

KALAN KÄYTÖN, KALAN SISÄLTÄMIEN N-3-RASVAHAPPOJEN JA  
YMPÄRISTÖMYRKKYJEN YHTEYS MASENNUKSEN ESIINTYMISEEN  
– TULOKSIA KALASTAJATUTKIMUKSESTA

Siru Wilskman  
Pro gradu -tutkielma  
Ravitsemustiede  
Lääketieteen laitos  
Terveystieteiden tiedekunta  
Itä-Suomen yliopisto  
Lokakuu 2014

Itä-Suomen yliopisto, Terveystieteiden tiedekunta  
Ravitsemustiede

Wilskman, Siru H.: Kalan käytön, kalan sisältämien n-3-rasvahappojen ja ympäristömyrkkyjen yhteys masennuksen esiintymiseen – tuloksia Kalastajatutkimuksesta  
Pro gradu -tutkielma, 101 s. ja 4 liitettä (4 s.)

Ohjaajat: Ph.D. Anu Turunen, MSc, Ph.D. Professori Liisa Suominen, Ph.D. Professori Hannu Mykkänen

Lokakuu 2014

---

Avainsanat: kalan käyttö, n-3-rasvahapot, ympäristömyrkyt, masennus, kaamosmasennus, psyykkinen kuormittuneisuus

## KALAN KÄYTÖN, KALAN SISÄLTÄMIEN N-3-RASVAHAPPOJEN JA YMPÄRISTÖMYRKKYJEN YHTEYS MASENNUKSEN ESIINTYMISEEN – TULOKSIA KALASTAJATUTKIMUKSESTA

Pro gradu -tutkielmassa selvitettiin kalan käytön, kalan sisältämien ympäristömyrkkyjen ja n-3-rasvahappojen yhteyttä vakavan masennuksen, kaamosmasennuksen ja psyykkisen kuormittuneisuuden esiintymiseen henkilöillä, joiden ruokavalio sisältää runsaasti kalaa. Tutkielman tavoitteena oli erityisesti selvittää, voivatko kalan sisältämät ympäristömyrkyt; dioksiinit, PCB-yhdisteet ja metyylielohopea, kumota kalan käytön ja n-3-rasvahappojen mahdollisen masennukselta ja psyykkiseltä kuormittuneisuudelta suojaavan ominaisuuden.

Aiempien tutkimusten perusteella on ehdotettu, että masennusta sairastavat henkilöt voisivat hyötyä runsaasta kalan käytöstä ja n-3-rasvahappovalmisteiden käytöstä. Masennusta sairastavien henkilöiden seerumin n-3-rasvahappopitoisuuksien on muun muassa havaittu olevan pienempiä kuin ei-masentuneiden henkilöiden. Tutkimustulokset kalan käytön ja n-3-rasvahappojen yhteydestä masennukseen ovat olleet ristiriitaisia. Näissä tutkimuksissa ei ole kuitenkaan huomioitu kalan sisältämien ympäristömyrkkyjen vaikutusta tuloksiin, mikä voisi olla yksi syy, ettei kalan käytöllä tai kalasta peräisin olevilla n-3-rasvahapoilla ole nähty olevan yhteyttä masennukseen.

Pro gradu -tutkielman aineistona käytettiin Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen tekemän Ravinto, ympäristö ja terveys -tutkimuksen (Kalastajatutkimus) terveystutkimukseen osallistuneilta ja terveystutkimukseen osallistuneilta 309 ammattikalastajalta ja heidän perheenjäseneltään saatuja tietoja. Aineisto on kerätty vuosina 2004–2005. Tutkittavien kalankäyttötiedot saatiin terveystutkimukseen sisältyvästä frekvenssityyppisestä ruoankäyttökyselystä (FFQ), jolla selvitettiin edeltävän 12 kuukauden ruoankäyttöä. Tutkittavien masentuneisuutta ja psyykkistä kuormittuneisuutta arvioitiin CIDI-SF-, SPAQ-, SHQ- ja GHQ-12 -mittareiden avulla. N-3-rasvahappo-, dioksiini-, ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet määriteltiin seerumista ja metyylielohopeapitoisuudet verestä. Kalastajatutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää laajemmin kalan käytön terveysvaikutuksia. Kala on suomalaisten ruokavaliossa tärkeä proteiinin, n-3-rasvahappojen ja D-vitamiinin lähde, mutta kaloihin kertyy kuitenkin ravintoketjun kautta ympäristömyrkkyjä, joiden on todettu, etenkin suurina määrinä, olevan terveydelle haitallisia.

Tulosten perusteella runsas kalankäyttö näytti suojaavan miehiä vakavilta masennusjaksoilta, mutta yhteys ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä, kun se vakioitiin sekoittavilla tekijöillä logistisessa regressioanalyysissä. Seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksilla oli hypoteesin vastaisesti negatiivinen korrelaatio miesten masennusjaksojen esiintymiseen. Seerumin korkeat dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet olivat yhteydessä runsaaseen kalan käyttöön ja näyttivät siten toimivan kalan käytön biomarkkereina. Seerumin n-3-rasvahappo-osuuksilla ei ollut yhteyttä masennukseen.

University of Eastern Finland, Faculty of Health Sciences  
Nutrition

Wilskman, Siru H.: Fish consumption, fish-derived n-3 fatty acids and environmental contaminants in relation to prevalence of depression – results from the Fishermen study  
Master's thesis, 101 p. and 4 attachments (4 p.)

Supervisors: Ph.D. Anu Turunen, MSc, Ph.D. Professor Liisa Suominen, Ph.D. Professor Hannu Mykkänen

October 2014

---

Keywords: fish consumption, n-3 fatty acids, environmental contaminants, depression, seasonal affective disorder, psychological distress

#### FISH CONSUMPTION, FISH-DERIVED N-3 FATTY ACIDS AND ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS IN RELATION TO PREVALENCE OF DEPRESSION – RESULTS FROM THE FISHERMEN STUDY

This Master's thesis was carried out to study the associations of fish consumption, fish-derived environmental contaminants and n-3 fatty acids with the prevalence of severe depression, seasonal affective disorder or psychological distress in persons with a high intake of fish. The aim of this thesis was specifically to investigate whether fish-derived environmental contaminants, like dioxins, PCBs and methylmercury, can prevent potentially protective effects of n-3 fatty acids against depression and psychological distress.

High fish consumption and use of n-3 fatty acids supplementations have been suggested to be beneficial for persons who suffer from depression, and depressed individuals have lower serum concentrations of n-3- fatty acids than healthy controls. However the results from studies on the associations of n-3 fatty acids and fish consumption with depression have been inconsistent. The previous studies have not considered confounding by of fish-derived environmental contaminants, which could explain the lack of associations of n-3 fatty acids and fish consumption with depression.

The study population was 309 professional fishermen and their family members who filled in health questionnaires and participated in health examinations of The Nutrition, Environment and Health study (the Fishermen study) carried out by the National Institute for Health and Welfare. The data was collected in 2004–2005. The data on the fish consumption was collected using the food frequency questionnaire (FFQ) covering the diet of the past 12 months. Depression and psychological distress were assessed using the CIDI-SF-, SPAQ-, SHQ- and GHQ-12 -questionnaires. Concentrations of n-3 fatty acids, dioxins and PCBs in serum and of methyl mercury in whole blood were determined. The Fishermen study explores the overall health effects of fish consumption. Fish is an important source of protein, n-3 fatty acids and vitamin D in the Finnish diet, and contains also environmental toxins, which are known to be harmful to health, particularly if contaminated fish is consumed in high amounts.

High fish consumption tended to protect the men from severe episodes of depression, although the association was not statistically significant, when adjusted for confounding factors in the logistic regression analyses. Unlike our original hypothesis, there was a negative correlation between the serum concentrations of dioxins and PCBs and the prevalence of depressive episodes in men. However, as expected high serum concentrations of dioxins and PCBs were associated with high fish consumption and they seemed to function as biomarkers of fish consumption. There was no association between serum concentration of n-3 fatty acids and depression.

## Kiitokset

Haluan esittää kiitokset Anu Turuselle ja Liisa Suomiselle kannustavasta ohjauksesta, avusta SPSS -ohjelman käytössä, tulosten taulukoinnissa ja analysoinnissa sekä saamastani hyvästä, ja perusteellisesta palautteesta koko työn osalta tarkastuksen aikana. Kirjoitin Pro gradu -tutkielmaa paljon Kuopion THL:ssa, samassa työhuoneessa ohjaajani Anu Turusen kanssa ja haluan kiittää häntä vielä ystävällisestä ja innostavasta työskentelyilmapiiristä, kuten myös suuresta panostuksesta ja ajankäytöstä työn ohjaukseen. Suuret kiitokset Hannu Mykkäselle saamastani avusta Pro gradu -tutkielman tekoon liittyvistä käytännön asioista ja osallistumisesta työn tarkastukseen sen eri vaiheissa.

Haluan kiittää opiskelukavereita yhteisistä opiskeluvuosista sekä perhettäni ihanasta tsemppauksesta koko opiskeluiden aikana.

## SISÄLTÖ

1. JOHDANTO .....	7
2. KALAN MERKITYS RAVITSEMUKSESSA .....	8
3. KALAN SYÖNTISUOSITUKSET JA KALAN KÄYTTÖ SUOMESSA .....	9
3.1 Kalan syöntisuositukset .....	9
3.2 Kalan käyttö .....	10
4. KALASTUS SUOMESSA .....	10
4.1 Vapaa-ajan kalastus .....	10
4.2 Ammattikalastus .....	11
5. N-3-RASVAHAPPOJEN SAANTILÄHTEET, SAANTISUOSITUKSET JA SAANTI SUOMESSA.....	12
5.1 N-3-rasvahappojen saantilähteet.....	12
5.2 N-3-rasvahappojen saantisuositus ja saanti .....	13
6. N-3-RASVAHAPPOJEN TEHTÄVÄT ELIMISTÖSSÄ.....	15
7. KALAN SISÄLTÄMÄT YMPÄRISTÖMYRKYT .....	17
7.1 Dioksiinit, PCB-yhdisteet ja elohopea.....	17
7.2 Ympäristömyrkköjen jakautuminen ja poistuminen elimistössä.....	20
7.3 Suomalaisten dioksiinien, PCB-yhdisteiden ja elohopean saantilähteet .....	20
7.3.1 Dioksiinit ja PCB-yhdisteet elintarvikkeissa ja Itämeren kaloissa.....	20
7.3.2 Elohopea elintarvikkeissa ja sisävesien kaloissa .....	22
7.4 Suomalaisten dioksiinien, PCB-yhdisteiden ja elohopean saanti ja enimmäissaantisuositukset .....	23
7.5 Dioksiinien, PCB-yhdisteiden ja elohopean terveyshaitat .....	24
7.5.1 Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden terveyshaitat.....	24
7.5.2 Elohopean terveyshaitat.....	27
8. MASENNUS .....	29
8.1 Masennus .....	29
8.2 Kaamosmasennus .....	31
8.3 Psykkinen kuormittuneisuus.....	31
9. TUTKIMUKSIA KALAN KÄYTÖN JA N-3-RASVAHAPPOJEN YHTEYDESTÄ MASENNUKSEEN .....	33
9.1 Tutkimuksia kalan käytön yhteydestä masennukseen .....	33
9.2 Tutkimuksia n-3-rasvahappovalmisteiden yhteydestä masennukseen .....	35

9.3 Tutkimuksia veren ja rasvakudoksen n-3-rasvahappopitoisuuden yhteydestä masennukseen.....	40
9.4 Johtopäätöksiä n-3-rasvahappojen yhteydestä masennukseen tämän hetkisten tutkimusten valossa .....	41
10. N-3-RASVAHAPPOJEN YHTEYS MASENNUKSEEN LIITTYVIIN FYSIOLOGISIIN MUUTOKSIIN.....	43
11. TUTKIMUKSEN TAVOITE.....	47
12. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	47
12.1 Ravinto-, ympäristö- ja terveys -tutkimuksen aineiston kerääminen .....	47
12.2 Masennuksen mittarit .....	49
12.3 Aineiston analysointi .....	51
13. TULOKSET .....	52
13.1 Tutkimusjoukon kuvaus .....	52
13.2 Masennuksen yhteys kalan käyttöön, seerumin n-3-rasvahappo-osuuksiin ja veren ympäristömyrkkypitoisuuksiin .....	56
13.3 Masennuksen yhteys kalan käytön sekä seerumin dioksiini- ja PCB-pitoisuuksien kolmanneksiin.....	58
13.4 Logistinen regressiomalli vakavan masennuksen yhteydestä kalan käyttöön sekä seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksiin .....	61
13.5 Yhteenveto tuloksista .....	63
14. POHDINTA.....	64
14.1 Tulosten merkityksen arviointia ja vertailua aikaisempaan tutkimustietoon .....	64
14.2 Aineiston ja menetelmien vahvuudet ja heikkoudet.....	66
15. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	68
LÄHTEET .....	70
LIITETAULUKOT:	
Liitetaulukko 1	
Liitetaulukko 2	
Liitetaulukko 3	
Liitetaulukko 4	

## 1. JOHDANTO

Kala on suomalaisten ruokavaliossa tärkeä proteiinin, n-3-rasvahappojen ja D-vitamiinin lähde (Helldán ym. 2013, Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). N-3-rasvahapot ovat ihmisille välttämättömiä ja aivojen kehittymisen ja toiminnan kannalta tutkituimpia ravintoaineita (Van de Rest ym. 2012). N-3-rasvahappojen saannilla, kuten kalan käytölläkin, on todettu olevan useita myönteisiä vaikutuksia ihmisten terveyteen kuten immuunipuolustukseen, sydän- ja verisuoniterveyteen, suurina määrinä veren korkeisiin triglyseridipitoisuuksiin sekä mahdollisesti suotuisia vaikutuksia hermoston toimintaan (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005, Das 2006). N-3-rasvahappojen yhteys masennuksen ja psyykkisen kuormittuneisuuden ennaltaehkäisyyn ja hoitoon sekä masennukseen liittyviin fysiologisiin muutoksiin on jäänyt epäselväksi tehtyjen tutkimusten pohjalta (Hibbeln ym. 1996, Van de Rest ym. 2012). N-3-rasvahappojen yhteyttä masennukseen on tutkittu yli 30 vuoden ajan, mutta saadut tulokset ovat olleet ristiriitaisia (Appleton ym. 2010, Van de Rest ym. 2012). N-3-rasvahapot voivat myös hillitä niitä elimistön muutoksia, joita masentuneilla henkilöillä on havaittu, kuten immuunijärjestelmän aktivoitumista ja mm. sitä kautta kortisolin liikaeritystä (Miller ym. 2002, Colin ym. 2003, Das 2006, Krishnan ja Nestler 2008, Karlsson 2012). Koska kala sisältää runsaasti EPA:a ja DHA:ta, on ehdotettu, että kalan käytöllä voisi olla yhteyttä masennukseen, mutta saadut tutkimustulokset kalan käytön ja masennuksen välisestä yhteydestä ovat olleet myös keskenään erilaisia (Sanchez-Villegas ym. 2007). Eriasteiset masennustilat ovat yleisimpiä mielenterveyshäiriötä ja ne ovat yleisiä muihin sairauksiin verrattuna ja aiheuttavat paljon kärsimystä sairastuneille sekä lisäävät terveystalouden tarvetta (Pirkola ja Sohlman 2005). Masennus usein puhkeaa pitkäkestoisen psyykkisen kuormittuneisuuden yhteydessä (Karlsson 2012).

Hyvän ravintoainesisällön lisäksi Itämeren alueen ja Suomen sisävesien kalat sisältävät ympäristömyrkyjä, kuten dioksiineja, PCB-yhdisteitä ja elohopeaa, joiden on todettu olevan terveydelle haitallisia etenkin suurina määrinä (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2012, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013). Aikaisemmissa tutkimuksissa, joissa on selvitetty n-3-rasvahappojen ja kalan käytön yhteyttä masennukseen ei ole yleensä huomioitu kalan sisältämien ympäristömyrkyjen mahdollista vaikutusta, joten tämän Pro gradu -tutkielman tarkoituksena on selvittää, voivatko ympäristömyrkyt peittää kalan käytön ja sen sisältämien n-3-rasvahappojen mahdollisen vakavalta masennukselta, kaamosmasennukselta ja psyykkiseltä kuormittuneisuudelta suojaavan vaikutuksen. Pro gradu -tutkielman aineistona käytetään Ravinto, ympäristö ja terveys -tutkimuksen eli

Kalastajatutkimuksen terveystutkimuksesta ja siihen sisältyvästä ruoankäyttökyselystä saatuja tietoja. Tutkielman kohderyhmän muodostavat kalastajatutkimuksen terveystutkimukseen osallistuneet 309 ammattikalastajaa ja heidän perheenjäsentään. Kalastajatutkimuksen tarkoituksena oli selvittää laajemmin kalan käytön terveysvaikutuksia henkilöillä, joiden ruokavalio sisältää runsaasti kalaa (Turunen ym. 2009). Kalastajatutkimukseen osallistuneet ammattikalastajat käyttävät kalaa kaksi kertaa enemmän kuin suomalaiset keskimäärin, joten he todennäköisesti altistuvat myös suuremmille määrille kalan sisältämiä ympäristömyrkyjä.

Kalastajatutkimuksen pohjalta on valmistunut väitöskirja kalan käytön yhteydestä sydän- ja verisuoniterveyteen (Turunen 2012) sekä Pro gradu -tutkielma kalastajien ja suomalaisen perusväestön ruoankäytöstä ja ravintoaineiden saannista (Räsänen 2008) sekä muutamia osatutkimuksia. Kalastajatutkimuksen osatutkimuksissa on tutkittu ammattikalastajien ja Terveys 2000 -tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden kalan käytön yhteyttä muiden elintarvikkeiden käyttöön (Turunen ym. 2011) sekä verrattu runsaasti kalaa käyttävän väestön ja tavallisen väestön kuolleisuutta ja kuolinsyitä tavoitteena selvittää, voisiko runsas ympäristömyrkyjä sisältävän kalan käyttö olla yhteydessä kuolleisuuteen (Turunen ym. 2008). Kalastajatutkimuksen aineiston pohjalta on myös tutkittu dioksiinien, PCB-yhdisteiden, metyylielohopean ja n-3-rasvahappojen toimivuutta kalan käytön biomarkkerina (Turunen ym. 2010) sekä veren metyylielohopen pitoisuuden yhteyttä erilaisten elintarvikkeiden käyttöön (Airaksinen 2011). Lisäksi osatutkimuksia on tehty kalan käytön, n-3-rasvahappojen saannin ja seerumin n-3-rasvahappopitoisuuksien yhteydestä vakavan masennusjakson esiintymiseen edellisen vuoden aikana (Suominen-Taipale ym. 2010a) sekä kalan käytön ja n-3-rasvahappojen saannin yhteydestä psyykkiseen kuormittuneisuuteen (Suominen-Taipale ym. 2010b).

## **2. KALAN MERKITYS RAVITSEMUKSESSA**

Kalalla on monia hyviä ravitsemuksellisia ominaisuuksia. Kala sisältää vitamiineja ja kivennäisaineita, kuten A-, B- ja D-vitamiinia, rautaa ja jodia sekä runsaasti hyvälaatuisia proteiinia (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005, Elintarviketurvallisuusvirasto 2010, Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Kala on elintarvikkeista paras luontainen D-vitamiinin lähde ja suomalaisten ruokavaliossa vitaminoitujen maitovalmisteiden ja rasvaviljojen ohella merkittävä lähde D-vitamiinin saannin kannalta (Helldán ym. 2013). Vuonna 2012 suomalaiset saivat kalasta ja vitaminoituista maitovalmisteista eniten D-



vitamiinia, jota niistä saatiin lähes yhtä paljon. D-vitamiinia on myös useissa vähärasvaisissa kaloissa. Kalan rasvahappokoostumus on hyvä (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Kalan rasvat sisältävät runsaasti EPA:a ja DHA:ta ja kala on muiden merenelävien ohella ainoita elintarvikkeita, joista EPA:a saadaan luonnollisesti suoraan (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005). Eläinkunnan tuotteista kalan rasva sisältää eniten monitydyttymättömiä rasvahappoja. Kalan käyttö ruokavaliossa korvaa kovaa rasvaa sisältävien liharuokien ja vähentää näin tyydyttyneen rasvan saantia, minkä takia kalan syöminen on suositeltavampaa kuin kalaöljyvalmisteiden käyttö.

### **3. KALAN SYÖNTISUOSITUKSET JA KALAN KÄYTTÖ SUOMESSA**

#### **3.1 Kalan syöntisuositukset**

Valtion ravitsemusneuvottelukunta suosittelee, että kalaa tulisi syödä 2–3 kertaa viikossa (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Henkilöiden, joiden ruokavalio sisältää runsaasti kalaa, tulisi käyttää eri kalalajeja sekä syödä vaihtelevasti meri- että järvikaloja, viljeltyä ja villiä kalaa sekä kotimaista ja valtamerien pakaste- ja säilykekalaa (Aro 2008, Elintarviketurvallisuusvirasto 2010). Kalalajien sisältämien vierasainepitoisuuksien perusteella elintarviketurvallisuusvirasto on antanut erityissuosituksia riskiryhmiin kuuluville, eli lapsille, nuorille ja hedelmällisessä iässä oleville, henkilöille eri kalalajien käytöstä (Elintarviketurvallisuusvirasto 2010). Suositusten mukaan Itämerestä pyydettyä isoa silakkaa tai vaihtoehtoisesti lohta tai taimenta voi syödä 1–2 kertaa kuukaudessa niiden sisältämien dioksiinien ja PCB-yhdisteiden vuoksi. Isona silakkana pidetään silakkaa, joka on perkaamattomana yli 17 cm. Myöskään järvestä tai merestä pyydettyä haukea ei sen sisältämän metyylielohopean vuoksi suositella syötäväksi useammin kuin 1–2 kertaa kuukaudessa. Hauen syömistä ei suositella ollenkaan raskaana oleville ja imettäville äideille. Lisäksi lähes päivittäin sisävesialueiden kalaa syövien henkilöiden tulisi huomioida, ettei heidän ruokavalionsa sisällä liikaa isokokoista ahventa, kuhaa ja madetta niiden elohopeapitoisuuden takia. Keskimääräisenä annoskokona voidaan pitää 100 g kalaa. Näitä kalalajeja, joiden käyttöön liittyy erityissuosituksia voi ajoittain syödä runsaastikin, esimerkiksi kesällä, jos niitä muuten käyttää hyvin vähän. Hyvä on muistaa, että esimerkiksi Itämeren ahventa, kuhaa, muikkua, madetta, haukea, siikaa, turskaa, kilohailia ja särkeä voi syödä kaksi kertaa viikossa (Hallikainen ym. 2011).

### **3.2 Kalan käyttö**

Suomessa käytettiin kotimaista kalaa noin 4,3 kg/hlö ja tuontikalaa 11,5 kg/hlö vuonna 2010 (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2012a). Kotimaisen kalan käyttö on vähentynyt ja vastaavasti tuontikalan käyttö lisääntynyt 2000-luvun alusta, jolloin molempia käytettiin noin 6 kg/hlö.

Finravinto 2007- ja 2012 -tutkimukseen osallistuneista työikäisistä miehistä ja naisista noin 40 % ja eläkeikäisistä henkilöistä 40–50 % oli syönyt kalaruokia tutkimuspäivien aikana (Paturi ym. 2008, Helldán ym. 2013). Finravinto-tutkimukset sisälsivät tiedot tutkittavien ruoankäytöstä kahden päivän ajalta, minkä lisäksi Finravinto 2007 -tutkimuksen tutkittavista osa täytti kahtena eri ajankohtana kolmen päivän ruokapäiväkirjan. Kalaa käyttäneiden 25–64-vuotiaiden henkilöiden kalan käytön määrässä ei ollut tapahtunut muutosta viiden vuoden aikana. Tutkimukseen osallistuneet miehet käyttivät kalaa päivää kohden keskimäärin hieman yli 120 g ja naiset hieman yli 90 g. Finravinto 2007 -tutkimustulosten mukaan 65–74-vuotiaat miehet käyttivät kalaa keskimäärin 141 g/pvä ja vastaavasti naiset 119 g/pvä, kun taas Finravinto 2012 -tutkimuksen mukaan eläkeikäiset söivät kalaa hieman vähemmän. Kaikissa ikäryhmissä suosituimpia kalaruokia olivat kalafileet tai muut kalavalmisteet kuten kalapuikot ja -pyörykät tai kalan käyttö sellaisenaan. Syödyistä kalaruoista vain pienen osan muodostivat kalakeitot ja -laatikot. Ainoastaan 65–74-vuotiaat naiset söivät kalakeittoja lähes yhtä paljon kuin kalaa sellaisenaan tai fileenä tai muina kalaruokina. Finravinto 2007 -tutkimukseen osallistui 2048 henkilöä ja Finravinto 2012 -tutkimukseen 1708 henkilöä. Suomalaisten tulisi vielä lisätä kalan käyttöä ruokavaliossa (Helldán ym. 2013).

## **4. KALASTUS SUOMESSA**

### **4.1 Vapaa-ajan kalastus**

Vapaa-ajankalastukseksi katsotaan kaikki suomalaisten kotitalouksien kalastus ja ravustus ammattikalastusta lukuun ottamatta (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2012b). Vapaa-ajankalastajiin kuuluvat henkilöt, jotka ovat käyttäneet mitä tahansa pyydystä ainakin kerran vuoden aikana tai soutaneet tai ohjanneet venettä toisen kalastaessa. Vuonna 2010 Suomessa oli vapaa-ajankalastajia 32 % väestöstä eli noin 1,7 miljoonaa noin miljoonassa eri kotitaloudessa (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2011a). Vapaa-ajankalastajien määrä on laskenut 2000-luvun alusta, jolloin heitä oli noin kaksi miljoonaa.

Vapaa-ajankalastajien kokonaissaalis oli 29 miljoonaa kiloa vuonna 2010 (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2011a). Saaliista yli 80 % pyydettiin sisävesiltä ja siitä yli puolet oli ahventa tai haukea. Muita kalalajeja olivat mm. särki, kuha ja siika (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2012c). Rapujen osuus oli arviolta 4,6 miljoonaa kappaletta (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2011a). Vuonna 2000 vapaa-ajankalastuksen kalansaaliin määrä oli runsas 40 miljoonaa kiloa ja sen määrä on laskenut 2000-luvun aikana (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2012c).

## **4.2 Ammattikalastus**

Ammattikalastajaksi katsotaan henkilö, joka harjoittaa kalastusta ja saa siitä sekä pyytämänsä saaliin jalostamisesta toimeentulonsa tai oleellisen osan siitä eli vähintään 30 % kaikkien elinkeinotoiminnan kokonaistulojen, palkkatulojen ja muiden säännöllisesti saamiensa kokonaistulojen yhteismäärästä (Kalastuslaki 16.4.1982/286). Kalastajan, joka harjoittaa kalastusta yhtiön tai osuuskunnan osakkaana, kokonaistuloihin lasketaan myös yhtiön tai osuuskunnan kalastuksen kokonaistuloista hänelle kuuluva osuus. Toisen palveluksessa olevan kalastajan kalastuksen kokonaistuloihin luetaan myös hänen kalastuksesta saamansa palkkatulot.

Ammattikalastajarekisteriin kuuluvat kaikki merialueella ammattimaista kalastusta harjoittavat henkilöt, joiden kalastuksesta saamat tulot ovat kokonaistuloista vähintään 15 % (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2011). Sisävesialueen ammattikalastajien ei ole pakko kuulua ammattikalastajarekisteriin. Ammattikalastajarekisteriin oli ilmoittautunut 2195 kalastajaa vuoden 2010 lopussa (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2011b). Heistä noin 600 sai vähintään 30 % tuloistaan kalastuksesta. Merialueen ammattikalastajia oli eniten Varsinais-Suomessa, Pohjanmaalla, Kainuussa, Ahvenanmaalla ja Uudellamaalla.

Suomalaiset ammattikalastajat kalastivat 122 miljoonaa kiloa kalaa Itämereltä vuonna 2010, mikä oli kaikkien aikojen suurin kalansaalis (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2011b). Kalansaalis oli noin viisi miljoonaa kiloa suurempi edellisvuoteen verrattuna. Silakka oli merialueen ammattikalastuksen tärkein laji. Sitä kalastettiin 92 miljoonaa kiloa. Seuraavaksi eniten kalastettiin kilohailia, jota saatiin 25 miljoonaa kiloa. Silakan ja kilohailin osuus kokonaissaaliista oli 96 %. Molempien kalalajien kalastus oli keskittyntä. Silakan kokonaissaaliista 74 % kalastettiin Selkämereltä ja kilohailin pääpyyntialueita olivat Hangon

läntinen ja itäinen selkä sekä Gotlannin länsipuolinen merialue. Lisäksi Itämerestä pyydettiin 1,0 miljoonaa kiloa turskaa, 0,7 miljoonaa kiloa ahventa, 0,7 miljoonaa kiloa lahnaa ja 0,6 miljoonaa kiloa siikaa. Kokonaissaaliin arvo oli 27 miljoonaa euroa.

## **5. N-3-RASVAHAPPOJEN SAANTILÄHTEET, SAANTISUOSITUKSET JA SAANTI SUOMESSA**

### **5.1 N-3-rasvahappojen saantilähteet**

Ruoasta saatavia n-3-rasvahappoja ovat pääasiassa alfa-linoleenihappo (ALA, 18:3 n-3), eikosapentaeenihappo (EPA, 20:5 n-3) ja dokosaheksaeenihappo (DHA, 22:6 n-3) (Mutanen ja Voutilainen 2012, Van de Rest ym. 2012). ALA:a saadaan kasvikunnan tuotteista ja sen parhaimmat lähteet ovat kasviöljyt, joista sitä on eniten rypsi-, soija- ja pellavansiemenöljyissä (Mutanen ja Voutilainen 2012). Finravinto 2007- ja 2012 -tutkimuksen mukaan suomalaiset saivat ALA:a selvästi eniten margariineista ja kasvirasvalevitteistä (Paturi ym. 2008, Helldán ym. 2013). Kasviöljypohjaisten levitteiden jälkeen ALA:a saatiin seuraavaksi eniten kasviöljyistä. Suomalaiset saivat ALA:a myös jonkin verran liharuoista sekä palkokasveista ja pähkinöistä. Suomalaisten ruokavalion ALA:n kokonaissaannista vähäisiä määriä tuli myös maitotuotteista, hedelmistä, marjoista ja kasviksista sekä vilja- ja leivontatuotteista niiden valmistuksessa käytettyjen ravintorasvojen myötä, vaikkakaan ruoanvalmistuksessa käytetyn rasvan laatua ei aina pystytä selvittämään ja tulokset viljatuotteiden osalta ovat suuntaa-antavia. Pähkinät, siemenet ja mantelit ovat kasvirasvojen ohella hyviä ALA:n lähteitä, mutta niiden merkityksestä suomalaisten ALA:n saannissa ei ollut tarkkaa tietoa, koska pähkinöistä saadun ALA:n määrä oli ilmoitettu yhdessä palkokasvien kanssa (Helldán ym. 2013, Ravitsemusneuvottelukunta 2014). Kasviöljyt eivät sisällä EPA:aa, eikä DHA:ta (Paturi ym. 2008, DeFilippis ym. 2010, Helldán ym. 2013).

Kala on merkittävin EPA:n ja DHA:n lähde suomalaisten ruokavaliossa (Paturi ym. 2008, Helldán ym. 2013). Kalan lisäksi EPA:n ja DHA:n muita hyviä lähteitä ovat äyriäiset ja simpukat, mutta niiden osuus EPA:n ja DHA:n saannissa näytti olevan merkityksetön, eikä niiden käyttömääristä ole saatavilla tarkkaa tietoa Finravinto 2007- ja 2012 -tutkimuksissa (Mutanen ja Voutilainen 2012, Van de Rest ym. 2012, Helldán ym. 2013). Kalaruokien ja äyriäisten lisäksi suomalaiset saivat EPA:a ja DHA:ta pieniä määriä myös liharuoista ja EPA:a saatiin ainoastaan näistä elintarvikkeista (Paturi ym. 2008, Helldán ym. 2013).

Suomalaiset saivat DHA:ta lisäksi pieniä määriä kananmunasta sekä makeista ja suolaisista leivonnaisista. Päivittäin saadusta ALA:sta vain hyvin pieni osa tuli kalaruoista. Kaiken kaikkiaan suomalaiset saivat Finravinto 2012 -tutkimuksen mukaan n-3-rasvahappoja eniten ravintorasvoista eli margariineista ja öljystä ja tämän jälkeen lähes yhtä paljon liha- ja kalaruoista sekä viljavalmisteista (Helldán ym. 2013).

## **5.2 N-3-rasvahappojen saantisuositus ja saanti**

Valtion ravitsemusneuvottelukunnan ravitsemussuositusten mukaan rasvan osuus kokonaisenergiansaannista tulee olla 25–40 % ja monityydyttymättömien rasvahappojen osuus 5–10 % (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Ruokavalion tulee sisältää n-3-rasvahappoja vähintään 1 energiaprosentti (E%). DHA:ta tulisi saada päivittäin 200 mg. ALA:n ja EPA:n saannista ei ole määritelty grammamääräisiä suosituksia. ALA:n ja n-6-rasvahappoihin kuuluvan linolihapon (LA) vähimmäistarve on yhteensä 3 E%, josta tulisi olla ALA:a 0,5 E%. N-3-rasvahappojen tapaan n-6-rasvahapot ovat elimistön toiminnalle välttämättömiä monityydyttymättömiä rasvahappoja, joita elimistö ei pysty syntetisoimaan (Colin ym. 2003, Van de Rest ym. 2012). ALA:sta voidaan muodostaa EPA:a ja DHA:ta ja LA:sta muita n-6-rasvahappoja, joten ALA ja LA ovat ihmisille ainoita välttämättömiä ruoasta suoraan tarvittavia rasvahappoja (Connor ym. 1992, Stipanuk 2000, Colin ym. 2003, Das 2006, Van de Rest ym. 2012). Yli 2-vuotiaiden suositukset välttämättömien rasvahappojen saannista ovat samat kuin aikuisten (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Raskaana oleville ja imettäville naisille suositellaan välttämättömien rasvahappojen osuudeksi 5 E%, josta n-3-rasvahappoja tulee olla 1 E% eli suositukset välttämättömien rasvahappojen saannista on hieman suuremmat kuin muulle väestölle.

Taulukko 1. Välttämättömien rasvahappojen saanti suomalaisella aikuisväestöllä

Rasvahappo	Naiset	Miehet	Naiset	Miehet
	25–64-v.	25–64-v.	65–74-v.	65–74-v.
n-3-rasvahapot	1,5 E% <sup>a</sup>	1,4 E%	1,5 E%	1,5 E%
ALA <sup>b</sup>	1,2 E%	1,2 E%	1,2 E%	1,2 E%
n-6-rasvahapot	4,6 E%	4,5 E%	4,5 E%	4,4 E%
LA <sup>c</sup>	4,5 E%	4,4 E%	4,4 E%	4,3 E%

<sup>a</sup> energiaprocentti; <sup>b</sup> alfa-linoleenihappo; <sup>c</sup> linolihappo

Lähde: Helldán A, Raulio S, Kosola M, Tapanainen H, Ovaskainen M-L, Virtanen S. Finravinto 2012 -tutkimus. Terveysten ja hyvinvoinnin laitoksen raportti 16/2013. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy.

Finravinto 2012 -tutkimuksen mukaan suomalaiset työkäiset ja eläkeikäiset saivat n-3-rasvahappoja kokonaisenergiansaantiin suhteutettuna yli suositeltavan määrän (Helldán ym. 2013). Myös rasvan kokonaissaanti oli suositusten mukaista ja rasvan osuus energiansaannista oli työkäisillä noin 36 % ja eläkeikäisillä naisilla 33,5 % ja miehillä 34,6 %. Myös edellisessä Finravinto 2007 -tutkimuksessa 25–74-vuotiaiden suomalaisten ruokavalio sisälsi n-3-rasvahappoja riittävästi (Paturi ym. 2008).

Vuoteen 2007 asti suomalaisten 25–74-vuotiaiden ruokavaliossa tyydyttyneen rasvan osuus oli vähentynyt ja monitydyttymättömän rasvan osuus hieman lisääntynyt pitkällä aikavälillä, mutta viimeisen viiden vuoden aikana rasvan kokonaissaanti ja erityisesti tyydyttyneen rasvan saanti on kasvanut (Helldán ym. 2013, Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Kerta- ja monitydyttymättömiä rasvahappoja, kuten ALA:a ja n-6-rasvahappoja, on saatu myös aiempaa enemmän viime vuosina (Paturi ym. 2008, Helldán ym. 2013). Muiden n-3-rasvahappojen kuin ALA:n saannissa ei ole tapahtunut muutosta Finravinto 2007 ja 2012 -tutkimustuloksien perusteella. Finravinto 2012 -tutkimuksen mukaan suomalaiset saivat n-6-rasvahappoja grammamääräisesti katsottuna yli kolme kertaa enemmän kuin n-3-rasvahappoja ja niiden välinen suhde ruokavaliossa on pysynyt lähes samanlaisena (Helldán ym. 2013). Ruokavalion sisältämistä n-6-rasvahapoista suurin osa oli LA:ta. Länsimaisesta ruokavaliosta saadaan n-6-rasvahappoja selvästi enemmän kuin n-3-rasvahappoja (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005). Vaikka kasviöljyjen käyttö on lisääntynyt viime vuosina, suositellaan niiden käyttöä vielä lisättäväksi (Paturi ym. 2008, Helldán ym. 2013). Kalan käyttöä tulisi myös lisätä ja vastaavasti tyydyttynyttä rasvaa sisältävien elintarvikkeiden

käyttöä vähentää, jolloin ruokavalion rasvan laatu muuttuisi paremmaksi. Finravinto 2012 - tutkimuksen mukaan tyydyttyneen rasvan saanti on ollut suosituksiin nähden liian runsasta.

## **6. N-3-RASVAHAPPOJEN TEHTÄVÄT ELIMISTÖSSÄ**

N-3-rasvahappoja on elimistön jokaisen solun solukalvon fosfolipideissa ja niillä on useita tehtäviä elimistössä, minkä vuoksi ne ovat ihmisille välttämättömiä (Hodge ym. 1993, Colin ym. 2003, Schmidt ym. 2006, Mutanen ja Voutilainen 2012). ALA:n ainoa tärkeä tehtävä elimistössä on toimia EPA:n ja DHA:n esiasteena, joita muodostetaan ALA:sta elongaatio-, delta-5- ja delta-6-desaturaasi-entsyymien avulla maksasoluissa, joista ne kuljetetaan muihin kudoksiin (Connor ym. 1992, Stipanuk 2000, Colin ym. 2003, Xioa ym. 2005, Das 2006, Van de Rest ym. 2012). Useiden tutkimusten myötä on arvioitu, että ALA:n muuttuminen EPA:ksi ja DHA:ksi olisi ihmisillä kuitenkin vähäistä, minkä vuoksi voisi olla hyvä, että EPA:a ja DHA:ta saataisiin suoraan ravinnosta (Defilippis ym. 2010). Elimistössä ALA:sta 5–10 % muuttuu EPA:ksi ja ALA:sta ja EPA:sta yhteensä 1–5 % muuttuu DHA:ksi (Gerster 1998, Burge ym. 2002, Goyens ym. 2005). Delta-5- ja delta-6-desaturaasi-entsyymien aktiivisuus on ihmisillä heikkoa ja myös ruokavalion ALA:n, EPA:n, DHA:n ja toisen välttämättömän rasvahapon, LA:n, määrä saattaa vaikuttaa EPA:n ja DHA:n synteesiin ALA:sta (Emken ym. 1994, Vermunt ym. 2000, Das 2006, Goyens ym. 2006, Defilippis ym. 2010, Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Tällä hetkellä ei tiedetä, muodostuuko ALA:sta riittävästi DHA:ta vastaamaan elimistön tarpeita kaiken ikäisillä (Defilippis ym. 2010).

N-3-rasvahapoista biologisesti merkittäviä ovat EPA ja DHA (Jones 2002). N-3-rasvahappoja tarvitaan solukalvolla solukalvon rakenteeseen, minkä lisäksi ne säätelevät solukalvon toimintaa mm. lisäämällä solukalvon fluiditeettiä eli juoksevuuutta, millä on yhteyttä solukalvon kuljettajaproteiinien, reseptorien ja entsyymien aktiivisuuteen ja toimintaan sekä reseptorien määrään (Spector ja Yorek 1985, Brown ja Subbaiah 1994, Fernstrom 1999, Colin ym. 2003). Nämä proteiinit vaikuttavat moniin tärkeisiin soluun liittyviin toimintoihin (Spector, Yorek 1985). N-3-rasvahappoja tarvitaan solukalvolla myös kemiallisten yhdisteiden kulkuun solukalvon läpi, ja ne osallistuvat näin solujen väliseen vuorovaikutukseen (Connor 1992, Stipanuk 2000, Das 2006, Mutanen ja Voutilainen 2012). Mekanismissa, jolla rasvayhdisteet muuttavat entsyymien aktiivisuutta tai reseptorien toimintaa, ei kuitenkaan tunneta kovin hyvin (Berry 1997).

N-3-rasvahapoilla on erilaisia tehtäviä keskushermostossa, joiden kautta ne voivat vaikuttaa aivojen toimintaan (Van de Rest ym. 2012). Aivoissa monitydyttymättömiä rasvahappoja, lähinnä DHA:ta ja n-6-rasvahappoihin kuuluvaa arakidonihappoa (AA) on enemmän kuin muualla elimistössä (Mutanen ja Voutilainen 2012, Van de Rest ym. 2012). Aivojen lisäksi hermoston solukalvoilla DHA:n pitoisuus on suuri (Stipanuk 2000). N-3-rasvahapot ovat välttämättömiä sikiön normaalille kasvulle ja niitä tarvitaan aivojen kehittymiseen sikiöaikana ja murrosiässä (Das 2003). N-3-rasvahappojen puute voi haitata aivojen ja hermosoluyhteyksien kehittymistä (Colin ym. 2003, Das 2003). DHA:n on todettu edistävän kognitiivisten taitojen oppimista sekä parantavan muistamista ja keskittymiskykyä (Innis 2000, Innis 2007, Mutanen ja Voutilainen 2007). DHA:ta tarvitaan silmän verkkokalvon rakennusaineena ja se on fotoreseptorien solukalvon tärkeä rakenneosana (Neuringer ja Connor 1986, Connor ym. 1992, Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005). DHA:ta tarvitaan luultavasti verkkokalvon normaaliin kehittymiseen ja näköaistimuksen muodostumiseen sekä se on ilmeisesti välttämätön rodopsiinin toiminnalle (Connor ym. 1992, Mutanen ja Voutilainen 2007). DHA:n puute saattaa hidastaa rodopsiinin uudelleenmuodostusta, mikä heikentää hämärässä näkemistä (Connor ym. 1992).

N-3-rasvahapot toimivat solukalvolla erilaisten yhdisteiden kuten eikosanoidien, resolviinien, lipoksiinien sekä muiden solun sisäisten ja välisten toisiolähettiläiden eli viestimolekyylien lähtöaineina (Serhan ym. 2002, Das 2006). Eikosanoidit ovat hormoninkaltaisia yhdisteitä, joilla on tärkeitä fysiologisia tehtäviä elimistössä ja ne osallistuvat mm. tulehdus- ja immunologisten reaktioiden, veren hyytymisen, verenpaineen, munuaisten toiminnan ja keskushermoston toiminnan säätelyyn (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005, Mutanen ja Voutilainen 2007). EPA:sta muodostettavia eikosanoideja ovat 3. sarjan prostaglandiinit, 5. sarjan leukotrieenit ja 3. sarjan tromboksaanit, jotka hillitsevät elimistön tulehdusreaktioita ja estävät veritulppien muodostusta vähentämällä veren hyytymistäipumusta (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005, Das 2006). AA:sta ja toisesta n-6-rasvahappojen sarjaan kuuluvasta dihomogammalinoleenihaposta muodostettavien eikosanoidien vaikutukset ovat päinvastaisia kuin n-3-rasvahapoista muodostettavien eikosanoidien ja ne mm. lisäävät elimistön tulehdusreaktioita (Simopoulos ym. 1991, Colin ym. 2003, Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005, Das 2006). N-3-rasvahapot ovat ilmeisesti tärkeitä juuri sen takia, että ne pystyvät estämään tulehdusta edistävien eikosanoidien liiallisen muodostumisen. Ruokavalion rasvahappokoostumus vaikuttaa siihen, mitä rasvahappoja solukalvojen fosfolipideissä on ja näin myös siihen muodostuuko elimistössä edullisia vai epäedullisia



eikosanoideja, joten ruokavalion tulisi sisältää n-3- ja n-6- rasvahappoja sopivassa suhteessa (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005).

Lisäksi monitydyttymättömät rasvahapot, n-3-rasvahapot mukaan lukien ovat hyödyllisiä sydän- ja verisuonisairauksien ehkäisyssä, koska ne säätelevät kolesterolin aineenvaihduntaa, laskevat insuliiniresistenssiä ja lisäävät adiponektiinin tuotantoa, minkä takia ne ehkäisevät valtimonkovettumataudin muodostumista ja laskevat verenpainetta (Das 2006). N-3- ja n-6-rasvahapot, erityisesti EPA ja AA, lisäävät myös endotelialisen typpioksidin muodostumista (Okuda ym. 1997, Das 2006). Typpioksidilla on valtimonkovettumatautia ja tulehdusta estäviä vaikutuksia. Plasman välttämättömien rasvahappojen ja endotelialisen typpioksidin pitoisuuksien on todettu olevan matalia esimerkiksi verenpainetautia ja diabetesta sairastavilla ihmisillä (Das 1995). N-3 rasvahappoja ei käytetä elimistössä energian muodostamiseen, ellei niitä saada ravinnosta yli tarpeen tai ruoasta ei saada riittävästi tyydyttymättömiä ja kertatyydyttymättömiä rasvahappoja (Uusitupa 2007).

## **7. KALAN SISÄLTÄMÄT YMPÄRISTÖMYRKYT**

### **7.1 Dioksiinit, PCB-yhdisteet ja elohopea**

Dioksiinit, PCB-yhdisteet ja elohopea ovat orgaanisia ympäristömyrkkyjä, joita löytyy kaikkialta ympäristöstä kuten maaperästä, sedimentistä, ilmasta, vedestä ja planktonista (Tuomisto ym. 2011, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2012, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013). Dioksiinit ja PCB-yhdisteet ovat kaikkein pysyvimpiä yhdisteitä ympäristössä ja niiden puoliintumisaikojen on arvioitu olevan sedimentissä 3–300 vuoden välillä yhdisteestä riippuen (Hallikainen ym. 2011, Tuomisto ym. 2011). PCB-yhdisteet, elohopea ja monet furaanit ja jotkin dioksiinit ovat kohtalaisen haihtuvia ja voivat kulkeutua ilman mukana lähtöpaikastaan pitkiäkin matkoja (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013, Munne ja Seppälä 2013, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013). Euroopassa dioksiineja ja PCB-yhdisteitä on suuria määriä erityisesti Itämeressä (Tuomisto ym. 2011). Dioksiinit ja dioksiininkaltaiset PCB-yhdisteet ovat Itämeren haitallisimpia ympäristömyrkkyjä ja erittäin myrkyllisiä yhdisteitä vesieliöille (Hallikainen ym. 2011, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013, Munne ja Seppälä 2013). Suomalaiset altistuvat dioksiineille, PCB-yhdisteille ja elohopealle pääasiassa ruuan kautta ja suurin osa niistä saadaan kalasta, joihin ne kerääntyvät ravintoketjun kautta (Tuomisto ym. 2011, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2012, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013). Kalojen ympäristömyrkkyjen, mm. dioksiini-

ja PCB-yhdisteiden, pitoisuudet kuvaavat hyvin Suomen alueen Itämeren tilaa sekä alueellista saastumista, esimerkiksi satama-alueella (Munne ja Seppälä 2013).

Dioksiinit (PCDD/F -yhdisteet) ovat yleisnimitys polyklooratuille dibentso-para-dioksiineille (PCDD -yhdisteet) ja furaaneille eli polyklooratuille dibentsofuraaneille (PCDF -yhdisteet) (Tuomisto ym. 2011). Dioksiinit ovat tasomaisia, kolmirenkaisia yhdisteitä, joiden kahdessa bentseenirenkaassa on 1–8 klooriatomia (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2013). Dioksiineista tunnetaan 210 erilaista johdosta, joista ainakin 17 on myrkyllisiä (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Dioksiineja ei valmisteta tarkoituksellisesti. Niitä muodostuu erilaisten polttoprosessien kuten yhdyskunta- ja sekajätteen palamisen sivutuotteena orgaanisten aineiden ja kloorin reagoitessa tietyissä olosuhteissa, minkä jälkeen niitä pääsee luontoon (Tuomisto ym. 2011, Munne ja Seppälä 2013). Dioksiineja muodostuu myös moottoriajoneuvojen käytön seurauksena sekä teollisuusprosesseissa, kuten metallin sulatuksen ja jalostuksen sekä sellun kloorivalkaisu myötä (Tuomisto ym. 2011). Lisäksi dioksiineja on epäpuhtauksina klooratuissa kemikaaleissa, kuten PCB-yhdisteissä, kloorifenoleissa ja fenoksihappoissa (Munne ja Seppälä 2013). Kloorifenolit ovat olleet tärkeä dioksiinien lähde Suomessa (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013).

Teollisuuden puhdistustekniikoiden ja jätteenpolttolaitosten polttotekniikoiden kehityksen myötä dioksiinipäästöt ovat vähentyneet merkittävästi (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Nykyään dioksiineja muodostuu vielä pääasiassa paikallisten jätteiden pienpolton seurauksena sekä metalliteollisuuden ja energiantuotannon kautta (Hallikainen ym. 2011, Tuomisto ym. 2011). Dioksiinien päästöt ovat Suomessa arviolta noin 16 g TEQ vuodessa ja ne ovat vähentyneet 1970-luvulta, jolloin pitoisuudet ympäristössä ovat olleet kaikista korkeimmat (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Dioksiinien laskeumien seuranta on hankalaa ja kallista, eikä niitä tunneta kovin hyvin. Monissa maissa dioksiinien päästöille ilmaan on asetettu raja-arvoja (Munne ja Seppälä 2013). Suomessa dioksiineja saa joutua ilmaan jätteiden poltosta enintään 0,1 ng/m<sup>3</sup> (VNp 842/1997).

PCB-yhdisteet eli polyklooratut bifenyylit ovat dioksiinien tavoin muodostuneet bentseenirenkaista, joihin on liittynyt klooriatomeita, mutta ne ovat rakenteeltaan kaksirenkaisia (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2013). PCB-yhdisteitä on tunnistettu 209 (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Näistä 12 on dioksiininkaltaisia PCB-yhdisteitä eli ne ovat toksikologisilta ominaisuuksiltaan samankaltaisia kuin dioksiinit ja niiden on arvioitu olevan PCB-yhdisteistä toksikologisesti merkittävimpiä.

Kuten dioksiineja, myös PCB-yhdisteitä, on päässyt ympäristöön ainoastaan ihmisen toiminnan kautta (Tuomisto ym. 2011). PCB -yhdisteet ovat öljymäisiä, kestäviä ja huonosti syttyviä yhdisteitä. Näiden hyvien kemiallisten ominaisuuksien takia PCB -yhdisteet ovat sopineet teollisuuden käyttöön ja niiden valmistus on ollut tarkoituksenmukaista (Tuomisto ym. 2011, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). PCB -yhdisteiden käyttö on alkanut 1930-luvulla ja 1980-luvun loppuun asti niitä on käytetty mm. muoviteollisuudessa pehmittiminä, eristeaineena sähkölaitteissa, kuten muuntajissa ja kondensaattoreissa, palonestoaineena, maaleissa ja liimoissa, voiteluaineissa, tyhjiöpumpuissa sekä rakennusten saumausaineissa (Hallikainen ym. 2011, Tuomisto ym. 2011, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013). PCB-yhdisteitä on päässyt ympäristöön mm. muuntajapalojen tai -vuotojen, yhdyskuntasekajätteen polton ja kaatopaikalta haihtumisen vuoksi (Tuomisto ym. 2011). Suomessa kiellettiin PCB-yhdisteiden valmistus, käyttö ja maahantuonti vuonna 1989 (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Vuodesta 2001 lähtien useimmat maat ovat luopuneet PCB-yhdisteiden käytöstä (Tuomisto ym. 2011). Euroopan maissa niiden käyttö on nykyään kielletty (Hallikainen ym. 2011). PCB-yhdisteitä on kuitenkin edelleen runsaasti ympäristössä (Tuomisto ym. 2011).

Elohopea on myrkyllinen raskasmetalli, jota esiintyy jo sellaisenaan luonnossa metallisena elohopeana, epäorgaanisina elohopeasuoloina ja orgaanisina elohopeayhdisteinä kuten metyylielohopeana (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Epäorgaanisesta elohopeasta muodostuu ympäristössä bakteerien toiminnan seurauksena metyylielohopeaa (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2012). Elohopeayhdisteistä metyylielohopea ( $\text{H}_3\text{C}-\text{Hg}^+$ ) on pysyvin, myrkyllisin sekä ihmisille ja nisäkkäille haitallisin yhdiste (Terveyden ja hyvinvoinninlaitos 2012, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Ympäristössä olevan elohopean tämän hetkisestä kokonaismäärästä arviolta 2/3 on kertynyt ympäristöön ihmisen toiminnan seurauksena (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Metyylielohopeaa ei valmisteta tarkoituksellisesti (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2012). Elohopeaa pääsee ympäristöön elohopeayhdisteiden käytön ja fossiilisten polttoaineiden, etenkin kivihiilen polton myötä. Elohopeapäästöjä on pystytty vähentämään huomattavasti (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Ympäristön elohopeapitoisuuteen vaikuttaa paljon myös muista maista kulkeutuneet elohopeapäästöt (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2012). Ihmisten aiheuttamien elohopeapäästöjen lisäksi elohopeaa pääsee ympäristöön tulivuorenpurkausten ja kiviaineksen rapautumisen myötä. Maaperään kertynyttä elohopeaa vapautuu koko ajan ympäristöön, minkä takia pitoisuuksien lasku on hidasta.

## **7.2 Ympäristömyrkkyjen jakautuminen ja poistuminen elimistössä**

Dioksiinit ja PCB-yhdisteet kertyvät rasvaliukoisina yhdisteinä ihmisten, kuten eläintenkin rasvakudokseen (Tuomisto ym. 2011, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013). Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden klooriatomit tekevät niistä veteen vaikeasti liukenevia (Tuomisto ym. 2011). Elimistö pyrkii poistamaan PCB-yhdisteitä muuttamalla niitä vesiliukoisemmiksi, mutta niiden metabolia on heikkoa. Dioksiinit ja PCB-yhdisteet eivät erity virtsaan. Dioksiinien keskimääräinen puoliintumisaika elimistössä on noin 10 vuotta ja niiden poistuminen elimistössä vaihtelee muutamasta kuukaudesta kymmeneen vuosiin (Suomen ympäristökeskus 2011, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). TCDD on myrkyllisin yhdiste dioksiineista ja sen puoliintumisaika on 7–8 vuotta (Tuomisto ym. 2011). PCB-yhdisteiden puoliintumisajat vaihtelevat vuodesta 20 vuoteen. Suomalaisten altistumista dioksiineille ja PCB-yhdisteille on seurattu mm. analysoimalla näiden yhdisteiden pitoisuuksia äidinmaidosta (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013). Metyylielohopea kiinnittyy tiukasti elimistön rikkiä sisältäviin proteiineihin (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2012). Metyylielohopea varastoituu keskushermostoon, hiuksiin ja sikiöön ja sen puoliintumisaika elimistössä on noin 70 vrk ja aivoissa 230 vrk.

## **7.3 Suomalaisten dioksiinien, PCB-yhdisteiden ja elohopean saantilähteet**

### **7.3.1 Dioksiinit ja PCB-yhdisteet elintarvikkeissa ja Itämeren kaloissa**

Itämeren rasvaiset kalat ovat dioksiinien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden päälähde Suomessa (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Dioksiineja ja PCB-yhdisteitä on usein samoissa elintarvikkeissa ja niitä saadaan lähes pelkästään eläinkunnantuotteista. Vuonna 2005 suomalaiset saivat näitä ympäristömyrkkyjä kaikista elintarvikkeista katsottuna noin 86 % kalasta, josta 42 % saatiin merikaloista. Muiden lihatuotteiden sekä maitotuotteiden ja kananmunien osuudet olivat muutamia prosentteja dioksiinien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden päivittäisestä kokonaissaannista (Elintarviketurvallisuusvirasto 2005, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Lisäksi suomalaiset saivat näitä yhdisteitä 0,9 % kasviöljyistä ja 0,9 % muista tuotteista kuten jauhoista, perunasta, kasviksista, mustikasta ja kanttarellista vuonna 2005 (Elintarviketurvallisuusvirasto 2005). Keski-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa liha, maitotuotteet ja kananmunat ovat näiden yhdisteiden suurimpia lähteitä (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013).

Itämeren kalojen keskimääräiset dioksiinien ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet ovat pienentyneet 1970-luvulta 2010-luvulle tultaessa, mutta näitä ympäristömyrkyjä runsaimmin sisältävien Itämeren kalalajien, silakan ja lohen, on todettu yhä ylittävän Euroopan Unionin asettamat kaloille sallitut dioksiinien ja dioksiinin kaltaisten PCB-yhdisteiden enimmäispitoisuusrajat (Hallikainen ym. 2011, Tuomisto ym. 2011, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013). Itämeren silakan ja lohen lisäksi Itämeren nahkiaisen ja meritaimenen sekä Kotkan alueelta kampelan, lahnan ja siian on todettu sisältävän dioksiineja ja PCB-yhdisteitä enemmän kuin enimmäispitoisuusrajat sallisivat (Hallikainen ym. 2011). Itämeren muiden kalojen; kilohailin, muikun, ahvenen, hauen, kuhan, mateen ja turskan keskimääräiset dioksiinipitoisuudet ovat olleet alle puolet enimmäispitoisuusrajoista. Itämeressä on siis edelleen runsaasti syöntikelpoista kalaa (Suomen ympäristökeskus 2011). Sisävesien petokaloissa on hyvin vähän dioksiineja ja PCB-yhdisteitä (Hallikainen ym. 2011, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013).

Euroopan Unioni on asettanut elintarvikkeille suurimmat sallitut dioksiinipitoisuusrajat vuonna 2001, minkä jälkeen kalojen dioksiinien ja dioksiinin kaltaisten PCB-yhdisteiden enimmäispitoisuusrajoja on tiukennettu (Tuomisto ym. 2011). Dioksiinin kaltaiset PCB-yhdisteet otettiin mukaan elintarvikkeille asetettuihin dioksiinien kokonais-TEq:n raja-arvoihin vuonna 2006. Kalojen dioksiinipitoisuus tulisi olla alle 3,5 pg (TEq)/g tuorepainokiloa ja dioksiinien ja dioksiinin kaltaisten PCB-yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus alle 6,5 pg (TEq)/g tuorepainokiloa (Tuomisto 2011, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Itämeren silakoiden todettiin sisältävän dioksiineja ja PCB-yhdisteitä keskimäärin 8,6 pg (TEq)/g tuorepaino EFSA:n vuonna 2010 julkaiseman raportin mukaan (EFSA 2010). Suomi on saanut EU:n komissiolta pysyvän poikkeusluvan myydä alueellaan kalaa, joka ylittää dioksiineille ja PCB-yhdisteille sallitun enimmäispitoisuusrajan (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013).

TEq (International Toxicity Equivalent) -arvo eli toksisuusekvivalentti kuvaa seoksen yhdisteiden kokonaistoksisuuden, joka vastaa dioksiinien ja merkittävimpien dioksiininkaltaisten PCB-yhdisteiden TEF-kertoimilla laskettua summaa (Tuomisto ym. 2011, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013). TEF (toxic equivalency factor) -kertoimet eli toksisuusekvivalenttikertoimet kuvaavat dioksiinien ja dioksiinin kaltaisten PCB-yhdisteiden isomeerien myrkyllisyyttä. TEF-kertoimet on suhteutettu myrkyllisimmän dioksiinin isomeerin eli 2,3,7,8-TCDD:n TEF-kertoimeen, joka on yksi. 2,3,7,8-TCDD:n on myrkyllisimpiä tunnettuja yhdisteitä (Tuomisto ym. 2011). Muiden elintarvikkeiden

eläinrasvan dioksiinien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden raja-arvot vaihtelevat 1,5–6 pg/g rasvaa ja rehun osalta vastaavat arvot ovat 1,25–4,5 pg/g rasvaa.

Kalojen sisältämien dioksiinien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden pitoisuudet vaihtelevat kalan koon, iän ja maantieteellisen alueen mukaan, niin että kookkaimmat ja iäkkäämmät kalat sisältävät eniten vierasaineita (Hallikainen ym. 2011, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Vuoden 2009 EU-KALAT II -hankkeessa kuten aikaisemmassa, vuosina 2002–2003 tehdyssä kartoituksessa, jossa tutkittiin Itämeren ja järviolueiden eri kalalajien ympäristömyrkkujen pitoisuuksia, todettiin, että Pohjanlahden ja Perämeren kalat sisältävät enemmän dioksiini- ja PCB-yhdisteitä kuin Suomenlahden kalat (Hallikainen ym. 2011, Suomen ympäristökeskus 2011). Itämeren alueen tärkeimmistä pyyntipaikoista kuitenkin Porissa, Turussa, Kotkassa ja Helsingin Vanhankaupunginlahdessa kalojen haitta-ainepitoisuudet olivat korkeimmat ja Helsingin Vanhankaupunginlahti todettiin Itämeren saastuneimmaksi alueeksi. Kasvatetut kalat sisältävät dioksiineja ja PCB-yhdisteitä vähän, koska kalarehun laatua valvotaan (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Dioksiineja on vähän sekä kotimaisessa kasvatetussa kirjolohessa, että Norjan lohessa. Kalan rasvaan kertyneiden dioksiinien ja PCB-yhdisteiden määrää voidaan vähentää jopa kolmasosalla nylkemällä kalan nahka ennen ruoanvalmistusta. Tuontikalat sisältävät myös näitä ympäristömyrkkyjä, mutta niissä on huomattavasti enemmän dioksiininkaltaisia PCB-yhdisteitä kuin dioksiineja (Elintarviketurvallisuusvirasto 2005).

### **7.3.2 Elohopea elintarvikkeissa ja sisävesien kaloissa**

Ihmiset saavat suurimman osan ravinnon kautta tulevasta elohopeasta sisävesien kaloista, joista Etelä-, Keski- ja Itä-Suomen pienten metsäjärvien haukien metyylielohopeapitoisuudet ovat suurimmat (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Sisävesien ahvenissa sekä isokokoisessa ja iäkkäässä kuhassa ja mateessa elohopeapitoisuudet voivat olla myös korkeita eli 0,5–3,0 mg/kg. Merikaloista tuore tonnikala, miekkakala, hai ja muut pitkäikäiset kalat voivat sisältää elohopeaa suuria määriä, mutta useimmissa merikaloissa sitä on niin vähän, ettei se vaikuta näiden kalojen ravinnonkäyttöön (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2012). Metyylielohopeaa on myös meressä elävässä haussa. Enimmäismäärä, minkä elintarvikkeiksi hyväksyttävistä kaloista, kuten ahvenesta ja kuhasta, saa sisältää elohopeaa, on 0,50 mg/tuorepainokilo (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2012, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Jotkin kalat, kuten hauki, tonnikala ja kampela, saavat kuitenkin sisältää elohopeaa korkeintaan 1,0 mg/kg (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013).

Savikkoalueiden ja kirkkaissa, ei-happamissa järvissä elävien kalojen elohopeapitoisuudet ovat pienempiä kuin metsäjärvien kalojen (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Tekojärvien metyylielohopeapitoisuudet voivat olla korkeita maaperästä vapautuvan elohopean takia (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2012). Joidenkin järvikalojen elohopeapitoisuudet eivät ole laskeneet juuri ollenkaan viimeisten 20 vuoden aikana maaperästä jatkuvasti vapautuvan elohopean takia. Kalan lisäksi sisäelimestä, erityisesti munuaisista, voi löytyä suuria pitoisuuksia elohopeaa (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Muiden elintarvikkeiden elohopeapitoisuudet ovat alhaisia. Kalan elohopeasta yli 90 % on metyylielohopeaa. Metyylielohopea imeytyy ihmisen elimistössä lähes kokonaan, kun esimerkiksi elintarvikkeiden sisältämästä epäorgaanisesta elohopeasta imeytyy noin 7 %.

#### **7.4 Suomalaisen dioksiinien, PCB-yhdisteiden ja elohopean saanti ja enimmäissaantisuositukset**

Suomessa on tutkittu elintarvikkeiden sisältämiä vierasainepitoisuuksia ja arvioitu ihmisten altistumista niille 1990-luvulta lähtien (Elintarviketurvallisuusvirasto 2014). Vuonna 1995 saatiin ensimmäiset tiedot suomalaisten altistumisista dioksiineille (Hallikainen ym. 2006). Vuonna 2005 suomalaiset aikuiset saivat dioksiineja noin 54 pg TEq/vrk ja dioksiininkaltaisia PCB-yhdisteitä noin 60 pg TEq/vrk (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013). Useissa maissa keskimääräinen saanti päivää kohden on alle 1 pg TEq/kg (Tuomisto ym. 2011). Näiden yhdisteiden korkein siedettävä päivittäinen saanti on 2 pg TEq/kg (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Eniten dioksiineja ja PCB-yhdisteitä saavat kalastajat, kalan suurkuluttajat ja Itämeren silakkaa ja lohta yksipuolisesti syövät henkilöt (Elintarviketurvallisuusvirasto 2010). Imeväisikäiset lapset saavat dioksiineja äidinmaidon kautta (Tuomisto ym. 2011). Maidon rasvan dioksiinipitoisuus vastaa seerumin rasvan tai rasvakudoksen dioksiinipitoisuutta. Äidinmaidon dioksiinipitoisuudet ovat pienentyneet reilun 20 seurantavuoden aikana noin 80 % (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013).

JECFA:n eli WHO:n ja FAO:n yhteinen elintarvikelisiä aineita käsittelevän asiantuntijakomitean asettama elohopean enimmäissaantisuositus on 1,6 µg/kg/vko eli 60-kiloiselle aikuiselle 0,1 mg/vko (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2012, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Suomalaiset saavat ravinnostaan elohopeaa keskimäärin 6,8 µg/vrk (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2012). Kalasta saatavan metyylielohopean määrä on henkeä kohden keskimäärin 4,3 µg/vrk. Elohopealle altistumista voidaan mitata hiuksista, kynsistä ja verestä (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013).

## 7.5 Dioksiinien, PCB-yhdisteiden ja elohopean terveyshaitat

### 7.5.1 Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden terveyshaitat

Dioksiinien ja dioksiinin kaltaisten PCB-yhdisteiden biologiset vaikutukset ovat pääosin samanlaiset ja niillä on ajateltu olevan useita haitallisia vaikutuksia terveyteen (Hallikainen ym. 2011, Tuomisto ym. 2011). Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden terveyshaitoista on saatu tietoa työ- ja onnettomuusperäisten altistumisten kautta (Lung ym. 2005, Masuda 2009, Tuomisto ym. 2011). Eläinkokeiden pohjalta on voitu tehdä myös arvioita niiden mahdollisista haittavaikutuksista ihmisiin (Tuomisto ym. 2011). Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden terveysriskit ovat kuitenkin edelleen epäselviä. PCB-yhdisteiden terveyshaitat ovat osittain samoja kuin dioksiinien terveyshaitat.

Selvimpiä terveyshaittoja, joita ihmisillä on voitu osoittaa dioksiinialtistuksen aiheuttamiksi, ovat hampaiden huono mineralisaatio ja klooriakne (Tuomisto ym. 2011). Äidinmaidon kautta dioksiineille altistuneiden lasten hampaissa on havaittu huonoa mineralisaatiota. Italiassa, lähellä Seveson kaupunkia, kemiallisella tehtaalla vuonna 1976 tapahtuneessa onnettomuudessa TCDD:lle altistuneilla henkilöillä on todettu useiden vuosien seurannassa mm. hammasvaurioita ja pääasiassa lapsilla klooriaknea (Caramschi ym. 1981, Pesatori 1995, Bertazzi ym. 2008, Consonni ym. 2008). Klooriakne oli ainut terveyshaitta Seveson onnettomuudessa, joka voitiin varmasti osoittaa TCDD:n aiheuttamaksi (Caramschi ym. 1981). Seveson onnettomuus oli ainutlaatuinen, koska henkilöt altistuivat vain yhdelle kemikaalille, eikä kemikaalien sekoituksille, niin kuin monissa muissa tutkituissa onnettomuuksissa (Tuomisto ym. 2011). Eläinkokeissa on havaittu, että TCDD on aiheuttanut myös eläimille klooriaknea sekä pieninäkin pitoisuuksina aiheuttanut koe-eläinten hampaiden kehityshäiriöitä (Tuomisto ym. 2011, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013).

Seveson onnettomuudessa havaittiin TCDD olevan suurina annoksina myrkyllinen ja toksinen yhdiste ihmisille (Consonni ym. 2008). Onnettomuuden jälkeen TCDD:lle altistuneiden ja ei-altistuneiden henkilöiden kuolinsyitä tutkittaessa on todettu 25 vuoden seurannan aikana, että keuhko-, sydän- ja verisuonisairaudet olivat yleistyneet eniten saastuneimmilla alueilla A ja B onnettomuuden aikana vakituisesti asuvilla henkilöillä, kun taas onnettomuusalueen ympärillä, ei-kontaminoiduilla alueilla asuvilla henkilöillä ei ole todettu näiden sairauksien yleistymistä (Caramschi ym. 1981, Consonni ym. 2008). Onnettomuudessa TCDD:tä vapautui laajasti ja tiheään asutulle alueelle mahdollisesti jopa useita kilogrammoja (Pesatori 1995,



Bertazzi ym. 2008, Consonni ym. 2008). Onnettomuusalueella asuneet henkilöt altistuivat TCDD:lle suoraan ilman tai paikallisesta viljasta tai eläimistä tehdyn ruoan kautta (Caramschi ym. 1981, Consonni ym. 2008). Alueella A, jossa maaperän TCDD-pitoisuus oli suurin onnettomuuden jälkeen, oli altistuneiden henkilöiden suhteellinen riski kuolla COPD:n kaksinkertainen ja miehillä yli kaksinkertainen riski kuolla krooniseen iskeemiseen sydänsairauteen verrattuna onnettomuusalueen ympärillä asuviin henkilöihin. Alueella A onnettomuuden aikana asuvilla naisilla oli hieman suurempi riski kuolla verenpainetautiin ja reumaattiseen sydänsairauteen kuin ei-altistuneilla naisilla. Lisäksi alueella B, jossa maaperän TCDD-pitoisuus oli toiseksi korkein, oli altistuneilla henkilöillä selvästi suurempi riski sairastua aivoverenkiertosairauksiin ja naisilla oli suurempi riski sairastua ruoansulatuskanavan sairauksiin kuin muilla asukkailla. Myös matalimman altistuksen alueella R, jossa maaperän TCDD-pitoisuus oli matalin, oli altistuneilla henkilöillä hieman suurempi riski kuolla useisiin verisuonisairauksiin ja erityisesti naisilla aivoverenkiertosairauksiin kuin ei-altistuneilla henkilöillä. Suurin riski kuolla erilaisiin sairauksiin oli alueella A ja pienin riski alueella R. Onnettomuusalueella asuvien, TCDD:lle altistuneiden henkilöiden, veren TCDD-pitoisuudet on todettu olevan normaalia korkeampia vielä vuosiakin onnettomuuden jälkeen (Needham ym. 1976, Moracelli ym. 1991, Weiss ym. 2003). Suurimmat Sevesossa havaitut TCDD-pitoisuudet olivat 56 000 ng/kg (TCDD:tä rasvassa) (Tuomisto ym. 2011). Onnettomuusalueella asuminen vasta onnettomuuden jälkeen ei näyttänyt altistavan henkilöitä TCDD:lle.

Dioksiinit ja dioksiinin kaltaiset PCB-yhdisteet voivat muuttaa hormonitoimintaa ja dioksiinit voivat altistaa endokriinisille häiriöille (IARC 1997, Tuomisto ym. 2011, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Suurien dioksiinipitoisuuksien aiheuttamiin terveyshaittoihin on liitetty elimistön alentuneita testosteronitasoja, korkeita kilpirauhashormonitasoja ja syntyvien lasten sukupuolijakauman naisvoittoisuutta (Tuomisto ym. 2011). Seveson onnettomuuden jälkeen havaittiin TCDD:lle altistuneilla naisilla diabeteksen yleistyvän enemmän kuin naisilla, jotka eivät altistuneet TCDD:lle (Consonni ym. 2008). Eläinkokeissa on havaittu, että TCDD on aiheuttanut eläimille hormonaalisia häiriöitä kuten pienentyneitä kilpirauhashormonitasoja sekä lisäksi endometrioosia ja sukuelinten kehityshäiriöitä (Tuomisto ym. 2011, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013).

Dioksiinien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden suurimpina terveysvaaroina pidetään kehityshäiriöitä ja immunologisia häiriöitä (Hallikainen ym. 2006). Dioksiinit voivat todennäköisesti liian suurina määrinä haitata yksilönkehitystä (Tuomisto ym. 2011).

Sikiöaikainen altistuminen suurille määrille dioksiinien kaltaisia PCB-yhdisteitä voi johtaa henkisen suorituskyvyn ja kuulon heikkenemiseen (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Eläinkokeissa on havaittu, että TCDD on neurotoksinen yhdiste sikiönkehityksen aikana (Tuomisto ym. 2011). Dioksiinit ja dioksiinin kaltaiset PCB-yhdisteet voivat aiheuttaa valkosolumuutoksia ja mahdollisesti heikentää vastustuskykyä. Niillä voi olla yhteyttä myös hermoston toimintaan (Tuomisto ym. 2011). Suurien dioksiinipitoisuuksien aiheuttamiin terveyshaittoihin on liitetty kognitiivisen suorituskyvyn alentumista ja mielialanvaihteluita.

Ihmisillä, jotka ovat altistuneet työn kautta PCB-yhdisteille, on todettu PCB-yhdisteiden altistuksen johdosta klooriaknea, hammasvaurioita, neurologisia ja epäspesifisiä psykologisia oireita, ihottumaa, kutinaa, sidekalvon ärtymistä, sormien ja kynsien pigmentaatiota ja maksan häiriöitä (Tuomisto ym. 2011). Japanissa sattuneessa Yushon onnettomuudessa vuonna 1968 sekä Taiwanissa sattuneessa Yu-Chengin onnettomuudessa vuonna 1979 saastuneen riisiöljyn myötä PCB:lle altistuneilla henkilöillä on todettu myös hammasvaurioita, erilaisia iho-oireita kuten klooriaknea, ihon tummumista ja ihon sarveiskerroksen paksuuntumista sekä silmäluomien turvotusta (Lung ym. 2005, Masuda 2009). Ihmiset altistuvat harvoin suoraan pelkästään PCB-yhdisteille, vaan eri yhdisteiden seoksille, joten PCB-yhdisteiden terveyshaittoja on ollut vaikea arvioida (Tuomisto ym. 2011).

Kansainvälinen syöpätutkimuskeskus IARC (International Agency for Research on Cancer) on luokitellut TCDD:n karsinogeeniseksi yhdisteeksi ihmisille vuonna 1997, vaikka epidemiologiset todisteet sen karsinogeenisuudesta ovat puutteellisia (IARC 1997, Tuomisto ym. 1997, Consonni ym. 2008). Eläinkokeiden perusteella on arvioitu, että TCDD ja PCB-yhdisteet voisivat mahdollisesti olla syöpävaarallisia ihmisille (Tuomisto ym. 2005, Tuomisto ym. 2011). TCDD:n on havaittu aiheuttavan koe-eläimille toksisia ja karsinogeenisiä muutoksia ja se on aiheuttanut eläimillä kasvaimen promootiota ja pitkäaikaisissa tutkimuksissa altistuneilta hiiriltä ja rotilta on löydetty maksakasvaimia (IARC 1997, Martinez ym. 2003, Tuomisto ym. 2011). Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden altistumiseen liittyvää syöpäriskiä pidetään ihmisillä melko pienenä (Tuomisto ym. 2011). Dioksiinit ja PCB -yhdisteet eivät ole mutageenisia eli ne eivät aiheuta geneettisiä vaurioita kuten kromosomivaurioita tai mutaatioita. Ne eivät siis voi todennäköisesti suoraan käynnistää syövän kehittymistä, mutta voivat vaikuttaa muihin tekijöihin, jotka käynnistävät syövän kehittymisen. Ihmisten altistuminen TCDD:lle pitää olla runsasta, jotta syövän esiintyminen lisääntyisi edes vähän.

Dioksiini- ja PCB-altistuksen on epäilty ihmisillä lisäävän lymfooman, keuhkosityövän ja pehmytkudossarkooman syöpäriskiä (Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Seveson onnettomuuden jälkeen havaittiin 25 seurantavuoden aikana, että TCDD:lle altistuneiden miesten ja naisten kuolleisuus lymfaattisen ja hematopoieettisen kudoksen kasvaimiin lisääntyi sekä heillä oli 26 % korkeampi riski sairastua keuhkosityöpään verrattuna väestöön, joka ei altistunut TCDD:lle (Consonni ym. 2008). Naisilla oli suurin riski sairastua non-Hodgkin- lymfoomiin ja alueella B altistuneiden miesten keskuudessa leukemiakuolleisuudet kasvoivat ja heillä oli hieman suurempi riski kuolla peräsuolen syöpään kuin ei-altistuneilla miehillä. Viimeaikaisissa epidemiologisista tutkimuksista ei ole saatu pitäviä todisteita siitä, että PCB-yhdisteille altistumisella ja syöpäkuolleisuuden lisääntymisellä olisi yhteys (Tuomisto ym. 2011, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013). Yu-Chengin onnettomuuden jälkeen syövän esiintyminen ei lisääntynyt PCB:lle altistuneilla henkilöillä Taiwanissa, mutta Yushon onnettomuudessa PCB:lle altistuneilla henkilöillä havaittiin viitteitä maksasyövän yleistymisestä (Tuomisto ym. 2011).

### **7.5.2 Elohopean terveystaitat**

Metyylielohopea on erityisen vaarallinen sikiöille (Grandjean ja Herz 2011). Se pystyy läpäisemään istukan ja kulkeutumaan sikiön aivoihin, jotka ovat kehittyvän hermoston ohella hyvin herkkiä myrkyllisille metalliyhdisteille (Wilson 1980, Bellinger 2009). Metyylielohopean on todettu aiheuttavan sikiöille vaurioita, vaikka raskauden aikana metyylielohopealle altistuneet äidit olisivatkin olleet oireettomia (Engleson ja Herner 1952, Grandjean ja Herz 2011). Imeväisikäisillä lapsilla, jotka ovat sikiöaikana altistuneet metyylielohopealle, ei metyylielohopean aiheuttamat seuraukset ole välttämättä tulleet esille heti syntymän jälkeen, mutta myöhemmin ne ovat esiintyneet pitkäaikaisina, peruuttamattomina toimintahäiriöinä (Grandjean ja Landrigan 2006). Pitkäaikaisesti orgaaniselle elohopealle altistuneilla lapsilla ja aikuisilla oireet alkavat usein asteittain ja voivat näkyä vasta useiden viikkojen tai kuukausienkin jälkeen altistumisesta (Franke ja Lundgren 1956, Grandjean ja Landrigan 2006).

Ensimmäisen kerran pienillä lapsilla havaittiin parantumaton, synnynnäinen metyylielohopeamyrkytys vuonna 1952, kun Ruotsissa todetussa tapaustutkimuksessa ruotsalaisen perheen kaksi lasta oli sikiöaikana ja leikki-ikäisinä altistuneet tahattomasti metyylielohopealle käytettyään jauhoja, jotka oli valmistettu metyylielohopealla käsitellystä siemenviljasta (Engleson ja Herner 1952, Grandjean ja Herz 2011). Molemmat lapset

vaikuttivat syntymän jälkeen terveiltä, mutta pian heillä todettiin henkistä jälkeenjääneisyyttä ja vaikeita puutteita motorisessa kehityksessä. Kahden vuoden jälkeen lasten tila oli pysynyt muuttumattomana. Perheen äiti käytti omassa ruokavaliossaan näitä samoja jauhoja raskauksien aikana ja sen jälkeenkin, mutta hän oli oireeton. Metyylielohopean annosmääriä, joita äiti ja lapset saivat, ei tiedetä.

Metyylielohopean haittavaikutuksista on saatu tietoa myös mm. toisen tapauksen myötä, jossa Japanissa, Minamatan kaupungissa, paikalliset asukkaat altistuivat pitkäaikaisesti metyylielohopealle saastuneiden kalojen käytön välityksellä ja saivat metyylielohopeamyrkytyksen (Ekino ym. 2007, Harada 1995). Metyylielohopeaa pääsi jätevedeen kemikaalitehtaalta ja toukokuussa vuonna 1956 havaittiin kalojen ja äyriäisten suuret elohopeapitoisuudet (Harada 1995). Oireita saaneiden henkilöiden, mutta myös muidenkin asukkaiden, hiusten elohopeapitoisuudet olivat korkeat (max. 705 ppm). Myös tässä tapauksessa alle 9-vuotiailla lapsilla havaittiin hermoston kehityshäiriöitä ja vastasyntyneillä lapsilla vakavia neurologisia ongelmia, vaikka äidit olivat oireettomia tai kärsivät vain lievistä oireista. Suurin osa väestöstä, jotka saivat oireita metyylielohopea-altistuksesta, olivat alle 9-vuotiaita lapsia. Aikuisilla havaitut elohopea-altistuksen aiheuttamat oireet olivat pääasiassa hermostoperäisiä ja tyypillisiä oireita olivat aistihäiriöt, ataksia eli liikkeiden koordinoinnin vaikeus, dysartria eli motorinen puhehäiriö, näkökentän kaventuminen, kuulohäiriöt ja vapina. Elohopealle altistuneiden henkilöiden oireet jatkuivat vielä useiden vuosien jälkeen altistumisen päätyttyä (Ekino ym. 2007). Kroonisesta elohopeamyrkytyksestä kärsivillä henkilöillä on ollut raajojen ja huulen tuntohäiriöitä vielä 30 vuoden jälkeen altistumisen loppumisesta.

Muita kroonisen elohopea-altistuksen oireita ovat uupumus, väsymys, päänsärky, heikentynyt muistamis- ja keskittymiskyky sekä neurologiset poikkeavuudet (Shin ja Han 2012). Elohopean terveyshaittoja voi olla vaikea määrittää, koska ihmiset usein altistuvat useille kemikaaleille samanaikaisesti ja useat muutkin teollisuuden yhdisteet voivat olla toksisia kehittyvälle hermostolle (Grandjean ja Herz 2011). Joissakin tutkimuksissa on todettu, että elohopeayhdisteillä saattaa olla yhteys Alzheimerin tautiin, autismiin ja masennukseen ja lisäksi metyylielohopea voi lisätä sydän- ja verisuonitautien riskiä (Hock ym. 1998, Wojcik ym. 2006, Elintarviketurvallisuusvirasto 2013).

## 8. MASENNUS

### 8.1 Masennus

Masennustila eli depressio on oireyhtymä, johon kuuluu masentuneen mielialan lisäksi muita oireita (Marttunen ja Karlsson 2013a). Masennus heikentää toimintakykyä ja arkielämästä selviytymistä ja se eroaa ohimenevästä surusta tai masennuksen tunteesta. Masennus jaetaan kansainvälisessä tautiluokituksessa (ICD-10) masennustilaan ja toistuvaan masennukseen, jossa potilaalla on ollut masennusta vähintään kerran aikaisemmin (Stakes 1997). Masennustilan ja toistuvan masennuksen oirekriteerit ovat samat. Kymmenestä kriteerioireesta on täytyttävä vähintään neljä oiretta, joita tulee esiintyä yhtäjaksoisesti vähintään kahden viikon ajan, jotta masennus voidaan diagnosoida. Seuraavista kriteerioireista tulee täytyttävä kuitenkin vähintään kaksi: ”masentunut mieliala suurimman osan aikaa”, ”kiinnostuksen tai mielihyvin menettäminen asioihin, jotka ovat tavallisesti kiinnostaneet tai tuottaneet mielihyvää” ja ”vähentyneet voimavarat tai poikkeuksellinen väsymys”. Tämän lisäksi tulee todeta kaksi oiretta, joita voivat olla psykomotoriset muutokset, keskittymisvaikeudet, itseluottamuksen tai omanarvontunnon väheneminen, perusteettomat tai kohtuuttomat itesyytökset, toistuvat kuolemaan tai itsemurhaan liittyvät ajatukset tai itsetuhoinen käyttäytyminen, unihäiriöt sekä ruokahalun muutokset, jonka takia paino voi muuttua. Masennuksen diagnosoinnin apuna käytettävät psyykkiset ja somaattiset oireet ovat usein tyypillisiä masentuneille henkilöille. Niiden lisäksi masennuksen keskeisiä oireita ovat toivottomuus, itkuisuus, psykoottiset oireet, motorinen hidastuneisuus ja aloitekyvyttömyys (Stefanis ja Stefanis 1999, Viinamäki ym. 2012). Masennukseen liittyy usein myös kognitiivisia vaikeuksia kuten muistihäiriöitä, tarkkaavaisuuden häiriöitä ja oppimisvaikeuksia (Stefanis ja Stefanis 1999, Mayberg ym. 2002, Taylor ym. 2007).

Masennus jaetaan sen diagnosoinnissa käytettyjen oireiden lukumäärän mukaan neljään vaikeusasteeseen, joita ovat lievä, keskivaikea, vaikea ja psykoottinen masennus (STAKES 1997). Keskivaikeaan ja vaikeaan masennukseen liittyy toiminta- ja suorituskyvyn laskua. Psykoottisessa masennuksessa esiintyy myös harhaluuloja ja -elämyksiä. Masennuksen hoitoon kuuluu aina masennuslääkkeet sekä lievässä ja keskivaikeassa sekä mahdollisesti myös vaikeassa masennuksessa psykoterapia (Depressio: Käypä hoito -suositus 2013). Psykoottistasoisen masennuksen hoidossa käytetään masennus- ja psykoosilääkkeitä ja lisäksi voidaan käyttää sähköhoitoa. Sähköhoito sopii myös vaikean masennuksen hoitomuodoksi.

Masennus on merkittävä kansanterveydellinen ongelma (Viinamäki ym. 2012). Arviolta 5 % aikuisväestöstä sairastaa masennusta (Pirkola ym. 2005). Masennuksen esiintyvyydessä ei ole tapahtunut muutosta viime vuosikymmenien aikana (Lehtinen ym. 1990, Pirkola ja Sohlman 2005, Suvisaari ym. 2012). Masennustilat ovat yleisimpiä mielenterveyshäiriöitä kaksisuuntaisen mielialahäiriön kanssa (Pirkola ja Sohlman 2005). Työkyvyttömyys luokitellaan aiempaa useammin masennusperusteiseksi, minkä takia masennuksen vuoksi työstä poisjäävien määrä on kasvanut 1990-luvun alusta lähtien ja se on lisääntynyt erityisesti alle 35-vuotiaiden joukossa (Pensola ja Gould 2009, Kansaneläkelaitos 2010). Mielenterveyshäiriöt ovat olleet yleisimpiä syitä sairauspoissaoloille ja työkyvyttömyydelle 2000-luvulla (Työsuojeluhallinto 2009). Vuonna 2008 masennuksen takia työkyvyttömyyseläkkeellä olevia henkilöitä oli 38 000 (Pensola ja Gould 2009). Kaikista vuonna 2009 mielialahäiriöiden vuoksi työkyvyttömyyseläkkeelle siirtyneistä neljännes oli alle 35-vuotiaita. Länsimaissa yhä nuoremmat henkilöt sairastuvat masennukseen (Logan 2003). Suurin osa masentuneista ei hae aktiivisesti apua terveydenhuollosta ja vanhukset hakeutuvat kaikista heikoiten hoidon piiriin (Hämäläinen ym. 2004, Hämäläinen ym. 2008, Suvisaari ym. 2012). Vaikeasta masennustilasta ja heikosta toimintakyvystä kärsivät henkilöt hakeutuvat parhaiten hoitoon (Hämäläinen ym. 2004, Hämäläinen ym. 2008).

Masennustilojen syyt ovat aina monitekijäisiä (Marttunen ja Karlsson 2013a). Masennukselle altistavia tekijöitä ovat mm. matala sosioekonominen asema, matala koulutusaste tai tulotaso, työttömyys, psyykkisesti raskaat työtehtävät, avioero, tupakointi tai päihteiden käyttö, somaattiset sairaudet ja vammat, naissukupuoli, nuori aikuisikä, keski-ikä ja perinnöllinen alttius (Isometsä 2001, Aalberg ym. 2008). Yli puolet masennustiloista ilmaantuu epämiellyttävien elämäntapahtumien, kuten eron ja menetyksen yhteydessä (Isometsä 2001). Onnettomuudet, sairaudet ja menetykset eivät suoraan johda masennukseen vaan masennuksen kehittymiseen vaikuttavat monet biologiset, psykologiset ja sosiaaliset tekijät kuten henkilön kyky, voimavarat ja saama sosiaalinen tuki käsitellä psyykkisesti kuormittavia elämäntilanteita (Pirkola ja Sohlman 2005, Marttunen ja Karlsson 2013a). Monikansallisissa epidemiologisissa tutkimuksissa on havaittu, että vakava masennus on ollut kaikissa maissa yleisempää naisilla kuin miehillä (Weissman ym. 1996). Lapsuuden traumaattiset ja stressaavat kokemukset voivat aiheuttaa masennuksen myöhemmissä ikävaiheissa (Isometsä ym. 2001). Lapsuudessa koettu stressi tai kaltoinkohtelu voivat muovata elimistön depressioalttiiksi aiheuttaen häiriöitä HPA-akselissa eli hypotalamus-aivolisäkelisämunuaiskuori-akselissa ja elimistön immuunijärjestelmässä, mitkä altistavat masennukselle aikuisuudessa (Karlsson 2012). Aikuisiän mielenterveyshäiriöt alkavat usein

jo nuoruudessa tai ennen 24. ikävuotta (Marttunen ja Karlsson 2013b). Masennusta sairastavista henkilöistä enemmistöllä on myös joku muu psyykinen oireyhtymä kuten ahdistuneisuus-, persoonallisuus- tai päihdehäiriö (Karlsson 2012). Masennusta voidaan ehkäistä kaikkien niiden elintapojen avulla, jotka edistävät terveyttä kuten liikunnalla ja työuupumuksen ehkäisyllä (Marttunen ja Karlsson 2013a).

## **8.2 Kaamosmasennus**

Kaamosmasennukseksi sanotaan masennusjaksoja, joissa ilmenee masennuksen tavanomaisia oireita, ja jotka esiintyvät lokakuusta helmi-maaliskuuhun (Partonen 2011). Terveys 2012 - tutkimuksessa todettiin, että naisista 20 %:lla ja miehistä 12 %:lla esiintyi runsasta mielialan vaihtelua vuodenaikaan liittyen (Suvisaari ym. 2012). Useimmat kuitenkin kärsivät lievemmästä kaamosoireilusta ilman varsinaista masennustilaa, jolloin oireilua kutsutaan kaamosrasitukseksi (Partonen 2011). Väestöstä noin 1 % kärsii toistuvista kaamosmasennusjaksoista. Terveys 2000- ja 2012 -tutkimusten mukaan suomalaisten vuodenaikaan liittyvä mielialan vaihtelu on vähentynyt 2000-luvulla (Suvisaari ym. 2012).

Kaamosmasennusta ja -oireilua hoidetaan kirkasvalohoidolla, jota annetaan siihen tarkoitettulla laitteella 30–60 minuttin ajan kerrallaan (Partonen 2011). Kirkasvalohoito otetaan aluksi päivittäin ja se on yleensä tehokkaampaa, kun se otetaan heti aamulla heräämisen jälkeen. Valohoitoa olisi hyvä ottaa ainakin viidesti viikossa tai 1–2 viikon jaksoina maaliskuun loppuun asti, koska oireet uusiutuvat usein 1–3 viikon kuluttua valohoidon päättymisestä. Kirkasvalohoito on todettu tehokkaaksi hoitomuodoksi ja valohoidon myötä noin 4/5 toipuu kaamosmasennuksen oireista. Kaamosmasennusta voidaan hoitaa myös serotoniinin takaisinottoa estävillä masennuslääkkeillä.

## **8.3 Psyykinen kuormittuneisuus**

Psyykkisellä kuormittuneisuudella eli stressillä ja lievällä masennuksella tarkoitetaan tilaa, jolloin henkilöön kohdistuvat fyysiset ja psykososiaaliset haasteet tai ihmisen oma käsitys ulkoisista vaatimuksista ovat suurempia kuin hänen käytettävissään olevat voimavarat (Selye 1950, Lindholm ja Gockel 2000, Viinamäki ym. 2012). Psyykkisen kuormittuneisuuden riskitekijöitä ovat erilaiset sopeutumista vaativat elämäntapahtumat ja -muutokset. Sopiva määrä stressiä on ihmiselle hyväksi ja se parantaa toimintakykyä, mutta jatkuva liiallinen stressi johtaa elimistön ylikuormitustilaan ja jopa sairauksien puhkeamiseen (Lindholm ja

Gockel 2000). Terveys 2011 -tutkimuksen mukaan naisista 17 %:a ja miehistä 14 %:a olivat kokeneet merkittävää psyykkistä kuormittuneisuutta edellisen kuukauden aikana, mutta suomalaisten kokema psyykinen kuormittuneisuus oli kuitenkin vähentynyt verrattuna Terveys 2000 -tutkimuksen tuloksiin (Suvisaari ym. 2012).

Masennukseen ja psyykkiseen kuormittuneisuuteen liittyvät fysiologiset ja psyykkiset muutokset ovat osittain samanlaisia (Karlsson 2012). Kroonisen stressin aiheuttamia tyypillisiä fysiologisia oireita ovat unihäiriöt, päänsärky, huimaus, pahoinvointi, vatsavaivat, ripuli, tihentynyt virtsaamisen tarve, hikoilu, hampaiden narskutus, sydämentykytys, leposykkeeseen ja verenpaineen kohoaminen sekä monien somaattisten perussairauksien vaikeutuminen (Lindholm ja Gockel 2000, Pietikäinen 2009). Tavallisimpia krooniseen stressiin liittyviä psyykkisiä oireita ovat ärtyneisyys, jännittyneisyys, levottomuus, ahdistuneisuus sekä voimattomuuden ja vihan tunteet (Salmimies 2008). Ihmiset kokevat stressin yksilöllisesti (Koskenvuo 2000). Psyykkisen kuormittuneisuuden kokemiseen ja siihen sopeutumiseen vaikuttavat stressiin liittyvät mielikuvat ja merkitykset, emotionaaliset ja kognitiiviset tekijät, stressiä seuraava käyttäytyminen, sosiaalinen tuki ja perimä (Koskenvuo 2000, Viinamäki ym. 2012). Ihmisten stressinhallintakyvyt ovat erilaisia ja ne ovat osin synnynnäisiä ja varhaisten elämäntapahtumien ohjaamia (Viinamäki ym. 2012). Krooninen stressi voi johtaa eriateiseen väsymykseen ja jopa masennukseen.

Psyykkiseen kuormittuneisuuteen, kuten myös masennukseen liittyy samoja biologisia muutoksia mm. elimistön immuuni- ja stressinsäätelyjärjestelmässä kuin on havaittu liittyvän metaboliseen oireyhtymään, tyypin II diabetekseen, verenpainetautiin sekä ylipainoon, minkä takia masennus ja psyykinen kuormittuneisuus altistavat näille sairauksille ja huonontavat niiden ennustetta (Karlsson 2012, Puustinen 2011). Masennus ja psyykinen kuormittuneisuus altistavat tietyille elintavoille kuten epäterveellisille ruokailutottumuksille, liialliselle energiansaannille, runsaalle alkoholin käytölle, tupakoinnille ja vähäiselle liikunnan harrastamiselle, jotka ovat metabolisen oireyhtymän, tyypin II diabeteksen ja verenpainetaudin riskitekijöitä. Psyykinen kuormittuneisuus kaksinkertaistaa riskiä sairastua metaboliseen oireyhtymään (Puustinen 2011).



## **9. TUTKIMUKSIA KALAN KÄYTÖN JA N-3-RASVAHAPPOJEN YHTEYDESTÄ MASENNUKSEEN**

N-3-rasvahapot ovat aivojen kehittymisen ja toiminnan kannalta tutkituimpia ravintoaineita (Van de Rest ym. 2012). On esitetty hypoteesi, että n-3-rasvahapot voisivat parantaa henkistä suorituskykyä, koska niitä tarvitaan keskushermoston toimintaan. N-3-rasvahappojen yhteyttä masentuneeseen mielialaan sekä niiden mahdollisia hyötyjä masennuksen hoidossa on tutkittu yli 30 vuoden ajan (Freeman ym. 2006). Tehtyjen tutkimusten määrä on lisääntynyt paljon erityisesti viimeisen 15 vuoden aikana. Useista tutkimuksista huolimatta ei ole kuitenkaan saatu riittävästi samankaltaisia tuloksia, eikä n-3-rasvahappojen merkityksestä henkiselle hyvinvoinnille ole edelleenkään varmuutta (Van de Rest ym. 2012). Kuten n-3-rasvahappoilla, myös kalan käytöllä on ehdotettu olevan yhteyttä psykiatriisiin sairauksiin, mutta tutkimuksia, kuten laajoja kohorttitutkimuksia kalan käytön ja masennuksen välisestä yhteydestä on liian vähän ja saadut tutkimustulokset ovat olleet ristiriitaisia (Sanchez-Villegas ym. 2007, Hibbeln 1998). Tulevaisuudessa tarvitaan vielä lisää tutkimuksia, jotta pystytään paremmin arvioimaan n-3-rasvahappojen ja kalan käytön mahdollisia masennukselta suojaavia vaikutuksia (Sanchez-Villegas ym. 2007, Appleton ym. 2010, Van de Rest ym. 2012).

### **9.1 Tutkimuksia kalan käytön yhteydestä masennukseen**

Hibbeln (1998) on tutkinut runsaan kalan käytön yhteyttä vakavan masennuksen vuosittaiseen prevalenssiin yhdeksän maan osalta. Masennuksen vuosittaisessa prevalenssissa ja kalan käytössä on ollut suuria eroja maiden välillä. Monikansallisissa epidemiologisissa tutkimuksissa, joissa on ollut mukana 10 eri maata, todettiin, että elinikäinen ennuste sairastua masennukseen vaihteli maiden välillä 1,5–19 %:n välillä (Weissman ym. 1996). Vuosittain masennukseen sairastuvien henkilöiden määrä vaihteli myös paljon eri maiden välillä ja vaihteluväli oli 0,8–5,8 henkilöä 100 henkilöä kohden. On todettu, että runsaimmin kalaa käyttävän maan väestön käyttömäärät ovat olleet yli 100 kertaa suurempia verrattuna vähiten kalaa käyttävän maan väestön käyttömääriin (Hibbeln 1998). Maiden kalan käyttöä arvioitiin pyydystetyn kalamäärän ja maahan tuodun sekä maasta vietävän kalamäärän mukaisesti. Masennus määriteltiin pääasiassa biologisten oireiden perusteella, eikä mielialan tai tunnetilan perusteella, koska niiden tulkinnassa on kulttuurien välisiä eroja. Tutkimuksen perusteella kalan käytöllä ei ollut yhteyttä vakavan masennuksen esiintyvyyteen, eikä kalan tai kalaöljyn käytöllä ollut hyötyä masennuksen hoidossa. Erot vakavan masennuksen esiintyvyydessä eri

maiden välillä saattavat johtua kulttuurien välisistä eroista tai erilaisista riskitekijöistä (Weissman ym. 1996).

Suomalaisten kalan käytön yhteyttä masennukseen on tutkittu kahdessa poikkileikkaustutkimuksessa. Tanskasen ym. (2001) tekemässä tutkimuksessa tutkittiin vuonna 1992 toteutettuun, laajaan sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijöitä selvittävään tutkimukseen osallistuneiden joukosta valittujen 3204 suomalaisen aikuisen kalan käyttöä ja heillä ilmenneiden masennusoireiden välistä yhteyttä. Kalan käyttöä mitattiin edelliseltä 6 kuukaudelta yhdellä frekvenssikysymyksellä. Tutkimukseen osallistuneista 201 henkilöä söi kalaa tai kala-aterioita päivittäin tai lähes joka päivä, 2053 henkilöä vastaavasti 1–2 kertaa viikossa ja 950 henkilöä 1–2 kertaa kuukaudessa tai harvemmin. Masennusoireita arvioitiin BDI (the Beck Depression Inventory) -kyselyllä, jonka mukaan tutkimukseen osallistujista 647:llä oli lieviä masennusoireita, 201:llä kohtuullisia oireita ja 48:lla vakavia oireita. Sekä lieviä, että vakavia masennusoireita oli eniten naisilla, jotka käyttivät kalaa harvoin eli vähemmän kuin kerran viikossa kuin naisilla, jotka käyttivät kalaa usein eli kerran viikossa tai useammin. Myös miesten osalta oli nähtävissä samankaltaisia tuloksia, vaikka ero ei ollut yhtä selvä. Naisten kohdalla masennusoireilla oli tilastollisesti merkitsevä yhteys kalan käyttöön, mutta miehillä ei. Todennäköisyys saada lieviä, kohtalaisia tai vakavia masennusoireita oli 31 % suurempi naisilla, jotka käyttivät kalaa harvoin verrattuna naisiin, jotka käyttivät kalaa usein. Korkea ikä, naimattomuus, työttömyys, tupakointi, vähäinen fyysinen aktiivisuus, lihavuus, matala koulutustaso ja korkea seerumin kolesterolipitoisuus olivat yhteydessä masentuneisuuteen.

Timonen ym. (2004) tekemässä poikkileikkaustutkimuksessa on tutkittu myös kalan käytön ja masennuksen välistä yhteyttä suomalaisessa väestössä. Tutkimukseen osallistui 2721 miestä ja 2968 naista, jotka oli valittu pitkittäistutkimuksesta, jossa oli seurattu Pohjois-Suomessa vuonna 1966 syntyneiden 12058 henkilön terveydentilaa ja siinä tapahtuvia muutoksia heidän syntymästä lähtien 14-vuotiaaksi asti, mutta osaa tutkittavista seurattiin 31-vuotiaaksi asti (Rantakallio 1988, Timonen ym. 2004). Tutkittavien mielialasta ja mahdollisesta masennuksesta saatiin tietoa tutkittaville lähetetyn kyselylomakkeen kysymysten ja HSCL-25 (Hopkins Symptom Checklist-25) -kyselyn avulla (Timonen ym. 2004). Ruoankäyttökyselylomakkeessa kysyttiin kalan käytöstä edeltävältä kuudelta kuukaudelta. Siitä, minkälaista tutkittavien kalan käyttö oli ollut heidän koko elinikänsä aikana, ei ollut tietoa saatavilla. Harvoin kalaa syöville naisilla oli 2,6-kertaisesti suurempi riski sairastua masennukseen kuin säännöllisesti kalaa syöville naisilla. Harvoin kalaa syöville naisilla oli

1,5 kertaa suurempi riski saada itsetuhoisia ajatuksia kuin säännöllisesti kalaa syöville naisilla. Miesten osalta kalan käytöllä ei ollut yhteyttä masennuksen kehittymiseen.

Näiden tutkimusten lisäksi Suomessa on tehty yksi laaja kohorttitutkimus kalan käytön yhteydestä masennukseen (Hakkarainen ym. 2004). Tutkimukseen osallistui 29 133 suomalaista miestä, jotka olivat iältään 50–69-vuotiaita. Tutkimuksessa ei havaittu yhteyttä kalan käytön ja masennuksen välillä.

Sanchez-Villegasin ym. (2007) ovat tutkineet ruoankäyttökyselylomakkeella mitatun kalan käytön yhteyttä masennuksen, ahdistuksen ja stressin esiintyvyyteen. Tutkimukseen osallistui 7903 henkilöä ja heidät valittiin The SUN kohorttitutkimukseen osallistuneiden henkilöiden joukosta. Tutkimukseen ei valittu henkilöitä, jotka käyttivät masennuslääkkeitä tai rauhoittavia lääkkeitä tai joilla oli lääkärin diagnosoima masennus, ahdistuneisuus tai stressi. Tutkittavien kalan käytön ja n-3-rasvahappojen saannin muutoksia arvioitiin kahden vuoden ajalta kahden kyselylomakkeen pohjalta, mitkä tutkittaville oli lähetetty The SUN kohorttitutkimusta varten (Martin-Monero ym. 1993, Sanchez-Villegas ym. 2007). Tutkittavista 173:lla oli masennusta, 335:lla ahdistusta ja neljällä stressiä (Sanchez-Villegas ym. 2007). Henkilöillä, joiden kalan käyttö oli runsainta tutkimuksen alussa ja lisääntyi seurannan aikana, oli suurempi riski sairastua mielenterveyshäiriöihin kuin tutkittavilla, jotka käyttivät kalaa kaikkein vähiten, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tutkijat arvioivat, että kalan sisältämä elohopea saattaisi selittää havaitun suurentuneen riskin sairastua mielenterveyshäiriöihin. Tuloksista myös nähtiin, että kohtuullisia määriä kalaa käyttäneillä henkilöillä eli henkilöillä, jotka käyttivät kalaa keskimäärin 83–112 grammaa päivässä, oli pienin riski sairastua mielenterveyshäiriöihin. Tämän tuloksen pohjalta tutkimuksesta voidaan kuitenkin sanoa, että kohtuullisella kalan käytöllä voisi olla masennukselta suojaavia vaikutuksia. Samassa tutkimuksessa tutkittiin myös n-3-rasvahappojen saannin yhteyttä masennukseen. Tutkimuksessa havaittiin, että n-3-rasvahapoilla saattaisi olla hyödyllisiä vaikutuksia mielialaan sekä hyötyä mielenterveyshäiriöiden hoidossa, mutta tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

## **9.2 Tutkimuksia n-3-rasvahappovalmisteiden yhteydestä masennukseen**

N-3-rasvahappojen yhteydestä masennukseen on tehty viime vuosien aikana muutamia systemaattisia katsauksia ja meta-analyyseja (Appleton ym. 2010, Van de Rest ym. 2012). Appleton ym. (2010) ovat koonneet katsausartikkeliinsa tuloksia n-3-rasvahappovalmisteiden

ja masentuneen mielialan yhteydestä 29 englanninkielisen satunnaistetun, lumelääkekontrolloidun tutkimuksen ja näitä tutkimusmenetelmiä sisältävien 3 meta-analyysin pohjalta, jotka on julkaistu huhtikuuhun 2009 mennessä. Noin puolet löydetyistä satunnaistetuista, kontrolloiduista tutkimuksista oli julkaistu kesäkuun 2006 jälkeen, eikä niitä ole huomioitu aikaisemmissa katsausartikkeleissa.

Appletonin ym. (2010) katsausartikkelissa saatujen tulosten pohjalta voidaan sanoa, että n-3-rasvahapoilla on hyödyllisiä vaikutuksia masentuneeseen mielialaan verrattuna lumelääkkeeseen. N-3-rasvahappojen hyödyt masennuksen hoidossa saattavat riippua masennuksen vaikeusasteesta. Tutkimuksissa todettiin, että n-3-rasvahappojen suotuisa yhteys masennuksen hoitoon oli parhain henkilöillä, joilla oli vakavia masennusoireita tai masennuksen lisäksi jokin psykiatrinen sairaus. Tutkimustulosten perusteella voidaan ajatella, että henkilöt, joilla on vakavia masennusoireita, voisivat hyötyä n-3-rasvahappolisästä. Tutkimuksissa ei ole kuitenkaan osoitettu, että n-3-rasvahapoista olisi hyötyä henkilöille, joilla ei ole diagnosoitu masennusta tai muutaakaan psykiatrista sairautta eli niistä todennäköisesti ei ole apua masennuksen ennaltaehkäisyssä.

Appletonin ym. (2010) katsausartikkeliin valittujen tutkimusten pohjalta on vaikea tehdä lopullista yhteenvedoa n-3-rasvahappovalmisteiden yhteydestä masennukseen, koska tutkimustulosten välillä on heterogeenisyyttä eli samankaltaisista tutkimuksista on saatu erilaisia tuloksia. Tutkimuksista saatuihin erilaisiin tuloksiin voivat vaikuttaa masennuksen vakavuus, psykiatrinen diagnoosi, elimistön erilainen EPA/DHA -suhde ja tutkittavien kalan käyttö. Kahta viimeistä tekijää ei ole kaikissa tähän katsaukseen valituissa tutkimuksissa huomioitu. Tutkimusten välillä huomattavia eroavaisuuksia oli mm. osallistujien määrässä, sukupuoli- ja ikäjakaumassa, osallistujien diagnoosissa, käytetyn n-3-rasvahappolisän määrässä, koostumuksessa ja käytön kestossa.

Appletonin ym. (2010) katsausartikkelin sisältämistä meta-analyyseista kahden meta-analyysin tutkimuksista, joissa tutkittiin n-3-rasvahappojen käytön mahdollisia hyötyjä masennuksen lieventymiseen sekä verrattiin niiden tehoa lumelääkkeeseen nähden, olivat kaikki samoja (Appleton ym. 2006, Lin ja Su 2007, Appleton ym. 2010). Näitä tutkimuksia oli yhteensä seitsemän ja niissä oli kohderyhmänä masennusta sairastavat aikuiset. Lin ja Sun (2007) meta-analyysin sisälsi yhteensä 10 tutkimusta 94 tutkimuksen joukosta, jotka oli löydetty kolmesta eri tietokannasta ja julkaistu vuosien 1966–2006 aikana. Appletonin ym. (2006) meta-analyysiin oli valittu 12 tutkimusta 18:sta löydetyistä tutkimuksesta, jotka oli

julkaistu kesäkuuhun 2006 mennessä. Taulukossa 2 on esitelty näiden seitsemän tutkimusten taustatiedot ja tulokset. Näiden tutkimusten lisäksi Appletonin ym. (2006) ja Lin ja Sun (2007) meta-analyysit sisälsivät tutkimuksia, joissa koehenkilöt olivat lapsia tai sairastivat muita mielialahäiriöitä kuin masennusta, kuten skitsofreniaa, rajatilahäiriötä, kaksisuuntaista mielialahäiriötä tai synnytyksen jälkeistä masennusta, mutta ne jätettiin pois taulukosta 2.

Taulukko 2. Satunnaistettuja, kontrolloituja kaksoissokkokeiteita n-3-rasvahappojen ja masennuksen välisestä yhteydestä (muokattu Lin ja Su 2007).

Tutkimuksen tekijät ja vuosi	Tutkittavien määrä	Tutkittavien ikä, keskiarvo	Psykiatrinen sairaus	Lääkkeen <sup>a</sup> käyttö	N-3-rh ja N-3-rh määrä	Seuranta-aika, vko	Masennuksen arvioin kyselylomake	Tulos
Nemets ym. 2002	20	53,2	vakava masennus	kyllä	EPA <sup>b</sup> 2 g	4	HAM-D <sup>d</sup>	EPA oli parempi kuin lumelääke
Peet and Horrobin 2002	23	46	masennus	kyllä	EPA 1 g	12	HAM-D, MADRS <sup>e</sup> , BDI <sup>f</sup>	EPA oli parempi kuin lumelääke
Peet and Horrobin 2002	24	43,5	masennus	kyllä	EPA 2 g	12	HAM-D, MADRS, BDI	ei eroa
Peet and Horrobin 2002	23	44	masennus	kyllä	EPA 4 g	12	HAM-D, MADRS, BDI	ei eroa
Marangell ym. 2003	35	47,4	vakava masennus	ei	DHA <sup>c</sup> 2 g	6	HAM-D, MADRS	ei eroa
Su ym. 2003	22	38,4	vakava masennus	kyllä	EPA 4,4 g ja DHA 2,2 g	8	HAM-D,	EPA ja DHA olivat parempia kuin lumelääke
Silvers ym. 2005	77	38,8	tämänhetkinen masennus-jakso	kyllä	EPA 0,6 g ja DHA 2,4 g	12	HAM-D (lyhennetty kysely), BDI-II	ei eroa

<sup>a</sup>Masennuslääke; <sup>b</sup>Eikosapentaeenihappo; <sup>c</sup>Dokosaheksaenihappo; <sup>d</sup>Hamilton Rating Scale for Depression; <sup>e</sup>Montgomery-Asberg Depression Rating Scale; <sup>f</sup>Beck Depression Inventory

Lähde: Lin P-Y, Su K-P. A Meta-analytic Review of Double-Blind, Placebo-controlled Trials of Antidepressant Efficacy of Omega-3 Fatty Acids. J Clin Psychiatry 2007;68:7:1056-1061.

Taulukossa 2 esitellyistä tutkimuksista kolmessa tutkimuksessa n-3-rasvahappovalmisteella havaittiin olevan yhteys masentuneisuuteen, mutta neljässä tutkimuksessa ei havaittu eroa n-3-rasvahappovalmisteen ja lumelääkkeen välillä (Lin ja Su 2007). Nemetsin ym. (2002) ja Sun ym. (2003) tekemissä tutkimuksissa n-3-rasvahappovalmisteen käytöllä oli tilastollisesti merkitsevä yhteys masennukseen. Peet ja Horrobin (2002) tekemässä tutkimuksessa oli vertailtu kolmea ryhmää, jossa tutkittavat olivat saaneet erilaisen määrän n-3-rasvahappovalmistetta, joten ne katsottiin meta-analyysissä erillisiksi tutkimuksiksi. Kuten Appleton ym. (2010) katsausartikkelissa myös näissä kahdessa meta-analyysissä todettiin, että n-3-rasvahappolisästä ei todennäköisesti ole hyötyä henkilöille, joilla on lieviä tai kohtalaisia masennusoireita, mutta niillä saattaa olla kohtuullinen masennusoireita lieventävä vaikutus henkilöillä, joilla on vakava masennus (Appleton ym. 2010). Tutkittaville annetun n-3-rasvahappovalmisteen määrällä ei ollut suurta vaikutusta tuloksiin (Lin ja Su 2007). Suuremmilla annoksilla oli hieman tehokkaampi masennusoireita lieventävä vaikutus kuin pienemmällä annoksilla, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Marangell ym. (2003) tekemä tutkimus oli ainut, jossa tutkittavat saivat EPA:a sisältävän valmisteen sijasta DHA:ta sisältävää valmistetta. Tässä tutkimuksessa ei havaittu eroa masennusoireiden muuttumisessa DHA:ta sisältävää n-3-rasvahappovalmistetta saavien tutkittavien ja kontrollihenkilöiden välillä.

Toisessa laajassa katsausartikkelissa, joka on tehty lähivuosien aikana n-3-rasvahappojen yhteydestä masennukseen, saatiin samankaltaisia tuloksia kuin Appletonin ym. (2010) katsausartikkelissa (Appletonin ym. 2010, Van de Rest ym. 2012). Tähän Van de Rest ym. (2012) tekemään katsaukseen on koottu tuloksia 61 englanninkielisestä tutkimuksesta, jotka on julkaistu elokuuhun 2012 mennessä ja, joissa on tutkittu n-3-rasvahappojen yhteyttä masennukseen pääasiassa terveillä henkilöillä. Katsaukseen etsittiin tutkimuksia kahdesta eri tietokannasta.

Van de Restin ym. (2012) katsausartikkelissa on erikseen esitelty tuloksia n-3-rasvahappojen yhteydestä masentuneisuuteen lasten, nuorten, aikuisten sekä vanhusten osalta. N-3-rasvahappojen yhteyttä masennukseen on tutkittu eniten aikuisten ja ikääntyneiden osalta, minkä lisäksi muutamia tutkimuksia on tehty lapsille, raskaana oleville henkilöille, imettäville naisille ja vanhuksille (Borja-Hart ja Marino 2010, Van de Rest ym. 2012). Van de Restin ym. (2012) katsauksen 21:stä poikkileikkaustutkimuksesta 17:ssä n-3-rasvahapot näyttivät suojaavan aikuisia masennukselta. Satunnaistetuista, kontrolloiduista tutkimuksista sekä havainnoivista tutkimuksista, joissa kohderyhmänä olivat aikuiset, havaittiin 36:sta

tutkimuksesta 18:ssa positiivinen yhteys n-3-rasvahappojen ja masennuksen välillä. Vanhuksille suunnatuissa tutkimuksissa on saatu myös viitteitä siitä, että n-3-rasvahapot voisivat suojata vanhuksia masennusoireilta. N-3-rasvahappojen yhteyttä kouluikäisten masennukseen on tutkittu hyvin vähän, mutta yhdessä asiaa selvittävässä satunnaistetuissa, kontrolloidussa tutkimuksessa havaittiin, että n-3-rasvahappovalmisteista oli hyötyä 6–12-vuotiaiden lasten masennukseen (Nemets ym. 2006, Van de Rest ym. 2012). N-3-rasvahappovalmisteiden käytön on todettu muutamissa satunnaistetuissa, kontrolloiduissa tutkimuksissa lieventävän perinataalisen eli raskauden tai synnytyksen jälkeen ensimmäisen kuukauden aikana masennuksesta kärsivien henkilöiden masennusoireita, vaikkakaan kaikissa tehdyissä tutkimuksissa ei ole saatu samankaltaisia tuloksia (Borja-Hart ja Marino 2010, Van de Rest ym. 2012). Van de Restin ym. (2012) katsauksen mukaan tähän mennessä saadun tutkimusnäytön perusteella ei voida vielä muodostaa vahvaa käistystä siitä, suojaavatko n-3-rasvahapot masennukselta.

### **9.3 Tutkimuksia veren ja rasvakudoksen n-3-rasvahappopitoisuuden yhteydestä masennukseen**

Verenkierrossa n-3-rasvahapot sitoutuvat veren fosfolipideihin ja kolesteroliestereihin ja niitä on mm. punasolujen solukalvojen fosfolipideissä (Glatz ym. 1989, Maes ym. 1999). Useissa tutkimuksissa on havaittu eroja masentuneiden ja ei-masentuneiden henkilöiden rasvahappostatusten välillä (Lin ym. 2010). Tutkimustulokset ovat antaneet viitteitä siitä, että seerumin matalat n-3-rasvahappopitoisuudet ja seerumin korkeat n-6/n-3- ja AA/EPA-rasvahappopitoisuuksien suhteet olisivat yhteydessä masentuneeseen mielialaan, erityisesti vakavaan masennukseen (Adams ym. 1996, Maes ym. 1996, Edwards ym. 1998, Peet ym. 1998). Kahdeksasta kuudessa tapaus-verrokkitutkimuksessa, joissa on tutkittu veren n-3-rasvahappopitoisuuden ja n-3- ja n-6-rasvahappo-osuuksien yhteyttä masentuneisuuteen, on todettu, että masentuneiden henkilöiden plasman, seerumin ja punasolujen solukalvojen n-3-rasvahappopitoisuudet ovat olleet pienempiä sekä seerumin fosfolipidien ja kolesteroliesterien n-6/n-3-rasvahappojen ja AA/EPA-rasvahappojen suhteet suurempia kuin terveiden henkilöiden (Adams ym. 1996, Maes ym. 1996, Edwards ym. 1998, Peet ym. 1998, Maes ym. 1999). Muutamissa tutkimuksissa masentuneiden henkilöiden, erityisesti vakavasti masentuneiden henkilöiden seerumin fosfolipidien ja kolesteroliesterien n-3-rasvahappopitoisuudet ja punasolujen fosfolipidien n-3-rasvahappopitoisuudet ovat olleet tilastollisesti merkitsevästi pienempiä sekä n-6/n-3-rasvahappopitoisuuksien ja AA/EPA-rasvahappopitoisuuksien suhteet tilastollisesti merkitsevästi suurempia kuin lievempää



masennusta sairastavien henkilöiden tai ei-masentuneiden henkilöiden (Maes ym. 1996, Edwards ym. 1998, Peet ym. 1998, Maes ym. 1999). Muutamissa tutkimuksissa on myös havaittu, että punasolujen fosfolipidien EPA-pitoisuudella on ollut negatiivinen korrelaatio ja punasolujen n-6/n-3- ja AA/EPA -rasvahappopitoisuuksien suhteilla positiivinen korrelaatio masennuksen vaikeusasteeseen (Adams ym. 1996, Edwards ym. 1998).

Lin ym. (2010) ovat todenneet meta-analyysissa, jossa on vertailtu 14 eri tutkimuksen pohjalta masennusta sairastavien ja terveiden henkilöiden rasvahappostatuksen eroja, että masentuneiden henkilöiden plasman, seerumin ja punasolujen EPA-, DHA- ja n-3-rasvahappopitoisuudet ovat olleet matalampia verrattuna ei-masentuneiden henkilöiden vastaaviin pitoisuuksiin. Kahdessa pitkittäistutkimuksessa todettiin, että naisilla, joilla oli synnytyksen jälkeistä masennusta, oli plasman ja seerumin n-3-rasvahappopitoisuudet matalampia kuin heillä, jotka eivät kärsineet masennuksesta synnytyksen jälkeen (De Vriese ym. 2003, Otto ym. 2003). Tosin muutamissa tutkimuksissa masentuneiden henkilöiden punasolujen EPA- ja DHA-pitoisuudet ovat olleet korkeammat kuin ei-masentuneiden henkilöiden (Ellis ja Sanders 1977, Fehily ym. 1981).

Mamalakis ym. (2004) ovat tutkineet masennuksen ja rasvakudoksen pitkäketjuisten rasvahappojen välistä yhteyttä. Tutkittavina oli 90 kreetaalaista 13–18-vuotiasta nuorta. Tutkimuksessa ei havaittu yhteyttä rasvakudoksen n-3- ja n-6-rasvahappojen ja masennuksen välillä poikkileikkausasetelmassa. Tutkimuksessa oli ainoastaan positiivinen yhteys masennuksen ja tiettyjen rasvakudoksen rasvahappo-osuuksien välillä. Mamalakis ym. (2002) tekemässä tutkimuksessa rasvakudoksen DHA-pitoisuuden ja masennuksen välillä oli negatiivinen korrelaatio. Lievää masennusta sairastavilla henkilöillä oli 35 % matalampi rasvakudoksen DHA-pitoisuus kuin ei-masentuneilla henkilöillä. Rasvakudoksen rasvahappopitoisuutta on käytetty hyvin harvoin kuvaamaan masennuksen ja n-3-rasvahappojen välistä yhteyttä (Mamalakis ym 2004).

#### **9.4 Johtopäätöksiä n-3-rasvahappojen yhteydestä masennukseen tämän hetkisten tutkimusten valossa**

Tulevaisuudessa tarvitaan vielä lisää pitkittäistutkimuksia sekä laajoja satunnaistettuja, kontrolloituja tutkimuksia, jotta pystytään paremmin arvioimaan n-3-rasvahappojen mahdollista masennukselta suojaavaa vaikutusta (Appleton ym. 2006, Sanchez-Villegas ym. 2007, Appleton ym. 2010, Van de Rest ym. 2012). Tähän mennessä tehdyt havainnoivat sekä

satunnaistetut, kontrolloidut tutkimukset ovat olleet liian suppeita, eikä niiden pohjalta voida tehdä johtopäätöksiä n-3-rasvahappojen terapeuttisista hyödyistä masennuksen hoidossa (Appleton ym. 2010, Van de Rest ym. 2012). Useissa satunnaistetuissa, kontrolloiduissa kokeissa, joissa kohderyhmänä ovat olleet aikuiset, on osoitettu, että EPA- ja/tai DHA -valmisteiden käyttö saattaa lieventää vakavaa masennusta sairastavien henkilöiden masennusoireita, mutta kaikissa tutkimuksissa ei ole kuitenkaan havaittu samnakaltaista yhteyttä vakavan masennuksen ja n-3-rasvahappovalmisteiden käytön välillä (Appleton ym. 2010, Van de Rest ym. 2012). N-3-rasvahappovalmisteilla ei ole nähty olevan yhteyttä lievempiin ja tavallisimpiin masennusoireisiin, joita tavallisella väestöllä on (Van de Rest ym. 2012). N-3-rasvahappojen yhteyttä lasten ja nuorten masentuneeseen mielialaan on tutkittu vain vähän, joten näihin ryhmiin kohdistuvia tutkimuksia tarvitaan lisää.

Tämän hetken tutkimustulosten pohjalta on jäänyt vielä epäselväksi, mikä olisi mahdollisesti EPA:n ja DHA:n optimaalinen annoskoko masennuksen hoidossa ja minkälaiset ovat n-3-rasvahappojen mahdolliset pitkäaikaiset vaikutukset masennuksen hoidossa (Appleton ym. 2006, Sublette ym. 2011). Tutkimuksissa on havaittu, että n-3-rasvahappovalmisteilla, jotka ovat sisältäneet hyvinkin erikokoisia määriä EPA:a, on ollut hyödyllisiä vaikutuksia masennukseen (Sublette ym. 2011). EPA:n on arvioitu olevan tehokkaampi masennuksen hoidossa kuin DHA:n (Martins 2009, Lin ym. 2010, Sublette ym. 2011). Kolmessa meta-analyysissä, joissa on vertailtu EPA:n ja DHA:n erilaisia vaikutuksia masennukseen, on todettu, että n-3-rasvahappovalmisteet, jotka ovat sisältäneet enemmän EPA kuin DHA:ta tai pelkästään EPA:aa, ovat olleet tehokkaampia masennuksen hoidossa kuin valmisteet, joissa EPA:a on ollut vähemmän kuin DHA:ta. Jos n-3-rasvahapoista todettaisiin olevan hyötyä masennuksen hoidossa, olisi niiden käyttäminen turvallinen hoitomuoto (Borja-Hart ja Marino 2010). Tutkimuksissa käytetyt n-3-rasvahappolisät ovat olleet hyvin siedettyjä, eivätkä ne ole aiheuttaneet vakavia sivuvaikutuksia. Masennuslääkkeiden käyttöön liittyvien sikiötä vahingoittavien riskien takia niiden käyttöä saatetaan välttää raskauden aikana (U.S. Food and Drug Administration 2009, Borja-Hart ja Marino 2010).

Tehdyissä tutkimuksissa ei ole myöskään selvinnyt, voisiko n-3-rasvahappovalmisteilla olla parempi vaste masentuneille henkilöille, joilla on elimistön matala n-3-rasvahappopitoisuus kuin masentuneille henkilöille, joilla se on normaali (Lin ja Su 2007). Koska masentuneiden henkilöiden, erityisesti vakavaa masennusta sairastavien henkilöiden plasman n-3-rasvahappopitoisuudet ovat olleet matalat, on tutkimustuloksien pohjalta pohdittu, että vakavista masennusoireista kärsivät henkilöt voisivat saada paremman hyödyn n-3-

rasvahappovalmisteista heidän elimistön optimaalista aluetta alhaisempien n-3-rasvahappotasojen takia kuin lievää masennusta sairastavat henkilöt, joiden n-3-rasvahappotaso on parempi, mikä selittäisi tutkimustuloksissa havaitun n-3-rasvahappovalmisteiden suotuisamman yhteyden vakavaan kuin lievään masennukseen (Sanchez-Villegas ym. 2007, Lin ym. 2010, Van de Rest ym. 2012). Tutkimuksia rasvakudoksen monityydyttymättömien rasvahappojen ja masennuksen välisestä yhteydestä on tehty vasta vähän, joten niitä tarvitaan myös lisää (Mamalakis ym. 2004).

## **10. N-3-RASVAHAPPOJEN YHTEYS MASENNUKSEEN LIITTYVIIN FYSIOLOGISIIN MUUTOKSIIN**

Aivoissa ja keskushermostossa on suuria pitoisuuksia n-3-rasvahappoja, minkä takia on kiinnostuttu niiden roolista aivojen toimintaan (Hibbeln ja Salem 1995, Logan 2003). N-3-rasvahapot ovat yhteydessä useisiin elimistön toimintoihin, joihin masennukseen liittyvät fysiologiset muutokset kohdistuvat kuten immuunijärjestelmän, HPA-akselin, keskushermoston välittäjäaineiden ja hermosolujen toimintaan (Simopoulos ym. 1991, Logan 2003, Musiek ym. 2008, Borja-Hart ja Marino 2010). N-3-rasvahappojen yhteys masennukseen ja psyykkiseen kuormittuneisuuteen liittyviin neurobiologisiin muutoksiin on jäänyt kuitenkin hieman epäselväksi tehtyjen tutkimusten pohjalta.

Masennuksessa ja psyykkisessä kuormittuneisuudessa elimistön tulehdusreaktioita välittävät järjestelmät aktivoituvat (Karlsson 2012). Masennus ja psyykinen kuormittuneisuus lisäävät pro-inflammatoristen eli tulehdusta edistävien sytokiinien kuten tuumorinekroositekijä alfan (TNF- $\alpha$ ), interleukiini 1 $\beta$ :n (IL-1 $\beta$ ), interleukiini 6:n (IL-6) ja interferoni-gamman tuotantoa elimistössä mm. aktivoimalla sympaattisen hermoston toimintaa (Maes ja Smith 1998, Miller ym. 2002, Logan 2003, Suarez ym. 2003, Karlsson 2012). Pro-inflammatoriset sytokiinit ovat makrofagiin erittämiä proteiineja, jotka aktivoivat tulehdusvasteen käynnistymisen ja mm. stimuloivat CRP:n (C-reaktiivinen proteiini) tuotantoa maksasta ja nostavat muidenkin tulehdusmerkkiaineiden määrää elimistössä (Miller ym. 2002, Karlsson 2012). Masennusta sairastavilla henkilöillä elimistön tulehdusmerkkiaineiden määrä on noussut (Miller ym. 2002). Pro-inflammatorisilla sytokiineilla on suoria ja epäsuoria vaikutuksia keskushermostoon, mitkä altistavat masennukselle (Maes ja Smith 1998).

Masennusta sairastavilla henkilöillä on todettu plasman matalia n-3-rasvahappopitoisuuksia, minkä takia on esitetty hypoteesi, että sillä voisi olla yhteyttä masentuneiden henkilöiden

koholla oleviin plasman pro-inflammatoristen sytokiinien pitoisuuksiin (Colin ym. 2003). Elimistön matala n-3-rasvahappotaso on yhteydessä tulehdusvasteen aktivoitumiseen (Mamalakis ym. 2002). Solukalvojen n-3-rasvahapoista muodostettavat eikosanoidit, hillitsevät elimistössä tulehdusreaktioita ja vähentävät pro-inflammatoristen sytokiinien tuotantoa T-soluista (Endres ym. 1989, Simopoulos ym. 1991, Logan 2003, Das 2006, Musiek ym. 2008). DHA:sta ja EPA:sta muodostetaan myös resolviineja, jotka pystyvät estämään pro-inflammatoristen sytokiinien muodostumista, valkosolujen diapedeesia ja tulehdusnesteen muodostumista (Serhan ym. 2002, Das 2006). Tarkkaa mekanismia, miten n-3-rasvahapot pystyvät estämään pro-inflammatoristen sytokiinien muodostumista kudoksissa ei tiedetä (James ja Cleland 1997).

Masennusta sairastavilla henkilöillä n-6/n-3 -rasvahappojen suhteen on todettu olevan korkeampi verrattuna henkilöihin, joilla ei ole masennusta (Mamalakis ym. 2002). AA:sta ja dihomogammalinoleenihaposta muodostettavat eikosanoidit, 1. ja 2. sarjan prostaglandiinit ja 4.sarjan leukotrieenit, ovat pro-inflammatorisia (Simopoulos ym. 1991, Colin ym. 2003, Das 2006). 1. ja 2. sarjan prostaglandiinit lisäävät pro-inflammatoristen sytokiinien tuotantoa (Logan 2003, Das 2006). Vakavaa masennusta sairastavilla henkilöillä on todettu myös kohonneita plasman 2. sarjan prostaglandiinien pitoisuuksia (Colin ym. 2003). N-3-rasvahapot pystyvät estämään tulehdusta edistävien eikosanoidien liiallisen muodostumisen n-6-rasvahapoista (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005).

Masennukseen ja psyykkiseen kuormittuneisuuteen liittyy keskushermoston toiminnan häiriöitä, joista yleisimpiä on HPA-akselin eli hypotalamus-aivolisäke-lisämunuaiskuori-akselin (hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis) yliaktiivisuus, mikä lisää kortisolin ja mineralokortikoidien eritystä lisämunuaisen kuoresta ja nostaa näin veren kortisolipitoisuutta (Manji ym. 2003, Karlsson 2012, Viinamäki ym. 2012). Kortisoli on ”stressihormoni”, jonka erityys lisääntyy ruumiillisessa ja henkisessä rasitustilanteessa. HPA-akseli ja kortisoli säätelevät myös elimistön vastetta pitkäaikaiseen stressiin (Gallagher 2009, Karlsson 2012). Normaalisti kortisolipitoisuuden nousu vähentää HPA-akselin aktiivisuutta, mutta masennuksessa kortisolin säätely- ja palautejärjestelmä on häiriintynyt ja kortisolin normaali kyky jarruttaa HPA-akselin toimintaa on heikentynyt (Panula 1993, Karlsson 2012). Masennukseen liittyvä hyperkortisolemia johtuu keskushermoston glukokortikosteroidireseptorien, kuten kortikosteroidireseptorien herkyyden vähenemisestä ja lisämunuaisen kuoren herkistymisestä aivolisäkkeen etulohkosta vapautuvalle ACTH:lle eli adrenokortikotrooppiselle hormonille, joka lisää kortisolin eritystä lisämunuaisen kuoresta

(Manji ym. 2003, Krishnan ja Nestler 2008, Karlsson 2012, Viinamäki ym. 2012). Pro-inflammatoriset sytokiinit lisäävät HPA-akselin aktiivisuutta sekä todennäköisesti heikentävät kortikosteroidireseptorien herkkyyttä (Panula 1993, Logan 2003, Krishnan ja Nestler 2008, Karlsson 2012). Pitkäkestoisessa psyykkisessä kuormittuneisuudessa glukokortikoidit, kuten kortisoli, puolestaan lisäävät proinflammatoristen sytokiinien määrää elimistössä ja stimuloivat tulehdusmerkkiaineiden kuten CRP:n tuotantoa (Dantzer 2008, Viinamäki ym. 2012).

Pitkäaikaisesti koholla olevat kortisolipitoisuudet aiheuttavat keskushermostossa haitallisia muutoksia, kuten hippokampuksen koon pienenemistä sekä hermosolujen kuihtumista hippokampuksessa (Sapolsky 2000, Herbert ym. 2006, Sorrels ja Sapolsky 2007, Karlsson 2012). Masennusta sairastavien henkilöiden aivojen rakennetutkimuksissa on havaittu olevan samanlaisia muutoksia heidän hippokampuksessa (Videbech ja Ravnkilde 2004). Hippokampuksen vauriot voivat lisätä masennukseen liittyvää HPA-akselin yliaktiivisuutta, koska hippokampus yhdessä etuaivokuoren kanssa jarruttaa HPA-akselin toimintaa ja hippokampuksen vaurioituminen voi heikentää sen tehtäviä kuten HPA-akselin toiminnan hidastamista (Heim ym. 2008, Karlsson 2012). Masennuksen neurobiologiset muutokset kohdistuvat juuri aivojen limbiseen järjestelmään, johon kuuluvat hippokampus ja nucleus accumbens (NA) sekä frontaaliseen aivokuoreen eli niihin aivojen alueisiin, joilla on keskeinen rooli oppimisessa ja muistamisessa ja lisäksi ne osallistuvat motivaation, mielentilojen ja autonomisten toimintojen säätelyyn (Di Chiara ym. 1999, Nestler ym. 2002, Del Arco ja Mora 2009, Karlsson 2012). Nämä aivojen osat ovat aktiivisimmillaan, kun kohtaamme jotain uutta ja mielekästä (Mayberg ym. 2002). Kognitiivisten toimintojen kuten oppimisen ja muistamisen on nähty heikentyvän masennuksessa (Karlsson 2012).

Yksi selvimmistä neurobiologisista muutoksista, joita masentuneilla henkilöillä on todettu, on keskushermoston herm välittäjäaineiden; dopamiinin, serotoniinin, ja noradrenaliinin aineenvaihdunnan häiriöt ja niiden määrän vähentyminen aivoissa (Mayberg ym. 2002, Nestler ym. 2002, Logan 2003, Hirvonen ym. 2008, Karlsson 2012). Dopamiini ja serotoniini ovat välittäjäaineina toimivia hormoneja, joita muodostetaan hermosoluissa ja ne vaikuttavat aivojen kuorikerrokseen ja limbiseen järjestelmään, jossa on dopamiini- ja serotoniinireseptoreita (Zangen ym. 1999, Heidbreder ym. 2000, Mayberg ym. 2002). Dopamiini osallistuu aivoissa oppimisen, tunteiden, liikeaktiivisuuden ja ruokahalun säätelyyn ja serotoniini taas unirytmien, vireystason, ruokahalun, seksuaalisuuden ja mielialan säätelyyn (Kailanto 2012). Pitkäaikainen psyykkinen kuormittuneisuus vähentää näiden

välittäjäaineiden määrää, kun taas lyhytaikaisessa stressissä ainakin serotoniinin määrä kasvaa (Leonard 2010). Pro-inflammatoriset sytokiinit heikentävät keskushermoston välittäjäaineiden toimintaa (Maes ja Smith 1998, Karlsson 2012). Kortisolin määrän lisääntyminen aivoissa ja mahdollisesti myös pro-inflammatoristen sytokiinien määrän kasvu voi vähentää serotoniinin tuotantoa vaikeuttamalla serotoniinin prekursorin, tryptofaanin, saatavuutta (Borja-Hart ja Marino 2010, Leonard 2010). Dopamiini ja serotoniini osallistuvat myös HPA-akselin säätelyyn ja poikkeavuudet niiden toiminnassa heikentävät myös HPA-akselin palautejärjestelmää (Karlsson 2012). Masennukseen liittyvät neurobiologiset muutokset ovat siis vuorovaikutuksessa toisiinsa syventäen niiden aiheuttamia muutoksia, niin että immuunijärjestelmän aktivoituminen lisää HPA-akselin aktiivisuutta ja kortisolin tuotantoa, mikä puolestaan lisää pro-inflammatoristen sytokiinien muodostusta ja vähentää hermovälittäjäaineiden tuotantoa.

N-3-rasvahapoilla saattaa olla yhteyttä dopamiinin ja serotoniinin toimintaan. DHA:ta tarvitaan dopamiinin ja serotoniinin aineenvaihduntaan (Innis 2000). N-3-rasvahapot lisäävät solukalvon fluiditeettiä eli joustavuutta, mikä muuttaa solukalvon toimintaa (Spector ja Yorek 1985, Fernstrom 1999, Colin ym. 2003). Solukalvon proteiinien kuten reseptoreiden, entsyymien ja kuljettajaproteiinien rakenteet reagoivat herkästi solukalvon joustavuuden muutoksille, joten n-3-rasvahapot voivat solukalvon joustavuutta muutamalla vaikuttaa solukalvon reseptorien ja ionikanavien toimintaan sekä välittäjäaineiden takaisinottoon, kuten myös aivojen hermosoluissa kemiallisen impulssin välittymiseen solusta toiseen (Bourre ym. 1993, Fernstrom 1999, Young ja Conquer 2005, Schmitz ja Ecker 2008, Cole ja Ma 2009, Van de Rest ym. 2012). Solukalvon optimaalista joustavuutta tarvitaan mm. välittäjäaineiden sitoutumiseen ja solunsisäiseen signaalointiin (Heron ym. 1980). Solukalvon joustavuuden lisääntyminen parantaa esimerkiksi serotoniinin kuljetusta hermosolujen välillä (Fernstrom 1999, Colin ym. 2003). DHA luultavasti lisää solukalvojen läpäisevyyttä ja tätä kautta osallistuu sähköisten hermoimpulssien kulkuun (Connor ym. 1992). Eläinkokeissa on havaittu, että liian vähän n-3-rasvahappoja sisältävä ruokavalio on heikentänyt rotilla dopamiinin aineenvaihduntaa ja vähentänyt dopamiinin kuljettajaproteiinin määrä prefrontaalisessa aivokuoressa (Zangen ym. 1999, Heidbreder ym. 2000, Chaloum ym. 2001). Rottien serotoniinireseptoreiden tiheys frontaalisella aivokuorella on myös lisääntynyt liian vähän n-3-rasvahappoja sisältävän ruokavalion myötä, mikä johtuu elimistön mukautumisesta vähentyneeseen serotoniinin toimintaan (Delion ym. 1996).

Useissa tutkimuksissa on todettu, että matala aivoselkäydinnesteen 5-HIAA (5-hydroksi-indolietikkahappo) -pitoisuus, joka kuvaa frontaalisen aivokuoren serotoniinin aineenvaihduntaa on vahvasti yhteydessä psyykkiseen hyvinvointiin ja masennuksiin liittyviin itsemurhiin (Hibbeln ym. 1996, Mann ja Malone 1997). Terveillä aikuisilla plasman alhaisen DHA-pitoisuuden on todettu ennustavan myös aivoselkäydinnesteen matalaa 5-HIAA -pitoisuutta (Hibbeln ym. 1996).

## **11. TUTKIMUKSEN TAVOITE**

Pro gradu -tutkielman tavoitteena oli selvittää kalan sisältämien ympäristömyrkkujen eli dioksiinien, PCB-yhdisteiden ja metyylielohopean yhteyttä masennukseen runsaasti kalaa käyttävän väestön keskuudessa. Pää tavoitteena oli selvittää kumoavatko kalan sisältämät ympäristömyrkyt kalan tai kalan sisältämien n-3-rasvahappojen mahdolliset hyödylliset vaikutukset masennukseen ja psyykkiseen kuormittuneisuuteen. Tutkielmassa selvitettiin myös kalan käytön ja seerumin n-3-rasvahappopitoisuuksien yhteys masennukseen runsaasti kalaa käyttävän väestön keskuudessa. Aikaisemmissa tutkimuksissa, joissa on tutkittu kalan n-3-rasvahappojen yhteyttä masentuneeseen mielialaan, ei ole yleensä huomioitu kalasta tulevien ympäristömyrkkujen vaikutusta tuloksiin.

## **12. AINEISTO JA MENETELMÄT**

Tutkielmassa käytettiin Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen Ravinto-, ympäristö- ja terveys -tutkimuksen (ns. Kalastajatutkimus) aineistoa. Kalastajatutkimuksen tavoitteena oli selvittää kalan käytön vaikutusta terveyteen ja hyvinvointiin runsaasti kalaa käyttävän väestön keskuudessa poikkileikkausasetelmassa.

### **12.1 Ravinto-, ympäristö- ja terveys -tutkimuksen aineiston kerääminen**

Kalastajatutkimuksen aineisto kerättiin vuosina 2004–2005. Kalastajatutkimusta varten poimittiin satunnaisesti 3577 tutkittavan otanta ammattikalastajarekisteriin vuosien 1980–2002 välisenä aikana ilmoittautuneiden 7020:n meri- ja sisävesikalastajan sekä henkilötunnuksen perusteella väestötietojärjestelmästä tunnistettujen kalastajien perheenjäsenten joukosta. Perheenjäseniä olivat kalastajien aviopuoliset (4941), lapset (11 339), sisarukset (5083) sekä sisarusten puoliset (4303) ja lapset (9982). Myöhemmin tehtiin

kaksi lisäotantaa, joissa poimittiin satunnaisesti 300 Helsingin ja 501 Turun alueella asunutta henkilöä.

Kalastajatutkimukseen valitulle 4378:lle henkilölle lähetettiin postissa kolmena eri ajankohtana huhtikuun 2004 – huhtikuun 2005 välisenä aikana terveystutkimuslomake, jolla kartoitettiin tutkittavien elintapoja. Yhteensä 1427 henkilöä palautti terveystutkimuslomakkeen ja kaikki 18–74-vuotiaat henkilöt, jotka olivat terveystutkimuslomakkeessa ilmoittaneet kiinnostuksensa osallistua terveystutkimukseen ja, jotka asuivat kohtuullisten kulkuyhteyksien päässä tutkimuspaikoista, kutsuttiin terveystutkimukseen. Terveystutkimuksen tutkimuspaikoiksi valittiin Helsinki ja Turku, koska suurin osa ammattikalastajista asuu Etelä- ja Lounais-Suomessa. Terveystutkimukseen osallistui Helsingissä 77 ja Turussa 232 tutkittavaa eli yhteensä 309 henkilöä, jotka olivat iältään 22–74-vuotiaita. Terveystutkimukseen osallistuneet 309 henkilöä muodostivat tämän Pro gradu - tutkimuksen kohderyhmän.

Terveystutkimuslomakkeessa kysyttiin taustatietojen lisäksi tutkittavilta heidän ruokavaliostaan, fyysisestä aktiivisuudesta, tupakoinnista, alkoholin käytöstä, terveydentilasta, toimintakyvystä ja henkisestä hyvinvoinnista sekä naisilta lisääntymisterveydestä. Terveystutkimuslomakkeessa oli yhteensä neljä kysymystä kalan käytöstä, joissa kysyttiin kalalajien, kalatuotteiden ja kalaruokien käyttötiheydestä.

Terveystutkimuksessa mitattiin tutkittavien pituus, paino, vyötärön ja lantion ympäryys sekä verenpaine. Lisäksi tutkittavilta otettiin yhden kerran veri-, hius- ja kynsinäytteet ja Turussa tutkimukseen osallistuneille tehtiin bioimpedanssitutkimus, lepo-EKG-rekisteröinti ja kaulavaltimon ultraäänitutkimus. Paastoverinäytteestä määriteltiin seerumin monitydyttymättömien rasvahappojen pitoisuudet ja niiden osuudet kaikista seerumin rasvahapoista. Elimistön dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet määriteltiin seerumista ja elohopeapitoisuus koko verestä.

Tutkittavien kalan ja kalatuotteiden käyttöä, kuten muutakin ruoankäyttöä, selvitettiin validoidulla frekvenssityyppisellä ruoankäyttökyselyllä, jonka täyttivät kaikki terveystutkimukseen osallistuneet henkilöt. Tutkittavat palauttivat ruoankäyttökyselylomakkeen tullessaan tutkimuskäynnille. Yhtään hylkäämistä edellyttävää lomaketta ei ollut. Tutkittavat vastasivat kyselyyn viimeisen 12 kuukauden ruoankäytön perusteella. Terveystutkimuksen ruoankäyttökyselylomake sisälsi 128 elintarviketta tai



ruokalajia, jotka oli ryhmitelty seuraavasti: maitovalmisteet; viljavalmisteet; leivän päällä käytettävät rasvat; kasvikset; peruna, riisi, pasta; liharuoat; kalaruoat; broileri; kalkkuna, kananmuna; hedelmät, marjat; jälkiruoat, makeiset; muut naposteltavat ja juomat. Lomakkeessa kysyttiin yhteensä yhdeksän erilaisen kalaruoan käytöstä. Näitä kalaruokia olivat kalakeitto; pakastekala tai kalapuikot; lohi- tai kirjolohiruoat; silakkaruoat; siika, ahven, muikku ja hauki; mauste- tai suolakala; tonnikala tai muu säilykekala; kalakukko; ja katkarapu tai äyriäiset. Vastausvaihtoehtoja oli yhdeksän ja ne vaihtelivat välillä ”ei lainkaan tai harvoin – 6 kertaa päivässä tai useammin”. Tutkittavat vertasivat omaa annoskokoaan lomakkeeseen merkittyihin tyypillisiin annoskokoihin. Poikkeavat annoskoot suhteutettiin tarvittaessa käyttöiheyteen. Kalan käyttöfrekvenssi muunnettiin painoyksiköiksi päivää kohden (g/pv) kertomalla eri kalaruokien käyttöiheys määrättyllä annoskoolla. Elintarvikkeet hajotettiin ravintoaineiksi käyttämällä suomalaista elintarviketietokoostumuspankkia (Fineli<sup>®</sup> 2013). THL:n tallennus- ja laskentaohjelmalla (Finessi) laskettiin ruoka-aineiden käyttö ja ravintoaineiden saanti päiväkohtaisesti.

Eettinen hyväksyntä Kalastajatutkimukselle on saatu Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin tutkimuseettiseltä toimikunnalta ja jokaiselta tutkittavalta on pyydetty kirjallinen suostumus osallistumisesta terveystutkimukseen.

## 12.2 Masennuksen mittarit

Tutkittavien masennusta kartoitettiin terveystutkimuslomakkeen neljän valmiin mittarin avulla, eli vakavien masennusjaksojen esiintymistä CIDI-SF-, kaamosmasennusta SPAQ- ja SHQ- sekä psyykkistä muormittuneisuutta GHQ-12-mittareilla. Terveystutkimuslomakkeessa oli yhteensä 21 kysymystä henkisen hyvinvoinnin mittareihin liittyen.

Vakavaa masennusta eli vakavan masennusjakson esiintymistä edellisen vuoden aikana on selvitetty kahden CIDI-SF-mittariin kuuluvan kysymyksen avulla (Kessler ym. 1998). Nämä kysymykset olivat ”Onko Teillä viimeisen 12 kuukauden aikana ollut vähintään kahden viikon jaksoa, joilloin olette ollut mieli maassa, alakuloinen tai masentunut?” ja ”Onko Teillä viimeisen 12 kuukauden aikana ollut vähintään kahden viikon jaksoa, joilloin olette ollut välinpitämätön useimmista asioista, kuten harrastuksista, työstä tai muista asioista, joista yleensä koette mielihyvää?”. Vastausvaihtoehtoina olivat ei/kyllä. Jos tutkittava vastasi toiseen kysymykseen kyllä, katsottiin, että hän on ollut vakavasti masentunut viimeisen 12 kuukauden aikana.

Kaamosmasennusta on selvitetty SPAQ- (Seasonal Pattern Assessment Questionnaire) ja SHQ (The Seasonal Health Questionnaire) -mittareiden avulla. SPAQ-mittari on muodostettu kolmen kysymyksen pohjalta (Rosenthal ym. 1984). Ensin kysyttiin, onko tutkittavalla ollut vuodenaikojen mukaista vaihtelua unen pituudessa, sosiaalisessa aktiivisuudessa, mielialassa, painossa, ruokahalussa ja toimintatarmossa. Vastausvaihtoehtoja oli viisi, jotka vaihtelivat väliltä ”ei muutosta – erittäin huomattavaa vaihtelua”. Jokaisesta kuudesta kohdasta sai pisteitä 1–5, siten, että ei muutosta -vastauksesta sai yhden pisteen ja erittäin huomattavaa vaihtelua -vastauksesta 5 pistettä. Jos tutkittava vastasi yllä olevista kysymyksistä johonkin väliltä 2–5, tuli hänen vastata seuraavaan kysymykseen, jossa kysyttiin kokiko vastaaja vuodenaikojen mukaan tapahtuvat muutokset itselle ongelmallisiksi. Jos tutkittava vastasi tähän kysymykseen kyllä, tuli hänen vielä vastata viimeiseen kysymykseen, jossa arvioitiin ongelman vakavuutta. Viimeisessä kysymyksessä vastausvaihtoehdot vaihtelivat väliltä ”1 lievä – 5 lamaannuttava”. Tutkittavalla katsottiin olevan kaamosmasennus, jos hän sai ensimmäisestä kysymyksestä yli 11 pistettä ja vastasi toiseen kysymykseen kyllä ja valitsi viimeiseen kysymykseen vastausvaihtoehdon väliltä 2–5 (Kasper ym. 1989, Dam ym. 1998).

SHQ-mittari on muodostettu neljän kysymyksen pohjalta. SHQ-mittarissa seulotaan ensin, onko tutkittavalla masennusta ja tämän jälkeen katsotaan masennuksen ja vuodenajan yhteyttä (Thompson ja Cowan 2001). Ensimmäisessä kysymyksessä, jossa kartoitettiin masennuksen esiintyvyyttä, kysyttiin, onko tutkittavalla ollut viimeisen 10 vuoden aikana; ”Masennuksen, surun tai synkkyyden tunnetta suurimman osan päivästä”, ”Kyvyttömyyttä nauttia asioista, jotka tavallisesti tuo Teille mielihyvää”, Mielenkiinnon menetystä Teitä aiemmin kiinnostaneisiin asioihin”, Epätavallisen voimakasta väsymystä tai uupumusta”, tai ”Tarmokkuuden vähenemistä”, ja ovatko nämä oireet kestäneet yli 2 viikkoa. Tämän jälkeen kysyttiin liittyikö edellä olevan kysymyksen tunnetiloihin keskittymiskyvyn tai itseluottamuksen vähentymistä, syyllisyyden tai häpeän tunteita, vaikeuksia tehdä päätöksiä tai ajatella selkeästi, jännittynyttä, levotonta tai hermostunutta oloa, tunnetta siitä, että liikkeet olisivat hidastuneet tai elämä ei olisi elämisen arvoista, kuolemanajatuksia tai -toiveita tai muutoksia ruokahalussa, unen määrässä tai painossa. Vastausvaihtoehtoina näihin edellisiin kysymyksiin oli ei/kyllä. Jos jommassa kummassa kysymyksessä kaikkiin osioihin vastasi ”ei”, ei tarvinut vastata enää seuraaviin mittarin sisältämiin kysymyksiin. Kahden ensimmäisen kysymyksen jälkeen SHQ-mittarissa kysyttiin, kuinka monta yli kahden viikon jaksoa tutkittavalla oli ollut viimeisen 10 vuoden aikana, mihin liittyi kahdessa ensimmäisessä kysymyksessä kartoitettuja oireita tai tunnetiloja. Jos tutkittavalla oli ollut näitä jaksoja enemmän kuin yksi, tuli hänen vastata neljänteen kysymykseen, jossa selvitettiin näiden

jaksojen yhteys vuodenaikaan, ja jossa vastausvaihtoehtoina olivat ei/kyllä. Tutkittavalla katsottiin olevan kaamosmasennus, jos hän oli vastannut viimeiseen kysymykseen kyllä, eikä aikaisempiin kysymyksiin ollut vastattu ei, vaikkakin näissä sai olla puuttuvia vastauksia. Muissa tapauksissa tutkittavalla ei ollut kaamosmasennusta.

Psykkistä kuormittuneisuutta eli lievää masennusta on selvitetty GHQ-12 (General Health Questionnaire) -mittarilla. GHQ-mittari on yksi tavallisimpia mittareita, jolla voidaan arvioida psyykkistä kuormittuneisuutta (Aalto 2011). GHQ-12-mittaria käytetään psyykkisen toimintakyvyn ja oireilun seulontaan väestössä, perusterveydenhuollossa ja avohoidossa sekä kyselytutkimuksissa psyykkisen kuormittuneisuuden kartoitukseen (Terveiden ja hyvinvoinninlaitos 2011). GHQ-12-mittarin avulla voidaan tunnistaa vähäisemmät psykiatriset häiriöt tai psyykinen kuormittuneisuus henkilöillä, joilla ei ole psykiatrasta sairautta (Goldberg 1972). Mittarissa on alun perin ollut 60 kysymystä, mutta siitä on kehitetty lyhyempiä versioita (Aalto 2011). GHQ-12-mittarissa on 12 kysymystä, joissa tutkittavilta kysytään heidän keskittymiskyvystään, päätöksentekokyvystään, itseluottamuksestaan, kyvystä selviytyä vaikeuksista ja nauttia päivittäisistä toimista, itsensä kokemisesta hyödylliseksi sekä rasittuneisuuden, masentuneisuuden, arvottomuuden ja onnellisuuden tuntemuksista. Vastausasteikkona oli Likertin asteikko, jossa vastausvaihtoehdot vaihtelivat välillä 1–4. Aineiston analysointia varten jokainen vastaus pisteytettiin välille 0–3 ja vastauksien yhteispistemäärä laskettiin. Mittarista luotiin jatkuva muuttuja, jossa kysymysten vastausvaihtoehdot pisteytettiin summa-asteikoksi, joka vaihteli välillä 0–36. Jos tutkittava sai pisteitä yli 12, katsottiin, että hänellä oli psyykkistä kuormittuneisuutta. Jos tutkittava ei ollut vastannut kahteen kysymykseen, korvattiin vastaukset muiden vastauksien keskiarvolla.

### **12.3 Aineiston analysointi**

Tutkittavien taustatiedot, sairastavuustiedot, kalan käyttö, seerumin rasvahappo-osuudet ja seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet ja veren elohopeapitoisuudet ilmoitettiin prosenttiyksikköinä tai keskiarvoina ja keskihajontana kaikille tutkittaville sekä erikseen miehille ja naisille. Vakavasta masennuksesta, kaamosmasennuksesta ja psyykkisestä kuormittuneisuudesta kärsivien henkilöiden kalan käytön, seerumin n-3-rasvahappo-osuuksien ja ympäristömyrkkypitoisuuksien eroja muiden tutkittavien vastaaviin tietoihin verrattiin keskiarvojen avulla (Liitetäulukko 1, 2, 3 ja 4). Tulokset taulukointiin erikseen miehille, naisille ja koko ryhmälle.

Miehet ja naiset jaettiin kalan käytön ja seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden kolmanneksiin eli kolmeen yhtä suureen ryhmään. Vakavan masennuksen, kaamosmasennuksen ja psyykkisen kuormittuneisuuden yhteyttä kalan käyttöön, seerumin n-3-rasvahappo-, dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksiin ja veren elohopeapitoisuuksiin tutkittiin ristiintaulukoinnin avulla (Taulukko 5, 6, 7, 8). Alin kolmannes kuvasi ryhmää, jossa kalan käyttö oli vähäisintä tai seerumin ympäristömyrkkypitoisuudet olivat matalimmat ja ylin kolmannes oli vertailutertiili. Saatujen tulosten tilastollista merkitsevyyttä arvioitiin khiin neliötestin avulla.

Logistisessa regressioanalyysissä tutkittiin kalan käytön sekä seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden aiheuttamaa todennäköisyyttä sairastua vakavaan masennukseen erikseen miesten ja naisten osalta vakioituna tunnetuilla masennukseen yhteydessä olevilla tekijöillä (sosiodemografiset tekijät, elintavat, painoindeksi, psyykenlääkkeiden käyttö, kokonaisenergian saanti). Luottamusvälin avulla arvioitiin riskisuhteiden tilastollista merkitsevyyttä.

## 13. TULOKSET

### 13.1 Tutkimusjoukon kuvaus

Tutkimuksessa on 142 (46 %) miestä ja 167 (54 %) naista (Taulukko 3). Tutkimukseen osallistuneista suurin osa oli työikäisiä. Tutkittavista 63 % oli iältään 45–64-vuotiaita ja reilu neljännes (27 %) alle 45-vuotiaita ja pienempi osa 65-vuotiaita tai vanhempia. Tutkittavista 84 % asui samassa taloudessa puolisonsa tai avopuolisonsa kanssa ja naisista hieman suurempi osa kuin miehistä.

Taulukko 3. Tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden taustatiedot

	% / Keskiarvo (keskihajonta)		
	Miehet	Naiset	Kaikki
<b>Ikä</b>	n=142	n=167	n=309
< 45-vuotiaat	22	31	27
45–54-vuotiaat	29	29	29
55–64-vuotiaat	41	29	34
≥ 65-vuotiaat	8,5	11	10
<b>Siviilisäät</b>	n=142	n=167	n=309
Naimisissa	70	75	73
Avoliitossa	9,2	12	11

Naimaton	9,9	4,8	7,1
Asumuserossa	9,9	4,2	6,8
Leski	1,4	4,2	2,9
<b>Koulutus</b>	n=142	n=167	n=309
Perusaste	47	28	37
Keskiaste	38	28	32
Korkea-aste	16	44	31
<b>Liikunta</b>	n=142	n=167	n=309
Ihanteellinen	3,5	2,4	2,9
Riittävä	27	29	28
Epävarma	26	34	30
Riittämätön	44	35	39
<b>Alkoholin käyttö</b>	n=142	n=164	n=306
Ei ole koskaan käyttänyt	0,7	4,3	2,6
Lopettanut	2,1	0	1,0
Käyttää	97	96	96
<b>Alkoholi (100 % etanoli)</b>	n=142	n=167	n=309
g/vrk	12 (16)	4,0 (5,0)	7,4 (12)
<b>Humalahakuinen juominen</b>	n=138	n=161	n=299
Ei koskaan	15	44	30
Harvemmin kuin kerran/kk	47	48	48
Kuukausittain	25	6,8	15
Viikottain	14	1,2	7,0
<b>Tupakointi</b>	n=142	n=166	n=308
Päivittäin tupakoiva	21	13	17
Satunnaisesti tupakoiva	2,8	3,6	3,2
Lopettanut 1–12 kk sitten	4,9	0,6	2,6
Lopettanut yli 1 v. sitten	30	18	23
Tupakoimaton	42	65	54
<b>Vakava sairaus<sup>a</sup></b>	n=135	n=167	n=302
Kyllä	13	8,4	10
<b>Psykelääkkeiden<sup>b</sup> käyttö, viimeisen viikon aikana</b>	n=139	n=166	n=305
Kyllä	6,5	12	9,5
<b>Psykelääkkeiden<sup>b</sup> käyttö, viimeisen kuukauden aikana</b>	n=139	n=166	n=305
Kyllä	10	14	12
<b>Energian saanti</b>	n=142	n=167	n=309
MJ <sup>c</sup> /vrk	9,9 (3,0)	8,9 (2,4)	9,3 (2,8)
kcal <sup>d</sup> /vrk	2400 (727)	2100 (584)	2200 (663)
<b>Painoindeksi</b>	n=142	n=167	n=309
< 18,50 (alipaino)	0,7	0,0	0,3
18,50–24,9 (normaali)	28	41	35
25,00–29,9 (lievä lihavuus)	44	37	40
30,00–34,9 (merkittävä)	20	11	16
≥ 35,0 (vaikea)	7,0	11	9,1
<b>Rasvaprocentti<sup>e</sup>, miehet</b>	n=107		
< 20 (normaali)	68		
20–24,99 (lievä lihavuus)	17		
25–29,99 (lihavuus)	6,5		
≥ 30 (huomattava lihavuus)	8,4		
<b>Rasvaprocentti<sup>e</sup>, naiset</b>		n=125	
< 30 (normaali)		78	
30–34,99 (lievä lihavuus)		9,6	
35–39,99 (lihavuus)		3,2	
≥ 40 (huomattava lihavuus)		8,8	
<b>Seerumin triglyseridi</b>	n=139	n=162	n=301
mmol/l	1,4 (0,8)	1,1 (0,5)	1,2 (0,7)
<b>Seerumin LDL-kolesteroli</b>	n=135	n=161	n=296
mmol/l	3,6 (0,9)	3,2 (1,1)	3,4 (1,0)
<b>Seerumin HDL-kolesteroli</b>	n=139	n=162	n=301
mmol/l	1,5 (0,4)	1,7 (0,4)	1,6 (0,4)

Seerumin kokonaiskolesteroli mmol/l	n=139 5,8 (1,0)	n=162 5,4 (1,1)	n=301 5,6 (1,1)
--	--------------------	--------------------	--------------------

<sup>a</sup>edeltävän 12 kk aikana lääkärin diagnosoima ja hoitama reuma, muu nivelsairaus, angina pectoris (rasitusrintakipu), sydämen vajaatoiminta, sydäninfarkti, aivoinfarkti, syöpä, astma, keuhkosairaus (keuhkolaajentuma, keuhkoputken tulehdus, krooninen keuhkokatarr), masennus, muu psyykinen sairaus, selän kuluma tai muu selkäsairaus, lapsuusiän diabetes, aikuisiän diabetes

<sup>b</sup>uni- ja masennuslääkkeet, rauhoittavat lääkkeet; <sup>c</sup>Megajoule; <sup>d</sup>Kilokalori;

<sup>e</sup>Rasvaprosentit mitattu vain Turussa tehdyn terveystutkimuksen yhteydessä. Rasvaprosenttiluokkien lähde: Likes-tutkimuskeskus 2011, suomalaisen työikäisen kestävyyskunto, Finriski.

Naisten ja miesten välillä suurimpia eroja taustietojen osalta oli koulutusasteessa (Taulukko 3). Naiset olivat korkeammin koulutettuja kuin miehet ja naisista 44 %:lla oli korkea-asteen tutkinto, kun miehistä taas 16 %:lla oli korkea-asteen tutkinto. Naiset ja miehet erosivat myös elintapojen suhteen, vaikka suurimmalla osalla näytti olevan terveelliset elintavat. Liikunnan harrastamisessa miesten ja naisten välillä ei ollut juuri eroja. Noin 69 % tutkittavista koki, että he eivät liiku päivän aikana riittävästi. Tupakointi ja alkoholin käyttö oli yleisempää miehillä kuin naisilla. Tutkittavista 79,6 % ei tupakoinut, mutta päivittäin tupakoivia oli 17 %. Lähes kaikki tutkittavat käyttivät alkoholia. Miehillä alkoholin käyttöön liittyi enemmän humalahakuista juomista ja päivittäinen alkoholin saanti grammoina oli suurempaa. Humalahakuista juomista oli miehistä jopa 39 %:lla kuukausittain tai useammin kuin vastaavasti naisista sitä oli vain 8 %:lla. Naisten alkoholin käyttö oli keskimäärin kolme kertaa vähäisempää kuin miesten. Yksi alkoholiannos sisältää noin 12 g absoluuttista alkoholia (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2008).

Suomalaisten ravitsemussuositusten energiantarpeen viitearvoihin verrattuna naisten keskimääräinen energiansaanti vastasi keskimäärin kevyttä työtä tekevän ja vähän liikuntaa harrastavan henkilön energiansaantia, kun taas miesten keskimääräinen energiansaanti vastasi kevyttä työtä tekevän henkilön energiansaantia, joka ei harrasta liikuntaa vapaa-ajalla (Taulukko 3). Kaikista tutkittavista 1/3 oli normaalipainoisia ja naisista normaalipainoisia oli suurempi osa kuin miehistä. Tutkittavien painoindeksien ja rasvaprosenttien perusteella voidaan sanoa, että lihavuus oli yleisempää miehillä kuin naisilla. Tutkittavista merkittävästi tai vaikeasti lihavia oli 25 %. Vakavaa sairautta sairastavia oli 10 %:ia tutkittavista ja miehistä suuremmalla osalla oli diagnosoitu vakava sairaus edellisen 12 kk:n aikana verrattuna naisiin. Naisilla psykelääkkeiden käyttö oli taas yleisempää kuin miehillä. Miesten ja naisten keskimääräiset seerumin LDL- ja kokonaiskolesterolipitoisuudet olivat hieman suositeltuja arvoja korkeammat. Seerumin triglyseridi- ja HDL-kolesterolipitoisuus olivat suositusten mukaisia.

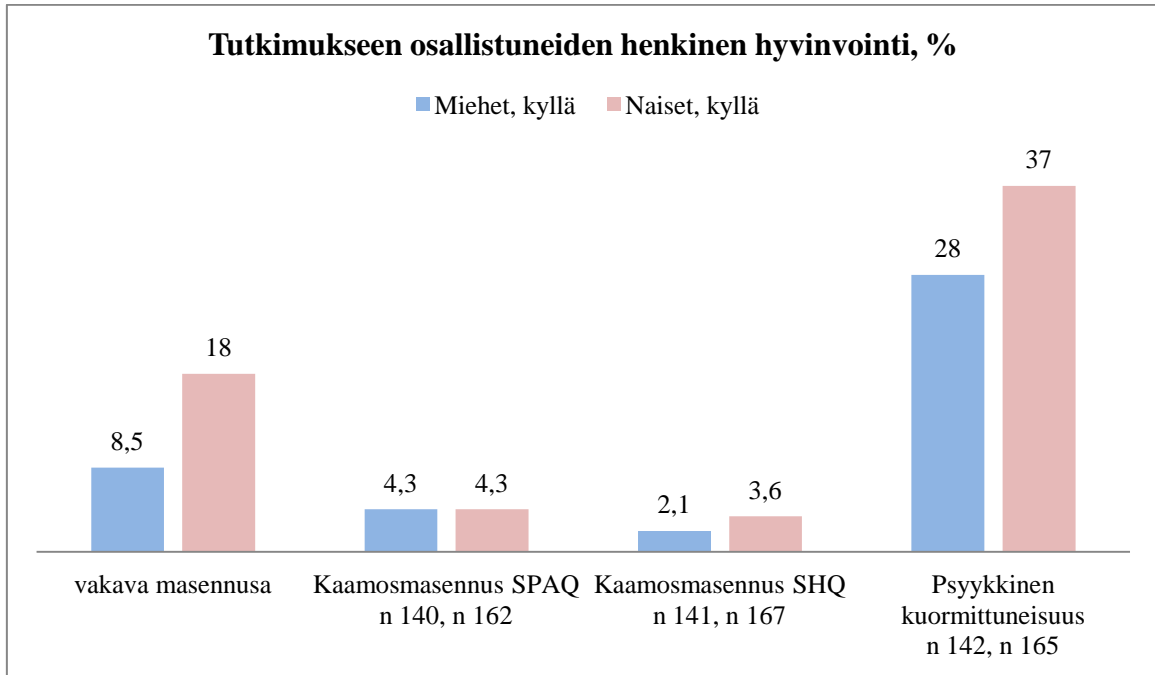
Taulukossa 4 on esitetty miesten ja naisten sekä kaikkien tutkittavien keskimääräiset kalan käyttömäärät, seerumin rasvahappo-osuudet, seerumin dioksiinien ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet sekä veren elohopeapitoisuudet.

Taulukko 4. Tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden kalan ja kalatuotteiden käyttö sekä seerumin rasvahappo-osuudet, dioksiinien ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet sekä veren elohopeapitoisuudet

	<b>Miehet Keskiarvo (keskihajonta)</b>	<b>Naiset Keskiarvo (keskihajonta)</b>	<b>Kaikki Keskiarvo (keskihajonta)</b>
<b>Kala- ja äyriäisruoat</b>			
	n=142	n=167	n=309
Kala ja kalatuotteet, g/vrk	79 (64)	59 (36)	68 (51)
Kala, kalatuotteet ja äyriäiset, g/vrk	81 (64)	61 (36)	70 (52)
<b>Seerumin rasvahapot, % kaikista rasvahapoista</b>			
	n=139	n=162	n=301
ALA <sup>a</sup>	0,89 (0,24)	0,90 (0,25)	0,90 (0,24)
EPA <sup>b</sup>	2,2 (1,8)	1,7 (1,3)	2,0 (1,6)
DHA <sup>c</sup>	4,0 (1,8)	4,3 (1,8)	4,2 (1,8)
EPA + DHA + DPA <sup>d</sup>	6,9 (3,2)	6,7 (2,5)	6,8 (2,9)
AA <sup>e</sup>	6,0 (1,4)	6,0 (1,2)	6,0 (1,3)
EPA/AA	0,38 (0,33)	0,30 (0,23)	0,37 (0,28)
DHA/AA	0,71 (0,40)	0,77 (0,44)	0,74 (0,42)
LA <sup>f</sup>	26 (4,5)	26 (4,2)	26 (4,4)
n-3 <sup>g</sup> /n-6 <sup>h</sup>	0,25 (0,13)	0,24 (0,11)	0,25 (0,12)
<b>Veren ympäristömyrkyt</b>			
	n=139	n=162	n=301
Elohopea veressä, ng/ml	5,3 (7,1)	2,8 (2,6)	3,9 (5,3)
	n=125	n=140	n=265
WHO <sub>dioksiini</sub> -TEQ <sup>i</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	78 (59)	44 (39)	60 (52)
	n=125	n=139	n=264
WHO <sub>PCB</sub> -TEQ <sup>i</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	58 (50)	29 (28)	42 (42)

<sup>a</sup>alfalinoleenihappo; <sup>b</sup>eikosapentaenihappo; <sup>c</sup>dokosaheksaenihappo; <sup>d</sup>dokosapentaenihappo; <sup>e</sup>arakidonihappo; <sup>f</sup>linolihappo; <sup>g</sup>EPA+DHA+DPA; <sup>h</sup>LA + AA; <sup>i</sup>toksisuusekvivalentti

Vakavan masennuksen esiintyvyys oli 13 % koko aineistossa (Kuva 1). Kaamosmasennusta sairastavia miehiä ja naisia oli 4,3 %, kun kaamosmasennuksen esiintyvyys määriteltiin SPAQ -mittarilla, kun taas SHQ -mittarilla katsottuna kaamosmasennusta sairastavia miehiä ja naisia oli hieman vähemmän. Psykkisestä kuormittuneisuudesta kärsi noin 33 % tutkittavista. Psykkisen kuormittuneisuuden esiintyvyys oli paljon suurempaa kuin vakavan masennuksen ja kaamosmasennuksen.



Kuva 1. Vakavan masennuksen, kaamosmasennuksen ja psyykkisen kuormittuneisuuden esiintyminen tutkimukseen osallistuneilla miehillä ja naisilla

### 13.2 Masennuksen yhteys kalan käyttöön, seerumin n-3-rasvahappo-osuuksiin ja veren ympäristömyrkkypitoisuuksiin

Tuloksissa vakavalla masennuksella tarkoitetaan vakavan masennusjakson esiintymistä edellisen 12 kuukauden aikana. Niillä miehillä, joilla ei todettu olevan vakavaa masennusta, oli kalan käyttö noin kolmanneksen suurempaa ja heidän seerumin dioksiinien ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet olivat keskimäärin kaksi kertaa suuremmat kuin vakavaa masennusta sairastavien miesten (Liitetaulukko 1). Vakavaa masennusta sairastavien miesten ja ei-masentuneiden miesten seerumin dioksiinien ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien keskiarvojen ero oli tilastollisesti merkitsevä. Ryhmien välinen ero kalan käytön osalta oli myös lähes tilastollisesti merkitsevä. Veren elohopeapitoisuuden keskiarvo oli hieman suurempi ei-masentuneilla miehillä kuin vakavasti masentuneilla miehillä. Seerumin n-3-rasvahappo-osuuksissa ei ollut suuria eroja vakavasti masentuneiden ja ei-masentuneiden miesten välillä. Suurin ero seerumin rasvahappo-osuuksien keskiarvoissa nähtiin ALA:ssa, joka oli ei-masennusta sairastavilla henkilöillä suurempi kuin vakavasti masentuneilla henkilöillä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Ei-masentuneiden miesten seerumin ALA- ja EPA-osuuksien ja EPA/AA-suhteen keskiarvot olivat hieman suurempia, mutta seerumin DHA-



osuuksien ja DHA/AA-suhteen keskiarvo taas oli pienempi kuin vakavasti masentuneilla miehillä. Seerumin AA- ja LA-osuudet sekä n-3/n-6-suhde olivat samanlaiset.

Naisten kalan käytössä, seerumin n-3-rasvahappo-osuuksissa, seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksissa tai veren elohopeapitoisuuksissa ei nähty tilastollisesti merkitseviä eroja vakavaa masennusta sairastavien ja ei-masentuneiden henkilöiden välillä (Liitetaulukko 1). Vakavasti masentuneiden naisten kalan käyttö oli keskimäärin hieman suurempaa kuin ei-masentuneiden naisten, mutta heidän seerumin keskimääräiset dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuutensa olivat kuitenkin matalammat. Seerumin n-3-rasvahappo-osuudet olivat masentuneilla ja ei-masentuneilla naisilla lähes samanlaisia.

Kun miehiä ja naisia tarkasteltiin yhtenä ryhmänä, seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet olivat niillä henkilöillä, jotka eivät sairastaneet vakavaa masennusta tilastollisesti merkitsevästi korkeammat kuin vakavaa masennusta sairastavien vastaavat pitoisuudet (Liitetaulukko 1). Kalan käytössä ja n-3-rasvahappo-osuuksissa oli vain vähäisiä eroja masentuneiden ja ei-masentuneiden välillä, kun kaikkia tutkittavia tarkasteltiin yhtenä ryhmänä.

Tutkimukseen osallistuneiden joukossa oli SPAQ-mittarilla mitattuna kaamosmasennusta sairastavia henkilöitä 13 ja SHQ-mittarilla mitattuna heitä oli 9 (Liitetaulukko 2 ja 3). Näin pienestä joukosta ei ole mielekästä tehdä tilastollisia analyysyjä. Psykkistä kuormittuneisuutta kokevien henkilöiden kalan käyttö ei eronnut niiden henkilöiden kalan käytöstä, joilla ei ollut psykkistä kuormittuneisuutta (Liitetaulukko 4). Seerumin rasvahappo-osuuksien keskiarvoissa ei myöskään ollut eroa näiden ryhmien välillä. Miehillä seerumin dioksiinien ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien keskiarvot olivat samaa luokkaa psykkistä kuormittuneisuutta kokevien ja ei-kokevien välillä. Koko veren elohopeapitoisuuden keskiarvo oli taas psykkistä kuormittuneisuutta kokevilla miehillä hieman suurempi. Naisilla, joilla ei ollut psykkistä kuormittuneisuutta, oli suuremmat seerumin elohopea-, dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet kuin psykkistä kuormittuneisuutta kokevilla, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

### 13.3 Masennuksen yhteys kalan käytön sekä seerumin dioksiini- ja PCB-pitoisuuksien kolmanneksiin

Miesten kalan käyttö oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä vakavan masennuksen esiintyvyyteen (p-arvo 0,032) (Taulukko 5). Vakavaa masennusta sairastavista miehistä suurin osa kuului vähiten kalaa käyttävään ryhmään. Kaamosmasennuksesta tai psyykkisestä kuormittuneisuudesta kärsivien henkilöiden ja muiden tutkittavien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja miesten, eikä naisten kalan käytön tai seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien kolmanneksissa (Taulukot 6–8). Ainoastaan SHQ-mittarilla mitatun kaamosmasennuksen esiintyvyyden ja seerumin PCB-yhdisteiden pitoisuuksien kolmanneksien välillä näytti olevan eroja naisten osalta (p-arvo on 0,065), mutta yhteys ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Naisten seerumin PCB-yhdisteiden pitoisuuksien ylimmässä kolmanneksessa, jossa tutkittavien seerumin PCB-yhdisteiden pitoisuudet olivat korkeimmat, oli eniten kaamosmasennusta sairastavia henkilöitä. Tutkittavia ei jaettu seerumin rasvahappo-osuuksien, eikä veren elohopeapitoisuuksien kolmanneksiin, koska niissä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä vakavaan masennukseen, kaamosmasennukseen tai psyykkisen kuormittuneisuuteen, kun sitä tarkasteltiin keskiarvojen luottamusvälien avulla.

Taulukko 5. CIDI-SF-mittarilla mitatun vakavan masennuksen esiintyvyys edellisen 12 kk aikana kalan käytön ja seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien luokissa

	Vakavan masennuksen esiintyvyys			
	Miehet Ei	Kyllä % (n)	Naiset Ei	Kyllä % (n)
<b>Kala ja kalatuotteet, g/vrk<sup>a</sup></b>				
Alin kolmannes	31(40)	67 (8)	34 (46)	34,5 (10)
Keskikolmannes	34 (44)	25 (3)	33 (45)	34,5 (10)
Ylin kolmannes	35 (46)	8,3 (1)	33 (45)	31 (9)
p-arvo ( $\chi^2$ -testi)		0,032		0,976
<b>WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ seerumin rasvafraktiossa, pg/g<sup>b</sup></b>				
Alin kolmannes	32 (38)	57 (4)	30 (34)	50 (13)
Keskikolmannes	33 (39)	43 (3)	35 (40)	27 (7)
Ylin kolmannes	35 (41)	0	35 (39)	23 (6)
p-arvo ( $\chi^2$ -testi)		0,146		0,151
<b>WHO<sub>PCB</sub>-TEQ seerumin rasvafraktiossa, pg/g<sup>c</sup></b>				
Alin kolmannes	32 (38)	57 (4)	32 (35)	46 (12)
Keskikolmannes	34 (40)	29 (2)	35 (39)	27 (7)
Ylin kolmannes	34 (40)	14 (1)	34 (38)	27 (7)
p-arvo( $\chi^2$ -testi)		0,358		0,352

<sup>a</sup>Miehet, keskiarvo (vaihteluväli): alin kolmannes: 33 (3,9–47) keskikolmannes: 64 (48–89) ylin kolmannes: 140 (89–463)

Naiset: alin kolmannes: 28 (0–40) keskikolmannes: 52 (41–66) ylin kolmannes: 98 (67–282)

<sup>b</sup>Miehet: alin kolmannes: 25 (4,0–41) keskikolmannes: 64 (42–90) ylin kolmannes: 145 (91–325)

Naiset: alin kolmannes: 15 (4,7–22) keskikolmannes: 33 (23–45) ylin kolmannes: 84 (46–257)

<sup>c</sup>Miehet: alin kolmannes: 16 (2,5–28) keskikolmannes: 45 (29–64) ylin kolmannes: 113 (65–265)

Naiset: alin kolmannes: 8,8 (2,6–14) keskikolmannes: 21 (15–27) ylin kolmannes: 57 (28–176)

Taulukko 6. SHQ-mittarilla mitatun kaamosmasennuksen esiintyvyys kalan käytön ja seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien luokissa

	Kaamosmasennuksen esiintyvyys			
	Miehet Ei	Kyllä % (n)	Naiset Ei	Kyllä % (n)
<b>Kala ja kalatuotteet, g/vrk<sup>a</sup></b>				
Alin kolmannes	34 (47)	33 (1)	35 (56)	0
Keskikolmannes	33 (46)	0	33 (53)	50 (3)
Ylin kolmannes	33 (45)	67 (1)	32 (52)	50 (3)
p-arvo ( $\chi^2$ -testi)		0,364		0,208
<b>WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ seerumin rasvafraktiossa, pg/g<sup>b</sup></b>				
Alin kolmannes	34 (42)	0	34 (46)	20 (1)
Keskikolmannes	32 (39)	100 (2)	34 (46)	20 (1)
Ylin kolmannes	34 (41)	0	32 (43)	60 (3)
p-arvo ( $\chi^2$ -testi)		0,128		0,421
<b>WHO<sub>PCB</sub>-TEQ seerumin rasvafraktiossa, pg/g<sup>c</sup></b>				
Alin kolmannes	34 (42)	0	34 (46)	20 (1)
Keskikolmannes	34 (41)	0	34 (46)	0
Ylin kolmannes	32 (39)	100 (2)	31 (42)	80 (4)
p-arvo( $\chi^2$ -testi)		0,128		0,065

<sup>a</sup>Miehet, keskiarvo (vaihteluväli): alin kolmannes: 33 (3,9–47) keskikolmannes: 64 (48–89) ylin kolmannes: 140 (89–463)

Naiset: alin kolmannes: 28 (0–40) keskikolmannes: 52 (41–66) ylin kolmannes: 98 (67–282)

<sup>b</sup>Miehet: alin kolmannes: 25 (4,0–41) keskikolmannes: 64 (42–90) ylin kolmannes: 145 (91–325)

Naiset: alin kolmannes: 15 (4,7–22) keskikolmannes: 33 (23–45) ylin kolmannes: 84 (46–257)

<sup>c</sup>Miehet: alin kolmannes: 16 (2,5–28) keskikolmannes: 45 (29–64) ylin kolmannes: 113 (65–265)

Naiset: alin kolmannes: 8,8 (2,6–14) keskikolmannes: 21 (15–27) ylin kolmannes: 57 (28–176)

Taulukko 7. SPAQ-mittarilla mitatun kaamosmasennuksen esiintyvyys kalan käytön ja seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien luokissa

	Kaamosmasennuksen esiintyvyys			
	Miehet Ei	Kyllä % (n)	Naiset Ei	Kyllä % (n)
<b>Kala ja kalatuotteet, g/vrk<sup>a</sup></b>				
Alin kolmannes	34 (45)	33 (2)	35 (54)	14 (1)
Keskikolmannes	33 (44)	33 (2)	32 (49)	57 (4)
Ylin kolmannes	34 (45)	33 (2)	34 (52)	29 (2)
p-arvo ( $\chi^2$ -testi)		1,00		0,330
<b>WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ seerumin rasvafraktiossa, pg/g<sup>b</sup></b>				
Alin kolmannes	34 (40)	20 (1)	32 (41)	67 (4)

Keskikolmannes	34 (40)	20 (1)	35 (45)	17 (1)
Ylin kolmannes	32 (38)	60 (3)	33 (43)	17 (1)
p-arvo ( $\chi^2$ -testi)		0,434		0,208

WHO<sub>PCB</sub>-TEQ seerumin rasvafraktiossa, pg/g<sup>c</sup>

Alin kolmannes	34 (40)	20 (1)	32 (41)	67 (4)
Keskikolmannes	34 (40)	20 (1)	34 (44)	17 (1)
Ylin kolmannes	32 (38)	60 (3)	34 (43)	17 (1)
p-arvo( $\chi^2$ -testi)		0,434		0,214

<sup>a</sup>Miehet, keskiarvo (vaihteluväli): alin kolmannes: 33 (3,9–47) keskikolmannes: 64 (48–89) ylin kolmannes: 140 (89–463)

Naiset: alin kolmannes: 28 (0–40) keskikolmannes: 52 (41–66) ylin kolmannes: 98 (67–282)

<sup>b</sup>Miehet: alin kolmannes: 25 (4,0–41) keskikolmannes: 64 (42–90) ylin kolmannes: 145 (91–325)

Naiset: alin kolmannes: 15 (4,7–22) keskikolmannes: 33 (23–45) ylin kolmannes: 84 (46–257)

<sup>c</sup>Miehet: alin kolmannes: 16 (2,5–28) keskikolmannes: 45 (29–64) ylin kolmannes: 113 (65–265)

Naiset: alin kolmannes: 8,8 (2,6–14) keskikolmannes: 21 (15–27) ylin kolmannes: 57 (28–176)

Taulukko 8. SHQ-12-mittarilla mitatun psyykkisen kuormittuneisuuden esiintyvyys kalan käytön ja seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien luokissa

	Psyykkisen kuormittuneisuuden esiintyvyys			
	Miehet Ei	Kyllä % (n)	Naiset Ei	Kyllä % (n)
<b>Kala ja kalatuotteet, g/vrk<sup>a</sup></b>				
Alin kolmannes	33 (34)	35 (14)	34 (35)	33 (20)
Keskikolmannes	32 (33)	35 (14)	35 (36)	33 (20)
Ylin kolmannes	34 (35)	30 (12)	32 (33)	34 (21)
p-arvo ( $\chi^2$ -testi)		0,884		0,936
<b>WHO<sub>dioksiini</sub>-TEQ seerumin rasvafraktiossa, pg/g<sup>b</sup></b>				
Alin kolmannes	34 (31)	33 (11)	31 (26)	38 (20)
Keskikolmannes	35 (32)	30 (10)	29 (25)	40 (21)
Ylin kolmannes	32 (29)	36 (12)	40 (34)	23 (12)
p-arvo ( $\chi^2$ -testi)		0,852		0,107
<b>WHO<sub>PCB</sub>-TEQ seerumin rasvafraktiossa, pg/g<sup>c</sup></b>				
Alin kolmannes	36 (33)	27 (9)	30 (25)	38 (20)
Keskikolmannes	30 (28)	42 (14)	31 (26)	38 (20)
Ylin kolmannes	34 (31)	30 (10)	39 (33)	25 (13)
p-arvo ( $\chi^2$ -testi)		0,436		0,204

<sup>a</sup>Miehet, keskiarvo (vaihteluväli): alin kolmannes: 33 (3,9–47) keskikolmannes: 64 (48–89) ylin kolmannes: 140 (89–463)

Naiset: alin kolmannes: 28 (0–40) keskikolmannes: 52 (41–66) ylin kolmannes: 98 (67–282)

<sup>b</sup>Miehet: alin kolmannes: 25 (4,0–41) keskikolmannes: 64 (42–90) ylin kolmannes: 145 (91–325)

Naiset: alin kolmannes: 15 (4,7–22) keskikolmannes: 33 (23–45) ylin kolmannes: 84 (46–257)

<sup>c</sup>Miehet: alin kolmannes: 16 (2,5–28) keskikolmannes: 45 (29–64) ylin kolmannes: 113 (65–265)

Naiset: alin kolmannes: 8,8 (2,6–14) keskikolmannes: 21 (15–27) ylin kolmannes: 57 (28–176)

### **13.4 Logistinen regressiomalli vakavan masennuksen yhteydestä kalan käyttöön sekä seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksiin**

CIDI-SF -mittarilla mitatun vakavan masennuksen ja miesten kalan käytön sekä seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien yhteyttä tutkittiin logistisen regressiomallin avulla (Taulukko 9). Vähän kalaa käyttäneiden miesten riski sairastua vakavaan masennukseen oli 13 kertaa suurempi kuin miehillä, jotka käyttivät kalaa eniten. Miesten seerumin alhainen PCB-yhdisteiden pitoisuus näytti myös lisäävän riskiä sairastua masennukseen. Riskisuhteet eivät kuitenkaan ole tilastollisesti merkitseviä.

Regressioanalyysissä nähtiin, että miesten seerumin PCB-yhdisteiden pitoisuudella ja kalan käytöllä oli samansuuntainen yhteys vakavaan masennukseen kuin aikaisemmissa tilastollisissa analyyseissä, mutta yhteys ei ollut enää tilastollisesti merkitsevä, kun se vakioitiin sekoittavilla tekijöillä. Kalan käytön masennusta suojaava vaikutus heikkeni siis logistisessa regressioanalyysissä, kun elintapojen vaikutus kalan käytön ja masennuksen välisen yhteyteen huomioitiin.

Logistisessa regressiomallissa ei saatu tuloksia miesten seerumin dioksiinipitoisuuksien kolmanneksiin, eikä miesten kalan käytön ja seerumin PCB-yhdisteiden pitoisuuksien kolmanneksiin, kun niitä tarkasteltiin yhdessä, koska kolmanneksiin ei riittänyt tarpeeksi havaintoja (Taulukko 9). Naisten osalta kalan käytön ja seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien kolmanneksien riskisuhteiden välillä ei ollut suuria eroja. Logistisen regressioanalyysin mallista 5 jätettiin muuttujista pois vakava sairaus, koska se muutti mallin epävakaaksi. Kaikissa muissa malleissa on huomioitu kaikki muuttujat.

Taulukko 9. Kalan ja kalatuotteiden käytön sekä seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien yhteys vakavaan masennukseen (CIDI-SF)<sup>\*</sup>, logistinen regressioanalyysi, (vedonlyöntisuhde OR, 95%:n luottamusväli 95% LV)

<b>Vakava masennus</b>		<b>Miehet</b>	<b>Naiset</b>	
		<b>OR (95 % LV)</b>	<b>OR (95 % LV)</b>	
Malli 1.	Kala ja kalatuotteet, g/vrk	n=132	n=163	
	Alin kolmannes	13 (0,77–220)	1,1 (0,32–3,6)	
	Keskikolmannes	7,0 (0,30–165)	0,82 (0,26–2,7)	
	Ylin kolmannes	1,0	1,0	
Malli 2.	Kala ja kalatuotteet, g/vrk	n=132	n=163	
	Jatkuva	0,98 (0,96–1,01)	1,0 (0,99–1,01)	
Malli 3.	WHO <sub>dioksiini</sub> -TEq <sup>a</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	n=115	n=137	
	Alin kolmannes	-	1,0 (0,17–6,3)	
	Keskikolmannes		0,9 (0,20–4,1)	
	Ylin kolmannes		1,0	
Malli 4.	WHO <sub>dioksiini</sub> -TEq <sup>a</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	n=115	n=137	
	Jatkuva	0,97 (0,93–1,02)	0,99 (0,97–1,01)	
Malli 5. <sup>b</sup>	WHO <sub>PCB</sub> -TEq <sup>a</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	n=122	n=136	
	Alin kolmannes	3,69 (0,20–69)	0,62 (0,12–3,2)	
	Keskikolmannes	1,07 (0,06–19)	0,60 (0,13–2,7)	
	Ylin kolmannes	1,0	1,0	
Malli 6.	WHO <sub>PCB</sub> -TEq <sup>a</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	n=115	n=136	
	Jatkuva	0,97 (0,92–1,0)	1,0 (0,97–1,0)	
Malli 7.	Kala ja kalatuotteet, g/vrk		n=137	
	Alin kolmannes	-	0,97 (0,25–3,8)	
	Keskikolmannes		0,67 (0,18–2,4)	
	Ylin kolmannes		1,0	
	WHO <sub>dioksiini</sub> -TEq <sup>a</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g		n=137	
	Alin kolmannes	-	1,09 (0,17–7,0)	
	Keskikolmannes		0,98 (0,21–4,7)	
	Ylin kolmannes		1,0	
	Malli 8.	Kala ja kalatuotteet, g/vrk	n=115	n=137
		Jatkuva	0,86 (0,68–1,08)	1,0 (0,99–1,03)
WHO <sub>dioksiini</sub> -TEq <sup>a</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g		n=115	n=137	
Jatkuva		1,0 (0,94–1,09)	0,99 (0,96–1,01)	
Malli 9.	Kala ja kalatuotteet, g/vrk		n=136	
	Alin kolmannes	-	1,1 (0,27–4,8)	
	Keskikolmannes		0,73 (0,20–2,7)	
	Ylin kolmannes		1,0	
	WHO <sub>PCB</sub> -TEq <sup>a</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g		n=136	
	Alin kolmannes	-	0,59 (0,10–3,4)	
	Keskikolmannes		0,61 (0,13–2,9)	
	Ylin kolmannes		1,0	
	Malli 10.	Kala ja kalatuotteet, g/vrk	n=115	n=136
		Jatkuva	0,83 (0,62–1,1)	1,0 (0,99–1,03)
WHO <sub>PCB</sub> -TEq <sup>a</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g		n=115	n=136	
Jatkuva		1,0 (0,92–1,2)	0,99 (0,97–1,02)	

<sup>\*</sup> vakioituna muuttujilla: ikä, siviilisäätö, koulutus, liikunta, tupakointi, psykiatriset lääkkeiden käyttö, vakava sairaus, painoindeksi, energiansaanti (kcal/vrk), alkoholi (etanoli g/vrk); <sup>a</sup> toksisuusekvivalentti; <sup>b</sup> mallissa 5 muuttujista jätettiin pois vakava sairaus miesten osalta

### 13.5 Yhteenveto tuloksista

Ei-masennusta sairastavien miesten seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet olivat tilastollisesti merkitsevästi suurempia kuin vakavaa masennusta sairastavien miesten, kun niitä tutkittiin seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien keskiarvojen ja luottamusvälien avulla sekä seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien kolmanneksissa. Logistisessa regressioanalyysissä, jossa yhteys vakioitiin sekoittavilla tekijöillä, ei seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksilla ollut enää yhteyttä vakavaan masennukseen. Miesten osalta myös kalan käytön ja vakavan masennuksen yhteys oli tilastollisesti merkitsevä, kun sitä tutkittiin kalan käytön kolmanneksissa ja lähes tilastollisesti merkitsevä, kun yhteyttä tutkittiin keskiarvojen ja luottamusvälien avulla, mutta logistisessa regressioanalyysissä ei kalan käytöllä ja vakavalla masennuksella ollut enää yhteyttä. Logistisessa regressioanalyysissä nähtiin kuitenkin samanlainen suuntaus miesten kalan käytön ja vakavan masennuksen välisessä yhteydessä kuin muissakin tilastollisissa analyyseissä. Vähiten kalaa käyttävien miesten todennäköisyys (OR 13) sairastua vakavaan masennukseen oli suurempi kuin keski- ja ylimpään kolmannekseen kuuluvien henkilöiden.

Kun tutkittavia tarkasteltiin koko ryhmänä, oli kalan käyttö keskimäärin lähes yhtä suurta ei-masentuneilla ja vakavaa masennusta sairastavilla henkilöillä, mutta sen sijaan seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien keskiarvoissa oli tilastollisesti merkitseviä eroja. Ei-masentuneiden henkilöiden seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet olivat merkitsevästi suuremmat kuin vakavaa masennusta sairastavien henkilöiden.

Vakavasti masentuneiden ja ei-masentuneiden naisten välillä ei ollut eroja kalan käytössä, eikä veren ympäristömyrkkypitoisuuksissa. Miesten ja naisten seerumin n-3-rasvahapposuuksilla ei nähty olevan yhteyttä vakavaan masennukseen. Kalan käytöllä, seerumin n-3-rasvahapposuuksilla, dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksilla sekä veren elohopeapitoisuudella ei ollut yhteyttä psyykkiseen kuormittuneisuuteen, eikä kaamosmasennukseen. Kaamosmasennusta kuvaavista henkisen hyvinvoinnin mittareista saatuja tuloksia ei voitu analysoida luotettavasti, koska kaamosmasennuksesta kärsiviä tutkittavia oli liian vähän.

## 14. POHDINTA

### 14.1 Tulosten merkityksen arviointia ja vertailua aikaisempaan tutkimustietoon

Tämän Pro gradu -tutkielman yhtenä olennaisimmista tuloksista voidaan pitää saatua tietoa kalan ympäristömyrkkyjen yhteydestä masennukseen ja siihen, voivatko kalan ympäristömyrkyt heikentää kalan käytön tai kalan sisältämien n-3-rasvahappojen ja masennuksen välistä yhteyttä, koska siitä ei ole juuri aiemmin tehty tutkimuksia. Lisäksi ammattikalastajien eli eniten Suomessa kalaa käyttävien henkilöiden kalan käytön yhteydestä masennukseen ei ole aiempia tutkimustuloksia, vaikkakin tutkimuksia kalan käytön ja vakavan masennuksen välisestä yhteydestä on tehty ja saadut tulokset ovat olleet ristiriitaisia. Ainakin osassa näistä aiemmin tehdyistä tutkimuksista on tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden kalan käyttö ollut huomattavasti vähäisempää kuin ammattikalastajien.

Tämän tutkimuksen mukaan kalan käyttö näytti suojaavan miehiä vakavalta masennukselta. Kalan käytön yhteys vakavaan masennukseen ei ollut kuitenkaan enää tilastollisesti merkitsevä, kun tiettyjen demografisten tietojen ja elintapojen, joiden tiedetään altistavan masennukselle, huomioitiin logistisessa regressioanalyysissä. Vakava masennus ja mielialälääkkeiden käyttö oli yleisempää naisilla kuin miehillä, mutta ainoastaan miehillä nähtiin viitteitä siitä, että kalan käytöllä voisi olla yhteyttä vakavaan masennukseen. Ei-masentuneiden miesten ja vakavaa masennusta sairastavien miesten kalan käytön sekä seerumin dioksiini-, PCB-yhdisteiden ja veren elohopeapitoisuuksien väliset erot olivat suurempia kuin ei-masentuneiden naisten ja vakavaa masennusta sairastavien naisten. Vakavaa masennusta sairastavien miesten kalan käytön keskiarvon luottamusvälistä voidaan nähdä, että kalan käyttö joillakin miehillä oli hyvin vähäistä ja vakavaa masennusta sairastaviin naisiin verrattuna vähäisempää.

Tulosten pohjalta voidaan nähdä, että seerumin korkeat dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet kuvaavat runsasta kalan käyttöä ja tukevat olettamusta, että runsas kalan käyttö suojaisi masennukselta. Hypoteesin vastaisesti ympäristömyrkkyjen ei nähty altistavan masennukselle. Seerumin ympäristömyrkkypitoisuuksien on todettu olevan hyviä kalan käytön biomarkkereita ja ne kuvaavat kalan käyttöä paremmin kuin seerumin n-3-rasvahappopitoisuudet, koska niiden poistuminen elimistöstä on hyvin hidasta (Turunen ym. 2010, Tuomisto ym. 2011). Kalastajatutkimuksen osatutkimuksissa on havaittu, että runsas kalan käyttö on yhteydessä terveelliseen ruokavalioon (Turunen ym. 2011). Runsas kalan



käyttö voi myös tässä tutkimuksessa kuvastaa tutkittavien muita terveellisiä ruokailutottumuksia sekä monipuolista ravintoaineiden saantia, jotka ylläpitävät henkistä hyvinvointia ja ennaltaehkäisevät masennuksen kehittymistä. N-3-rasvahappojen lisäksi on tutkittu runsaasti myös folaatin, B<sub>6</sub>- ja B<sub>12</sub>-vitamiinien yhteyttä aivojen toimintaan ja masennukseen, mutta tulokset ovat liian suppeita, eivätkä ne ole yhdenmukaisia, joten niiden pohjalta ei ole voitu tehdä johtopäätöksiä B-vitamiinien yhteydestä masennukseen (Van de Rest ym. 2012). Elimistön matalalla sinkkipitoisuudella voi olla myös yhteyttä masennusta sairastavien henkilöiden elimistön matalaan EPA- ja DHA-pitoisuuteen (Maes ym. 1999, Das 2006).

Tutkimustulokset n-3-rasvahappojen ja kalan käytön yhteydestä masennukseen ovat olleet ristiriitaisia (Sanchez-Villegas ym. 2007, Appleton ym. 2010, Van de Rest ym. 2012). Tässä Pro gradu -tutkielmassa ei havaittu yhteyttä seerumin n-3-rasvahappojen ja vakavan masennuksen, kaamosmasennuksen tai psyykkisen kuormittuneisuuden välillä. Tosin useimmissa tutkimuksissa, on havaittu, että masentuneiden henkilöiden seerumin ja punasolujen n-3-rasvahappopitoisuudet ovat olleet matalampia ja seerumin n-6/n-3-rasvahappopitoisuudet ja AA/EPA -rasvahappopitoisuudet ovat olleet korkeampia kuin henkilöiden, jotka eivät sairasta masennusta (Adams ym. 1996, Maes ym. 1996, Edwards ym. 1998, Peet ym. 1998, Lin ym. 2010). Muutamissa tutkimuksissa on saatu taas päinvastaisia tuloksia, joissa masennusta sairastavien henkilöiden seerumin n-3-rasvahappopitoisuudet ovat olleet korkeampia kuin terveiden henkilöiden (Ellis ja Sanders 1977, Fehily ym. 1981). Tutkimustulosten pohjalta on ehdotettu, että elimistön matalalla n-3-rasvahappostatuksella voisi olla yhteyttä masennukseen. Suurimmassa osassa tutkimuksista, joissa on tutkittu n-3-rasvahappovalmisteiden käytön ja masennuksen välistä yhteyttä, on nähty n-3-rasvahappovalmisteiden käytöllä olevan hyötyä vakavaa masennusta sairastavien henkilöiden oireisiin, mutta osassa tutkimuksista ei taas ole nähty yhteyttä n-3-rasvahappovalmisteiden ja masennuksen välillä (Appleton ym. 2010, Van de Rest ym. 2012).

Suomalaisten aikuisten kalankäytön ja masennusoireiden välistä yhteyttä on tutkittu myös muutamassa aikaisemmassa tutkimuksessa, joissa saadut tulokset ovat olleet erilaisia kuin tämän Pro gradu -tutkielman. Tanskasen ym. (2001) ja Timosen ym. (2004) tekemissä tutkimuksissa todettiin, että naisten masennusoireilla oli tilastollisesti merkitsevä yhteys vähäiseen kalan käyttöön, kun taas miesten kalan käytöllä ei nähty olevan yhteyttä masennukseen. Tutkimuksissa nähtiin, että toistuvasti kalaa syövien naisten riski saada masennusoireita oli pienempi kuin niiden naisten, jotka käyttivät kalaa harvoin. Joissakin

tutkimuksissa on saatu taas päinvastaisia tuloksia, joissa vähäisen kalan käytön on nähty suojelevan mielenterveyshäiriöiltä, vaikkakaan tulokset eivät ole olleet tilastollisesti merkitseviä (Sanchez-Villegas ym. 2007). Kalastajatutkimuksen aikaisemmissa osatutkimuksissa, joissa on tutkittu suuremman aineiston pohjalta kalan käytön ja n-3-rasvahappojen yhteyttä vakavaan masennukseen ja psyykkiseen kuormittuneisuuteen ja verrattu tuloksia suomalaista perusväestöä edustavan Terveys 2000 -tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden vastaaviin tuloksiin, on havaittu, että Kalastajatutkimukseen osallistuneiden henkilöiden keskimääräinen kalankäyttö päivää kohden oli huomattavasti suurempaa ja seerumin n-3-rasvahappojen pitoisuudet korkeammat kuin Terveys 2000-tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden (Suominen-Taipale ym. 2010a, Suominen-Taipale ym. 2010b). Vakavan masennuksen esiintyvyys oli kuitenkin hieman suurempaa Kalastajatutkimukseen osallistuneilla henkilöillä (13 %) kuin Terveys 2000-tutkimuksen tutkittavilla (11 %). Terveys 2000-tutkimuksessa miesten, eikä naisten keskuudessa ollut eroja kalan käytössä tai rasvahappojen saannissa olivat he masentuneita tai eivät.

Pro gradu -tutkielman aineisto oli pieni ja kaamosmasennusta sairastavia henkilöitä oli vähän, minkä johdosta ei voitu tehdä arviota kaamosmasennuksen yhteydestä kalan käyttöön, seerumin n-3-rasvahappo-osuuksiin, seerumin dioksiini-, PCB-yhdisteiden pitoisuuksiin sekä veren elohopeapitoisuuksiin. Kaamosmasennuksen esiintyvyys tutkittavien joukossa oli erilainen SPAQ- ja SHQ -mittareilla mitattuna ja se oli hieman yleisempää SPAQ -mittarilla mitattuna, vaikka SHQ -mittarilla kaamosmasentuneisuus pystyttiin määrittelemään suuremmalta joukolta. Koska psyykkisestä kuormittuneisuudesta kärsivien henkilöiden osuus tutkittavista henkilöistä oli noin kolmannes, voidaan tulosten perusteella sanoa, ettei tässä pro gradu -tutkielmassa nähty psyykkisellä kuormittuneisuudella olevan yhteyttä kalan käyttöön, eikä seerumin n-3-rasvahappo-osuuksiin, dioksiini-, PCB-yhdisteiden ja veren elohopeapitoisuuksiin.

## **14.2 Aineiston ja menetelmien vahvuudet ja heikkoudet**

Aineiston keruun ja analysoinnin yhteydessä on huomioitu eri tekijöitä, jotka tukevat tulosten luotettavuutta. Tutkittavien ruoankäyttöä selvitettiin 12 kuukauden ajalta, joten voidaan olettaa, että saadut tiedot tutkittavien kalan käytöstä kuvaavat heidän pitkäaikaista kalankäyttöään. Tutkittavat palauttivat ruoankäyttökyselylomakkeen tullessaan tutkimuskäynnille ja tutkimushoitaja esitarkasti lomakkeet ja kysyi tarvittaessa täydentäviä tietoja tutkittavilta. Näin pystyttiin varmistamaan, että tutkittavien ruoankäyttö vastaa

mahdollisimman hyvin heidän todellista ruoankäyttöään. Ravitsemusasiantuntija pystyi myös lomakkeiden tallennuksen aikana huomaamaan puutteellisesti tai epäluotettavasti täydennetyt lomakkeet, mutta yhtään hylkäämistä edellyttävää lomaketta ei ollut.

Vaikka ruoankäyttökyselylomakkeesta saadut tiedot tutkittavien ruokavaliosta todennäköisesti kuvaavat heidän pitkäaikaista ravintoaineiden saantia, on kuitenkin mahdollista, että tutkittavien ruokavalio, kuten kalan käyttö tai n-3-rasvahappojen saanti on saattanut muuttua masennuksen tai pitkäkestoisen psyykkisen kuormittuneisuuden myötä, jolloin ruoankäyttökyselylomakkeesta ei näy, miten tutkittavat ovat syöneet ennen sairastumista, ja onko kalan käyttö ja n-3-rasvahappojen saanti voinut edistää henkisen hyvinvoinnin heikentymistä. Esimerkiksi vakavaa masennusta sairastavien miesten kalan käyttö on voinut vähentyä vasta masennuksen myötä. Tosin veren ympäristömyrkkypitoisuudet kuvaavat pitkäaikaista kalan käyttöä ja ne olivat myös vakavaa masennusta sairastavilla miehillä matalammat kuin tutkimukseen osallistuvilla muilla miehillä. Tässä tutkimuksessa keskityttiin tutkimaan kuitenkin viimeisen kuluneen vuoden kalan käytön ja masennuksen yhteyttä olettaen, että kalan käyttö kuvaa tutkittavien pitkäaikaista kalan kulutusta. Ravintoaineiden saantia laskettaessa ei otettu huomioon ravintoainevalmisteiden käyttöä, joten tutkittavien seerumin n-3-rasvahappojen määrään voi vaikuttaa ruokavalion lisäksi myös ravintoainevalmisteiden käyttö.

Ruokavalion ja ruokailutottumusten lisäksi useiden demografisten tietojen ja elintapojen kuten siviilisäädyn, sosiaalisten suhteiden, fyysisen toimintakyvyn, työttömyyden ja terveydentilan on todettu olevan yhteydessä masennuksen kehittymiseen ja koettuun psyykkiseen kuormittuneisuuteen ja näiden tekijöiden vaikutus tutkittavien vakavan masennuksen sekä kalan käytön ja seerumin dioksiinien ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien yhteyteen on huomioitu logistisessa regressioanalyysissä. Tutkittavilta ei tosin kysytty painon muutoksista, eikä laihduttamisen yhteyttä seerumin ympäristömyrkkypitoisuuteen ole huomioitu. Laihduttamisen aikana ympäristömyrkyjä vapautuu rasvakudoksesta verenkiertoon, jolloin niiden pitoisuus seerumissa nousee. Regressioanalyysissä kuitenkin huomioitiin iän ja painoindeksin vaikutus seerumin ympäristömyrkkypitoisuuksien ja vakavan masennuksen väliseen yhteyteen. Iäkkäillä ihmisillä seerumin ympäristömyrkkypitoisuudet ovat tyypillisesti korkeammat kuin nuorilla henkilöillä, koska ympäristömyrkyt kertyvät elimistöön.

Kuten tässäkin Pro gradu -tutkielmassa, monissa muissa tutkimuksissa, joissa on selvitetty n-3-rasvahappojen ja masennuksen välistä yhteyttä, on n-3-rasvahappojen saantia arvioitu seerumin pitoisuuksista tai ruoankäyttökyselylomakkeen pohjalta ja vain harvoissa tutkimuksissa on rasvakudoksen rasvahappopitoisuutta käytetty kuvaamaan rasvahappojen saantia ruokavaliosta. Seerumin n-3-rasvahappopitoisuudet kuvaavat näiden rasvahappojen saantia ruokavaliosta muutamien edeltävien viikkojen ajalta, kun taas rasvakudoksen rasvahappokoostumus kuvaa rasvahappojen pitkäaikaista saantia eli 1–3 vuoden ajalta (Glatz ym. 1989, Mamalakis 2002). Todennäköisesti yksi mittauskerta kuvaa luotettavasti tutkittavien keskimääräistä seerumin n-3-rasvahappopitoisuutta, jos tutkittavien ruokavaliota ei ole vaihdellut suuresti viikkojen välillä. Lisäksi ympäristömyrkyt jakaantuvat tasaisesti elimistön rasvoihin, niin että niiden pitoisuus seerumin rasvoissa on vertailukelpoinen rasvakudoksesta mitattujen pitoisuuksien kanssa.

## 15. JOHTOPÄÄTÖKSET

Kalan käyttö näyttää suojaavan miehiä vakavalta masennukselta, kun yhteyttä tutkitaan kalan käytön kolmanneksissa, mutta logistisessa regressioanalyysissä tulos ei ole enää tilastollisesti merkitsevä, kun yhteys vakioidaan sekoittavilla tekijöillä. Tuloksista voidaan siis sanoa, että tutkimukseen osallistuneiden miesten vähäisen kalan käytön merkitys vakavan masennuksen kehittymiseen heikkenee, kun demografisten tekijöiden ja elintapojen (ikä, siviilisääty, koulutustaso, liikunnan määrä, painoindeksi, energiansaanti, alkoholin käyttö, tupakointi, psyykelääkkeiden käyttö ja vakava sairaus) vaikutus kalan käytön ja masennuksen väliseen yhteyteen huomioidaan.

Ei-masentuneiden henkilöiden seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet ovat suuremmat kuin vakavasti masentuneilla henkilöillä, mutta seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien ja vakavan masennuksen yhteys ei ole tilastollisesti merkitsevä. Seerumin dioksiinien ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien voidaan ajatella kuvaavan näissä tuloksissa tutkittavien kalan käyttöä.

Psyykkisellä kuormittuneisuudella ja kaamosmasennuksella ei ole yhteyttä tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden kalan käyttöön tai seerumin ympäristömyrkkypitoisuuksiin. Kaamosmasennuksesta kärsivien henkilöiden määrä on tässä Pro gradu -tutkielmassa vähäinen, joten saatujen tulosten pohjalta ei voida arvioida luotettavasti kaamosmasennuksen yhteyttä kalan käyttöön, seerumin n-3-rasvahappo-osuuksiin, dioksiini- ja PCB-yhdisteiden

pitoisuuksiin tai veren elohopeapitoisuuteen. Koska seerumin n-3-rasvahappo-osuuksilla ei ole yhteyttä tutkittavien masennukseen ja seerumin dioksiini- ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksilla oli negatiivinen korrelaatio vakavaan masennukseen, ei tässä Pro gradu -tutkielmassa nähdä, että kalan sisältämät ympäristömyrkyt heikentäisivät kalan sisältämien n-3-rasvahappojen mahdollisen suotuisan vaikutuksen henkiseen hyvinvointiin.

## LÄHTEET

- Aalberg V, Aaltonen J, Aronen E ym. *Psykiatria*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2008.
- Aalto A-M. Suositus psyykkisen toimintakyvyn mittaamiseksi väestötutkimuksissa. TOIMIA - Toimintakyvyn mittaamisen ja arvioinnin kansallinen asiantuntijaverkosto (päivitetty 26.01.2011).
- [http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/media/files/suositus/2011/01/26/S007\\_suositus\\_psyykkinen\\_vt\\_110126.pdf](http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/media/files/suositus/2011/01/26/S007_suositus_psyykkinen_vt_110126.pdf).
- Adams P.B, Lawson S, Sanigorski A, Sinclair A.J. Arachidonic to eicosapentaenoic acid ratio in blood correlates positively with clinical symptoms of depression. *Lipids* 1996;31:157-161.
- Airaksinen R, Turunen AW, Rantakokko P, Männistö S, Vartiainen T, Verkasalo PK. Blood concentration of methylmercury in relation to food consumption. *Public Health Nutrition* 2011;14(3):480-9.
- Appleton KM, Hayward RC, Gunnell D, ym. Effects of n3 long chain polyunsaturated fatty acids on depressed mood: systematic review of published trials. *Am J Clin Nutr* 2006;84:1308-16.
- Appleton K, Rogers P, Ness A. Updated systemic review and meta-analysis of the effects of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids on depressed mood. *Am J Clin Nutr* 2010;91(3):757-770.
- Aro A. Kala ruokavaliossa. Pari kala-ateriaa viikossa takaa riittävän D-vitamiinin saannin. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2008.
- [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=skr00072](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=skr00072).
- Bellinger DC. Interpreting epidemiologic studies of developmental neurotoxicity: conceptual and analytic issues. *Neurotoxicol Teratol*. 2009;31:267-274.
- Berry EM. Dietary fatty acids in the management of diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 1997;66:991-997.
- Bertazzi P. Mortality in a Population Exposed to Dioxin after the Seveso, Italy, Accident in 1976: 25 Years after Follow-Up. *American Journal of Epidemiology* 2008;167:7:847-858.
- Borja-Hart NL, Marino J. Role of omega-3 fatty acids for prevention or treatment of perinatal depression. *Pharmacotherapy* 2010;30(2):210-6.
- Bourre JM, Bonneil M, Clement M ym. Function of dietary polyunsaturated fatty acids in the nervous system. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 1993;48:5-15.
- Brown ER, Subbiah PV. Differential effects of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on human skin fibroblasts. *Lipids* 1994;29:825-829.

- Burdge GC, Wootton SA. Conversion of alpha-linolenic acid to eicosapentaenoic, Docosapentaenoic and docosahexaenoic acids in young women. *Br J Nutr* 2002;88:411-420.
- Caramschi F, Del Corno G, Favaretti C ym. Chloracne following environmental contamination by TCDD in Seveso, Italy. *Int J Epidemiol* 1981;7:257-62.
- Chalon S, Vancassel S, Zimmer L ym. Polyunsaturated fatty acids and cerebral function: focus on monoaminergic neurotransmission. *Lipids* 2001;36:937-944.
- Choi AL, Grandjean P. Methylmercury exposure and health effects in humans. *Environmental Chemistry* 2008;5:112-120.
- Cole GM, Ma QL, Frautschy SA. Omega-3 fatty acids and dementia. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2009;81:213-221.
- Colin A, Reggers J, Castronovo V, Anseau M. Lipids, depression and suicide. *Encephale* 2003;29(1):49-58.
- Connor W E, Neuringer M, Reisbick S. Essential fatty acids: the importance of n-3 fatty acids in the retina and brain. *Nutr Rev* 1992;50(4):21-29.
- Consonni D, Pesatori A, Zocchetti C, Sindaco R, D'Oro L, Rubagotti M, Bertazzi P. Mortality in a Population Exposed to Dioxin after the Seveso, Italy, Accident in 1976: 25 Years after Follow-Up. *Am J of Epidem* 2008;167(7):847-858.
- Dantzer R, O'Connor JC, Freund GC, Johnson EW, Kelley KW. From inflammation to sickness and depression: when the immune system subjugates the brain. *Nat Rev Neurosci* 2008;9:46-56.
- Dam H, Jakobsen K, Mellerup E. Prevalence of winter depression in Denmark. *Acta Psychiatr Scand* 1998;97:1-4.
- Das UN. Essential fatty acid metabolism in patients with essential hypertension, diabetes mellitus and coronary heart disease. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 1995;52(6):387-91.
- Das UN. Long-chain polyunsaturated fatty acids in the growth and development of the brain and memory. *Nutrition* 2003;19(1):62-65.
- Das UN. Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology. *Biotechnol J* 2006;1:420-439.
- Defilippis A, Blaha M, Jacobson T. Omega-3 fatty acids for cardiovascular disease prevention. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2010;12(4):365-80.
- Del Arco A, Mora F. Neurotransmitters and prefrontal cortex-limbic system unteractions: implications for plasticity and psychiatric disorders. *J Neural Transm* 2009;116(8):941-52.

Delion S, Chalon S, Guilloteau D ym. Alpha-Linolenic acid dietary deficiency alters age-related changes of dopaminergic and serotonergic neurotransmission in the rat frontal cortex. *J Neurochem* 1996;66:1582-1591.

Depressio. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Psykiatriyhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim 2014 (julkaistu 11.10.2013).

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/naytaartikkeli/tunnus/hoi50023>.

De Vriese SR, Christophe AB, Maes M. Lowered serum n-3 polyunsaturated fatty acid (PUFA) levels predict the occurrence of postpartum depression: further evidence that lowered n-PUFAs are related to major depression. *Life Sci* 2003;73:3181-3187.

Di Chiara G, Loddo P, Tanda G. Reciprocal changes in prefrontal and limbic dopamine responsiveness to aversive and rewarding stimuli after chronic mild stress: implications for the psychobiology of depression. *Biol Psychiatry* 1999;46:1624-1633.

Edwards R, Peet M, Shay J, Horrobin D. Omega-3 polyunsaturated fatty acid levels in the diet and in red blood cell membranes of depressed patients. *J Affect Disorders* 1998;48:149-155.

EFSA. European Food Safety Authority. Results of the monitoring of dioxin levels in food and feed. *EFSA Journal* 2010;8(3):1385.

<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/1385.pdf>.

Ekino S, Susa M, Ninomiya T, Imamura K, Kitamura T. Minamata disease revisited: An update on the acute and chronic manifestations of methyl mercury poisoning. *Journal of the neurological sciences* 2007;262(1-2):131-144.

Ellis F.R, Sanders T.A. Long chain polyunsaturated fatty acids in endogenous depression *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 1977;40:168-169.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Ammattikalastajarekisteri (päivitetty 28.10.2011).

<http://www.te-keskus.fi/Public/?nodeid=10690&area=7646>.

Elintarviketurvallisuusvirasto. Dioksiinin saanti. Dioksiinien ja dioksiinien kaltaisten PCB:iden saanti elintarvikkeista 2005. Taulukko 1.

[http://www.evira.fi/portal/fi/evira/asiakokonaisuudet/vierasaineet/tutkimukset\\_ja\\_projektit/dioksiinin\\_saanti/](http://www.evira.fi/portal/fi/evira/asiakokonaisuudet/vierasaineet/tutkimukset_ja_projektit/dioksiinin_saanti/).

Elintarviketurvallisuusvirasto. Kalan syöntisuositukset (päivitetty 10.12.2010).

[http://www.evira.fi/portal/fi/evira/asiakokonaisuudet/vierasaineet/tietoa\\_vierasaineista/kalan\\_syontisuositukset/](http://www.evira.fi/portal/fi/evira/asiakokonaisuudet/vierasaineet/tietoa_vierasaineista/kalan_syontisuositukset/).

Elintarviketurvallisuusvirasto. Elintarvikkeiden ja talousveden kemialliset vaarat. Eviran julkaisuja 2/2013.

<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa%20Bevirasta/julkaisut/?a=view&productId=361>.



Elintarviketurvallisuusvirasto. Tutkimukset ja projektit (päivitetty 13.5.2014).

<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/asiakokonaisuudet/vierasaineet/tutkimukset+ja+projektit/>.

Emken EA, Adlof RO, Gulley RM. Dietary linoleic acid influences desaturation and acylation of deuterium-labeled linoleic and linolenic acids in young adult males. *Biochim Biophys Acta* 1994;1213:277-288.

Endres S, Ghorbani R, Kelley VE, Georgilis K, Lonnemann G, van der Meer JW, Cannon JG, Rogers TS, Klempner MS, Weber PC ym. The effect of dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids on the synthesis of interleukin-1 and tumor necrosis factor by mononuclear cells. *N Engl J Med* 1989;2;320(5):265-71.

Engleson G, Herner T. Alkyl mercury poisoning. *Acta Paediatr.* 1952;41:289-294.

Fehily AMA, Bowey OAM, Ellis FR, Meade BW, Dickerson JWT. Plasma and erythrocyte membrane long chain polyunsaturated fatty acids in endogenous depression. *Neurochem. Int* 1981;3:37-42.

Fernstrom JD. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids in neuronal function. *Lipids* 1999;34:161-169.

Fineli<sup>®</sup>. Elintarvikkeiden koostumustietopankki. Helsinki: Terveystietokeskus ja hyvinvoinnin laitos, ravitsemusyksikkö (päivitetty 9.12.2013). <http://www.fineli.fi/>.

Franke E, Lundgren KD. Gewerbehygienische Kontrolle bei Herstellung von Alkylquecksilberverbindungen. *Archiv für Gewerbepathologie und Gewerbehygiene.* 1956;15:186-202.

Freeman MP, Hibbeln JR, Wisner KL, Brumbach BH, Watchman M, Gelenberg AJ. Randomized dose-rating pilot trial of omega-3 fatty acids for postpartum depression. *Acta Psychiatr Scand* 2006;113:31-35.

Gallagher P, Reid KS, Ferrier N. Neurophysiological functioning in health and mood disorder: modulation by glucocorticoids and their receptors. *Psychoneuroendocrinology* 2009;34(1):196-207.

Gerster H. Can adults adequately convert alpha-linolenic acid (18: 3n-3) to eicosapentaenoic acid (20: 5n-3) and docosahexaenoic acid (22: 6n-3). *Int J Vitam Nutr Res* 1998; 68:159-173.

Glatz JF, Soffers AE, Katan MB. Fatty acid composition of serum cholesteryl esters and erythrocyte membranes as indicators of linoleic acid in man. *Am. J. Clin. Nutr* 1989;49:269-276.

Goldberg D. *The Detection of Psychiatric Illness by Questionnaire*. Oxford: Oxford University Press, 1972.

- Goyens PL, Spilker ME, Zock PL, Katan MB, Mensink RP. Compartmental modeling to quantify alpha-linolenic acid conversion after longer term intake of multiple tracer boluses. *J Lipid Res* 2005;46:1474-1483.
- Goyens PL, Spilker ME, Zock PL, Katan MB, Mensink RP. Conversion of alpha-linolenic acid in humans is influenced by the absolute amounts of alpha-linolenic acid and linoleic acid in the diet and not by their ratio. *Am J Clin Nutr* 2006;84:44-53.
- Grandjean P, Landrigan PJ. Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *Lancet*. 2006;368:2167-2178.
- Grandjean P, Herz, K. Brain development and methylmercury: underestimation of neurotoxicity. *Mt Sinai J Med* 2011;78(1):107-118.
- Hakkarainen R, Partonen T, Haukka J, Virtamo J, Albanes D, Lonnqvist J. Is low dietary intake of omega-3 fatty acids associated with depression? *Am J Psychiatry* 2004;162:567-569.
- Hallikainen A, Parmanne R, Kiviranta H, Vartiainen Terttu. Voiko silakkaa edelleen syödä? Dioksiinin saanti elintarvikkeista arvioitu uudelleen. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2006;122(7):801-4.  
[http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/haku;jsessionid=147821ACC48FAF4D681C7A51C2D3B60E?p\\_p\\_id=Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet\\_p\\_frompage=uusinnumero&Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet\\_viewType=viewArticle&Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet\\_tunnus=duo95639](http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/haku;jsessionid=147821ACC48FAF4D681C7A51C2D3B60E?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&p_p_lifecycle=0&Article_WAR_DL6_Articleportlet_p_frompage=uusinnumero&Article_WAR_DL6_Articleportlet_viewType=viewArticle&Article_WAR_DL6_Articleportlet_tunnus=duo95639).
- Hallikainen A, Kiviranta H, Airaksinen R, Rantakokko P, Koponen J, Vuorinen P, Jääskeläinen T, Mannio J. Itämeren kalan ja muun kotimaisen kalan ympäristömyrkyt: PDCC/F-, PCB-, PBDE-, PFC- ja OT-yhdisteet. *EU-kalat II. Eviran tutkimuksia 2/2011*.  
<http://www.evira.fi/portal/fi/evira/julkaisut/?a=view&productId=247>.
- Harada M. Minamata disease: methylmercury poisoning in Japan caused by environmental pollution. *Crit Rev Toxicol*. 1995;25:1-24.
- Heidbreder CA, Weiss IC, Domeney AM ym. Behavioral, neurochemical and endocrinological characterization of the early social isolation syndrome. *Neuroscience* 2000;100:749-768.
- Heim C, Newport J, Mietzko T, Miller A, Nemeroff C. The link between childhood trauma and depression: Insight from HPA axis studies in humans. *Psychoneuroendocrinology* 2008; 33:693-710.
- Helldán A, Raulio S, Kosola M, Tapanainen H, Ovaskainen M-L, Virtanen S. *Finravinto 2012 -tutkimus. Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen raportti 16/2013*. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy. [http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110839/URN\\_ISBN\\_978-952-245-951-0.pdf?sequence=1](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110839/URN_ISBN_978-952-245-951-0.pdf?sequence=1).

- Herbert J, Goodyer IM, Grossman AB, Hastings ER, Lightman SL, Lupien SJ, Roozendaal B, Seckl JR. Do corticosteroids damage the brain. *J Neuroendocrinology* 2006;18:393-411.
- Heron DS, Shinitzky M, Hershkowitz M, Samuel D. Lipid fluidity markedly modulates the binding of serotonin to mouse brain membranes. *Proc Natl Acad Sci USA* 1980;77:7463-7467.
- Hibbeln JR, Salem N Jr. Dietary polyunsaturated fatty acids and depression: when cholesterol does not satisfy. *American Journal of Clinical Nutrition* 1995;62:1-9.
- Hibbeln JR, Umhau JC, George DT, Salem N. Do plasma polyunsaturates predict hostility and violence?. *World Rev Nutr Diet* 1996; 82:175-186.
- Hibbeln JR. Fish consumption and major depression. *The Lancet* 1998;351:9110:1213.
- Hirvonen J, Karlsson H, Kajander J ym. Decreased brain serotonin 5-HT<sub>1A</sub> receptor availability in medication-naïve patients with major depressive disorder: an in-vivo imaging study using PET and [carbonyl-<sup>11</sup>C]WAY-100635. *Int J Neuropsychopharmacol* 2008;11:465-76.
- Hock C, Drasch G, Golombowski S, Muller-Spahn F, Willershausen-Zonnchen B, Schwarz P, Hock U, Growdon JH, Nitsch RM. Increased blood mercury levels in patients with Alzheimer's disease. *J Neural Transm* 1998;105:59-68.
- Hodge J, Sanders K, Sinclair AJ. Differential utilization of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in human plasma. *Lipids* 1993;28:525-531.
- Hämäläinen J, Isometsä E, Laukkala T ym. Use of health services for major depressive episode in Finland. *J Affect Disord* 2004;79:105-12.
- Hämäläinen J, Isometsä E, Sihvo S ym. Use of health services for major depressive and anxiety disorders in Finland. *Depress Anxiety* 2008;25:27-37.
- IARC. Polychlorinated dibenzo-para-dioxins and polychlorinated dibenzofurans. Vol. 69. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. 1997.
- Innis SM. The Role of Dietary n-6 and n-3 Fatty Acids in the Developing Brain. *Dev Neurosci* 2000;22:474-480.
- Innis SM. Dietary (n-3) Fatty Acids and Brain Development. *Journal of Nutrition* 2007; 137(4):855-859.
- Isometsä E. Masennushäiriöt. Kirjassa Lönnqvist J, Heikkinen M, Henriksson M, Marttunen M, Partonen T, toim. *Psykiatria*. Helsinki: Kustannus oy Duodecim 2001(5), s. 134-171.
- James MJ, Cleland LG. Dietary n-3 fatty acids and therapy for rheumatoid arthritis. *Semin Arthritis Rheum* 1997;27:85-97.

Jones GP. Fats. Kirjassa: Wahlqvist ML, toim. Food and nutrition: Australasia, Asia and the Pacific. Allen & Unwin: Crows Nest, NSW: 2002, s. 199-209.

Kailanto S. Anaboliset steroidit aiheuttavat pitkäaikaisia muutoksia aivoissa. Terveyden ja hyvinvoinninlaitos (päivitetty 20.2.2012). [http://www.thl.fi/fi\\_FI/web/neuvoa-antavat-fi/anaboliset-steroidit-aiheuttavat-pitkaaikaisia-muutoksia-aivoissa](http://www.thl.fi/fi_FI/web/neuvoa-antavat-fi/anaboliset-steroidit-aiheuttavat-pitkaaikaisia-muutoksia-aivoissa).

Kalastuslaki 16.4.1982/286. Finlex. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1982/19820286> (luettu 17.11.2013).

Kansaneläkelaitos. Kelan pääjohtaja Jorma Huuhtanen SuomiAreenalla Porissa:

Nuorten aikuisten masennus huolestuttaa (päivitetty 21.7.2010).

<http://www.kela.fi/in/internet/suomi.nsf/NET/210710095008ML?opendocument&navtdid=221208122816AK&cat=Tutkimus>.

Karlsson H. Masennus systeemisairautena. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2012;128(6):622-6.

[http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p\\_p\\_id=Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet&p\\_p\\_action=1&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&viewType=viewArticle&tunnus=duo10165](http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&p_p_action=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&viewType=viewArticle&tunnus=duo10165).

Kasper S, Wehr TA, Bartko JJ, Gaist PA, Rosenthal NE. Epidemiological findings of seasonal changes in mood and behavior. A telephone survey of Montgomery County, Maryland. Arch Gen Psychiatry 1989;46:823-833.

Kessler RC, Andrews G, Mroczek D, Ustun TB, Wittchen HU. The World Health Organization Composite International Diagnostic Interview Short-Form (CIDI-SF). Int J Methods Psychiatr Res 1998;7:171-185.

Krishnan V, Nestler EJ. The molecular neurobiology of depression. Nature 2008;455:894-902.

Koskenvuo 2000. Aiheuttaako stressi somaattisia sairauksia? Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2000;116(20):2288-2295.

[http://duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p\\_p\\_id=Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet&viewType=viewArticle&tunnus=duo91832&\\_dlehtihaku\\_view\\_article\\_WAR\\_dlehtihaku\\_p\\_auth=](http://duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&viewType=viewArticle&tunnus=duo91832&_dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_p_auth=).

Lehtinen V, Joukamaa M, Lahtela K, Raitasalo R, Jyrkinen E, Maatela J, Aromaa A.

Prevalence of mental disorders among adults in Finland: basic results from the Mini Finland Health Survey. Acta Psychiatrica Scandinavica 1990;81(5):418-425.

Leonard BE. The concept of depression as a dysfunction of the immune system. Curr Immunol Rev 2010;6:205-12.

Lin P-Y, Huang S-Y, Su K-P. A Meta-Analytic Review of Polyunsaturated Fatty Acids Compositions in Patients with Depression. Biological Psychiatry 2010;68(2):140-147.

- Lindholm ja Gockel 2000. Stressin elinvaikutuksien mittaaminen. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2000;116(20):2259-2265.  
[http://duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p\\_p\\_id=Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet&viewType=viewArticle&tunnus=duo91828&dlehtihaku\\_view\\_article\\_WAR\\_dlehtihaku\\_p\\_auth=.](http://duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&viewType=viewArticle&tunnus=duo91828&dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_p_auth=)
- Lin P-Y, Su K-P. A Meta-analytic Review of Double-Blind, Placebo-controlled Trials of Antidepressant Efficacy of Omega-3 Fatty Acids. *J Clin Psychiatry* 2007;68:7:1056-1061.
- Logan AC. Neurobehavioral Aspects of Omega-3 Fatty Acids: Possible Mechanisms and Therapeutic Value in Major Depression. *Alternative Medicine Review* 2003;8:4:410-425.
- Lung SC, Guo YL, Chang HY. Serum concentrations and profiles of polychlorinated biphenyls in Taiwan Yu-cheng victims twenty years after the incident. *Environ Pollut*. 2005;136(1):71-9.
- Maes M, Smith R, Christophe A, Cosyns P, Desnyder R, Meltzer H. Fatty acid composition in major depression: decreased omega 3 fractions in cholesteryl esters and increased C20: 4 omega 6/C205 omega 3 ratio in cholesteryl esters and phospholipids. *J. Affect Disorders* 1996;38:35-46.
- Maes M, Smith RS. Fatty acids, cytokines and major depression. *Biol Psychiatry* 1998; 43:313-314.
- Maes M, Christophe A, Delanghe J, Altamura C, Neels H, Meltzer HY. Lowered omega-3 polyunsaturated fatty acids in serum phospholipids and cholesteryl esters of depressed patients. *Psychiatr. Res* 1999;85:275-291.
- Mamalakis G, Tornaritis M, Kafatos A. Depression and adipose essential polyunsaturated fatty acids. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2002;67:311-318.
- Mamalakis G, Kiriakakis M, Tsibinos G, Kafatos A. Depression and adipose polyunsaturated fatty acids in an adolescent group. *Prostaglandins, Leukotrienes and essential fatty acids* 2004;71(5):289-294.
- Manji HK, Quiroz JA, Sporn J ym. Enhancing neuronal plasticity and cellular resilience to develop novel, improved therapeutics for difficult-to-treat depression. *Biol Psychiatry* 2003;53:707-42.
- Mann JJ, Malone KM. Cerebrospinal fluid amines and higher-lethality suicide attempts in depressed inpatients. *Biol Psychiatry* 1997;41:162-171.
- Marangell LB, Martinez JM, Zboyan HA ym. A double-blind, placebo-controlled study of the omega3- fatty acid docosahexaenoic acid in the treatment of major depression. *Am J Psychiatry* 2003;160:996-998.

Martin-Moreno JM, Boyle P, Gorgojo L, Maisonneuve P, Fernandez-Rodriguez JC, Salvini S, Willett WC 1993. Development and validation of a food frequency questionnaire in Spain. *Int J Epidemiol* 22(3):512-519.

Martinez JM, DeVito MJ, Birnbaum LS ym. Toxicology of dioxins and dioxinlike compounds. Kirjassa: Schechter A, Gasiewicz TA, toim. Dioxins and health. Wiley: Hoboken NJ 2003, s. 137-57.

Marttunen M, Karlsson L. Masennusoireilu ja masennustilat. Kirjassa: Marttunen M, Huurre T, Strandholm T, Viialainen R, toim. Nuorten mielenterveyshäiriöt. Opas nuorten parissa työskenteleville aikuisille. Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. Opas 25. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy 2013a, s. 42.

[http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110484/THL\\_OPA025\\_2013.pdf?sequence=1](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110484/THL_OPA025_2013.pdf?sequence=1).

Marttunen M, Karlsson L. Nuoruus ja mielenterveys. Kirjassa: Marttunen M, Huurre T, Strandholm T, Viialainen R, toim. Nuorten mielenterveyshäiriöt. Opas nuorten parissa työskenteleville aikuisille. Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. Opas 25. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy 2013b, s. 11-15.

[http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110484/THL\\_OPA025\\_2013.pdf?sequence=1](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110484/THL_OPA025_2013.pdf?sequence=1).

Masuda Y. Toxic effects of PCB/PCDF to human observed in Yusho and other poisonings. *Fukuoka Igaku Zasshi* 2009;100(5):141-55.

Mayberg H, Keightley M, Mahurin R, Brannan S. Neuropsychiatric Aspects of Mood and Affective Disorders. Kirjassa: Yudofsky S, Hales R, toim. Neuropsychiatry and clinical neurosciences. American Psychiatric Publishing 2002(31), s.1021-1048.

Miller GE, Stetler CA, Carney RM, Freedland KE, Banks WA. Clinical depression and inflammatory risk markers for coronary heart disease. *Am J Cardiol* 2002;90:1279-1283.

Mocarelli P, Needham LL, Marocchi A ym. Serum concentrations of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin and test results from selected residents of Seveso, Italy. *J Toxicol Environ Health* 1991;32:357-66.

Munne P, Seppälä T. Dioksiinit ja furaanit, PCDD/F-yhdisteet. Suomen ympäristökeskus. Haitallisten aineiden yksikkö. (päivitetty 1.10.2013).

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B023F2743-DD13-4DAC-8C34-23E22542BE64%7D/94311>.

Musiek E, Brooks J, Joo M, Brunoldi E, Porta A, Zanoni G ym. Electrophilic cyclopentenone neuroprostanes are anti-inflammatory mediators formed from the peroxidation of the omega-3- polyunsaturated fatty acids docosahexaenoic acid. *The Journal of Biological Chemistry* 2008;283:19927-19935.

- Mutanen M, Voutilainen E. Energiaravintoaineet, ravintokuitu ja alkoholi. Kirjassa: Aro A, Mutanen M, Uusitupa M, toim. Ravitsemustiede. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy 2012, s. 50-63.
- Needham LL, Gerthoux PM, Patterson DG Jr ym. Serum dioxin levels in Seveso, Italy, population in 1976. *Teratog Carcinog Mutagen* 1997–1998;17:225-40.
- Nemets H, Nemets B, Apter A, Bracha Z, Belmaker RH. Omega-3 treatment of childhood depression: A controlled, Double-Blind Pilot Study. *Am J Psychiatry* 2006;163:6:1098-1100.
- Nestler EJ, Barrot M, DiLeone RJ ym. Neurobiology of depression. *Neuron* 2002;34:13-25.
- Neuringer M, Connor WE. N-3Fatty Acids in the Brain and Retina: Evidence for Their Essentiality. *Nutr Rev* 1986;44:285-294.
- Okuda Y, Kawashima K, Sawada T, Tsurumaru K, Asano M, Suzuki S, Soma M, Nakajima T, Yamashita K. Eicosapentaenoic acid enhances nitric oxide production by cultured human endothelial cells. *Biochem Biophys Res Commun.* 1997;17;232(2):487-91.
- Otto SJ, de Groot RH, Hornstra G. Increased risk of postpartum depressive symptoms is associated with slower normalization after pregnancy of the functional docosahexaenoic acid status. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2003;69:237–243.
- Panula P. Stressi ja aivot. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 1993;109(21):1995.  
[http://duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p\\_p\\_id=Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet&viewType=viewArticle&tunnus=duo30354&\\_dlehtihaku\\_view\\_article\\_WAR\\_dlehtihaku](http://duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&viewType=viewArticle&tunnus=duo30354&_dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku).
- Partonen T. Kaamosmasennus. Kirjassa: Heiskanen T, Huttunen MO, Tuulari J, toim. Masennus. Kustannus Oy Duodecim 2011, s. 381-388.
- Paturi M, Tapanainen H, Reinivuo H, Pietinen P, toim. Finravinto 2007 -tutkimus. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B23/2008. Helsinki: Yliopistopaino.  
<http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/78088/2008b23.pdf>.
- Peet M, Murphy B, Shay J, Horrobin D. Depletion of omega-3 fatty acid levels in red blood cell membranes of depressive patients. *Biol Psychiatry* 1998;43:315-319.
- Peet M, Horrobin DF. A dose-ranging study of the effects of ethyl-eicosapentaenoate in patients with ongoing depression despite apparently adequate treatment with standard drugs. *Arch Gen Psychiatry* 2002;59:913-919.
- Pensola T ja Gould Raija. Ammatit ja masennusperusteiset työkyvyttömyyseläkkeet. Eläketurvakeskuksen keskustelualoitteita 2009:7. Helsinki 2009.  
[http://www.stm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=39502&name=DLFE-10010.pdf](http://www.stm.fi/c/document_library/get_file?folderId=39502&name=DLFE-10010.pdf).
- Pesatori AC. Dioxin contamination in Seveso: the social tragedy and the scientific challenge. *Med Lav* 1995;86:111-24.
- Pietikäinen, A. Joustava mieli. Vapaudu stressin, uupumuksen ja masennuksen

yliotteesta. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2009, s. 63.

Pirkola SP, Isometsä E, Suvisaari J ym. DSM-IV mood-, anxiety- and alcohol use disorders and their comorbidity in the Finnish general population--results from the Health 2000 Study. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 2005;40:1-10.

Pirkola S ja Sohlman B. Mielenterveysatlas. Stakes (Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskus) Helsinki 2005.

<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/75445/MielenterveysAtlas2005.pdf?sequence=1>.

Puustinen P. The Association of Psychological Distress with Cardiovascular risk, the Metabolic Syndrome and Mortality. University of Eastern Finland 2011;60:7.

[http://epublications.uef.fi/pub/um/urn\\_isbn\\_978-952-61-0445-4.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/um/urn_isbn_978-952-61-0445-4.pdf).

Rantakallio P. The longitudinal study of the Northern Finland birth cohort of 1966. *Paediatr. Perinat. Epidemiol.* 1988;2(1):59-88.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Vapaa-ajankalastus 2010. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos tilastoja 7/2011a. <http://www.rktl.fi/julkaisut/j/573.html>.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Ammattikalastus merellä 2010. Helsinki: Riista- ja kalatalous - Tilastoja 3/2011b. <http://www.rktl.fi/julkaisut/j/546.html>.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalan kulutus (muokattu 26.1.2012a).

[http://www.rktl.fi/tilastot/aihealueet/kalan\\_kulutus/](http://www.rktl.fi/tilastot/aihealueet/kalan_kulutus/).

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Laatuseloste (muokattu 11.1.2012b).

[http://www.rktl.fi/tilastot/aihealueet/vapaa\\_ajankalastus/laatuseloste.html](http://www.rktl.fi/tilastot/aihealueet/vapaa_ajankalastus/laatuseloste.html).

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Vapaa-ajankalastus (muokattu 1.2.2012c).

[http://www.rktl.fi/tilastot/aihealueet/vapaa\\_ajankalastus/](http://www.rktl.fi/tilastot/aihealueet/vapaa_ajankalastus/).

Rosenthal NE, Sack DA, Gillin JC, Lewy AJ, Goodwin FK, Davenport Y ym. Seasonal affective disorder. A description of the syndrome and preliminary findings with light therapy. *Arch Gen Psychiatry* 1984;41:72-80.

Räsänen Riina. Kalastajien ruoankäyttö ja ravinnonsaanti. Pro gradu -tutkielma. Itä-Suomen yliopisto 2008.

Salmimies, R. Onnistu itsesi johtamisessa. Helsinki: WSOY pro 2008, s. 109.

Sanchez-Villegas A, Henriquez P, Figueiras A, Ortuno F, Lahortiga F, Martinez-Gonzalez M. Long chain omega-3 fatty acids intake, fish consumption and mental disorders in the SUN cohort study. *European Journal of Nutrition* 2007.

Sapolsky RM. The possibility of neurotoxicity in the hippocampus in major depression: a primer on neuron death. *Biol Psychiatry* 2000;48:755-765.



- Schmidt D, Jiang Q, MacKinnon R. Phospholipids and the origin of cationic gating charges in voltage sensors. *Nature* 2006;444:775-779.
- Schmitz G, Ecker J. The opposing effects of n-3 and n-6 fatty acids. *Prog Lipid Res* 2008;47:147-155.
- Selye H. Stress and the General Adaptation Syndrome. *Br Med J* 1950;1(4667):1383-1392.
- Serhan CN, Hong S, Gronert K, Colgan SP, Devchand PR, Mirick G, Moussignac RL. Resolvins: A family of bioactive products of omega-3 fatty acid transformation circuits initiated by aspirin treatment that counter proinflammation signals. *J Exp Med*. 2002;21:196(8):1025-37.
- Shin S-R, Han A-L. Improved Chronic Fatigue Symptoms after Removal of Mercury in Patient with Increased Mercury Concentration in Hair Toxic Mineral Assay: A Case. *Korean J Fam Med* 2012;33(5):320-325.
- Simopoulos AP, Kifer RR, Martin RE, Barlow SM. Health effects of omega 3 Polyunsaturated Fatty Acids in SEAFOODS. *World Review of Nutrition and Dietetics* 1991;66.
- Sorrells SF, Sapolsky RM. An inflammatory review of glucocorticoid actions in the CNS. *Brain Behav Immun* 2007;21:259-72.
- Spector AA, Yorek MA. Membrane Lipid Composition and Cellular Function. *J Lipid Res*. 1985;26:1015-1035.
- STAKES. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimus- ja kehittämiskeskus. Psykiatrian luokituskäsikirja. Tautiluokitus ICD-10:n psykiatriaan liittyvät diagnoosit. STAKES Ohjeita ja luokituksia 1997:4.
- Stefanis C, Stefanis N. Diagnosis of Depressive Disorders: A review. Kirjassa Maj M, Sartorius N toim. Depressive disorders, volume 1. British Library cataloguing in Publication Data 1999;1:9-11.
- Stipanuk M. Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition. United States of America: W.B. Saunders Company; 2000:371-379.
- Suarez EC, Krishnan RR, Lewis JG. The relation of severity of depressive symptoms to monocyte-associated proinflammatory cytokines and chemokines in apparently healthy men. *Psychosom Med* 2003;65:362-368.
- Suomen ympäristökeskus. EU kalat II – Itämeren tärkeimmät ympäristömyrkyt kalassa (päivitetty 27.5.2011). [http://www.syke.fi/fi-FI/SYKE\\_Info/Viestintaaineistot/Tiedotteet/EU\\_kalat\\_II\\_Itameren\\_tarkeimmat\\_ymparis%2074%29](http://www.syke.fi/fi-FI/SYKE_Info/Viestintaaineistot/Tiedotteet/EU_kalat_II_Itameren_tarkeimmat_ymparis%2074%29).

- Suominen-Taipale AL, Partonen T, Turunen AW, Männistö S, Jula A, Verkasalo PK. Fish consumption and omega-3- polyunsaturated fatty acids in relation to depressive episodes: a cross-sectional analysis. *PLoS One* 2010a;5(5):e10530.
- Suominen-Taipale AL, Turunen AW, Partonen T, Kaprio J, Männistö S, Montonen J, Jula A, Tiittanen P, Verkasalo PK. Fish consumption and polyunsaturated fatty acids in relation to psychological distress. *Int J Epidemiol* 2010b;39:2:494-503.
- Suvisaari J, Ahola K, Kiviruusu O, Korkeila J, Lindfors O, Mattila A, Markkula N, Marttunen M, Partonen T, Pena S, Pirkola S, Saarni S, Saarni S, Viertiö S. Psykkiset oireet ja mielenterveyden häiriöt. Kirjassa: Koskinen S, Lunqvist A, Ristiluoma N, toim. Terveys, toimintakyky ja hyvinvointi Suomessa 2011. Terveys ja hyvinvoinnin laitos. Raportti 68/2012. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy.  
[http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/90832/Rap068\\_2012\\_netti.pdf?sequence=1](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/90832/Rap068_2012_netti.pdf?sequence=1).
- Tanskanen A, Hibbeln J, Tuomilehto J, Uutela A, Haukkala A, Viinamäki H, Lehtonen J, Vartiainen E. Fish Consumption and Depressive Symptoms in the General Population in Finland. *Psychiatric services* 2001;52:4:529-531.
- Taylor T, Clark L, Cannon DM, Erickson K, Drevets WC, Sahakian BJ. Distinct profiles of neurocognitive function in unmedicated unipolar depression and bipolar II depression. *Biol Psychiatry* 2007;15;62(8):917-24.
- Terveys ja hyvinvoinninlaitos 2011. Toimia -toimintakyvyn mittaamisen ja arvioinnin kansallinen asiantuntijaverkosto. GHQ-12, 12-item General Health Questionnaire. Julkistettu 9.2.2011. <http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/mittariversio/102/>.
- Terveys ja hyvinvoinninlaitos. Suurkulutus ja kohtuukäyttö (päivitetty 3.12.2008).  
[http://www.ktl.fi/portal/suomi/tietoa\\_terveydesta/elintavat/alkoholi/suurkulutus\\_ja\\_kohtuukaytto/](http://www.ktl.fi/portal/suomi/tietoa_terveydesta/elintavat/alkoholi/suurkulutus_ja_kohtuukaytto/).
- Terveys ja hyvinvoinnin laitos 2012. Metyylielohopea (päivitetty 20.12.2012).  
[http://www.thl.fi/fi\\_FI/web/fi/aiheet/tietopakettit/ymparistomyrkyt/tarkemmin/metyylielohopea](http://www.thl.fi/fi_FI/web/fi/aiheet/tietopakettit/ymparistomyrkyt/tarkemmin/metyylielohopea).
- Terveys ja hyvinvoinnin laitos 2013. Dioksiinit ja PCB-yhdisteet (päivitetty 6.6..2013).  
[http://www.thl.fi/fi\\_FI/web/fi/aiheet/tietopakettit/ymparistomyrkyt/tarkemmin/dioksiinit\\_pcbt](http://www.thl.fi/fi_FI/web/fi/aiheet/tietopakettit/ymparistomyrkyt/tarkemmin/dioksiinit_pcbt).
- Timonen M, Horrobin D, Jokelainen J, Laitinen J, Herva A, Räsänen P. Fish consumption and depression: the Northern Finland 1966 birth cohort study. *Journal of Affective Disorders* 2004;82:447-452.
- Thompson C, Cowan A. The seasonal Health Questionnaire: a preliminary validation of a new instrument to screen for seasonal affective disorder. *J Affect Disord* 2001;64:89-98.

- Tuomisto J, Vartiainen T, Tuomisto J. Dioksiinit ja PCB-yhdisteet: synopsis. Terveyden ja hyvinvoinninlaitos, ympäristöterveyden osasto. Raportti 23/2011 Kuopio (päivitetty 25.3.2011). <http://www.thl.fi/thl-client/pdfs/ab0100ce-2e1f-4cac-9ac3-84eaf5b05b63>.
- Turunen AW, Verkasalo PK, Kiviranta H, Pukkala E, Jula A, Mannisto S, Rasanen R, Marniemi J, Vartiainen T. Mortality in a cohort with high fish consumption. *Int J Epidemiol* 2008;37(5):1008-17.
- Turunen AW, Männistö S, Suominen-Taipale L, Räsänen R, Reinivuo H, Jula A, Verkasalo PK. Kala ruokavaliossa: tuloksia Kalastaja- ja Terveys 2000 -tutkimuksista. Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen raportti 25/2009. Helsinki:Yliopistopaino Oy.
- Turunen AW, Männistö S, Kiviranta H, Marniemi J, Jula A, Tiittanen P, Suominen-Taipale L, Vartiainen T, Verkasalo PK. Dioxins, polychlorinated biphenyls, methyl mercury and omega-3 polyunsaturated fatty acids as biomarkers of fish consumption. *Eur J Clin Nutr* 2010;64(3):313-323.
- Turunen AW, Männistö S, Suominen AL, Tiittanen P, Verkasalo P. Fish consumption in relation to other foods in the diet. *British Journal Nutrition* 2011;106:1570-1580.
- Turunen A. Epidemiological studies on fish consumption and cardiovascular health. Results from the Fishermen study and the Health 2000 survey. Väitöskirja. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2012.
- Työsuojeluhallinto. Työsuojeluhallinnon toimintakertomus 2009. [www.tyosuojelu.fi/fi/forward/file/1371](http://www.tyosuojelu.fi/fi/forward/file/1371).
- U.S. Food and Drug Administration. Information for healthcare professionals: selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs). 2009;4:6. [www.fda.gov/downloads/Drugs/DrugSafety/PostmarketDrugSafetyInfoPostmarketDrugSafetyInformation/ucm124774.pdf](http://www.fda.gov/downloads/Drugs/DrugSafety/PostmarketDrugSafetyInfoPostmarketDrugSafetyInformation/ucm124774.pdf).
- Uusitupa, M. Ravitsemus ja diabetes. Kirjassa: Aro A, Mutanen M, Uusitupa M, toim. Ravitsemustiede. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy 2007, s. 411.
- Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Suomalaiset ravitsemussuosituksset - ravinto ja liikunta tasapainoon. Helsinki: Edita Publishing Oy 2005. <http://www.ravitsemusneuvottelukunta.fi/attachments/vrn/ravitsemussuositus2005.fin.pdf>.
- Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Terveyttä ruoasta – Suomalaiset ravitsemussuosituksset. Helsinki: Juvenes Oy 2014. [http://www.ravitsemusneuvottelukunta.fi/files/images/vrn/2014/ravitsemussuosituksset\\_2014\\_fi\\_web.pdf](http://www.ravitsemusneuvottelukunta.fi/files/images/vrn/2014/ravitsemussuosituksset_2014_fi_web.pdf).

Van de Rest O, Hooijdonk L, Doets E, Schiepers O, Eilander A, Groot L. B Vitamins and n-3 Fatty Acids for Brain Development and Function: Review of Human Studies. *Ann Nutr Metab* 2012;60:272-292.

Vermunt SH, Mensink RP, Simonis MM, Hornstra G. Effects of dietary alpha-linolenic acid on the conversion and oxidation of <sup>13</sup>C-alpha-linolenic acid. *Lipids* 2000;35:137-142.

Viinamäki H, Lehto SM, Palvimo J, Harvima I, Valkonen-Korhonen M, Koivumaa-Honkanen H, Hintikka J, Honkalampi K, Niskanen L. Glukokortikoidien yhteys masennuksen syntyyn ja oirekuvaan. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2012;128(10):1022-9.

[http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p\\_p\\_id=Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet&p\\_p\\_action=1&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&viewType=viewArticle&tunnus=duo10282](http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&p_p_action=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&viewType=viewArticle&tunnus=duo10282).

Videbech P, Ravnkilde B. Hippocampal volume and depression: a meta-analysis of MRI studies. *Am J Psychiatry* 2004;161:1957-66.

Weiss J, Pöpke O, Bignert A ym. Concentrations of dioxin and other organochlorines (PCBs, DDTs, HCHs) in human milk from Seveso, Milan and a Lombardian rural area in Italy: a study performed 25 years after the heavy dioxin exposure in Seveso. *Acta Paediatr* 2003;92:467-72.

Weissman MM, Bland RC, Canino GJ ym. Cross-national epidemiology of major depression and bipolar disorder. *JAMA* 1996; 276: 293-299.

Wilson DB. Embryonic development of the head and neck: part 5, the brain and cranium. *Head Neck Surg.* 1980;2:312-320.

Wojcik DP, Godfrey ME, Christie D, Haley BE. Mercury toxicity presenting as chronic fatigue, memory impairment and depression: diagnosis, treatment, susceptibility, and outcomes in a New Zealand general practice setting (1994-2006). *Neuro Endocrinol Lett* 2006;27:4.

Xiao YF, Sigg DC, Leaf A. The antiarrhythmic effect of n-3 polyunsaturated fatty acids: modulation of cardiac ion channels as a potential mechanism. *J Membr Biol* 2005;206:141-154.

Young G, Conquer J. Omega-3 fatty acids and neuropsychiatric disorders. *Reprod Nutr Dev* 2005;45:1-28.

Zangen A, Overstreet DH, Yadid G. Increased catecholamine levels in specific brain regions of a rat model of depression: normalization by chronic antidepressant treatment. *Brain Res* 1999;824:243-250.

## LIITTEET

Liitetaulukko 1. Kalan käyttö ja veren rasvahappo- ja ympäristömyrkkypitoisuudet (keskiarvo KA, luottamuväli LV) vakavasti masentuneilla ja ei-vakavasti masentuneilla (CIDI-SF) Kalastajatutkimuksessa

	Vakava masennus											
	Miehet				Naiset				Kaikki			
	Ei		Kyllä		Ei		Kyllä		Ei		Kyllä	
	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV
<b>Kalan ja äyriäisten käyttö</b>	(n=130)		(n=12)		(n=136)		(n=29)		(n=266)		(n=41)	
Kala ja kalatuotteet, g/vrk	82	70–93	50	28–71	57	52–62	65	44–86	69	63–75	60	45–76
Kala, kalatuotteet ja äyriäiset, g/vrk	83	72–95	51	30–72	59	54–64	67	46–88	71	65–77	62	47–78
<b>Rasvahapot ja triglyseridit</b>	(n=127)		(n=12)		(n=133)		(n=28)		(n=260)		(n=40)	
ALA <sup>a</sup> , % seerumin rasvahapoista	0,90	0,86–0,94	0,78	0,66–0,89	0,91	0,87–0,95	0,87	0,77–0,98	0,91	0,88–0,94	0,84	0,76–0,92
EPA <sup>b</sup> , % seerumin rasvahapoista	2,3	2,0–2,6	1,6	1,0–2,2	1,8	1,5–2,0	1,6	1,2–2,0	2,0	1,8–2,2	1,6	1,3–1,9
DHA <sup>c</sup> , % seerumin rasvahapoista	4,0	3,7–4,3	4,2	2,5–5,9	4,3	4,0–4,6	4,4	3,6–5,2	4,1	3,9–4,3	4,3	3,6–5,1
EPA+DHA+DPA <sup>d</sup> , % seerumin rasvahapoista	7,0	6,4–7,5	6,4	4,5–8,4	6,7	6,2–7,1	6,6	5,7–7,5	6,8	6,5–7,2	6,6	5,7–7,4
AA <sup>e</sup> , % seerumin rasvahapoista	6,0	5,8–6,2	6,1	4,8–7,3	5,9	5,7–6,1	6,0	5,4–6,6	6,0	5,8–6,1	6,0	5,5–6,5
EPA/AA	0,39	0,33–0,45	0,30	0,16–0,43	0,31	0,27–0,35	0,26	0,21–0,31	0,35	0,31–0,38	0,27	0,22–0,32
DHA/AA	0,70	0,63–0,76	0,80	0,39–1,2	0,76	0,69–0,83	0,83	0,60–1,1	0,73	0,68–0,78	0,82	0,63–1,0
LA <sup>f</sup> , % seerumin rasvahapoista	26	25–27	23	19–26	26	25–27	26	24–28	26	26–27	25	23–27
n-3 <sup>g</sup> /n-6 <sup>h</sup>	0,25	0,23–0,27	0,26	0,18–0,35	0,24	0,23–0,26	0,25	0,20–0,29	0,25	0,23–0,26	0,25	0,21–0,29
Triglyseridit, mmol/l	1,3	1,2–1,4	1,8	0,93–2,6	1,1	1,0–1,2	1,2	1,0–1,4	1,2	1,1–1,3	1,4	1,1–1,7
<b>Ympäristömyrkyt</b>	(n=127)		(n=12)		(n=133)		(n=28)		(n=260)		(n=40)	
Elohopea veressä, ng/ml	5,4	4,1–6,6	4,3	0,56–8,1	2,8	2,4–3,3	2,6	1,9–3,3	4,1	3,4–4,7	3,1	1,9–4,2
WHO <sub>dioksiini</sub> -TEQ <sup>i</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	(n=118)		(n=7)		(n=113)		(n=26)		(n=231)		(n=33)	
WHO <sub>PCB</sub> -TEQ <sup>i</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	80	69–91	43	22–65	46	38–54	32	22–43	63	56–70	35	26–44
	(n=112)		(n=26)		(n=230)		(n=33)					
	59	50–68	31	15–47	30	24–35	23	14–33	45	39–51	25	17–33

<sup>a</sup>alfalinoleenihappo; <sup>b</sup>eikosapentaeenihappo; <sup>c</sup>dokosaheksaeenihappo; <sup>d</sup>dokosapentaeenihappo; <sup>e</sup>arakidonihappo; <sup>f</sup>linolihappo; <sup>g</sup>n-3-rasvahapot; <sup>h</sup>n-6-rasvahapot; <sup>i</sup>toksisuusekvivalentti

Liitetaulukko 2. Kalan käyttö ja veren rasvahappo- ja ympäristömyrkkypitoisuudet (keskiarvo KA, luottamuväli LV) kaamosmasentuneilla ja ei-kaamosmasentuneilla (SPAQ) Kalastajatutkimuksessa

	Kaamosmasennus											
	Miehet				Naiset				Kaikki			
	Ei		Kyllä		Ei		Kyllä		Ei		Kyllä	
	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV
<b>Kalan ja äyriäisten käyttö</b>	(n=134)		(n=6)		(n=155)		(n=7)		(n=289)		(n=13)	
Kala ja kalatuotteet, g/vrk	79	68–90	86	12–161	59	53-65	56	43-70	68	62-75	70	40-100
Kala, kalatuotteet ja äyriäiset, g/vrk	81	70–92	88	14–163	62	56-68	58	42-74	70	64-77	72	42-102
<b>Rasvahapot ja triglyseridit</b>	(n=131)		(n=6)		(n=150)		(n=7)		(n=281)		(n=13)	
ALA <sup>a</sup> , % seerumin rasvahapoista	0,90	0,85–0,94	0,81	0,57–1,0	0,90	0,86-0,94	0,97	0,64-1,3	0,90	0,87-0,93	0,89	0,71-1,1
EPA <sup>b</sup> , % seerumin rasvahapoista	2,3	1,9–2,6	1,7	0,78–2,6	1,8	1,5-2,0	1,8	0,38-3,2	2,0	1,8-2,2	1,7	1,0-2,5
DHA <sup>c</sup> , % seerumin rasvahapoista	4,0	3,7–4,3	3,3	2,0–4,6	4,3	4,0-4,6	4,7	2,6-6,9	4,2	4,0-4,4	4,1	2,9-5,3
EPA+DHA+DPA <sup>d</sup> , % seerumin rasvahapoista	7,0	6,4–7,5	5,6	3,4–7,8	6,7	6,3-7,1	7,1	4,4-9,9	6,8	6,5-7,2	6,4	4,8-8,0
AA <sup>e</sup> , % seerumin rasvahapoista	6,0	5,7–6,2	6,0	5,1–7,0	6,0	5,8-6,2	5,8	4,4-7,2	6,0	5,8-6,1	5,9	5,2-6,6
EPA/AA	0,39	0,33–0,44	0,28	0,14–0,41	0,30	0,26-0,34	0,29	0,11-0,47	0,34	0,31-0,37	0,28	0,18-0,38
DHA/AA	0,72	0,65–0,79	0,55	0,35–0,74	0,77	0,70-0,84	0,94	0,26-1,6	0,75	0,70-0,80	0,76	0,41-1,1
LA <sup>f</sup> , % seerumin rasvahapoista	26	25–26	27	23–32	26	25-27	26	22-30	26	25-26	27	24-29
n-3 <sup>g</sup> /n-6 <sup>h</sup>	0,26	0,23–0,28	0,20	0,11–0,28	0,24	0,23-0,26	0,26	0,16-0,37	0,25	0,24-0,26	0,23	0,17-0,29
Triglyseridit, mmol/l	1,4	1,2–1,5	1,2	0,63–1,7	1,1	1,0-1,2	1,3	0,73-1,9	1,2	1,2-1,3	1,2	0,90-1,6
<b>Ympäristömyrkyt</b>	(n=134)		(n=6)		(n=155)		(n=7)		(n=289)		(n=13)	
Elohopea veressä, ng/ml	5,2	3,9-6,4	6,4	-	2,8	2,3-3,2	2,9	0,68-5,1	3,9	3,2-4,5	4,5	1,6-7,4
WHO <sup>dioksiini</sup> -TEQ <sup>i</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	(n=118)		(n=5)		(n=129)		(n=6)		(n=247)		(n=11)	
	77	66–88	104	28–181	45	38-52	25	6,3-44	60	53-67	61	22-100
WHO <sub>PCB</sub> -TEQ <sup>i</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	(n=128)		(n=6)		(n=246)		(n=11)		(n=246)		(n=11)	
	57	48–66	78	-	30	24-35	15	1,5-29	43	37-48	44	7,1-80

<sup>a</sup>alfalinoleenihappo; <sup>b</sup>eikosapentaeenihappo; <sup>c</sup>dokosaheksaeenihappo; <sup>d</sup>dokosapentaeenihappo; <sup>e</sup>arakidonihappo; <sup>f</sup>linolihappo; <sup>g</sup>n-3-rasvahapot; <sup>h</sup>n-6-rasvahapot; <sup>i</sup>toksisuusekvivalentti

Liitetaulukko 3. Kalan käyttö ja veren rasvahappo- ja ympäristömyrkkypitoisuudet (keskiarvo KA, luottamuväli LV) kaamosmasentuneilla ja ei-kaamosmasentuneilla (SHQ) Kalastajatutkimuksessa

	Kaamosmasennus											
	Miehet				Naiset				Kaikki			
	Ei		Kyllä		Ei		Kyllä		Ei		Kyllä	
	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV
<b>Kalan ja äyriäisten käyttö</b>	(n=138)		(n=3)		(n=161)		(n=6)		(n=299)		(n=9)	
Kala ja kalatuotteet, g/vrk	78	67–88	145	-	58	53–64	83	44–122	67	61–73	104	38–170
Kala, kalatuotteet ja äyriäiset, g/vrk	79	69–90	147	-	60	55–66	84	45–123	69	63–75	105	40–171
<b>Rasvahapot ja triglyseridit</b>	(n=135)		(n=3)		(n=156)		(n=6)		(n=291)		(n=9)	
ALA <sup>a</sup> , % seerumin rasvahapoista	0,90	0,85–0,94	0,68	0,49–0,86	0,90	0,86–0,94	0,89	0,71–1,1	0,90	0,87–0,93	0,82	0,68–0,96
EPA <sup>b</sup> , % seerumin rasvahapoista	2,2	1,9–2,6	1,4	1,3–1,4	1,7	1,5–1,9	2,1	1,1–3,2	2,0	1,8–2,2	1,9	1,2–2,6
DHA <sup>c</sup> , % seerumin rasvahapoista	4,0	3,7–4,3	3,5	2,4–4,5	4,3	4,0–4,6	5,1	2,9–7,3	4,2	3,9–4,4	4,5	3,1–6,0
EPA+DHA+DPA <sup>d</sup> , % seerumin rasvahapoista	7,0	6,4–7,5	5,5	4,4–6,5	6,6	6,2–7,0	7,8	6,1–9,6	6,8	6,4–7,1	7,1	5,7–8,4
AA <sup>e</sup> , % seerumin rasvahapoista	6,0	5,8–6,2	6,1	3,2–8,9	6,0	5,8–6,2	5,5	4,2–6,9	6,0	5,8–6,1	5,7	4,8–6,6
EPA/AA	0,38	0,33–0,44	0,23	0,11–0,35	0,30	0,26–0,33	0,37	0,22–0,52	0,34	0,30–0,37	0,32	0,22–0,43
DHA/AA	0,71	0,64–0,78	0,59	0,13–1,1	0,76	0,70–0,83	1,0	0,25–1,8	0,74	0,69–0,79	0,88	0,40–1,37
LA <sup>f</sup> , % seerumin rasvahapoista	26	25–27	23	4,7–41	26	25–27	25	22–28	26	25–26	24	21–28
n-3 <sup>g</sup> /n-6 <sup>h</sup>	0,25	0,23–0,28	0,22	0,10–0,33	0,24	0,23–0,26	0,29	0,20–0,38	0,25	0,23–0,26	0,27	0,20–0,33
Triglyseridit, mmol/l	1,4	1,2–1,5	1,6	0,20–2,9	1,1	1,1–1,2	1,2	1,0–1,4	1,2	1,2–1,3	1,3	1,0–1,6
<b>Ympäristömyrkyt</b>	(n=138)		(n=3)		(n=161)		(n=6)		(n=299)		(n=9)	
Elohopea veressä, ng/ml	5,3	4,1–6,5	4,7	1,9–7,4	2,8	2,4–3,2	3,2	0,75–5,6	3,9	3,3–4,6	3,7	2,1–5,2
WHO <sub>dioksiini</sub> -TEQ <sup>i</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	(n=122)		(n=2)		(n=135)		(n=5)		(n=257)		(n=7)	
WHO <sub>PCB</sub> -TEQ <sup>i</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	78	67–88	77	-	43	37–50	53	27–79	60	53–66	60	40–80
	(n=134)		(n=5)		(n=256)		(n=7)		(n=256)		(n=7)	
WHO <sub>PCB</sub> -TEQ <sup>i</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	57	48–66	74	-	28	23–33	38	12–65	42	37–47	48	25–72

<sup>a</sup>alfalinoleenihappo; <sup>b</sup>eikosapentaenihappo; <sup>c</sup>dokosaheksaenihappo; <sup>d</sup>dokosapentaenihappo; <sup>e</sup>arakidonihappo; <sup>f</sup>linolihappo; <sup>g</sup>n-3-rasvahapot; <sup>h</sup>n-6-rasvahapot; <sup>i</sup>toksisuusekvivalentti

Liitetaulukko 4. Kalan käyttö ja veren rasvahappo- ja ympäristömyrkkypitoisuudet (keskiarvo KA, luottamuväli LV) psyykkisesti kuormittuneilla ja ei-psykkisesti kuormittuneilla (GHQ12) Kalastajatutkimuksessa

	Psyykinen kuormittuneisuus											
	Miehet				Naiset				Kaikki			
	Ei		Kyllä		Ei		Kyllä		Ei		Kyllä	
	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV	KA	95 % LV
<b>Kalan ja äyriäisten käyttö</b>	(n=102)		(n=40)		(n=104)		(n=61)		(n=206)		(n=101)	
Kala ja kalatuotteet, g/vrk	76	65–87	86	61–111	59	52–66	59	51–68	67	61–74	70	59–81
Kala, kalatuotteet ja äyriäiset, g/vrk	77	66–89	89	64–114	61	54–69	62	53–70	69	62–76	72	61–84
<b>Rasvahapot ja triglyseridit</b>	(n=100)		(n=39)		(n=100)		(n=60)		(n=200)		(n=99)	
ALA <sup>a</sup> , % seerumin rasvahapoista	0,91	0,86–0,96	0,84	0,77–0,91	0,91	0,86–0,96	0,90	0,83–0,96	0,91	0,87–0,94	0,87	0,83–0,92
EPA <sup>b</sup> , % seerumin rasvahapoista	2,3	1,9–2,7	2,1	1,7–2,6	1,9	1,6–2,2	1,6	1,4–1,8	2,1	1,8–2,3	1,8	1,6–2,0
DHA <sup>c</sup> , % seerumin rasvahapoista	3,8	3,5–4,1	4,5	3,8–5,2	4,2	3,9–4,6	4,4	3,8–4,9	4,0	3,8–4,2	4,4	4,0–4,8
EPA+DHA+DPA <sup>d</sup> , % seerumin rasvahapoista	6,8	6,1–7,4	7,3	6,3–8,3	6,7	6,2–7,3	6,6	6,0–7,2	6,7	6,3–7,2	6,9	6,3–7,4
AA <sup>e</sup> , % seerumin rasvahapoista	5,9	5,7–6,2	6,2	5,8–6,6	6,0	5,8–6,2	6,0	5,6–6,3	6,0	5,8–6,1	6,1	5,8–6,3
EPA/AA	0,39	0,32–0,46	0,36	0,28–0,44	0,32	0,26–0,37	0,27	0,24–0,31	0,35	0,31–0,40	0,30	0,27–0,34
DHA/AA	0,68	0,61–0,76	0,77	0,63–0,91	0,74	0,67–0,82	0,80	0,67–0,93	0,71	0,66–0,77	0,79	0,69–0,88
LA <sup>f</sup> , % seerumin rasvahapoista	26	26–27	24	23–26	26	25–27	26	25–27	26	26–27	25	24–26
n-3 <sup>g</sup> /n-6 <sup>h</sup>	0,24	0,22–0,27	0,27	0,24–0,31	0,24	0,22–0,26	0,24	0,22–0,27	0,24	0,23–0,26	0,26	0,23–0,28
Triglyseridit, mmol/l	1,3	1,1–1,4	1,5	1,2–1,9	1,1	0,99–1,2	1,2	1,1–1,3	1,2	1,1–1,3	1,3	1,2–1,5
<b>Ympäristömyrkyt</b>	(n=102)		(n=40)		(n=104)		(n=61)		(n=206)		(n=101)	
Elohopea veressä, ng/ml	5,0	3,8–6,1	6,0	2,9–9,2	3,2	2,5–3,7	2,2	1,8–2,6	4,1	3,4–4,7	3,7	2,4–5,0
WHODioksiini-TEq <sup>i</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	(n=92)		(n=33)		(n=85)		(n=53)		(n=177)		(n=86)	
WHO <sub>PCB</sub> -TEq <sup>i</sup> seerumin rasvafraktiossa, pg/g	77	64–89	80	60–100	51	41–60	33	27–40	64	56–72	51	41–61
	(n=84)		(n=53)		(n=176)		(n=86)					
	58	47–68	57	40–73	34	26–41	22	17–26	46	39–53	35	28–43

<sup>a</sup>alfalinoleenihappo; <sup>b</sup>eikosapentaenihappo; <sup>c</sup>dokosaheksaenihappo; <sup>d</sup>dokosapentaenihappo; <sup>e</sup>arakidonihappo; <sup>f</sup>linolihappo; <sup>g</sup>n-3-rasvahapot; <sup>h</sup>n-6-rasvahapot; <sup>i</sup>toksisuusekvivalentti