

LASTEN JA NUORTEN RUOKAVALIO JA  
MATALA-ASTEINEN TULEHDUS

Voutilainen Elisa

Kandidaatin tutkielma

Ravitsemustiede

Lääketieteen laitos

Terveystieteiden tiedekunta

Itä-Suomen yliopisto

Maaliskuu 2018

Itä-Suomen yliopisto, Terveystieteiden tiedekunta  
Kansanterveystieteen ja kliinisen ravitsemustieteen yksikkö  
Ravitsemustiede  
Voutilainen Elisa K: Lasten ja nuorten ruokavalio ja matala-asteinen tulehdus  
Kandidaatin tutkielma, 28 sivua, 2 liitettä (4 sivua)  
Ohjaaja: FT, yliopisto-opettaja Taisa Venäläinen  
Maaliskuu 2018

---

Avainsanat: lapset, nuoret, matala-asteinen tulehdus, ruokavalio

## LASTEN JA NUORTEN RUOKAVALIO JA MATALA-ASTEINEN TULEHDUS

Matala-asteisen tulehduksen on todettu olevan monien kroonisten sairauksien taustalla, joista useat lukeutuvat suomalaisiin kansantauteihin. Näihin sairauksiin kuuluvat esimerkiksi sydän- ja verisuonisairaudet sekä syöpä, joille altistavien haitallisten elämäntapojen muokkautumisen on havaittu alkavan jo varhaislapsuudessa. Epäterveellinen ruokavalio on lihavuuden ohella merkittävimpiä matala-asteisen tulehduksen vaaratekijöitä, ja tiettyjen ruokavaliotekijöiden on havaittu olevan yhteydessä matala-asteisen tulehduksen merkkiaineisiin jo lapsilla. Ymmärtämällä tiettyjen ruoka- ja ravintoaineiden yhteyttä lasten matala-asteiseen tulehdukseen ja kiinnittämällä tarkempaa huomiota lasten ruokavalioon voidaan mahdollisesti pienentää lasten riskiä sairastua moniin kroonisiin kansansairauksiin myöhemmällä iällä. Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli selvittää eri ruoka-aineiden käytön ja ravintoaineiden saannin yhteyksiä lasten ja nuorten matala-asteiseen tulehdukseen. Lisäksi tavoitteena oli tarkastella suomalaisten lasten ja nuorten ruokavaliota matala-asteisen tulehduksen näkökulmasta.

Lasten ja nuorten ruokavalion ja matala-asteisen tulehduksen yhteyksiä selvittävä tutkimustieto on vielä varsin vähäistä, ja erityisesti kokeellista tutkimusta eri ruoka- ja ravintoaineiden vaikutuksista tulehdusarvoihin kaivattaisiin enemmän. Kokeellisten tutkimusten vähäisyyden vuoksi tähän kirjallisuuskatsaukseen on sisällytetty myös havainnoivat tutkimukset, joista suurin osa on poikkileikkaustutkimuksia. Ruoankäytön tutkimusmenetelmänä on useimmissa tutkimuksissa käytetty joko frekvenssikyselyä, 24h-ruoankäyttöhaastattelua tai ruokapäiväkirjaa. Yleisimpiä systeemisestä verenkierrosta mitattuja matala-asteisen tulehduksen merkkiaineita ovat olleet esimerkiksi c-reaktiivinen proteiini, interleukiini-6 sekä tuumorinekroositekijä alfa.

Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella lasten ja nuorten matalampiin tulehduksen merkkiainepitoisuuksiin yhteydessä näyttäisivät olevan hedelmien ja vihannesten, täysjyväviljan, omega-3-rasvahappojen, magnesiumin ja sinkin runsaampi saanti. Sokeroitujen virvoitusjuomien ja tyydyttyneen rasvan suurempi kulutus näyttäisivät puolestaan olevan yhteydessä suurempiin tulehdusmerkkiainepitoisuuksiin. Matala-asteisen tulehduksen näkökulmasta suomalaislasten ruokavaliossa tulisi kiinnittää huomiota hedelmien ja vihannesten sekä omega-3-rasvahappojen riittävän saannin turvaamiseen, sillä niiden saanti jää useilla lapsilla alle ravitsemussuosituksen. Sakkaroosia ja tyydyttynyttä rasvaa saadaan puolestaan yli suositusten, ja sakkaroosin suurimpana lähteenä toimivat sokerilla makeutetut juomat. Matala-asteisen tulehduksen riskin pienentämiseksi sokerilla makeutettujen virvoitusjuomien ja tyydyttyneen rasvan saantia lapsilla ja nuorilla tulisi siis pyrkiä vähentämään.

# SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	4
2 SUOMALAISTEN LASTEN JA NUORTEN RUOKAVALIO .....	5
2.1 Alle kouluikäiset lapset.....	5
2.2 Kouluikäiset lapset ja nuoret.....	5
3 MATALA-ASTEINEN TULEHDUS .....	7
3.1 Määritelmä .....	7
3.2 Merkkiaineet veressä .....	8
3.3 Vaaratekijät.....	9
3.4 Haittavaikutukset .....	10
4 LASTEN JA NUORTEN RUOKAVALIOTEKIJÖIDEN YHTEYDET MATALA- ASTEISEEN TULEHDUKSEEN .....	10
4.1 Vihannekset ja hedelmät.....	11
4.2 Viljatuotteet .....	13
4.3 Sokeri .....	14
4.4 Liha ja muut proteiinin lähteet.....	15
4.5 Maitotuotteet.....	15
4.6 Ravintorasvat ja rasvahapot .....	15
4.7 Vitamiinit.....	16
4.8 Kivennäis- ja hivenaineet.....	17
5 POHDINTA.....	18
5.1 Ruokavalion yhteys lasten ja nuorten matala-asteiseen tulehdukseen.....	18
5.2 Haasteita lasten ja nuorten ruoankäytön ja matala-asteisen tulehduksen tutkimisessa ..	20
5.3 Suomalaisten lasten ja nuorten ruokavalio matala-asteisen tulehduksen näkökulmasta	21
6 JOHTOPÄÄTÖSET .....	22
LÄHTEET .....	24
LIITTEET .....	29
Liite 1. Havainnoivat tutkimukset lasten ja nuorten ruokavaliotekijöiden yhteyksistä matala-asteiseen tulehdukseen .....	29
Liite 2. Kokeelliset tutkimukset lasten ja nuorten ruokavaliotekijöiden vaikutuksista matala- asteiseen tulehdukseen .....	31

# 1 JOHDANTO

Suomessa kansantauteihin lukeutuvat erilaiset krooniset sairaudet, kuten syövät, diabetes sekä sydän- ja verisuonisairaudet, ovat tapaturmien ohella merkittäviä ennenaikaisten kuolemien aiheuttajia (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015). Kansantaudeilla on lisäksi suuri merkitys kansantaloudelle, sillä ne heikentävät ihmisten työkykyä ja rasittavat terveydenhuollon palveluita. Kroonisiin kansantauteihin yhteydessä olevien haitallisten elämäntapojen kuten epäterveellisen ruokavalion muokkautumisen on havaittu alkavan jo varhaislapsuudessa (Simell ym. 2000). Lasten ruokavalioon olisi tärkeää kiinnittää huomiota, sillä lapsuudessa ja nuoruudessa omaksuttujen ruokavalintojen ja -käyttäytymisen on todettu vaikuttavan merkittävästi vielä aikuisiälläkin altistaen erilaisten kroonisten sairauksien kuten syövän ja sydän- ja verisuonisairauksien puhkeamiselle (Shivappa ym. 2017, Arouca ym. 2017).

Epäterveellisen ruokavalion sekä lihavuuden on havaittu olevan matala-asteisen tulehduksen merkittäviä vaaratekijöitä (Calder ym. 2011). Matala-asteisen tulehduksen on puolestaan todettu olevan useiden kroonisten sairauksien, kuten tyypin 2 diabeteksen, sydän- ja verisuonisairauksien, eri tyyppisten syöpien, metabolisen oireyhtymän, alzheimerin taudin ja ei-alkoholiperäisen rasvamaksan, taustalla (Galland 2010, Minihane ym. 2015). Elimistössä vallitsevaa matala-asteista tulehdusta ei välttämättä voida nähdä minkäänlaisina silmännähtävinä kliinisinä oireina (Calder ym. 2013a). Tyypillisiä piirteitä matala-asteiselle tulehdukselle ovat kohonneet systeemisen verenkierron tulehdusmerkkiaineiden pitoisuudet ja tulehdusta vaimentavan itsesäätelyjärjestelmän häiriintyminen, jotka voivat johtaa kudonsvaurioiden ja erilaisten sairauksien syntyyn (Calder ym. 2011, Calder ym. 2013a). Matala-asteisen tulehduksen merkkiaineita systeemisessä verenkierrossa ovat esimerkiksi c-reaktiivinen proteiini (CRP), interleukiini-6 (IL-6) sekä tuumorinekroositekijä alfa (TNF- $\alpha$ ) (Galland 2010).

Jo lapsilla tiettyjen ruokavaliotekijöiden on havaittu olevan yhteydessä matala-asteisen tulehduksen merkkiaineiden pitoisuuksiin. Kansanterveyden kannalta olisikin tärkeää ymmärtää ravinnon vaikuttavan matala-asteiseen tulehdukseen jo varhaisessa iässä, jolloin riskiä sairastua moniin eri sairauksiin aikuisiällä voitaisiin pienentää (Wärnberg ym. 2007). Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on selvittää eri ruoka-aineiden käytön ja ravintoaineiden saannin yhteyksiä lasten ja nuorten matala-asteiseen tulehdukseen ja tarkastella suomalaisten lasten ja nuorten ruokavaliota matala-asteisen tulehduksen näkökulmasta.

## 2 SUOMALAISTEN LASTEN JA NUORTEN RUOKAVALIO

### 2.1 Alle kouluikäiset lapset

Alle kouluikäisten suomalaisten lasten ruoankäyttöä on tutkittu esimerkiksi Diabetes Prediction and Prevention (DIPP) -projektin yhteydessä tehdyssä DIPP-ravintotutkimuksessa (Kyttälä ym. 2008). Tutkimukseen osallistui 0–6-vuotiaita lapsia Pirkanmaalta ja Pohjois-Pohjanmaalta. Lasten ruoankäytön tutkiminen tapahtui sekä ruokapäiväkirjojen että ravintolomakkeiden avulla.

DIPP-ravintotutkimuksessa havaittiin alle kouluikäisten lasten tuoreiden kasvien, marjojen ja hedelmien käytön olevan varsin vähäistä (Kyttälä ym. 2008). Myös kalaruokien ja leipärasvojen käyttömäärät olivat pieniä, kun taas liharuokia sekä maito- ja viljavalmisteita käytettiin paljon. Yksivuotiaiden lasten teollisten lastenruokien kulutus oli suurta ja sokeripitoisten elintarvikkeiden, kuten mehujuomien, makeisten ja suklaan, kulutus lisääntyi 2-vuoden iästä lähtien. Leikki-ikäisten eli 2–6-vuotiaiden lasten sakkaroosin, suolan ja tyydyttyneiden rasvahappojen saanti oli suosituksiin nähden liian suurta ja monityydyttymättömien rasvahappojen saanti liian vähäistä. Suuri osa alle kouluikäisistä sai riittämättömästi D-vitamiinia ja myös E-vitamiinin ja raudan saanti oli niukkaa suosituksiin verrattuna (Kyttälä ym. 2008).

### 2.2 Kouluikäiset lapset ja nuoret

Suomalaisten alakouluikäisten lasten ruoankäyttöä on tutkittu esimerkiksi Lasten liikunta ja ravitsemus (PANIC, Physical Activity and Nutrition in Children) -tutkimuksen osana (Eloranta ym. 2011). Tutkimukseen osallistuneet lapset olivat alakoulun aloittaneita 6–8 -vuotiaita ja heidän ruoankäyttönsä selvitettiin neljän päivän mittaisella ruokapäiväkirjalla. Suurin osa alakoululaisista söi vihanneksia, hedelmiä ja marjoja kahdesta kolmeen annosta päivässä. Suositeltava määrä kasviksia on vähintään viisi annosta päivässä, johon ylsi vain 4,1 % tytöistä ja 3,6 % pojista. WHO:n tekemän koululaistutkimuksen mukaan suomalaisista 11-, 13- ja 15-vuotiaista pojista söi päivittäin hedelmiä 15–25 % ja vihanneksia 14–26 % (Currie ym. 2012). Saman ikäisistä tytöistä hedelmiä söi päivittäin 26–33 % ja vihanneksia 26–35 %. WHO:n mukaisen suosituksen mukaan hedelmiä ja vihanneksia tulisi käyttää  $\geq 400$  g päivässä, mihin ylsi 11-vuotiaista suomalaiskoululaisista vain 13,8 % (Lynch ym. 2014). Keskimääräisen hedelmien ja vihannesten saanti oli 220 g päivässä.

Alakouluikäiset käyttivät suomalaisten ravitsemussuositusten mukaisesti rasvatonta maitoa, kuitupitoista leipää ja vähärasvaista juustoa sekä lihaa (Eloranta ym. 2011). Jogurttien osalta lapset käyttivät kuitenkin useammin rasvapitoisia jogurtteja kuin rasvattomia. Kasviöljypohjaisia levitteitä käytti leivän päällä 73,5 % tytöistä ja 66,7 % pojista. Yli puolet lapsista söi kalaa vähemmän kuin suositellut kaksi annosta viikossa.

Vuosina 2007–2008 tehdyssä yläkoululaisten ravitsemus ja hyvinvointi -tutkimuksessa liharuokia söi sekä tytöistä että pojista 98 %, kun taas kalaruokia söi tytöistä vain 34 % ja pojista 41 % (Hoppu ym. 2008). Maitovalmisteita käytti tytöistä 97 % ja pojista 99 %. Käytetyimpiä maitovalmisteita olivat rasvaton maito ja kovat juustot. Viljoista kokonaiskulutukseltaan eniten käytettiin vehnää, mutta leivistä ruisleipää kulutettiin eniten. Yläkoululaisten hiilihydraattien, proteiinien ja rasvojen osuudet kokonaisenergiansaannista olivat suositusten mukaisia.

Alakouluikäisistä puolet kulutti sokerilla makeutettuja juomia useita kertoja viikossa ja neljännes päivittäin (Eloranta ym. 2011). Vuoden 2017 kouluterveyskyselyn mukaan peruskoulun 8.- ja 9.-luokkalaisista karkkia tai suklaata lähes päivittäin söi 5,8 % ja sokeroituja mehuja tai limsoja joi lähes päivittäin 6,8 %. Sekä ala- että yläkoululaisilla sakkaroosin saanti ruokavaliosta oli yli suositusten (Hoppu ym. 2008, Eloranta ym. 2011). Kouluikäiset tytöt ja pojat saivat sakkaroosia 12-13 energiaprosenttia (E %) (Hoppu ym. 2008, Eloranta ym. 2011), kun suomalaisten ravitsemussuositusten mukaan lisätyn sokerin saannin tulisi olla alle 10 E % (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2016). Lisätyllä sokerilla tarkoitetaan sakkaroosia, fruktoosia, tärkkelysperäisiä makeuttajia, kuten glukoosisiirappia ja glukoosifruktoosisiirappia, ja muita niiden kaltaisia sokerivalmisteita, joita käytetään joko sellaisenaan tai ruokaan lisättynä.

Tyydyttyneen rasvan saantimäärä ylitti suositellun 10 E% niin ala- kuin yläkouluikäisilläkin (Hoppu ym. 2008, Eloranta ym. 2011). Koululaiset ylsivät niukasti suositeltuihin kerta- ja monityydyttymättömien rasvojen saantimääriin (10-20 E % ja 5-10 E %) lukuun ottamatta alakouluikäisiä tyttöjä, joiden kerta- ja monityydyttymättömien rasvojen saanti jäi alle suositusten. Kuidun saanti oli alakoululaisilla noin 14 g/vrk ja yläkoululaisilla noin 17 g/vrk suositusten ollessa 25–35 g/vrk. Sekä ala- että yläkoululaiset saivat ruokavaliostaan suositusteen nähden liian paljon suolaa. Alakoululaisten 6–8-vuotiaiden tyttöjen päivittäinen suolan saanti oli 5,4 g ja poikien 6,2 g (Eloranta ym. 2011), kun suositus 2–10-vuotiaille on korkeintaan 3-4 g/vrk (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2016). Nuorille ei ole omaa

suolansaantisuositusta, mutta aikuisten suolan saantisuositus on korkeintaan 5 g/vrk. Yläkouluikäiset tytöt saivat ruokavaliostaan 5,5 g ja pojat 7,1 g suolaa (Hoppu ym. 2008).

Alakouluikäisten D-vitamiinin ja raudan saanti olivat suosituksia vähäisempää (Eloranta ym. 2011). Yläkouluikäisistä molemmat sukupuolet saivat ruokavaliostaan A-, E- ja D-vitamiinia, folaattia ja tiamiinia alle suositusten, joista D-vitamiinin ja folaatin saanti oli vähäisintä (Hoppu ym. 2008). Kivennäisaineiden kohdalla merkittävästi suosituksia vähäisempää oli ainoastaan tyttöjen raudan saanti. D-vitamiinin kohdalla on kuitenkin huomioitavaa, että D-vitamiinin saantia koskevat tutkimukset on tehty ennen kuin nestemäisiin maitotuotteisiin ja levitettäviin ravintorasvoihin lisättävän D-vitamiinin määrä suositeltiin kaksinkertaistettavan (Lamberg-Allardt 2010). Näin ollen on todennäköistä, että nykyään lasten ja nuorten D-vitamiinin saanti ruokavaliosta on suositusten mukaisella tasolla.

### **3 MATALA-ASTEINEN TULEHDUS**

#### **3.1 Määritelmä**

Tulehdus on kehon luontainen puolustusreaktio erilaisia uhkatekijöitä vastaan ja kuuluu osaksi synnynnäistä immunitteettia (Calder ym. 2011, Minihane ym. 2015). Tulehdus voidaan luokitella joko akuutiksi tai krooniseksi (Calder ym. 2013a). Akuutilla tulehduksella tarkoitetaan kehon ensireaktiota taudinaiheuttajia eli patogeeneja tai muita tulehdusta aiheuttavia tekijöitä, kuten kudოსvauriota eli vammoja, vastaan. Vammasta johtuvan tulehduksen kohdalla on usein havaittavissa vauriokohdan turvotusta, punoitusta, kuumotusta ja kipua. Akuutissa tulehduksessa verenkierto ja veren valkosolujen määrä tulehdus- tai vammakohdassa lisääntyvät ja biokemiallisten tapahtumien sarja aikaansaa tulehdusvasteen, johon osallistuvat paikallinen verisuonisto, immuunijärjestelmä ja vaurioituneen kudoksen lukuisat eri solut. Tulehdusreaktion päämääränä on saada tulehduksen aiheuttaja kontrolloitua tai eliminoidua. Kun tämä tavoite saavutetaan, käynnistyy negatiivinen palautejärjestelmä, johon kuuluvat esimerkiksi anti-inflammatoristen eli tulehdusta estävien sytokiinien erittäminen ja proinflammatoristen eli tulehdusta edistävien signalointireittien katkaiseminen. Tulehdusreaktion itsesäätelyjärjestelmän tarkoituksena on estää tulehduksen aiheuttamien vahinkojen leviäminen laajemmalle alueelle ja aloittaa vaurioituneiden kudosten korjaaminen (Calder ym. 2013a).

Kontrolloitu tulehdus on terveyden ja homeostaasin säilyttämisen kannalta välttämätön reaktio (Calder ym. 2013a). Tulehdus muuttuu kuitenkin terveydelle haitalliseksi, mikäli sen itsesäätelyjärjestelmän toiminta häiriintyy. Näin voi käydä pitkäaikaisessa, kroonisessa tulehduksessa, jonka jatkuvassa tulehdusreaktiossa kudosta sekä tuhoetaan että korjataan. Tulehduksen säätelyprosessien pettäminen voi johtaa kudonvaurioiden ja erilaisten sairauksien syntyyn. Kyseisille sairauksille ominaista ovat huomattavan korkeat tulehdusmerkkiaineiden ja aktivoituneiden tulehdussolujen pitoisuudet niin kudonvaurion kohdalla kuin systeemisessä verenkierrrossakin. Tällaisia kroonisia tulehdussairauksia ovat muun muassa nivelreuma, tulehdukselliset suolistosairaudet, astma ja psoriasis.

Kehon matala-asteisesta tulehduksesta puhutaan tapauksissa, joissa tulehduksen itsesäätelyjärjestelmä on häiriintynyt, mutta tulehdusmerkkiaineiden ja -solujen pitoisuudet systeemisessä verenkierrrossa eivät nouse yhtä korkealle kuin edellä kuvatuissa kroonisissa tulehdussairauksissa (Calder ym. 2013a). Elimistössä vallitseva matala-asteinen tulehdus ei välttämättä näy minkäänlaisina silmännähtävinä kliinisinä oireina. Sen tunnistaminen ja ehkäisy olisi kuitenkin tärkeää, sillä matala-asteisen tulehduksen on osoitettu olevan monien kroonisten sairauksien, kuten tyypin 2 diabeteksen, sydän- ja verisuonisairauksien, eri tyyppisten syöpien, metabolisen oireyhtymän, alzheimerin taudin ja ei-alkoholiperäisen rasvamaksan taustalla (Galland 2010, Minihane ym. 2015).

### **3.2 Merkkiaineet veressä**

Matala-asteinen tulehdus todetaan veren tulehdusmerkkiaineiden ja -välittäjäaineiden suurentuneiden pitoisuuksien avulla (Calder ym. 2013b). Tällaisia ovat esimerkiksi akuutin vaiheen tulehdusproteiinit, proinflammatoriset sytokiinit ja kemoatraktiiviset proteiinit. Useimmissa havainnoivissa ja kliinisissä tutkimuksissa matala-asteista tulehdusta kuvaavana suurena pidetään herkän CRP:n (hs-CRP) pitoisuutta (Galland 2010). Alle 1 mg/l oleva hs-CRP-arvo tarkoittaa, ettei kehossa ole matala-asteista tulehdusta, ja 1–3 mg/l välillä oleva arvo kuvaa, ettei matala-asteinen tulehdus ole kliinisesti merkittävää (Calder ym. 2013b). Hs-CRP-arvon ollessa 3–10 mg/l kehossa vallitsee vaarallisen korkea matala-asteinen tulehdus. Yli 10 mg/l olevat hs-CRP-arvot viestivät kehon akuutista tulehduksesta eivätkä ole yhteydessä matala-asteiseen tulehdukseen. CRP:n lisäksi matala-asteista tulehdusta kuvaavia akuutin vaiheen proteiineja ovat esimerkiksi haptoglobiini, fibrinogeeni ja seerumin amyloidi A (SAA). Sytokiineista verestä voidaan mitata esimerkiksi TNF- $\alpha$  ja IL-1, IL-1ra, IL-6, IL-8, IL-18 ja IL-10. Lisäksi tulehduksen mittareina voidaan käyttää kemokiinejä, komplementtijärjestelmää



sekä adheesiomolekyylejä, joita ovat esimerkiksi liukoinen solunsisäinen adheesiomolekyylili 1 (sICAM-1) ja liukoinen vaskulaarinen adheesiomolekyylili 1 (sVCAM-1) (Calder ym. 2013b).

### 3.3 Vaaratekijät

Länsimainen elämäntyyli sisältää monia tekijöitä, jotka voivat myötävaikuttaa matala-asteisen tulehduksen syntyyn niin itsenäisesti kuin liikalihavuuden kautta (Ruiz-Núñez ym. 2013). Rasvakudoksen on havaittu ylläpitävän ja lisäävän matala-asteista tulehdusta vapauttamalla monia tulehdukselle tyypillisiä välittäjäaineita, kuten proinflammatorisia sytokiinejä ja kemokiinejä (Calder ym. 2011). Lihavuus on toistuvasti liitetty kohtalaisesti kohonneisiin tulehdustasoihin aikuisilla, minkä vuoksi lihavuutta luonnehditaan kroonisen matala-asteisen tulehduksen tilana (Wärnberg ym. 2007). Myös lapsilla ja nuorilla on havaittu liiallisen rasvakudoksen aiheuttavan metabolisia häiriötiloja, ja matala-asteisen tulehduksen yhteys näissä tapauksissa on hyvin tunnistettu.

Tieteelliset todisteet tukevat yhä vahvemmin käsitystä siitä, että erilaisten elintarvikkeiden kulutuksella on sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia terveyteen koko elämän ajan (Calder ym. 2011). Ruokavaliolla voidaan vaikuttaa kroonisten sairauksien riskiin, sillä erilaiset ravintoaineet vaikuttavat esimerkiksi matala-asteiseen tulehdukseen johtaviin reitteihin elimistössä. Ruokavalion ja erilaisten ruoka-aineiden yhteys matala-asteiseen tulehdukseen on todistettu niin poikkileikkaus-, seuranta- kuin kokeellistenkin tutkimusten kautta. Esimerkiksi välimeren ruokavalion on osoitettu olevan yhteydessä matalampiin tulehdustasoihin (Shivappa ym. 2017). Välimeren ruokavalio sisältää runsaasti vihanneksia, hedelmiä, oliiviöljyä, täysjyväviljaa ja kalaa, kohtuullisesti alkoholia ja vain vähän voita sekä punaista lihaa. Myös tiettyjen yksittäisten ravintoaineiden kuten kuidun, monityydyttymättömien omega-3-rasvahappojen, C- ja E-vitamiinien,  $\beta$ -karoteenin sekä magnesiumin on havaittu olevan yhteydessä mataliin tulehdustasoihin. Länsimainen, runsaasti punaista lihaa, rasvaisia maitotuotteita ja puhdistettuja viljoja sisältävä ruokavalio on taas yhdistetty kohonneisiin CRP-, IL-6- ja fibrinogeenitasoihin (Shivappa ym. 2017). Epäsuora ruokavalioon liittyvä matala-asteiseen tulehdukseen yhteydessä oleva tekijä on bakteeriflooran epänormaali koostumus suolistossa tai suussa ja ikenissä (Ruiz-Núñez ym. 2013).

Epäterveellisen ruokavalion lisäksi matala-asteiselle tulehdukselle altistavia elämäntapoihin liittyviä tekijöitä ovat muun muassa riittämätön liikunta, tupakointi, alkoholin liikakäyttö,

krooninen stressi ja riittämätön uni (Ruiz-Núñez ym. 2013). Ympäristötekijöistä matala-asteista tulehdusta voivat aiheuttaa esimerkiksi ympäristön saasteet ja passiivinen tupakointi.

### **3.4 Haittavaikutukset**

Matala-asteinen tulehdus on yhteydessä lukuisiin kroonisiin sairauksiin (Minihane ym. 2015). Viime vuosien aikana sen on todistettu olevan useiden länsimaille tyypillisten metaboliseen oireyhtymään liittyvien sairauksien lähtökohtana (Ruiz-Núñez ym. 2013). Metabolisella oireyhtymällä tarkoitetaan tilaa, jossa yhdistyvät ylipaino, korkea verenpaine sekä veren rasva- ja sokeriaineenvaihdunnan häiriöt. Metabolinen oireyhtymä on lukuisien eri sairauksien, kuten tyypin 2 diabeteksen, sydän- ja verisuonisairauksien, rinta-, haima- ja paksuolensyövän sekä neurodegeneratiivisten sairauksien kuten alzheimerin taudin vaaratekijä.

Matala-asteisen tulehduksen yhteys sydän- ja verisuonitauteihin liittyviin aterotromboottisiin tapahtumiin on tunnistettu jo yli 20 vuoden ajan (Minihane ym. 2015). Aterotromboottisilla tapahtumilla tarkoitetaan valtimoiden kovettumisesta ja veritulpista aiheutuvia ongelmia. Jo lapsilla matala-asteiseen tulehdukseen viittaavien kohonneiden CRP-tasojen on havaittu vaikuttavan ateroskleroottisten verisuonten niin rakenteellisiin kuin toiminnallisiin muutoksiin (Järvisalo ym. 2002).

Näyttöä matala-asteista tulehduksesta tyypin 2 diabeteksen vaaratekijänä on yli 15 vuoden ajalta (Guadarrama-López ym. 2014). Matala-asteinen tulehdus aiheuttaa insuliiniresistenssiä, jolloin glukoositasapainoa pyritään ylläpitämään kohonneen verensokerin avulla (Ruiz-Núñez ym. 2013). Seurauksena matala-asteisen tulehduksen häiritsemästä glukoosiaineenvaihdunnasta voi olla  $\beta$ -solujen toimintahäiriö ja lopulta tyypin 2 diabeteksen puhkeaminen.

## **4 LASTEN JA NUORTEN RUOKAVALIOTEKIJÖIDEN YHTEYDET MATALA-ASTEISEEN TULEHDUKSEEN**

Lapsilla ja nuorilla tehtyjä tutkimuksia eri elintarvikkeiden ja matala-asteisen tulehduksen yhteyksistä on tehty huomattavasti aikuisilla tehtyjä tutkimuksia vähemmän. Kokeellisten tutkimusten vähäisyyden vuoksi tähän kirjallisuuskatsaukseen on sisällytetty myös havainnoivat tutkimukset. Kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltavat lasten ja nuorten

ruokavaliotekijöiden ja matala-asteisen tulehduksen yhteyksiä selvittävät havainnoivat tutkimukset on koottu taulukon muotoon liitteeseen 1 ja kokeelliset tutkimukset liitteeseen 2. Lasten ja nuorten ruokavaliotekijöiden ja matala-asteisen tulehduksen yhteyttä selvittävistä havainnoivista tutkimuksista suurin osa on poikkileikkaustutkimuksia (Liite 1). Ruoankäytön tutkimismenetelmänä poikkileikkaustutkimuksissa on usein käytetty joko frekvenssikyselyä (Holt ym. 2009, González-Gil ym. 2016, Navarro ym. 2017, Almeida-de-Souza ym. 2017) tai 24 h-ruoankäyttöhaastattelua (Aeberli ym. 2006, King ym. 2007, Qureshi ym. 2009, Kosova ym. 2013, Shivappa ym. 2017). Tutkimuksiin osallistuneet lapset ja nuoret ovat olleet iältään 2–18-vuotiaita ja tutkimusten otoskoot ovat olleet 79 ja 6 403 väliltä (Liite 1). Havainnoivien tutkimusten lisäksi on tehty muutamia kokeellisia tutkimuksia (Liite 2), joissa on selvitetty esimerkiksi täysjyväviljan (Hajihashemi ym. 2014), omega-3-rasvahappojen (Dangardt ym. 2010, Hariri ym. 2012), antioksidanttilisien (Murer ym. 2014) ja sinkin (Kelishadi ym. 2010) käytön vaikutuksia lasten matala-asteiseen tulehdukseen. Kokeellisten tutkimusten osallistujat ovat olleet iältään 6–18-vuotiaita ja otoskoot ovat olleet 25 ja 103 väliltä (Liite 2).

Useimmissa tutkimuksissa matala-asteista tulehdusta kuvaavana suurena on pidetty paastoveren CRP-pitoisuutta, tai vaihtoehtoisesti hs-CRP:tä (Liite 1 ja 2), joka on herkistetty mittaamaan hyvin alhaisiakin CRP-pitoisuuksia (Nordlab Oulu 2017). Muita yleisiä tutkimuksissa mitattuja matala-asteista tulehdusta kuvaavia merkkiaineita ovat olleet esimerkiksi IL-6 ja TNF- $\alpha$ , joiden lisäksi tulehdusta on voitu kuvata myös lukuisilla muilla muun muassa kappaleessa 3.2 esitetyillä verestä löytyvillä yhdisteillä (Liite 1 ja 2).

Lihavuuden on todettu olevan vahvasti yhteydessä matala-asteiseen tulehdukseen ja CRP- ja IL-6-tasojen on havaittu liittyvän lihavuuden asteeseen jo lapsilla (Weiss ja Caprio 2005). Tämän vuoksi matala-asteisen tulehduksen ja lasten ruoankäytön yhteyksiä selvittävien tutkimusten tilastollisissa analyyseissä on usein otettu huomioon muiden sekoittavien tekijöiden ohella esimerkiksi lasten painoindeksi (BMI) z-arvo, jotta ruoka- ja ravintoaineiden itsenäiset yhteydet veren tulehdusmerkkiaineisiin saataisiin selvitettyä. BMI z-arvoa käytetään kuvaamaan lapsen BMI:tä ikään, sukupuoleen, BMI:hin, ja tiettyihin viitearvoihin suhteutettuna (Must ja Anderson 2006).

#### **4.1 Vihannekset ja hedelmät**

Eniten tutkimustietoa matala-asteiseen tulehdukseen vaikuttavista tekijöistä lasten ruokavaliossa löytyy vihannesten ja hedelmien osalta, joiden suurempi kulutus on yhdistetty

matalampiin veren tulehdusmerkkiainepitoisuuksiin useissa eri tutkimuksissa (Qureshi ym. 2009, Holt ym. 2009, González-Gil ym. 2016, Navarro ym. 2017, Almeida-de-Souza ym. 2017, Shivappa ym. 2017). Eurooppalaisilla lapsilla tehdyssä poikkileikkaustutkimuksessa (n = 6 403) lapset jaettiin sukupuolen ja iän perusteella neljään eri ryhmään (González-Gil ym. 2016). Nuoremmilla eli 2–5-vuotiailla tytöillä keitettyjen vihannesten suuremman kulutuksen havaittiin vähentävän todennäköisyyttä kuulua korkeamman hs-CRP-ryhmään. Vanhemmilla pojilla (6–9-vuotiaat) taas samankaltainen yhteys havaittiin raakojen vihannesten suuremmalla viikoittaisella käytöllä. Nuorempien poikien sekä vanhempien tyttöjen ryhmillä merkitseviä yhteyksiä minkään ruoka-aineryhmän ja hs-CRP-pitoisuuksien välillä ei löydetty.

Vihannesten suurempi kulutus oli yhteydessä matalampiin hs-CRP-pitoisuuksiin myös 5–16-vuotiailla yhdysvaltalaislapsilla tehdyssä poikkileikkaustutkimuksessa (n = 4 110) (Qureshi ym. 2009). Samassa tutkimuksessa matalampiin hs-CRP-pitoisuuksiin yhteydessä olivat hedelmien alaryhmästä marjojen, melonien ja sitrushedelmien runsaampi käyttö, ja vihannesten alaryhmästä tomaattien sekä tärkkelys- ja ei-tärkkelyspitoisten vihannesten runsaampi käyttö. Espanjalaisessa poikkileikkaustutkimuksessa, johon osallistui 571 iältään 6–8-vuotiasta lasta, vihannesten ja hedelmien runsaamman käytön todettiin olevan yhteydessä matalampiin hs-CRP-tasoihin (Navarro ym. 2017). Kaikki kyseisessä tutkimuksessa saadut tulokset olivat kuitenkin nähtävissä ainoastaan tytöillä.

Vihannesten ja hedelmien suuremman kulutuksen edullinen vaikutus matala-asteisen tulehduksen merkkiaineisiin on todistettu myös nuorilla tehdyissä tutkimuksissa. Eurooppalaisilla 12–17-vuotiailla nuorilla vihannesten ja hedelmien käytön todettiin olevan vähäisempää korkeammat tulehdusmerkkiainepitoisuudet omaavilla henkilöillä (Shivappa ym. 2017). Yhdysvaltalaisnuorilla hedelmien käytön ja CRP:n sekä IL-6:n väliltä löydettiin merkitsevä käänteinen yhteys (Holt ym. 2009). Vihannesten käytön todettiin olevan käänteisesti yhteydessä IL-6- sekä TNF- $\alpha$ -pitoisuuksiin ja palkokasvien suuremman kulutuksen todettiin olevan yhteydessä matalampiin plasman IL-6-tasoihin.

Portugalilaisilla 12–18-vuotiailla nuorilla tehdyssä poikkileikkaustutkimuksessa selvitettiin vihannesten ja hedelmien käytön monipuolisuuden ja matala-asteisen tulehduksen yhteyttä (Almeida-de-Souza ym. 2017). Kasviksia monipuolisesti käyttävillä ( $\geq 13$  kasvislajia/kk) todettiin olevan pienempi todennäköisyys korkeampiin CRP-arvoihin riippumatta kasvien määrällisestä saannista verrattuna niihin, jotka söivät alle kuutta erilaista kasvislajia kuukaudessa. Hedelmien monipuolisella käytöllä ( $\geq 12$  hedelmäajia/kk) taas todettiin olevan

yhteys korkeampiin IL-6- ja komplementti C3 -pitoisuuksiin sekä tulehdukselliseen tilaan (eng. inflammatory score) verrattuna alle yhdeksää eri hedelmälajia kuukaudessa kuluttaviin. Hedelmien syöntimäärä oli kuitenkin käänteisesti yhteydessä useisiin tulehdusmerkkiaineisiin, joka viestii siitä, että hedelmien määrällä on vaihtelevuutta suurempi rooli matala-asteisen tulehduksen lieventämisessä.

## 4.2 Viljatuotteet

Viljatuotteiden sekä lasten ja nuorten matala-asteisen tulehduksen yhteyksistä kertovia tutkimustuloksia löytyy vihanneksia ja hedelmiä koskevia tuloksia vähemmän ja ne eivät ole yhtä yhdenmukaisia. Viljatuotteiden käytöllä on todettu olevan sekä edullisia (Qureshi ym. 2009, Hajihashemi ym. 2014) että epäedullisia (González-Gil ym. 2016, Shivappa ym. 2017) vaikutuksia lasten ja nuorten tulehdusmerkkiainepitoisuuksiin.

Täysjyväviljojen runsaammalla käytöllä on todettu olevan edullinen vaikutus moniin veren tulehdusmerkkiainepitoisuuksiin lihavien lasten kohdalla (Hajihashemi ym. 2014). Iranissa suoritetussa täysjyväviljojen vaikutuksia matala-asteisen tulehduksen merkkiaineisiin selvittävässä interventiotutkimuksessa oli mukana 44 ylipainoista tai lihavaa 8–15-vuotiasta tyttöä. Täysjyväviljojen runsaammalla käytöllä löydettiin olevan merkitsevä veren hs-CRP-, sICAM-1-, SAA- ja lektiinipitoisuuksia laskeva vaikutus verrattuna kontrolliryhmään, jolla kyseiset pitoisuudet veressä nousivat. Veren sVCAM-1-pitoisuus laski kummallakin ryhmällä, mutta täysjyväviljaryhmällä pitoisuuden lasku oli kuitenkin huomattavasti suurempaa. Qureshin ym. (2009) poikkileikkaustutkimuksessa viljatuotteiden suuremman käytön havaittiin olevan yhteydessä matalampiin hs-CRP-tasoihin, mutta viljojen alaryhmiä tarkasteltaessa edullinen vaikutus CRP:hen todettiin vain puhdistettujen viljojen suuremman käytön kohdalla.

Saksassa suoritetussa pitkittäistutkimuksessa selvitettiin nuorena syödyn hiilihydraatin määrän ja laadun vaikutuksia matala-asteiseen tulehdukseen nuorella aikuisiällä (Goletzke ym. 2014). Tutkimukseen osallistuneet (n = 205) täyttivät vähintään kaksi kolmen päivän pituista ruokapäiväkirjaa ollessaan 9–15-vuotiaita ja heiltä otettiin verinäytteet 18–36-vuotiaina. Täysjyväviljojen vähäisen saannin ja ruokavalion korkean glykeemisen kuorman murrosiässä todettiin olevan itsenäisesti yhteydessä korkeampiin IL-6-pitoisuuksiin nuorena aikuisena, mutta yhteyksiä muihin tutkittuihin tulehdusmerkkiaineisiin ei havaittu.

Viljojen ja vaalean leivän runsaampi käyttö oli yhteydessä riskiin kuulua suuremman hs-CRP-pitoisuuden ryhmään 2-5-vuotiailla tytöillä (González-Gil ym. 2016), kun taas 12-17-vuotiailla nuorilla viljojen suuremmalla kulutuksella ei havaittu yhteyttä kohonneisiin tulehdusarvoihin (Shivappa ym. 2017). Shivappa ym. (2017) kuitenkin havaitsivat leivän ja sämpylöiden runsaamman käytön yhteyden suurempiin plasman tulehdusarvoihin. Kulutettujen leipien ja sämpylöiden tarkemmista ravintosisällöistä ei ollut tietoa.

### 4.3 Sokeri

Sokeria sisältävien virvoitusjuomien yhteys matala-asteisen tulehduksen merkkiaineisiin lapsilla ja nuorilla on todettu useassa eri poikkileikkaustutkimuksessa (Kosova ym. 2013, González-Gil ym. 2016, Shivappa ym. 2017). Sokeria sisältävien juomien, kuten energiajuomien, limonadien ja mehujuomien, vaikutuksia sydänsairauksien merkkiaineisiin 3–11-vuotiailla eurooppalaisilla lapsilla (n = 4880) selvittäneessä poikkileikkaustutkimuksessa kyseisten virvoitusjuomien korkean kulutuksen todettiin olevan merkitsevästi yhteydessä kohonneisiin CRP-pitoisuuksiin (Kosova ym. 2013). Jokaisen päivässä kulutetun virvoitusjuoma-annoksen (250 g) todettiin nostavan CRP:tä 0,01 mg/dl verran. Lisättyä sokeria sisältävien virvoitusjuomien käytön on havaittu olevan yhteydessä myös 2–5-vuotiaiden tyttöjen suurentuneisiin plasman hs-CRP-pitoisuuksiin (González-Gil ym. 2016) ja 12–17-vuotiaiden nuorten korkeampiin tulehdusarvoihin (Shivappa ym. 2017). Lisäksi Shivappa ym. (2017) totesivat korkeimmat tulehdusarvot omaavien nuorten kuluttavan muita enemmän enemmän suklaata, kakkuja, piirakoita, keksejä, hunajaa, hilloa sekä sokeria sellaisenaan.

Osassa tutkimuksista suuremman sokerin käytön ei ole kuitenkaan havaittu olevan yhteydessä matala-asteiseen tulehdukseen (Goletzke ym. 2014) tai sitä sisältävien tuotteiden runsaammalla käytöllä on havaittu olevan jopa edullisia vaikutuksia tulehdusmerkkiaineisiin (González-Gil ym. 2016, Navarro ym. 2017). Saksalaisessa pitkittäistutkimuksessa murrosiän sokerin kulutuksella ei todettu olevan yhteyttä mihinkään nuorena aikuisena mitattuun tulehdusmerkkiainepitoisuuteen (Goletzke ym. 2014). Navarro ym. (2017) löysivät marmeladin suuremman kulutuksen olevan yhteydessä matalampaan hs-CRP:hen ja González-Gil ym. (2015) havaitsivat hunajan ja hillon kulutuksen pienentävän riskiä kuulua korkeamman hs-CRP:n ryhmään. Kummassakin tutkimuksessa tulokset olivat nähtävissä vain tyttöjen kohdalla, eikä käytettyjen hillojen ja marmeladien ravintosisällöistä ollut saatavilla tarkkaa tietoa.

#### 4.4 Liha ja muut proteiinin lähteet

Lihan ja muiden proteiinien lähteiden kulutuksen yhteyksiä lasten ja nuorten matala-asteiseen tulehdukseen on tutkittu ainoastaan muutamien poikkileikkaustutkimusten yhteydessä, joten tutkimusnäyttöä on saatavilla vain vähän ja tulokset ovat vaihtelevia. Gongález-Gil ym. (2016) eivät havainneet lihan, lihan korvikkeiden, kalan, kananmunien, siementen ja pähkinöiden käytöllä olevan yhteyksiä lasten matala-asteiseen tulehdukseen. Qureshin ym. (2009) poikkileikkaustutkimuksessa lihan eikä muiden proteiinin lähteiden, kuten kananmunan, soijan, pähkinöiden ja siemenien, havaittu vaikuttavan lasten ja nuorten CRP-pitoisuuksiin.

Aeberlin ym. (2006) poikkileikkaustutkimuksessa lihan käytön todettiin olevan yhteydessä korkeampiin plasman IL-6- ja leptiinipitoisuuksiin painoindexistä riippumatta, mutta yhteyksiä CRP- ja TNF- $\alpha$ -pitoisuuksiin ei löydetty. Shivappa ym. (2017) totesivat lihan suuremman kulutuksen olevan yhteydessä korkeampiin veren tulehdusarvoihin eurooppalaisilla nuorilla, mutta merkitsevää yhteyttä kaikkien tulehdusmerkkiaineiden, kuten CRP:n, IL-6:n ja IL-10:n, kohdalla ei kuitenkaan ollut nähtävissä.

#### 4.5 Maitotuotteet

Tutkimusnäyttöä maitotuotteiden yhteyksistä lasten ja nuorten matala-asteiseen tulehdukseen löytyy hyvin vähän. Lasten ruoankäytön ja CRP-tasojen yhteyksiä selvittäneessä tutkimuksessa maitotuotteista erityisesti nestemäisen maidon suuremmalla käytöllä havaittiin olevan heikko yhteys matalampiin hs-CRP-tasoihin, mutta yhteys kuitenkin vaimentui otettaessa huomioon lasten painoindeksi sekä vyötärön ympärysmitta (Qureshi ym. 2009). Juuston ja jogurtin kulutuksella samanlaista yhteyttä matalampiin hs-CRP-pitoisuuksiin ei todettu olevan. Aeberli ym. (2006) eivät löytäneet maitotuotteiden kulutuksella olevan yhteyksiä lasten CRP-, IL-6-, TNF- $\alpha$ - ja leptiinipitoisuuksiin.

#### 4.6 Ravintorasvat ja rasvahapot

Ravintorasvojen käytön ja rasvahappojen saannin yhteyttä matala-asteiseen tulehdukseen on tutkittu esimerkiksi sveitsiläisessä poikkileikkaustutkimuksessa ( $n = 79$ ), jossa selvitettiin ruokavalion rasvojen yhteyttä plasman CRP-, TNF- $\alpha$ -, IL-6- ja leptiinipitoisuuksiin 6–14-vuotiailla ylipainoisilla lapsilla (Aeberli ym. 2006). Tutkimuksessa kohonneisiin CRP-pitoisuuksiin merkitsevästi yhteydessä olivat rasvojen suurempi kokonaissaanti, suurempi

rasvoista saatu energiaproosenttiosuus, kasviöljyjen runsaampi käyttö sekä tyydyttyneiden, monityydyttymättömien ja kertatyydyttymättömien rasvahappojen runsaampi saanti. Yhteyksiä muihin matala-asteisen tulehduksen merkkiaineisiin ei löydetty. Espanjalaisessa poikkileikkaustutkimuksessa korkeamman tyydyttyneiden rasvojen saannin todettiin olevan yhteydessä kohonneisiin hs-CRP-pitoisuuksiin 6–8-vuotiailla tytöillä, mutta pojilla vastaavaa yhteyttä ei havaittu (Navarro ym. 2017). Voin ja muiden eläinperäisten rasvojen sekä margariinin suurempi kulutus oli yhteydessä korkeampiin veren tulehdusmerkkiainepitoisuuksiin Shivappan ym. (2017) tutkimuksessa, jossa kasviöljyjen ja tulehdusarvojen väliltä ei löydetty negatiivisia eikä positiivisia yhteyksiä.

Ravintolisänä saatujen omega-3-rasvahappojen matala-asteista tulehdusta lieventävä vaikutus lapsilla ja nuorilla on todistettu ainakin kahdessa kokeellisessa tutkimuksessa (Dangardt ym. 2010, Hariri ym. 2012). Ensimmäisessä tutkimuksessa selvitettiin omega-3-kapseleiden vaikutuksia ADHD:ta sairastavien lasten hyperaktiivisuuteen, oksidatiiviseen stressiin sekä tulehduksen merkkiaineisiin (Hariri ym. 2012). Satunnaistetun, kaksoissokkoutetun ja plasebokontrolloidun tutkimuksen (n = 103) interventoryhmä nautti 900 mg omega-3-rasvahappokapseleita päivittäin 8 viikon ajan, jonka jälkeen interventoryhmän CRP- ja IL-6-pitoisuuksien havaittiin laskeneen merkittävästi. Toisessa tutkimuksessa selvitettiin omega-3-kapselien vaikutuksia seerumin monityydyttymättömien rasvahappojen pitoisuuksiin, verisuonten toimintaan ja tulehdusarvoihin ylipainoisilla nuorilla (Dangardt ym. 2010). Tutkimus toteutettiin kaksoissokkoutettuna vaihtovuorokokeena (n = 25), jossa 1,2 g omega-3-rasvahappoja sisältäviä kapseleita tai plaseboa nautittiin päivittäin kolmen kuukauden ajan. Tutkimuksen päätyttyä omega-3-kapseleiden käytön todettiin madaltavan tulehdusmerkkiaineiden osalta lymfosyyttien, monosyyttien, TNF- $\alpha$ -, IL-6- ja IL-1 $\beta$ -pitoisuuksia, kun taas anti-inflammatorisena pidetyn IL-2-pitoisuuden havaittiin nousseen.

## 4.7 Vitamiinit

Tutkimustulokset vitamiinien saannin sekä lasten ja nuorten matala-asteisen tulehduksen osalta ovat vaihtelevia, mutta useiden vitamiinien on havaittu olevan käänteisesti yhteydessä ainakin joihinkin tulehdusta kuvaaviin merkkiaineisiin (Aeberli ym. 2006, Holt ym. 2009, Navarro ym. 2017). Amerikkalaisessa poikkileikkaustutkimuksessa ravinnosta saadun C-vitamiinin sekä veren CRP- ja IL-6-pitoisuuden välillä löydettiin olevan merkitsevä käänteinen yhteys (Holt ym. 2009). Ravinnosta saadun folaatin todettiin olevan käänteisesti yhteydessä CRP:hen ja  $\beta$ -karoteenin havaittiin olevan käänteisesti yhteydessä IL-6- ja TNF- $\alpha$ -tasoihin.



Espanjalaistutkimuksessa ravinnosta saadun vähäisen E-vitamiinin todettiin olevan yhteydessä korkeampiin plasman hs-CRP-tasoihin, mutta tulos oli nähtävissä ainoastaan tyttöjen kohdalla (Navarro ym. 2017). Tyttöillä, joilla oli korkeimmat hs-CRP-pitoisuudet, myös ruokavaliosta peräisin olevan A-vitamiinin saannin havaittiin olevan vähäisempää, kuin matalammat pitoisuudet omaavilla.

Ruokavaliosta saatujen antioksidanttien vaikutusta 6–14-vuotiaiden sveitsiläislasten CRP-, TNF- $\alpha$ -, IL-6- ja leptiini-pitoisuuksiin selvittäneessä tutkimuksessa C- ja E-vitamiinin sekä  $\beta$ -karoteenin korkeamman saannin havaittiin olevan yhteydessä matalampiin leptiinitasoihin, mutta yhteyksiä muihin tulehdusta kuvaaviin veren merkkiaineisiin ei löydetty (Aeberli ym. 2006). Murer ym. (2014) interventiotutkimuksessa (n = 44) selvitettiin ravintolisän muodossa saatujen antioksidanttien vaikutuksia ylipainoisten 10–18-vuotiaiden matala-asteiseen tulehdukseen. Tutkittavat nauttivat päivittäin C-vitamiinia (500 mg), E-vitamiinia (400 IU) ja seleeniä (50  $\mu$ g) ravintolisänä neljän kuukauden ajan. Tutkimuksen päätyttyä veren tulehdusmerkkiaineissa ei havaittu minkäänlaista muutosta.

#### **4.8 Kivennäis- ja hivenaineet**

Lapsilla ja nuorilla on osoitettu olevan korkeampi todennäköisyys kohonneisiin CRP-arvoihin, jos heidän magnesiumin saantinsa jää alle suositusten (King ym. 2007). Matala-asteisen tulehduksen ja ravinnosta saadun magnesiumin yhteyttä selvitettiin poikkileikkaustutkimuksessa, johon osallistui 5 007 iältään 6–17-vuotiasta. Lapsilla ja nuorilla joiden magnesiumin saanti oli alle 75 % suositellusta, todennäköisyys korkeampaan CRP:hen oli 1,94-kertainen verrattuna niihin, joiden magnesiumin saanti oli suositusten mukaista. Tilastollisissa analyyseissä, joihin sisällytettiin ikä, etninen ryhmä, sukupuoli, tulotaso, liikunta, kuidun saanti, painoindeksi sekä kalorien kokonaissaanti alle 75 % suositellusta magnesiuminsaannista kuluttavilla lapsilla oli 58 % suurempi todennäköisyys kohonneisiin CRP-tasoihin.

Myös sinkin saannilla on todettu olevan vaikutuksia lasten CRP-arvoihin (Kelishadi ym. 2010). Ravintolisän muodossa olevan sinkki sulfaatin vaikutusta insuliiniresistenssin, oksidatiivisen stressin sekä matala-asteisen tulehduksen merkkiaineisiin selvittäneessä sokkoutetussa, satunnaistetussa ja plasebokontrolloidussa vaihtovuorokokeessa mukana oli 60 iranilaista 6-10-vuotiasta lasta. Ravintolisänä nautitun 20 mg päivittäisen sinkkiannoksen todettiin vähentävän lasten hs-CRP-tasoja merkitsevästi.

## 5 POHDINTA

### 5.1 Ruokavalion yhteys lasten ja nuorten matala-asteiseen tulehdukseen

Vahvinta näyttöä lasten ja nuorten matala-asteiseen tulehdukseen yhteydessä olevista ruoka-aineryhmistä löytyy vihannesten ja hedelmien osalta, sillä niiden kulutuksen on havaittu olevan käänteisesti yhteydessä veren tulehdusmerkkiainepitoisuuksiin useissa eri poikkileikkaustutkimuksissa (Qureshi ym. 2009, Holt ym. 2009, González-Gil ym. 2016, Navarro ym. 2017, Shivappa ym. 2017, Almeida-de-Souza ym. 2017). Vihannesten ja hedelmien anti-inflammatorisia vaikutuksia voivat selittää esimerkiksi niiden korkea antioksidanttien, fytokeemikaalien, veden ja kuidun määrä sekä matala rasvapitoisuus (González-Gil ym. 2016). Alhaisen energiatihetyensä ansiosta vihannekset ja hedelmät voivat myös auttaa parantamaan kylläisyyttä, energiatasapainoa sekä painonhallintaa (Qureshi ym. 2009).

On kuitenkin huomioitava, että esimerkiksi Navarron ym. (2017) poikkileikkaustutkimuksessa vihannesten ja hedelmien suurempi kulutus oli yhteydessä matalampiin hs-CRP-tasoihin ainoastaan tyttöjen kohdalla, vaikkei sukupuolten painoindekseissä eikä vihannesten ja hedelmien käytössä havaittu merkitseviä eroja. Kyseisen tutkimuksen lapset olivat esipubertiaalisessa iässä, jolloin tulosta ei voida selittää murrosiän hormonaalisilla eroilla. On kuitenkin mahdollista, että ero selittyy leptiinien vaikutuksilla energiahomöostaasiin, sillä esipubertaalisten tyttöjen leptiinipitoisuuksien on todettu olevan poikia suuremmat ja niiden on havaittu olevan yhteydessä hs-CRP-pitoisuuksiin (Jois ym. 2015, Navarro ym. 2016).

Toinen ruoka-aineryhmä, jonka kulutuksen ja lasten ja nuorten matala-asteisen tulehduksen välillä näyttäisi olevan suhteellisen selkeä yhteys ovat sokeripitoiset virvoitusjuomat, joiden kulutuksen on todettu olevan yhteydessä korkeampiin tulehdusmerkkiainepitoisuuksiin ainakin kolmessa eri poikkileikkaustutkimuksessa (Kosova ym. 2013, González-Gil ym. 2016, Shivappa ym. 2017). Yhteyden taustalla voi olla esimerkiksi virvoitusjuomien aiheuttama nopea veren glukoosipitoisuuden nousu, joka oksidatiivista stressiä lisäämällä myötävaikuttaa matala-asteiseen tulehdukseen (Dickinson ym. 2008). Muiden sokeripitoisten tuotteiden yhteydet lasten ja nuorten matala-asteiseen tulehdukseen eivät ole yhtä selviä, sillä esimerkiksi hunajan, hillon sekä marmeladin kulutuksen on todettu olevan joissain tutkimuksissa yhteydessä matalampiin hs-CRP-pitoisuuksiin (González-Gil ym. 2016, Navarro ym. 2017). González-Gil ym. 2016 mukaan yhteyttä voi selittää esimerkiksi se, että kyseisiä tuotteita

käytetään usein aamupalalla ja aamupalalla usein nautittavien ruokien on todettu olevan yhteydessä matalampiin CRP-pitoisuuksiin italialaisilla aikuisilla (di Giuseppe ym. 2012).

Viljatuotteiden ja lasten ja nuorten matala-asteisen tulehduksen yhteyksiä selvittävät tutkimustulokset eivät ole täysin yhdenmukaisia, mutta Hajihashemin ym. (2014) interventiotutkimuksen ja Goletzke ym. (2014) pitkittäistutkimuksen perusteella täysjyväviljojen suuremmalla kulutuksella voidaan nähdä olevan matala-asteista tulehdusta ehkäisevä vaikutus lasten ja nuorten kohdalla. Qureshin ym. (2009) tutkimuksessa täysjyväviljoilla ei havaittu olevan yhteyttä tulehdusmerkkiaineisiin. Täysjyväviljojen kulutus oli kuitenkin kyseisen tutkimusten osallistujien keskuudessa puhdistettuihin viljoihin verrattua vähäistä, minkä vuoksi niiden kulutuksen yhteyttä CRP-pitoisuuksiin oli tilastollisin keinoin vaikea tutkia (Qureshi ym. 2009). Muissa poikkileikkaustutkimuksissa kulutettujen viljatuotteiden laatua ei ollut selvitetty (González-Gil ym. 2016, Shivappa ym. 2017), jonka vuoksi niistä saaduista tuloksista ei voida tehdä yksiselitteisiä johtopäätöksiä.

Lasten ja nuorten matala-asteisen tulehduksen ja lihansyönnin yhteyksistä oleva tutkimustieto on vähäistä eivätkä tulokset ole yhteneviä. Tutkimuksissa ei ole myöskään eritelty erilaisia lihalaatuja toisistaan, joka olisi perusteltua useiden tutkimusten pohjalta, joissa on todistettu kohtuullisesti valkoista lihaa sisältävän välimeren ruokavalion matala-asteiselta tulehdukselta suojaava vaikutus ja runsaasti punaista lihaa sisältävän länsimaisen ruokavalion matala-asteista tulehdusta lisäävä vaikutus (Casas ym. 2014). Johtopäätöksiä lihan syönnin yhteyksistä lasten ja nuorten matala-asteiseen tulehdukseen ei näin ollen voida tämänhetkisen tutkimustiedon perusteella tehdä, vaan tutkimuksia tarvittaisiin enemmän. Myös muiden proteiinin lähteiden yhteyksiä lasten ja nuorten matala-asteiseen tulehdukseen tulisi tutkia enemmän.

Maitotuotteiden ja lasten ja nuorten matala-asteisen tulehduksen yhteyksistä saatavilla oleva tutkimusnäyttö on niukkaa. Vähäisten tutkimustulosten perusteella (Aeberli ym. 2006, Qureshi ym. 2009) näyttäisi kuitenkin siltä, ettei maitotuotteiden kulutus merkitsevästi nosta eikä laske lasten tulehdusarvoja. Maitotuotteet voivat kuitenkin mahdollisesti vaikuttaa lasten matala-asteiseen tulehdukseen niiden lihavuutta ehkäisevien vaikutusten kautta, sillä maidon kulutuksen on osoitettu olevan merkitsevästi yhteydessä matalampaan painoaindeksiin lapsilla (Moschonis ym. 2016) ja vähäisen alle kouluikässä nautitun maidonkulutuksen on todettu altistavan suuremmalle painon nousulle tulevaisuudessa (Moore ym. 2006).

Ravintolisän muodossa saatujen omega-3-rasvahappojen on todettu laskevan lasten ja nuorten tulehdusmerkkiainepitoisuuksia kahdessa eri interventiotutkimuksessa (Dangardt ym. 2010, Hariri ym. 2012), joten niiden matala-asteista tulehdusta ehkäisevää vaikutusta tukeva tutkimustieto vaikuttaa vahvalta. On kuitenkin otettava huomioon, että aikuisilla tehdyissä tutkimuksissa omega-3-rasvahappovalmisteiden on muun muassa todettu nostavan joidenkin tutkittavien veren LDL-arvoja (Bradberry ja Hilleman 2013). Näin ollen lasten ja nuorten kohdalla kannattaisi pyrkiä turvaamaan omega-3-rasvahappojen saanti ravinnon kautta, mitä suositellaan ensisijaisesti myös kardiovaskulaarisairauksien ehkäisyyn omega-3-rasvahappovalmisteiden sijaan (Hu ja Manson 2012). Rungas tyydyttyneiden rasvojen saanti näyttäisi olevan yhteydessä lasten ja nuorten kohonneisiin tulehdusmerkkiainepitoisuuksiin (Aeberli ym. 2006, Shivappa ym. 2017, Navarro ym. 2017), kun taas muiden ravinnosta saatavien rasvojen osalta tulokset ovat vaihtelevia.

Kivennäisaineiden osalta ravinnosta saatu magnesium ja ravintolisänä nautittu sinkki näyttäisivät olevan yhteydessä matalampiin CRP-arvoihin lapsilla ja nuorilla (King ym. 2007, Kelishadi ym. 2010). Muiden kivennäisaineiden yhteyksistä lasten ja nuorten matala-asteiseen tulehdukseen kaivattaisiin lisää tutkimuksia. Vitamiinien yhteyksiä lasten ja nuorten matala-asteiseen tulehdukseen selvittävien tutkimusten tulokset ovat hyvin vaihtelevia, joten myös niiden osalta tutkimusta tarvittaisiin enemmän.

## **5.2 Haasteita lasten ja nuorten ruoankäytön ja matala-asteisen tulehduksen tutkimisessa**

Lasten ja nuorten ruokavalion yhteyttä matala-asteiseen tulehdukseen selvittäneiden tutkimusten yleisimpänä heikkoutena on niissä usein käytetty poikkileikkausasetelma, jonka avulla syy-seuraussuhteita ei voida varmistaa (Aeberli ym. 2006, Qureshi ym. 2009, González-Gil ym. 2016, Shivappa ym. 2017, Navarro ym. 2017). Tutkimustietoa kaivattaisiin siis enemmän syy-seuraus suhteita osoittavien kokeellisten tutkimusten osalta, joissa esimerkiksi sekoittavien tekijöiden aiheuttamaa harhaa pystytään hallitsemaan havainnoivia tutkimuksia paremmin (Vuorela ym. 2014). Matala-asteista tulehdusta parhaiten kuvaavasta merkkiaineesta ei myöskään ole yksimielisyyttä (Calder ym. 2011). CRP:n mittausta on käytetty useimmissa tutkimuksissa, koska se liittyy sydän- ja verisuonitautien riskiin, sen käyttö on vakiintunutta ja sitä mitataan rutiininomaisesti laboratorioissa. Ei ole kuitenkaan täysin selvää, onko CRP muita merkkiaineita parempi osoitin matala-asteiselle tulehdukselle. Terveiltä henkilöiltä mitatuissa tulehdusmerkkiainepitoisuuksissa on havaittu suurta vaihtelua, mikä osaltaan hankaloittaa

matala-asteisen tulehduksen osoittamista (Minihane ym. 2015). Vaihtelua tulehdusmerkkiainepitoisuuksissa selittävät ruokavalion ohella muun muassa ikä, sukupuoli, fyysinen aktiivisuus, kehonkoostumus sekä perinnölliset tekijät. Murrosiässä leptiinipitoisuuksien on todettu kohoavan rasvakudoksen määrästä riippumatta etenkin tyttöjen kohdalla, mikä voi stimuloida CRP:n tuotantoa (Spruijt-Metz ym. 2012). Harhaa useisiin matala-asteista tulehdusta koskeviin tutkimuksiin tuo lisäksi anti-inflammatoristen merkkiaineiden merkityksen huomioimatta jättäminen (Calder ym. 2011).

Lasten ja nuorten ruoankäytön tutkimiseen liittyy monia haasteita. Alle 7-vuotiaiden lasten ruoankäytöstä raportoivat yleisesti ottaen heidän vanhempansa (Kyttälä ym. 2008). Vanhemmat pystyvät kertomaan melko luotettavasti lapsen kotona nautituista ruoista ja juomista, mutta joidenkin vanhempien on havaittu yliparaportoivan terveelliseksi miellettyjen ruokien käyttöä ja aliraportoivan epäterveelliseksi miellettyjen ruokien käyttöä. Lapsen ruokaillessa kodin ulkopuolella, esimerkiksi päiväkodissa, vanhemman tietämys lapsen syömän ruoan laadusta ja määrästä heikkenee. Tästä johtuvaa virhelähdettä on kuitenkin mahdollista pienentää kysymällä ruokalistojen ja ruoan valmistukseen käytettyjen raaka-aineiden yksityiskohdista koulujen ja päiväkotien ruokien valmistuksesta vastaavista ruokapalvelusta (Haapala ym. 2017). Yli 8-vuotiaat alkavat viettää yhä enemmän aikaa kodin ulkopuolella ja he myös ruokailevat itsenäisesti, jolloin vanhemmat eivät enää pysty kertomaan lapsensa ruoankäytöstä tarpeeksi yksityiskohtaisesti. Lasten oma kyky raportoida ja muistaa syömiään ruokia ja niiden määriä on kuitenkin rajoittunutta (Aeberli ym. 2006), jonka vuoksi tarkkaa tietoa lapsen kuluttamista ruoista on vaikea saada. Useissa lasten ruokavalion ja matala-asteisen tulehduksen yhteyttä selvittäneissä tutkimuksissa on käytetty ruoankäytön tutkimismenetelmänä 24 h-ruoankäyttöhaastattelua (Aeberli ym. 2006, King ym. 2007, Qureshi ym. 2009, Kosova ym. 2013, Shivappa ym. 2017). Kyseisen tutkimusmenetelmän heikkoutena on se, ettei se ota huomioon epäsäännöllisesti kulutettuja ruokia eikä näin ollen luo kokonaiskuvaa tutkittavien ruokavaliosta (Aeberli ym. 2006, González-Gil ym. 2016).

### **5.3 Suomalaisen lasten ja nuorten ruokavalio matala-asteisen tulehduksen näkökulmasta**

Suomalaisten lasten ruokavaliota tarkastellessa voidaan havaita joitakin matala-asteiselle tulehdukselle altistavia vaaratekijöitä. Suomalaisista lapsista niin alle kouluikäiset kuin kouluikäisetkin syövät liian vähän hedelmiä ja vihanneksia (Kyttälä ym. 2008, Eloranta ym. 2011, Currie ym. 2012). Hedelmien ja vihannesten kulutuksen on havaittu olevan käänteisesti

yhteydessä matala-asteisen tulehduksen merkkiaineisiin (Qureshi ym. 2009, Holt ym. 2009, González-Gil ym. 2016, Navarro ym. 2017, Shivappa ym. 2017, Almeida-de-Souza ym. 2017), joten niiden riittävään saantiin olisi hyvä kiinnittää lasten ruokavalion kohdalla huomioita.

Suomalaisten lasten sakkaroosin saanti on suosituksia suurempaa jo 2-vuoden iästä lähtien (Kyttälä ym. 2008). Suurin sakkaroosin lähde lapsilla on sokerilla makeutetut juomat, joista saadaan jopa kolmannes ruokavalion sakkaroosista (Hoppu ym. 2008). Sokeripitoisten virvoitusjuomien runsaamman kulutuksen on todettu olevan yhteydessä korkeampiin tulehdusmerkkiainepitoisuuksiin (Kosova ym. 2013, González-Gil ym. 2016, Shivappa ym. 2017), joten matala-asteisen tulehduksen riskin pienentämiseksi lasten ja nuorten sokeroitujen virvoitusjuomien käyttöä tulisi pyrkiä pienentämään.

Niin alle kouluikäiset kuin kouluikäisetkin suomalaiset lapset saavat ruokavaliostaan suosituksia enemmän tyydyttyneitä rasvaa (Kyttälä ym. 2008, Eloranta ym. 2011, Currie ym. 2012), jonka runsas saanti on yhdistetty lasten ja nuorten kohonneisiin tulehdusmerkkiainepitoisuuksiin (Aeberli ym. 2006, Shivappa ym. 2017, Navarro ym. 2017). Lasten ja nuorten tulehdusmerkkiaineita laskevien omega-3-rasvahappojen saanti puolestaan on 2–6-vuotiailla suomalaisilla lapsilla liian vähäistä (Kyttälä ym. 2008, Dangardt ym. 2010, Hariri ym. 2012). Myös alakouluikäisten tyttöjen monitydyttymättömien rasvahappojen saanti jää alle suositusten (Eloranta ym. 2011), joten on mahdollista, että myös heidän omega-3-rasvahappojen saantinsa on puutteellista.

## **6 JOHTOPÄÄTÖSET**

Lasten ja nuorten ruokavalion ja matala-asteisen tulehduksen yhteyksiä selvittävä tutkimustieto on vielä varsin vähäistä, ja erityisesti kokeellista tutkimusta useiden eri ruoka- ja ravintoaineiden vaikutuksista tulehdusarvoihin kaivattaisiin enemmän. Tämän hetkisen tutkimustiedon perusteella lasten ja nuorten matalampiin tulehduksen merkkiainepitoisuuksiin yhteydessä näyttäisivät olevan hedelmien ja vihannesten, täysjyväviljan, omega-3-rasvahappojen, magnesiumin ja sinkin runsaampi saanti. Suurempiin tulehdusmerkkiainepitoisuuksiin yhteydessä puolestaan vaikuttaisivat olevan sokeroitujen virvoitusjuomien ja tyydyttyneen rasvan suurempi kulutus.

Mikäli matala-asteisen tulehduksen riskiä suomalaisilla lapsilla haluttaisiin pienentää, tulisi kiinnittää huomiota erityisesti vihannesten, hedelmien ja omega-3-rasvahappojen saannin

lisäämiseen ruokavaliossa ja sokeroitujen virvoitusjuomien ja tyydyttyneen rasvan saannin vähentämiseen. Ymmärtämällä tiettyjen ruoka- ja ravintoaineiden yhteys matala-asteiseen tulehdukseen jo lapsilla ja kiinnittämällä tarkempaa huomiota lasten ruokavalioon voitaisiin mahdollisesti pienentää lasten riskiä sairastua moniin kroonisiin kansansairauksiin myöhemmällä iällä.

## LÄHTEET

Aeberli I, Molinari L, Spinass G, Lehmann R, l'Allemand D, Zimmermann MB. Dietary intakes of fat and antioxidant vitamins are predictors of subclinical inflammation in overweight Swiss children. *Am J Clin Nutr* 2006;84:748-755.

Almeida-de-Souza J, Santos R, Lopes L, Abreu S, Moreira C, Padrão P, Mota J, Moreira P. Associations between fruit and vegetable variety and low-grade inflammation in Portuguese adolescents from LabMed Physical Activity Study. *Eur J Nutr* 2017;1-14.

Arouca A, Michels N, Moreno LA, González-Gil EM, Marcos A, Gómez S, Díaz LE, Widhalm K, Molnár D, Manios Y, Gottrand F, Kafatos A, Kersting M, Sjöström M, de la O A, Ferrari M, Huybrechts I, Gonzalez-Gross M, De Henauw S. Associations between a Mediterranean diet pattern and inflammatory biomarkers in European adolescents. *Eur J Nutr* 2017.

Bradberry JC, Hilleman DE. Overview of omega-3 Fatty Acid therapies. *P & T : a peer-reviewed journal for formulary management* 2013;38:681.

Calder PC, Ahluwalia N, Albers R, Bosco N, Bourdet-Sicard R, Haller D, Holgate ST, Jönsson LS, Latulippe ME, Marcos A, Moreines J, M'Rini C, Müller M, Pawelec G, van Neerven, R J J, Watzl B, Zhao J. A consideration of biomarkers to be used for evaluation of inflammation in human nutritional studies. *Br J Nutr* 2013a;109 Suppl 1:1.

Calder PC, Ahluwalia N, Brouns F, Buetler T, Clement K, Cunningham K, Esposito K, Jönsson LS, Kolb H, Lansink M, Marcos A, Margioris A, Matusheski N, Nordmann H, O'Brien J, Pugliese G, Rizkalla S, Schalkwijk C, Tuomilehto J, Wärnberg J, Watzl B, Winklhofer-Roob BM. Dietary factors and low-grade inflammation in relation to overweight and obesity. *British Journal of Nutrition* 2011;106:S78.

Calder PC, Calder PC, Yaqoob P. *Diet, immunity and inflammation*. Oxford ; Philadelphia: Woodhead Publishing 2013b.

Casas R, Sacanella E, Estruch R. The immune protective effect of the Mediterranean diet against chronic low-grade inflammatory diseases. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets* 2014;14:245-254.

Currie C, Zanotti C, Morgan A, Currie D, de Looze M, Roberts C, Samdal O, Smith ORF, Barnekow V. Social determinants of health and well-being among young people. *Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study* World Health Organization 2012. <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/social-determinants-of-health-and-well-being-among-young-people.-health-behaviour-in-school-aged-children-hbsc-study> (luettu 3.1.2018).

Dangardt F, Osika W, Chen Y, Nilsson U, Gan L, Gronowitz E, Strandvik B, Friberg P. Omega-3 fatty acid supplementation improves vascular function and reduces inflammation in obese adolescents. *Atherosclerosis* 2010;212:580-585.

di Giuseppe R, Di Castelnuovo A, Melegari C, De Lucia F, Santimone I, Sciarretta A, Barisciano P, Persichillo M, De Curtis A, Zito F, Krogh V, Donati MB, de Gaetano G,



Iacoviello L. Typical breakfast food consumption and risk factors for cardiovascular disease in a large sample of Italian adults. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2012;22:347-354.

Dickinson S, Hancock DP, Petocz P, Ceriello A, Brand-Miller J. High-glycemic index carbohydrate increases nuclear factor-kappaB activation in mononuclear cells of young, lean healthy subjects. *Am J Clin Nutr* 2008;87:1188-1193.

Eloranta AM, Lindi V, Schwab U, Kiiskinen S, Kalinkin M, Lakka HM, Lakka TA. Dietary factors and their associations with socioeconomic background in Finnish girls and boys 6-8 years of age: the PANIC Study. *Eur J Clin Nutr* 2011;65:1211-1218.

Galland L. Diet and inflammation. *Nutr Clin Pract* 2010;25:634-640.

Goletzke J, Buyken AE, Joslowski G, Bolzenius K, Remer T, Carstensen M, Egert S, Nöthlings U, Rathmann W, Roden M, Herder C. Increased intake of carbohydrates from sources with a higher glycemic index and lower consumption of whole grains during puberty are prospectively associated with higher IL-6 concentrations in younger adulthood among healthy individuals. *J Nutr* 2014;144:1586-1593.

González-Gil EM, Santabárbara J, Russo P, Ahrens W, Claessens M, Lissner L, Börnhorst C, Krogh V, Iacoviello L, Molnar D, Siani A, Tornaritis M, Veidebaum T, Moreno LA. Food intake and inflammation in European children: the IDEFICS study. *Eur J Nutr* 2016;55:2459-2468.

Guadarrama-López AL, Valdés-Ramos R, Martínez-Carrillo BE. Type 2 diabetes, PUFAs, and vitamin D: their relation to inflammation. *J Immunol Res* 2014;2014:860703.

Haapala E, Eloranta A, Venäläinen T, Jalkanen H, Poikkeus A, Ahonen T, Lindi V, Lakka T. Diet quality and academic achievement: a prospective study among primary school children. *Eur J Nutr* 2017;56:2299-2308.

Hajihashemi P, Azadbakht L, Hashemipor M, Kelishadi R, Esmailzadeh A. Whole-grain intake favorably affects markers of systemic inflammation in obese children: a randomized controlled crossover clinical trial. *Mol Nutr Food Res* 2014;58:1301-1308.

Hariri M, Djazayery A, Djalali M, Saedisomeolia A, Rahimi A, Abdollahian E. Effect of n-3 supplementation on hyperactivity, oxidative stress and inflammatory mediators in children with attention-deficit-hyperactivity disorder. *Malays J Nutr* 2012;18:329-335.

Holt EM, Steffen LM, Moran A, Basu S, Steinberger J, Ross JA, Hong C, Sinaiko AR. Fruit and vegetable consumption and its relation to markers of inflammation and oxidative stress in adolescents. *J Am Diet Assoc* 2009;109:414-421.

Hoppu U, Kujala J, Lehtisalo J, Tapanainen H, Pietinen P. Yläkoululaisten ravitsemus ja hyvinvointi: Lähtötilanne ja lukuvuonna 2007-2008 toteutetun interventiotutkimuksen tulokset. *Kansanterveyslaitos* 2008.

Hu FB, Manson JE. Omega-3 fatty acids and secondary prevention of cardiovascular disease- is it just a fish tale?: comment on "Efficacy of omega-3 fatty acid supplements (eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid) in the secondary prevention of cardiovascular disease". *Arch Intern Med* 2012;172:694-696.

Järvisalo MJ, Harmoinen A, Hakanen M, Paakkunainen U, Viikari J, Hartiala J, Lehtimäki T, Simell O, Raitakari OT. Elevated serum C-reactive protein levels and early arterial changes in healthy children. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2002;22:1323-1328.

Jois A, Navarro P, Ortega-Senovilla H, Gavela-Pérez T, Soriano-Guillén L, Garcés C. Relationship of high leptin levels with an adverse lipid and insulin profile in 6-8 year-old children in Spain. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2015;25:1111-1116.

Kelishadi R, Hashemipour M, Adeli K, Tavakoli N, Movahedian-Attar A, Shapouri J, Poursafa P, Rouzbahani A. Effect of zinc supplementation on markers of insulin resistance, oxidative stress, and inflammation among prepubescent children with metabolic syndrome. *Metab Syndr Relat Disord* 2010;8:505-510.

King DE, Mainous AG, Geesey ME, Ellis T. Magnesium intake and serum C-reactive protein levels in children. *Magnes Res* 2007;20:32-36.

Kosova EC, Auinger P, Bremer AA. The relationships between sugar-sweetened beverage intake and cardiometabolic markers in young children. *J Acad Nutr Diet* 2013;113:219-227.

Kouluterveyskysely 2017. Kouluterveyskyselyn tulokset nuorilla 2017. Terveysten ja hyvinvoinnin laitos. Päivitetty 14.9.2017.  
[https://sampon.thl.fi/pivot/prod/fi/ktk/ktk1/summary\\_perustulokset?alue\\_0=87869&mittarit\\_0=200537&mittarit\\_1=200101&mittarit\\_2=187203&vuosi\\_2017\\_0=v2017](https://sampon.thl.fi/pivot/prod/fi/ktk/ktk1/summary_perustulokset?alue_0=87869&mittarit_0=200537&mittarit_1=200101&mittarit_2=187203&vuosi_2017_0=v2017)

Kyttälä P, Ovaskainen M, Kronberg-Kippilä C, Erkkola, M, Tapanainen H, Tuokkola J, Veijola R, Simell O, Knip M, Virtanen SM. Lapsen ruokavalio ennen kouluikää. Kansanterveyslaitos 2008.

Lamberg-Allardt D, Kara R, Haglund B, Heiskanen S, Hirvonen T, Lemström A, Pietinen P, Viljakainen H, Virtanen S. D-vitamiinityöryhmän raportti. Valtion ravitsemusneuvottelukunta. MMM021:00/2008. Huhtikuu 2010.  
<http://www.ravitsemusneuvottelukunta.fi/attachments/vrn/d-vitamiiniraportti2010.pdf>

Lynch C, Kristjansdottir AG, Te Velde SJ, Lien N, Roos E, Thorsdottir I, Krawinkel M, de Almeida, Maria Daniel Vaz, Papadaki A, Hlastan Ribic C, Petrova S, Ehrenblad B, Halldorsson TI, Poortvliet E, Yngve A. Fruit and vegetable consumption in a sample of 11-year-old children in ten European countries--the PRO GREENS cross-sectional survey. *Public Health Nutr* 2014;17:2436-2444.

Minihane AM, Vinoy S, Russell WR, Baka A, Roche HM, Tuohy KM, Teeling JL, Blaak EE, Fenech M, Vauzour D, Mcardle HJ, Kremer BHA, Sterkman L, Vafeiadou K, Benedetti MM, Williams CM, Calder PC. Low-grade inflammation, diet composition and health: current research evidence and its translation. 2015;.

Moore LL, Bradlee ML, Gao D, Singer MR. Low dairy intake in early childhood predicts excess body fat gain. *Obesity (Silver Spring)* 2006;14:1010-1018.

Moschonis G, Van den Heuvel, E G H M, Mavrogianni C, Singh-Povel CM, Leotsinidis M, Manios Y. Associations of milk consumption and vitamin B2 and b12 derived from milk with fitness, anthropometric and biochemical indices in children. The healthy growth study. *Nutrients* 2016;8.

Murer SB, Aeberli I, Braegger CP, Gittermann M, Hersberger M, Leonard SW, Taylor AW, Traber MG, Zimmermann MB. Antioxidant supplements reduced oxidative stress and stabilized liver function tests but did not reduce inflammation in a randomized controlled trial in obese children and adolescents. *J Nutr* 2014;144:193-201.

Must A, Anderson SE. Body mass index in children and adolescents: considerations for population-based applications. *International Journal of Obesity* 2006;30:590-594.

Navarro P, de Dios O, Gavela-Pérez T, Jois A, Garcés C, Soriano-Guillén L. High-Sensitivity C-Reactive Protein and Leptin Levels Related to Body Mass Index Changes Throughout Childhood. *J Pediatr* 2016;178:178-182.

Navarro P, de Dios O, Jois A, Gavela-Pérez T, Gorgojo L, Martín-Moreno JM, Soriano-Guillén L, Garcés C. Vegetable and Fruit Intakes Are Associated with hs-CRP Levels in Pre-Pubertal Girls. *Nutrients* 2017;9.

Nordlab Oulu. C-reaktiivinen proteiini, herkkä, plasmasta. Päivitetty 13.01.2017.  
<http://oyslab.fi/ohjekirja/11031.html>

Qureshi MM, Singer MR, Moore LL. A cross-sectional study of food group intake and C-reactive protein among children. *Nutr Metab (Lond)* 2009;6:40.

Ruiz-Núñez B, Pruijboom L, Dijck-Brouwer DAJ, Muskiet FAJ. Lifestyle and nutritional imbalances associated with Western diseases: causes and consequences of chronic systemic low-grade inflammation in an evolutionary context. *J Nutr Biochem* 2013;24:1183-1201.

Shivappa N, Hebert JR, Marcos A, Diaz L, Gomez S, Nova E, Michels N, Arouca A, González-Gil E, Frederic G, González-Gross M, Castillo MJ, Manios Y, Kersting M, Gunter MJ, De Henauw S, Antonios K, Widhalm K, Molnar D, Moreno L, Huybrechts I. Association between dietary inflammatory index and inflammatory markers in the HELENA study. *Mol Nutr Food Res* 2017;61.

Simell O, Niinikoski H, Rönnemaa T, Lapinleimu H, Routi T, Lagström H, Salo P, Jokinen E, Viikari J. Special Turku Coronary Risk Factor Intervention Project for Babies (STRIP). *Am J Clin Nutr* 2000;72:1331S.

Spruijt-Metz D, Adar Emken B, Spruijt MR, Richey JM, Berman LJ, Belcher BR, Hsu Y, McClain AD, Lane CJ, Weigensberg MJ. CRP is related to higher leptin levels in minority peripubertal females regardless of adiposity levels. *Obesity (Silver Spring)* 2012;20:512-516.

Terveysten ja hyvinvoinnin laitos. Yleistietoa kansantaudeista 2015.  
<http://www.thl.fi/fi/web/kansantaudit/yleistietoa-kansantaudeista> (luettu 9.1.2018).

Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Syödään yhdessä -ruokasuositukset lapsiperheille. THL 2016.

Vuorela P, Malmivaara A, Komulainen J, Jousilahti P. Miten arvioin ja hyödynnän havainnoivan tutkimuksen tuottamaa tietoa? 2014;2014;130(15):1545-50.

Wärnberg J, Nova E, Romeo J, Moreno LA, Sjöström M, Marcos A. Lifestyle-related determinants of inflammation in adolescence. *Br J Nutr* 2007;98 Suppl 1:116.

Weiss R, Caprio S. The metabolic consequences of childhood obesity. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism* 2005;19:405-419

## Liite 1. Havainnoivat tutkimukset lasten ja nuorten ruokavaliotekijöiden yhteyksistä matala-asteiseen tulehdukseen

Viite ja maa	Aineisto n (p/t)	ikä (v)	Asetelma	Tutkimuksen kohde	Keskeisimmät tutkimusmenetelmät	Merkittävimmät tulokset tulehdusmerkkiaineiden osalta
<b>Aeberli ym. 2006, Sveitsi</b>	79	6-14	Poikkileikkaus	Ruokavalion sisältämän rasvan ja antioksidanttien vaikutus TNF- $\alpha$ -, IL-6-, CRP- ja leptiinipitoisuuksiin ylipainoisilla lapsilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 x 24 h-RKH ja 1 vrk RKP</li> <li>• Insuliini-, glukoosi-, HDL-, triglyseridi-, CRP-, IL-6-, TNF-<math>\alpha</math>- ja leptiinimittaus</li> </ul>	Ruokavalion kokonaisrasvan suuruus: CRP $\uparrow$ Suurempi rasvoista saatu E%: CRP $\uparrow$ Kasviöljyjen runsaampi käyttö: CRP $\uparrow$ Tyydyttyneiden, monitydyttyneiden ja kertatyydyttyneiden rasvahappojen suurempi saanti: CRP $\uparrow$ Lihan suurempi kulutus: IL-6 $\uparrow$ , leptiini $\uparrow$ E- ja C-vitamiinin sekä $\beta$ -karoteenin suurempi saanti: leptiini $\downarrow$ , CRP —, IL-6 —, TNF- $\alpha$ —
<b>Almeida-de-Souza ym. 2017, Portugali</b>	412 (196/216)	12-18	Poikkileikkaus	Vihannesten ja hedelmien käytön monipuolisuuden ja matala-asteisen tulehduksen yhteys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FFQ</li> <li>• CRP-, IL-6-, komplementti C3- ja C4-mittaus</li> </ul>	Vihannesten monipuolinen käyttö ( $\geq 13$ kasvislajia/kk): CRP $\downarrow$ Hedelmien monipuolinen käyttö ( $\geq 12$ hedelmälajia/kk): IL-6 $\uparrow$ , komplementti C3 $\uparrow$ , tulehduksellinen tila $\uparrow$ Vihannesten ja hunajan/hillon käytön useus: hs-CRP $\downarrow$ Sokeroitujen virvoitusjuomien, majoneesin sekä viljojen ja vaalean leivän runsaampi käyttö: hs-CRP $\uparrow$
<b>González-Gil ym. 2016, Saksa</b>	6403 (1315/1204) (1908/1976)	2-9 2-5 6-9	Poikkileikkaus	Elintarvikkeiden käytön useuden ja hs-CRP:n yhteys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FFQ</li> <li>• hs-CRP-mittaus</li> </ul>	Vihannesten ja hunajan/hillon käytön useus: hs-CRP $\downarrow$ Sokeroitujen virvoitusjuomien, majoneesin sekä viljojen ja vaalean leivän runsaampi käyttö: hs-CRP $\uparrow$
<b>Goletzke ym. 2014, Saksa</b>	205 (92/113)	9-15 & 18-36	Pitkittäistutkimus	Nuorena syödyn hiilihydraatin määrän ja laadun vaikutukset matala-asteiseen tulehdukseen nuorella aikuisiällä	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vähintään 2 murrosiässä täytettyä 3 vrk RPK</li> <li>• hs-CRP-, IL-6-, IL-18- ja adiponektiinimittaus nuorena aikuisena</li> </ul>	Hiilihydraattien korkeampi saanti erityisesti korkean GI:n lähteistä: IL-6 $\uparrow$ Ruokavalion suurempi GL ja täysjyväviljojen vähäinen käyttö: IL-6 $\uparrow$ Ruokavalion GI, lisätyn sokerin ja kuidun saanti suurempi saanti: IL-6 — Kaikki tutkitut tekijät: hs-CRP —, IL-18 —, adiponektiini —
<b>Holt ym. 2009, USA</b>	285 (155/130)	13-17	Poikkileikkaus	Vihannesten, hedelmien, antioksidanttien, folaatin ja flavonoidien vaikutus matala-asteiseen tulehdukseen ja oksidatiiviseen stressiin nuorilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FFQ</li> <li>• CRP-, IL-6-, TNF-<math>\alpha</math>-mittaus</li> </ul>	Hedelmien, folaatin ja C-vitamiinin suurempi saanti: CRP $\downarrow$ Palkokasvien, vihannesten, $\beta$ -karoteenin ja C-vitamiinin suurempi saanti: IL-6 $\downarrow$ $\beta$ -karoteenin ja luteoliinin suurempi saanti: TNF- $\alpha$ $\downarrow$
<b>King ym. 2007, USA</b>	5007	6-17	Poikkileikkaus	Magnesiumin yhteys matala-asteiseen tulehdukseen lapsilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 h-RKH</li> <li>• CRP mittaus</li> </ul>	Magnesiumin saanti alle suositusten: CRP $\uparrow$
<b>Kosova ym. 2013, USA</b>	4880 (2474/2406)	3-11	Poikkileikkaus	Sokerilla makeutettujen virvoitusjuomien yhteys sydänsairauksien merkkiaineisiin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 h-RKH</li> <li>• Kolesterolin, HDL-, LDL-, triglyseridi- ja CRP-mittaus</li> </ul>	Suuri virvoitusjuomien kulutus: CRP $\uparrow$

(jatkuu)

## Liite 1. jatkuu

Viite ja maa	Aineiston (p/t)	ikä (v)	Asetelma	Tutkimuksen kohde	Keskeisimmät tutkimusmenetelmät	Merkittävimmät tulokset tulehdusmerkkiaineiden osalta
Navarro ym. 2017, Espanja	571 (270/301)	6-8	Poikkileikkaus	Ruokavalion vaikutus hs-CRP:hen esipubertaalisilla lapsilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FFQ ja HEI-indeksi</li> <li>• hs-CRP-mittaus</li> </ul>	<p>Tyydyttyneen rasvan runsas käyttö: hs-CRP ↑ A- ja E-vitamiinin ja kuidun vähäinen saanti: hs-CRP ↑ Kasvisten, hedelmien ja marmeladin käyttö: hs-CRP ↓ Kaikki tulokset olivat nähtävissä ainoastaan tytöillä.</p>
Qureshi ym. 2009, USA	4110 (2057/2053)	5-16	Poikkileikkaus	Lasten ruoankäytön ja hs-CRP:n yhteys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 h-RKH</li> <li>• hs-CRP-mittaus</li> </ul>	<p>Viljojen ja kasvisten vähäinen käyttö: CRP ↑ Maidon runsaampi käyttö: CRP ↓ / — Lihan ja muiden proteiinin lähteiden suurempi kulutus: CRP—</p>
Shivappa ym. 2017, Saksa	532	12-17	Poikkileikkaus	Ruokavalion vaikutus matalasteiseen tulehdukseen nuorilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 x 24 h-RKH</li> <li>• CRP-, TNF-<math>\alpha</math>-, IL-6-, -1-, -2-, -4-, -10-, INF-<math>\gamma</math>-, ICAM- ja VCAM-mittaus</li> </ul>	<p>Nuoret, joilla oli korkeimmat tulehdusarvot, kuluttivat enemmän leipää, suklaata, erilaisia rasvoja, virvoitusjuomia, leivonnaisia, keksejä sekä sokeria/hunajaa/hilloa ja vähemmän kasviksia, hedelmiä, mehua ja kalaa</p>

**Lyhenteet:** CRP= C-reaktiivinen proteiini (*C-reactive protein*); FFQ= Frekvenssikysely; GI= Glykeeminen indeksi; GL= Glykeeminen kuorma; HDL= *High density lipoprotein*; hs-CRP= Herkkä C-reaktiivinen proteiini (*High-sensitivity c-reactive protein*); HEI-indeksi= *Healthy eating index*; ICAM= Solunsisäinen adheesiomolekyylä (*Intercellular adhesion molecule*); INF- $\gamma$ = Interferoni-gamma; IL= Interleukiini; LDL= *Low density lipoprotein*; RKH= Ruoankäyttöhaastattelu; RPK= Ruokapäiväkirja, TNF- $\alpha$ = Tuumorinekroositekijä alfa; VCAM= Vaskulaarinen adheesiomolekyylä (*Vascular cell adhesion molecule*)

**Merkit:** ↑ = Yhteys korkeampaan pitoisuuteen; ↓ = Yhteys matalampaan pitoisuuteen; — = Ei yhteyttä

## Liite 2. Kokeelliset tutkimukset lasten ja nuorten ruokavaliotekijöiden vaikutuksista matala-asteiseen tulehdukseen

Viite ja maa	Aineisto n (p/t)	ikä (v)	Asetelma	Tutkimuksen kohde	Keskeisimmät tutkimusmenetelmät	Merkittävimmät tulokset tulehdusmerkkiaineiden osalta
<b>Dangartdt ym. 2010, Ruotsi</b>	25 (11/14)	14-17	Satunnaistettu ja kaksoissokkoutettu vaihtovuoroinen koe	Omega-3-kapselien vaikutus seerumin monitydyttämättömien rasvahappojen pitoisuuksiin, verisuonten toimintaan ja tulehdusarvoihin ylipainoisilla nuorilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 kk koejakso: n-3-ryhmä nautti 10 kapselia (930 mg EPA + 290 mg DHA + 100 mg GLA + 18 mg E-vitamiini) / vrk. Plaseboryhmä nautti 10 plasebokapselia / vrk.</li> <li>6 vko wash out-jakso, jonka jälkeen ryhmien vaihto</li> <li>FFQ ennen jokaista eri jaksoa</li> <li>Kapseleiden käytön raportointi</li> <li>Verikokeet x 4: 17 eri tulehduksesta viestivää merkkiainetta</li> </ul>	Omega-3-kapseleiden käyttö: TNF- $\alpha$ ↓, IL-1 $\beta$ ↓, IL-6 ↓, lymfosyytit ↓, monosyytit ↓, IL-2 ↑, sVCAM-1 ↑. Muissa tulehdusmerkkiaineissa ei muutosta.
<b>Hajihashemi ym. 2014, Iran</b>	44 (0/44)	8-14	Satunnaistettu ja kontrolloitu vaihtovuoroinen kliininen koe	Täysjyväviljojen vaikutus veren tulehdusmerkkiaineiden pitoisuuksiin ylipainoisilla tai lihavilla lapsilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tutkimuksen alussa 2 vko run in -jakso: Ravitsemusterapeutin tapaaminen + 2 x 1 vrk RPK + 2 x 1 vrk liikuntapäiväkirja</li> <li>6 vko koejakso: täysjyväviljaryhmä nautti puolet päivittäisistä viljoistaan täysjyväisenä, kontrolliryhmä vältti täysjyväviljatuotteita. 1 vrk RPK ja liikuntapäiväkirja joka toinen viikko</li> <li>4 vko wash out -jakson jälkeen tutkittavat vaihtoivat ryhmiä ja noudattivat koeruokavaliota 6 vko</li> <li>Verikokeet ennen ja jälkeen jokaista jaksoa (hs-CRP, leptiini, SAA, sICAM-1, sVCAM-1)</li> </ul>	Täysjyväviljojen käyttö: hs-CRP ↓, leptiini ↓, SAA ↓, sICAM-1 ↓, sVCAM-1 ↓
<b>Hariri ym. 2012, Iran</b>	103 (67/36)	6-12	Satunnaistettu, kaksoissokkoutettu ja plasebokontrolloitu kliininen koe	Omega-3-kapseleiden vaikutus ADHD:ta sairastavien lasten hyperaktiivisuuteen, oksidatiiviseen stressiin sekä tulehduksen merkkiaineisiin	<ul style="list-style-type: none"> <li>8 vko koejakso: n-3-ryhmä nautti 900 mg n-3-kapselin (635 mg EPA + 195 mg DHA + 100 mg muita n-3-rasvahappoja) päivittäin. Plaseboryhmä nautti päivittäin 900 mg oliiviöljykapselin</li> <li>Verikokeet tutkimuksen aluksi ja lopuksi (CRP, IL-6, GR, CAT, SOD)</li> </ul>	Omega-3-kapeleiden käyttö: CRP ↓, IL-6 ↓

(jatkuu)

## Liite 2. jatkuu

Viite ja maa	Aineiston (p/t) ikä (v)	Asetelma	Tutkimuksen kohde	Keskeisimmät tutkimusmenetelmät	Merkittävimmät tulokset tulehdusmerkkiaineiden osalta	
<b>Kelishadi ym. 2010, Iran</b>	60 (25/35)	6-10	Satunnaistettu, kolmoissokkoutettu ja plasebokontrolloitu vaihtovuoroinen kliininen koe	Sinkkisulfaatin vaikutus insuliiniresistenssin, oksidatiivisen stressin sekä matala-asteisen tulehduksen merkkiaineisiin lihavilla esipubertiaalisilla lapsilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>Satunnaistaminen sinkki- ja plaseboryhmiin</li> <li>8 vko koejakso: sinkkiryhmä nautti päivittäin 20 mg sinkkiä, plaseboryhmä plaseboa</li> <li>4 vko wash out, jonka jälkeen ryhmien vaihto</li> <li>Verikokeet x 4 sisältäen mm hs-CRP-mittauksen</li> </ul>	Ravintolisänä nautittu sinkki: hs-CRP ↓
<b>Murer ym. 2014, Sveitsi</b>	44 (22/22)	10-18	Satunnaistettu, yksöissokkoutettu ja plasebokontrolloitu interventio	Antioksidanttilisien vaikutus ylipainoisten ja lihavien lasten oksidatiivisen stressin, matala-asteisen tulehduksen ja maksan toiminnan merkkiaineisiin	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 kk koejakso: koeryhmä nautti päivittäin ravintolisän muodossa C-vitamiinia (500 mg), E-vitamiinia (400 IU) ja seleeniä (50 µg), plaseboryhmän nauttiessa kolme plasebotablettia</li> <li>2 x 4 vrk RPK ja unohtuneista tableteista raportointi</li> <li>Verikokeet intervention aluksi ja lopuksi, mitatut tulehdusmerkkiaineet: CRP, AGP, IL-6, leptiini, PGE<sub>2</sub></li> </ul>	Ravintolisänä nautitut antioksidantit eivät vaikuttaneet tulehdusmerkkiaineisiin

**Lyhenteet:** AGP= hapan alfa-1 glykoproteiini; CAT= Katalaasi; CRP= C-reaktiivinen proteiini (*C-reactive protein*); DHA= Dokosaheksaenihappo; EPA= Eikosapentaenihappo; FFQ= Frekvenssikysely; GLA= Gammalinoleenihappo; GR= Glutathioni reduktasi; hs-CRP= Herkkä C-reaktiivinen proteiini (*High-sensitivity c-reactive protein*); IL= Interleukiini; PGE<sub>2</sub>= prostaglandiini E2; RPK= Ruokapäiväkirja; SAA= Seerumin amyloidi A; sICAM= Liukoinen solunsisäinen adheesiomolekyyl (Soluble intercellular adhesion molecule); SOD= Superoksididismutaasi; sVCAM= Liukoinen vaskulaarinen adheesiomolekyyl (Soluble vascular cell adhesion molecule); TNF-α= Tuumorinekroositekijä alfa

**Merkit:** ↑ = Yhteys korkeampaan pitoisuuteen; ↓ = Yhteys matalampaan pitoisuuteen; — = Ei yhteyttä