for Food of the European Community, 1993)	4:1
YK (FAO/WHO expert Committee on Fats & Oils in Human Nutrition, 1994)	5:1-10:1
Pohjoismaat (Nordiska näringsrekommendationer 1996)	4:1 - 10:1

Nykyään n-6-sarjan linolihapon saanti on monissa länsimaissa noin 6-7 E%, kun taas n-3-rasvahappojen saanti on alle 1 E%. Näin ruokavalion n-6/n-3-suhde saattaa olla jopa yli 10:1 (taulukko 5).

Suomessa n-6- ja n-3-rasvahappojen suhde on noin 5:1. Se on seurausta siitä, että maassamme käytetään paljon n-3-sarjan alfa-linoleenihappoa sisältävää rypsiöljyä ja rypsiöljypohjaisia margariineja. Korkea n-6/n-3-suhde on liitetty useisiin elintapasairauksiin kuten sydän- ja verisuonisairauksiin ja diabetekseen.

Taulukko 5: Ruokavalion n-6/n-3-suhde eri väestöissä ja äidinmaidossa.

Väestö	n-6/n-3
Äidinmaito	noin 5:1
USA	8:1
Japani	1:1
Grönlanti	1:4
Eurooppa	10:1 - 14:1
Suomi	5:1

3. Välttämättömien rasvahappojen saannin turvaaminen - käytännön esimerkkejä

3.1. Ruokavalion koostaminen

Vähärasvainen ruokavalio, josta on jätetty pois näkyvä pehmeä rasva, margariinit ja kasviöljyt, ei sisällä riittävästi n-6- ja n-3-sarjan välttämättömiä rasvahappoja. Jos ruokavaliossa taas on runsaasti kovaa piilorasvaa, mutta ei pehmeää rasvaa, ei välttämättömiä n-6- ja n-3-rasvahappoja saada suositusten mukaisesti. Seuraavat esimerkit havainnollistavat, miten margariinit ja rypsiöljypohjaiset salaatikastikkeet turvaavat n-6- ja n-3-rasvahappojen saannin.

Ruokavalio 1*) (piilorasvaa; ei näkyvää pehmeää rasvaa)	Ruokavalio 2*) (vähärasvainen; ei näkyvää pehmeää rasvaa)	Ruokavalio 3*) (ruokavalio 2 + näkyvää pehmeää rasvaa)	
		margariini 80	margariini 40
Aamiainen			
grahamsämpylä	grahamsämpylä	grahamsämpylä + 2 tl margariinia	grahamsämpylä + 2 tl margariinia
jogurtti (2 % rasvaa)	rasvaton jogurtti (0,1 % rasvaa)	rasvaton jogurtti	rasvaton jogurtti
meetvursti, 2 siivua (34 % rasvaa)	keittokinkku (1 % rasvaa)	keittokinkku	keittokinkku
Emmental, 2 siivua (27 % rasvaa)	vähärasvainen juusto (10 % rasvaa)	vähärasvainen juusto	vähärasvainen juusto
kurkku	kurkku	kurkku	kurkku
tuoremehu, tee / kahvi	tuoremehu, tee / kahvi	tuoremehu, tee / kahvi	tuoremehu, tee / kahvi
Lounas			
leivitetty porsaanleike (12 % rasvaa)	uunipaisti porsaan ulkofileestä (4,5 % rasvaa)	uunipaisti porsaan ulkofileestä	uunipaisti porsaan ulkofileestä
kermaperunat (16 % rasvaa)	uuniperunat, liha- liemessä valmistettu (1 % rasvaa)	uuniperunat	uuniperunat
keitettyjä kasviksia	keitettyjä kasviksia	keitettyjä kasviksia	keitettyjä kasviksia
ruisleipää	ruisleipää	ruisleipää + 2 tl margariinia	ruisleipää + 2 tl margariinia
hedelmäsalaatti	hedelmäsalaatti	hedelmäsalaatti	hedelmäsalaatti
Välipala			
tee / kahvi, hilloppiirakka	tee / kahvi, hilloppiirakka	tee / kahvi, hilloppiirakka	tee / kahvi, hilloppiirakka
banaani	banaani	banaani	banaani
Päivällinen			
kevytmaito (1,5 % rasvaa)	rasvaton maito	rasvaton maito	rasvaton maito
tonnikalasalaaatti (tonnikala vedessä)	tonnikalasalaaatti + rasvaton salaatikastike	tonnikalasalaaatti + 2 rkl öljypohjaista salaatikastiketta	tonnikalasalaaatti + 3 rkl öljypohjaista salaatikastiketta
hiivaleipää	hiivaleipää	hiivaleipää + 2 tl margariinia	hiivaleipää + 2 tl margariinia
marjakiisseli	marjakiisseli	marjakiisseli	marjakiisseli
Illtapala			
kaakao (kevytmaito 1,5 % rasvaa)	kaakao (rasvaton maito)	kaakao (rasvaton maito)	kaakao (rasvaton maito)
näkkileipää, kasviksia	näkkileipää, kasviksia	näkkileipää, kasviksia + 2 tl margariinia	näkkileipää, kasviksia + 2 tl margariinia
omena	omena	omena	omena

*) Ravintoarvot seuraavassa taulukossa (sivu 23)

Ravintoarvo	Ruokavalio 1 (piilorasvaa; ei näkyvää pehmeää rasvaa)	Ruokavalio 2 (vähärasvainen; ei näkyvää pehmeää rasvaa)	Ruokavalio 3 (ruokavalio 2 + näkyvää pehmeää rasvaa)		Suomalaiset suositukset (1998)
			margariini 80	margariini 40	
Energiaa MJ (kcal)	9,4 (2.250)	7,9 (1.880)	9,9 (2.370)	9,7 (2.320)	
Rasvaa (E%)	28	13	29	29	alle 30 • ei hyötyä vähentää alle 20 - 25 E%
Rasvahapot:					
• kova rasva (E%) *)	14	5	8	7	noin 10
• kertatyydyttymättömät (E%)	8	3	12	12	10 - 15
• monityydyttymättömät (E%)					
– n-6- ja n-3- rasvahapot	2,9	1,8	7,4	7	3 - 10
– n-3-rasvahapot	0,6	0,5	2,3	2	1 - 3

*) kova rasva = tyydyttyneet- ja trans-rasvahapot

Rypsiöljypohjaiset margariinit ja rypsiöljy takaavat välttämättömien linoli- ja alfa-linoleenihappojen saannin. Lisäksi nämä rasvahapot, kuten muutkin tyydyttymättömät rasvahapot, alentavat veren rasva-arvoja, kun niillä korvataan kovaa rasvaa. Jos leivän päältä jättää margariinin pois, on vaarana, että kovan rasvan osuus ruokavaliossa suurenee.

3.2. Saantilähteenä margariinit ja kasviöljyt

Seuraavassa esimerkissä on laskettu, mikä määrä margariinia leivän päällä riittää turvaamaan päivittäisen välttämättömien rasvahappojen saannin eri elämänvaiheissa:

	Margariinia (80 %) (tl)	Arvioitu energiantarve MJ (kcal)*
1- 3 vuotias leikki-ikäinen ¹⁾	5	5,9 (1.410)
Tytöt 4 - 10 v ²⁾	5 - 6	7,1 (1.700)
Pojat 4 - 10 v ²⁾	6	8,4 (2.000)
Tytöt 11 - 18 v ²⁾	7	8,5 (2.030)
Pojat 11 - 18 v ²⁾	8	10,5 (2.500)
Naiset ²⁾	7	9,2 (2.200)
Miehet ²⁾	9	11,3 (2700)
Raskaana oleva / ensimmäinen kolmannes ³⁾	12	9,7 (2.310)
Raskaana oleva / kaksi viimeistä kolmannesta, lmettävä nainen ³⁾	14	10,8 (2.570)

1) välttämättömiä n-6-rasvahappoja vähintään 3 E% ja n-3 rasvahappoja vähintään 0,5 E%

2) välttämättömiä n-6- ja n-3-rasvahappoja vähintään 3 E%, josta n-3 rasvahappoja vähintään 1 E%

3) välttämättömiä n-6- ja n-3-rasvahappoja vähintään 5 E%
(VRNK 1998)

Mikäli lisätään rypsiöljypohjaista salaatinkastiketta, voi leivän päälle valita kevyemmän vaihtoehdon, kuten 60 % tai 40 % rasvaa sisältävän margariinin, esimerkiksi seuraavan mallin mukaan:

	Margariini 60 tai 40 ja öljypohjaista salaatinkastiketta			Arvioitu energiantarve / säännöllinen liikunta MJ (kcal)
	Margariini (tl) 60 %	40 %	Salaatin- kastike (rkl)	
1- 3 vuotias leikki-ikäinen ¹⁾	5	7	1	5,9 (1.410)
Tytöt 4 - 10 v ²⁾	3	4	1	7,1 (1.700)
Pojat 4 - 10 v ²⁾	5	8	1	8,4 (2.000)
Tytöt 11 - 18 v ²⁾	3	5	1	8,5 (2.030)
Pojat 11 - 18 v ²⁾	4 - 5	6 - 7	2	10,5 (2.500)
Naiset ²⁾	4	6	2	9,2 (2.200)
Miehet ²⁾	4	6	3	11,3 (2700)
Raskaana oleva / ensimmäinen kolmannes ³⁾	4	5	4	9,7 (2.310)
Raskaana oleva / kaksi viimeistä kolmannesta lmettävä nainen ³⁾	6	9	4	10,8 (2.570)

1) välttämättömiä n-6-rasvahappoja vähintään 3 E% ja n-3-rasvahappoja vähintään 0,5 E%

2) välttämättömiä n-6- ja n-3-rasvahappoja vähintään 3 E%, josta n-3-rasvahappoja vähintään 1 E%

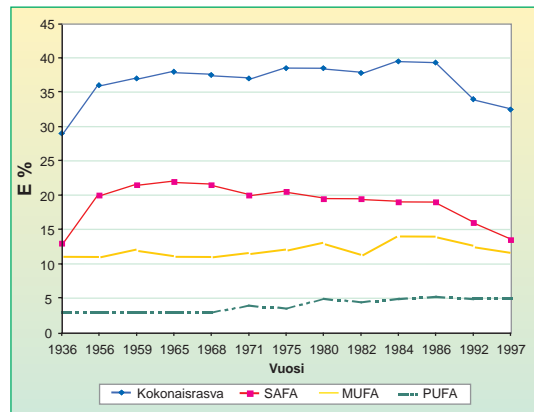
3) välttämättömiä n-6- ja n-3-rasvahappoja vähintään 5 E%

(VRNK 1998)

4. Rasvan laatu Suomessa

4.1. Muutokset rasvan saannissa

Varhaisimmat tiedot suomalaisten ruokavalion rasvan laadusta perustuvat 1930-luvulla koottuihin tietoihin. Tuolloin tyydyttyneiden rasvahappojen osuus energian kokonaisuudesta oli 13 %, kertatyydyttymättömien 11 % ja monityydyttymättömien 3 %. Seuraavat tiedot ovat vasta 1950-luvun puolivälistä, jolloin tyydyttyneiden rasvahappojen osuus oli kasvanut 20 E%:iin, mutta muiden rasvahappojen osuudet olivat pysyneet ennallaan. Vuodesta 1982 vuoteen 1997 rasvan kokonaisuus on vähentynyt 38 E%:sta 32-33 E%:iin. Muutos on johtunut ensisijaisesti tyydyttyneen rasvan saannin pienemisestä 19 E%:sta 13-14 E%:iin. Monityydyttymättömien rasvahappojen saanti on tutkimuksissa vaihdellut 3 E%:sta 5 E %:iin (kuva 8).



Kuva 8: Suomalaisen ruokavalion kokonaisrasvan määrä sekä tyydyttyneiden (SAFA), kertatyydyttymättömien (MUFA) ja monityydyttymättömien (PUFA) rasvahappojen saanti vuodesta 1930 - 1997.

4.2. N-6- ja n-3-rasvahapot

Suomalaisten lasten n-6- ja n-3-rasvahappojen saantia on selvitetty 1990-luvun lopulla Strip-projektissa ja aikuisten vastaavasti Finravinto 1997 -tutkimuksessa.

Lapset

Strip-tutkimuksen mukaan 1 - 4-vuotiaiden lasten n-6- ja n-3-rasvahappojen saanti on Suomessa riittävää. Lapset saivat n-6-sarjan monityydyttymättömiä rasvahappoja keskimäärin 3,5 E% ja n-3-sarjan monityydyttymättömiä rasvahappoja 0,5 E%. Tehostetun ravitsemusneuvonnan ryhmässä välttämättömien rasvahappojen saanti oli jonkin verran suurempaa: n-6-sarjan rasvahappojen 4 E% ja n-3-sarjan rasvahappojen vastaavasti 0,7 - 0,8 E%.

Aikuiset

Finravinto 1997 -tutkimuksessa on selvitetty suomalaisen työikäisen väestön ravinnon saantia. Tutkimuksen mukaan n-6- ja n-3-rasvahappojen saanti oli suositusten mukaista. Miesten ja naisten n-3-sarjan monityydyttymättömien rasvahappojen saanti oli keskimäärin 1 E%. Miesten n-6-sarjan monityydyttymättömien rasvahappojen saanti oli 3,0 E% ja naisten 3,6 E%. Taulukkoon 6 on koottu monityydyttymättömien rasvahappojen saantilähteet.

Taulukko 6: Monityydyttymättömien rasvahappojen prosentuaalinen saanti eri ruokaryhmistä miehillä ja naisilla Finravinto-tutkimuksessa 1997

Ruokaryhmä	Miehet keskiarvo (%)	Naiset keskiarvo (%)
Ravintorasvat	58	56
Liha	17	15
Viljavalmistet	10	10
Kasvikset	4,5	6
Kala	4,5	5
Maitovalmistet	4	5
Hedelmät	1	2
Kananmuna	1	1

5. Kysymyksiä ja vastauksia



Väestötutkimusten mukaan suomalaiset saavat riittävästi välttämättömiä rasvahappoja. Onko kuitenkin joitakin väestöryhmiä, joilla välttämättömien rasvahappojen saanti saattaa jäädä liian vähäiseksi?

Riskiryhminä välttämättömien rasvahappojen suhteen voidaan pitää **keskosia**, joilla rasvahappojen aineenvaihdunta on kehittymätöntä, rasvavarastot ovat vähäiset ja joiden energiantarve on suuri. Mikäli välttämättömien rasvahappojen saanti ei ole riittävä, keskoselle voi kehittyä puutosoireita jo 5 - 10 päivän aikana.

Henkilöt, jotka välttävät kaikkea rasvaa - myös näkyvää pehmeää rasvaa - eivät saa ruokavaliostaan riittävä määrä välttämättömiä rasvahappoja. Erityisesti riskiryhmässä ovat anoreksiaa sairastavat potilaat, joiden välttämättömien rasvahappojen status on heikko.

Pitkäaikainen parenteraalinen ravinto, joka takaa riittävän glukoosin saannin, mutta ei sisällä lipidejä, vähentää välttämättömien rasvahappojen vapautumista rasvavarastoista. Linolihapon anto suonensisäisesti estää tällaisessa tapauksessa välttämättömien rasvahappojen puutoksen. Parenteraalinen ravinto, joka sisältää aminohappoja mutta ei glukoosia, ei aiheuta välttämättömien rasvahappojen puutetta.

Välttämättömien rasvahappojen puutetta on esiintynyt usein joissakin sairaustiloissa, kuten kystisessä fibroosissa (periytyvä avorauhashäiriö), MS-taudissa, sinkin puutteesta tai imeytymishäiriöstä johtuvassa ihon tulehdustaudissa (akrodermatiitti enteropathica).

Ovatko välttämättömät rasvahapot tallella margariineissa?

Margariinien pääasiallisia valmistusaineita ovat kasviöljyt, joiden sisältämät välttämättömät rasvahapot siirtyvät sellaisenaan margariineihin. Margariinit ja kasviöljyt ovat parhaat välttämättömien rasvahappojen lähteet.

Mistä määrästä margariinia saa päivittäiset n-6- ja n-3-rasvahapot?

Siihen, mistä määrästä margariinia saadaan riittävästi välttämättömiä rasvahappoja, vaikuttavat ensinnäkin henkilön energiantarve, ikä ja fysiologinen tila. Erityisesti pikkulapsilla, raskaana olevilla ja imettävillä naisilla välttämättömien rasvahappojen tarve on lisääntynyt. On myös otettava huomioon margariinin sisältämä rasvan määrä. Esimerkiksi 80 % rasvaa sisältävä margariini sisältää puolet enemmän välttämättömiä rasvahappoja kuin 40 % rasvaa sisältävä margariini. Esimerkiksi kevyttä työtä tekevä säännöllisesti liikuntaa harrastava nainen saa tarvitsemansa välttämättömät rasvahapot, jos hän syö päivän aikana vähintään 7 viipaletta leipää ja levittää kullekin teelusikallisen margariinia, jossa rasvaa on 80%. Jos hän käyttää öljypohjaista salaattinkastiketta, voi hän puolestaan valita leivän päälle vähemmän rasvaa sisältävän margariinin.

Eivätkö monityydyttymättömät rasvat hapetu helposti? Tarvitseeko syödä E-vitamiinia, jos syö paljon kasviöljyjä?

Pitää paikkaansa, että monityydyttymättömät rasvahapot ovat herkkiä hapettumaan. Kasviöljyt sisältävät kuitenkin luonnostaan runsaasti E-vitamiinia, useimmissa tapauksissa sitä enemmän mitä enemmän monityydyttymättömiä rasvahappoja ne sisältävät.

Pitkäaikaisen n-3-rasvahappojen saannin kannalta rypsi- ja soijaöljy ovat hyviä lähteitä, sillä öljyistä saadaan riittävä määrä E-vitamiinia estämään monityydyttymättömien rasvahappojen hapettumista. Sen sijaan kalan E-vitamiinipitoisuus on vähäinen suhteessa kalan n-3-rasvahappojen tyydyttymättömyysasteeseen.

Linolihappo on välttämätön rasvahappo. Viime aikoina on runsaasti keskusteltu ns. konjugoidusta linolihaposta. Mikä on konjugoitu linolihappo?

Konjugoitu linolihappo (engl. conjugated linoleic acid) eli CLA on nimitys joukolle linolihapon johdannaisia, joissa on kaksi kaksoissidosta, toinen tavallisesti cis- ja toinen trans-muotoa. Pääasialliset CLA:n lähteet ravinnossa ovat rasvaiset maitovalmisteet ja naudan liha. Keskimääräisen saannin arvioidaan olevan länsimaissa 150-300 mg/päivä. Eläinkokeissa suurilla synteettisillä CLA-annoksilla on todettu antikarsinogeenisia, antiaterogeenisia, anabolisia ja immunologisia vaikutuksia. CLA:n on myös todettu vaikuttavan sokeri- ja rasva-aineenvaihduntaan. Kuitenkaan kontrolloituja tutkimuksia ihmisellä ei ole vielä tehty eli on epäselvää, onko CLA:lla vastaavia terveysvaikutuksia myös ihmiselimistössä. Myöskään ei tiedetä, eroavatko synteettisesti tuotetut ja ravinnossa luonnostaan esiintyvät yhdisteet toisistaan.

Miten eikosanoidit voivat olla toisaalta edullisia ja toisaalta epäedullisia?

Terveessä elimistössä eikosanoidit säätelevät kudosten ja elinten toimintaa. Normaalisti elimistö tuottaa niitä vain vähän. Joissakin tilanteissa eikosanoidien tuotanto voi kuitenkin lisääntyä. Esimerkiksi lyhytaikaisesti lisääntynyt leukotrieenien paikallinen tuotanto on eduksi elimistön puolustautuessa bakteereja vastaan. Sen sijaan leukotrieenien ylituotanto, esimerkiksi laajan kudonvaurion yhteydessä, voi muuttua elimistölle haitalliseksi. Leukotrieenien laukaisema sileän lihaksen supistuminen keuhkoputkissa johtaa plasman tunkeutumiseen kudoksiin ja edelleen pehmytkudoksen turvotukseen. Prostaglandiinit edelleen voimistavat yhteisvaikutusta edistämällä verisuonien laajenemista ja tätä kautta turvotusta.

Mikä merkitys on n-6/n-3-suhteella elintapasairauksiin?

Länsimaaisessa ruokavaliossa n-6-rasvahappojen liiallinen saanti on huomattavaa, mikä johtaa arakidonihaposta (20:4n-6) muodostuvien 2-sarjan eikosanoidien ylituotantoon. Näiden eikosanoidien ylituotantoa pidetään osasyynä monien sairauksien, kuten sydän- ja verisuonitautien, aivoverenkierron häiriöiden, tiettyjen syöpien, diabeteksen, kroonisten tulehdusten ja allergioiden esiintymiseen. Tällä hetkellä on lähinnä epidemiologista näyttöä n-6/n-3-suhteen ja sairauksien välillä. Eikosanoidien tuotantoon taas vaikuttaa eläinkokeiden perusteella nimenomaan n-6/n-3-rasvahappojen suhde, ei n-3-rasvahappojen absoluuttinen määrä.

Mitkä ruoka-aineet ovat suomalaisten parhaita n-3-rasvahappojen lähteitä?

Finravinto 1997 -tutkimuksen mukaan alfa-linoleenihappo on ruokamme määrällisesti tärkein n-3-rasvahappo; keskimääräinen päivittäinen saanti oli miehillä 2,2 g/vrk ja naisilla 1,6 g/vrk. Kalojen n-3-sarjan pitkäketjuisia rasvahappoja saatiin vain 0,4 g / vrk. Suomessa parhaat alfa-linoleenihapon lähteet ovat rypsiöljy ja rypsi pohjaiset margariinit ja rypsiöljy.

Miksi välttämättömien rasvahappojen puutosoireita on vaikea todeta ihmisellä?

Aikuisen ihmisen elimistössä linolihappoa on noin 1 kg. Näinollen puutosoireiden kehittyminen vie hyvin pitkään. Yksilöillä, joilla on pienet rasvavarastot kuten keskosilla ja anorektikoilla, puutosoireet näkyvät nopeammin.

Mikä on välttämättömien rasvahappojen merkitys oppimisvaikeuksien hoidossa ja ylivilkkailla lapsilla?

Keskittymis-, käytös- ja oppimishäiriöistä kärsivillä lapsilla on useissa tutkimuksissa todettu alhaiset pitkäketjuisten rasvahappojen, arakidonihapon (20:6n-4), eikosapentaeenihapon (20:5n-3) ja dokosaheksaeenihapon (22:6n-3) tasot. On epäilty, että alhaiset tasot johtuisivat poikkeavasta rasvahappoaineenvaihdunnasta. Edelleen on kuitenkin epäselvää, onko kyse heikosta välttämättömien rasvahappojen imeytymisestä, häiriöistä niiden aineenvaihdunnassa pitkäketjuisiksi rasvahapoiksi ja edelleen mm. eikosanoideiksi vai kiihtyneestä aineenvaihdunnasta (lisääntyneestä välttämättömien rasvahappojen tarpeesta). Tutkimuksissa, joissa on käytetty rasvahappolisää, pitkäketjuisilla rasvahapoilla on saatu ristiriitaisia tuloksia. Rasvahappolisillä on raportoitu olevan edullisia vaikutuksia yksittäisillä ylivilkkailla lapsilla ja usein kontrolloimattomissa tutkimuksissa. Sen sijaan kahdessa placebo-kontrolloidussa kaksoissokkotutkimuksessa rasvahappolisistä ei todettu olevan hyötyä.

6. Tutkimushankkeita ja väitöskirjoja

Ravinnon rasvoja tutkitaan Suomessa useissa tutkimuslaitoksissa - Helsingin, Turun ja Kuopion yliopistoissa sekä Kansanterveyslaitoksessa. Seuraavassa on luetteloitu käynnissä olevia tutkimushankkeita sekä kolmen viime vuoden aikana (1997 - 2000) valmistuneita väitöskirjoja, jotka käsittelevät ravinnon rasvoja.

Tutkimushankkeet

Helsingin yliopisto, elitarvikekemian osasto

*Toivo Jari, Lampi Anna-Maija,
Piironen Vieno*

- Kasvisterolien ja kolesterolin määrittäminen elintarvikkeista ja muista biologisista materiaaleista

Mattila Päivi, Piironen Vieno

- Rasvaliukoiset vitamiinit: D-vitamiini - Suomalaisten elintarvikkeiden D-vitamiinipitoisuus ja hyväksikäytettävyys

Koivu Terhi, Piironen Vieno

- Rasvaliukoiset vitamiinit: K-vitamiini - Suomalaisten elintarvikkeiden K-vitamiinipitoisuus

Rasvojen hapettuminen ja luontaiset antioksidantit

Osatutkimukset:

*Hopia Anu, Heinonen Marina,
Mäkinen Marjukka, Pekkarinen Satu*

- Kylmäpuristettujen öljyjen laatu ja hapettumisenkestävyys
- Rasvan laatu uppoaistetuissa elintarvikkeissa
- Haihtuvat hapettumistuotteet

Heinonen Marina, Haila Katri

- Karotenoidit luontaisina antioksidanteina

Helsingin yliopisto, elintarviketeknologian laitos

Kemppinen Asmo

- Kotimaisten ravintorasvojen vaikutus sydän- ja verisuonitautien riskitekijöihin

Helsingin yliopisto, ravitsemustieteen osasto

Freese Riitta, Mutanen Marja

- Runsaasti luonnollisia antioksidatiivisia yhdisteitä ja tyydyttymättömiä rasvahappoja sisältävien dieettien vaikutukset sydän- ja verisuonitautien ja syövän vaaraa kuvaaviin parametreihin

*Turpeinen Anu, Griinari Mikko, Aro Antti,
Mutanen Marja*

- Trans-vakseenihapon metabolia ihmiselimestössä

Kansanterveyslaitos, epidemiologian ja terveyden edistämisen osasto

Prättälä Ritva, Roos Gun

- Rasvankäytön sosioekonomiset erot Suomessa. Osa laajempaa eurooppalaista tutkimusta, jossa selvitetään kotitaloustiedustelujen soveltuvuutta ravitsemustutkimuksiin sekä ruoankäytön sosioekonomisia eroja eri Euroopan maissa.

*Luoto Riitta, Anttolainen Meri,
Heistaro Sami, Puska Pekka*

- Benecol-margariinin käytön turvallisuus

Kansanterveyslaitos, ravitsemusosasto

Finravinto -97 tutkimusryhmä

Finravintotutkimus

(esim. rasvan saanti ja lähteet)

Ovaskainen Marja-Leena, Valsta Liisa,

Raulio Susanna, Virtanen Mikko,

Vartiainen Erkki

- Sairausriskiryhmien elintarvikevalinnat, ravintoaineiden saanti ja lähteet (esim. rasvavalinnat, rasvan saanti ja lähteet)

Salminen Irma

- Konjugoidun linolihapon (CLA) analytiikka

Aro Antti, Männistö Satu, Salminen Irma

- Konjugoitu linolihappo (CLA) ja rintasyöpä

Aro Antti, Salminen Irma

- Rasvakudoksen rasvahappokoostumus ja sydäninfarktirisiki

Kuopion yliopisto, kliinisen ravitsemustieteen laitos

Meneillään olevat väitöskirja- tutkimukset:

Erkkilä Arja

- Sepelvaltimotautipotilaiden ruokavalio ja seerumin lipidien rasvahappokoostumus

Hallikainen Maarit

- Kasvisteroleilla rikastettujen ravinto-
rasvojen terveysvaikutukset

Louheranta Anne

- Ravinnon rasvat ja glukoosi- ja insuliiniaineenvaihdunta

Turun yliopisto, lääketieteellinen tiedekunta

Simell Olli ja tutkimusryhmä

- Sepelvaltimotaudin riskitekijöiden interventioprojekti lapsilla (STRIP)

Väitöskirjat

Freese Riitta

Dietary fatty acids and hemostasis. Effects of n-3 and n-6 fatty acids on platelet function and coagulation in healthy subjects. Helsingin yliopisto, Helsinki, 1997.

Haila Katri

Effects of carotenoids and carotenoid-tocopherol interaction on lipid oxidation in vitro. Helsingin yliopisto, Helsinki, 1999.

Lagström Hanna

Nutrient intake and food choice during a child-targeted coronary heart disease prevention trial. Kansaneläkelaitos (KELA), Sosiaali- ja terveysturvan julkaisu 41, Turku, 1999.

Lampi Anna-Maija

Studies on oxidation of natural triacylglycerols in a model system with and without tocopherols. Helsingin yliopisto, Helsinki, 1999.

Männistö Satu

Diet body size, and risk of breast cancer. A case control study. Kansanterveyslaitoksen julkaisu A17/1999.

Roos Eva

Social patterning of food behaviour among Finnish men and women. Kansanterveyslaitoksen julkaisu A6, Helsinki, 1998.

Schwab Ursula

Metabolic effects of fat modified diets in healthy females and subjects with impaired glucose tolerance.

Kuopion yliopiston julkaisu D. Lääketiede 164, Kuopio, 1998.

Turpeinen Anu K.

Myocardial free fatty acids metabolism and sympathetic innervation in different degrees of glucose tolerance.

Kuopion yliopiston julkaisu D. Lääketiede 164, Kuopio, 1997.

Turpeinen Anu M.

Dietary fatty acids and indicators of thrombosis - with special reference to the effects of C18:1 cis and trans fatty acids.

Helsingin yliopisto, Helsinki, 1998.

LIITE 1

Ruoka-aineiden rasvahappokoostumuksia / 100 g

	Rasvan määrä (g)	Safa (g)	Mufa (g)	Pufa (g)	n-6 (g)	n-3 (g)	n-6/ n-3	E- vitamiini mg	lähde
Tavalliset kasviöljyt									
Auringonkukkaöljy	100	11	22	63	62	0,4	155:1	63	1
Maissiöljy	100	13	27	54	53	1	53:1	34	1
Oliiviöljy	100	14	68	11	10	0,5	20:1	12	1
Rypsiöljy	100	6	58	33	22	11	2:1	24	1
Soijaöljy	100	15	22	59	52	7	7:1	18	1
Erikoisöljyt									
Hasselpähkinäöljy	100	7	78	10	10	-	*	-	2
Maapähkinäöljy	100	17	46	32	32	-	*	13	2
Manteliöljy	100	8	70	17	17	-	*	39	2
Palmuöljy	100	49	37	9	9	0,2	45:1	22	1
Palmuydinöljy	100	82	11	2	2	-	*	8	2
Puuvillansiemenöljy	100	26	18	52	52	0,2	260:1	38	2
Saksanpähkinäöljy	100	9	23	63	53	10,4	5:1	3	2
Seesaminsiemenöljy	100	14	40	42	41	0,3	137:1	4	2
Unikonsiemenöljy	100	14	20	62	62	-	*	-	2
Viinirypäleen- siemenöljy	100	10	16	70	70	0,1	700:1	-	2
Muut ravintorasvat									
Margariini 40	40	14	17	7	6	1	6:1	7	1
Margariini 60	60	18	26	13	9	4	2:1	12	1
Margariini 80	80	22	32	16	11	5	2:1	13	1
Rasvaseos 80	80	40	23	8	5	2	3:1	6	1
Voi	80	54	17	2	1	0,3	3:1	2	1
Kookosrasva	100	91	5	2,1	1,9	0,2	10:1	0,3	2
Muita									
Broileri, nahkoineen	12	3	5	2	2	0,2	10:1	0,7	1
Kirjolohi	18	2	4	3	1	2	0,5:1	1	1
Lohi	14	1	2	2,2	0,3	1,9	0,2:1	2	1
Naudanliha, keskiarvo	8	2	2	0,3	0,2	0,1	2:1	0,5	1
Porsaanliha, keskiarvo	4,5	0,5	2	0,4	0,2	0,04	5:1	0,5	1
Silakka	4,6	1	1	1,1	0,2	0,9	0,2:1	2	1
Äidinmaito	2,5	2	1	0,5	0,4	0,04	10:1	0,1	1

1) www.ktl.fi/fineli

2) www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/

*) n-6-/n-3-suhdetta ei ole laskettu, sillä tiedot n-3-rasvahappopitoisuuksista puuttuvat

Kirjallisuutta:

- Aggett P J, Haschke, F, Heine W. ym. Committee report. Comment on the content and composition of lipids in infant formulas. ESPGAN committee on nutrition. Acta Paediatr Scand 80: 887-896, 1991
- Aro A. N-3-rasvahapot suojaavat sydäntä. Duodecim 551:861-862, 1999
- Aro A, Mutanen M, Nuutinen L, Uusitupa M (toim). Ravitsemustiede. 1. painos. Kustannus Oy Duodecim, Helsinki, 1999
- Berry E M. Dietary fatty acids in the management of diabetes mellitus. Am J Clin Nutr 66 (suppl): 991S-7S, 1997
- Calder P C. Bioactive lipids in foods. Bioch Soc Transact 24: 814-824, 1996
- Chow C K. Fatty acids in foods and their health implications. 2nd ed. Marcel Dekker, New York, 2000
- Connor E C. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. Am J Clin Nutr 71 (suppl): 171S - 175S, 2000.
- Connor W E, Neuringer M, Reisbick S. Essential fatty acids: the importance of n-3 fatty acids in the retina and brain. Nutr Rev 50 (4): 21 - 29, 1992
- Denzlinger C. Biology and pathophysiology of leukotrienes. Crit Rev Oncol Hematol 23:167-223, 1996
- Finravinto 1997-tutkimus. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 8/1998, Helsinki 1998
- Gerster H. Can adults adequately convert α -linolenic acid (18:3n-3) to eicosapentaenoic acid (20:5n-3) and docosahexaenoic acid (22:6n-3)? Int J Vit Nutr Res 68: 159 - 173, 1998
- Gurr M I. Lipids in nutrition and health: a reappraisal. Barnes & Associates, Bridgewater, 1999
- Holman R T. The slow discovery of the importance of n-3 essential fatty acids in human health. J Nutr 128: 427S - 433S, 1998
- Lagström H, Jokinen E, Seppänen R. Nutrient intakes by young children in a prospective randomized trial of a low-saturated fat, low-cholesterol diet. Arch Pediatr Adolesc Med 151: 181 - 188, 1997
- Mayapetek E, Hoffmann GF. Leukotrienes: Biosynthesis, metabolism and pathophysiological significance. Ped Res 37(1):1-9, 1995
- Kleemola P, Virtanen M, Pietinen P. The 1992 Dietary Survey of Finnish Adults. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 2/1994.
- Okuyama H, Kobayashi T, Watanabe S. Dietary fatty acids-the n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases. Prog Lipid Res 35(4):409-457, 1997
- Pelkonen O, Ruskoaho H (toim). Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia, 1. painos, Kustannus Oy Duodecim, Helsinki, 1995
- Pietinen P, Kleemola P, Männistö S, ym. Suomalaisen ravinnon muutokset vuodesta 1982 vuoteen 1992. Finravinto-tutkimusten tulokset. S lääkärilehti 49 (16): 1712-1718, 1994
- Raiten D J, Talbot J M, Waters J H: LSRO report: Assessment of nutrient requirements for infant formulas. J Nutr 128 (11): 2059S- 2279S, 1998
- Räsänen L, Aro A. Onko suomalainen ravinto aterogeenistä? Duodecim 107; 1251-1259, 1991
- Sandström B, Aro A, Becker W ym. (toim). Nordiska näringsrekommendationer 1996. Nord 1996:28. Nordiska Ministerrådet, Kööpenhamina 1996
- Sattar N, Berry C, Greer I A. Essential fatty acids in relation to pregnancy complications and fetal development. ISSFAL Newsletter 6(3), 1999
- Schmuck A, Villet A, Payen N ym. Fatty acid nutrition in hospitalized elderly women. J Am Coll Nutr 17(5) 448-453, 1998.
- Shils M E, Olson J A, Shike M, ym. (toim.) Modern Nutrition in Health and Disease. 9th edition, Williams & Wilkins, Baltimore, 1999
- Simopoulos A P. Essential fatty acids in health and chronic disease. Am J Clin Nutr 70 (suppl) 560S - 569S, 1999
- Simopoulos A P. Overview of evolutionary aspects of ω -3 fatty acids in the diet. World Rev Nutr Diet 83: 1 - 11, 1998
- Simopoulos A P. Workshop on the essentiality of and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. ISSFAL newsletter 6(2), 1999
- Spector: Essentiality of fatty acids. Lipids 34: S1 - S3, 1999
- Suomalaiset ravitsemussuositukset. Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Komiteanmietintö 1998:7. Oy Edita Ab, Helsinki 1998
- Uauy R, Hoffman D R. Essential fat requirements of preterm infants. Am J Clin Nutr 71 (suppl) 245S - 250S, 2000
- Uauy R, Mena P, Valenzuela A. Essential fatty acids as determinants of lipid requirements in infants, children and adults. Eur J Clin Nutr (suppl 1), S66 - S77, 1999
- Watson T D G. Diet and skin disease in dogs and cats. J Nutr 128: 2783S - 2789S, 1998
- WHO/FAO. Fats and oils in human nutrition. Report of a joint expert consultation 1994. FAO Food and nutrition paper 57, 1994
- Ziegler E E, Filer L J. (toim). Present knowledge in nutrition. 7th edition. ILSI Press Washington DC, 1996