

RAVITSEMUKSEN YHTEYS VERISUONTEN TOIMINTAAN  
LAPSILLA JA NUORILLA

Stolberg Ilana  
Kandidaatin tutkielma  
Ravitsemustiede  
Lääketieteen laitos  
Terveystieteiden tiedekunta  
Itä-Suomen yliopisto  
Kesäkuu 2019

Itä-Suomen yliopisto, Terveystieteiden tiedekunta  
Kansanterveystieteen ja kliinisen ravitsemustieteen yksikkö  
Ravitsemustiede  
STOLBERG ILANA: Ravitsemuksen yhteys verisuonten toimintaan lapsilla ja nuorilla  
Kandidaatin tutkielma, 33 sivua, 1 liite (3 sivua)  
Ohjaaja: FT, yliopisto-opettaja Taisa Venäläinen  
Kesäkuu 2019

---

Avainsanat: ravitsemus, verisuonet, lapset, nuoret

## RAVITSEMUKSEN YHTEYS VERISUONTEN TOIMINTAAN LAPSILLA JA NUORILLA

Sydän- ja verisuonitaudit ovat sairausryhmänä yleisin kuolinsyy maailmassa. Suomessa ne aiheuttavat vajaan puolet työikäisten kuolemista ja niiden kehittyminen alkaa lapsuudessa. Verisuonen toimintahäiriö on keskeinen sydän- ja verisuonitautien kehittymiselle altistava tekijä. Lapsuus- ja nuoruusiän ravitsemuksella on yhteys verisuonitoimintaan ja sydän- ja verisuonitautien kehittymiseen aikuisuudessa. Ruokatottumukset omaksutaan varhaislapsuudessa ja ne säilyvät suurelta osin aikuisuuteen. Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli selvittää ravitsemuksen yhteyttä verisuonten toimintaan lapsilla ja nuorilla.

Tutkimusten perusteella voidaan todeta, että runsaasti rasvaa ja natriumia sekä vähän antioksidantteja sisältävä perinteinen suomalainen ruokavalio ja runsas trans- ja tyydyttyneiden rasvojen saanti kohottavat IMT:iä, eli kaulavaltimon seinämän paksuutta (carotid artery intima-media thickness). Toisaalta kasvivasvoilla näyttäisi olevan yhteys pienempään aikuisiän IMT:iin. Sakkaroosi ja suola nopeuttavat verisuonten vanhenemiseen liittyviä prosesseja ja IMT:in paksuuntumista, suurentavat PWV:tä ja pienentävät FMD:tä. Ruokavalion kokonaisrasvan määrän havaittiin olevan yhteydessä suurempaan valtimoiden jäykkyyteen. Vaikuttaisi myös siltä, että trans- ja tyydyttyneiden rasvojen sekä sakkaroosin käyttö on yhteydessä suurempiin veren triglyseridipitoisuuksiin, mikä haittaa valtimoiden toimintaa.

Hedelmien, vihannesten ja ravintokuidun nauttiminen sekä Välimeren ruokavalion noudattaminen ovat tutkimusten mukaan käänteisessä yhteydessä PWV:hen ja aikuisiän valtimoiden jäykkyyteen. Lisäksi hedelmien ja vihannesten käytön on havaittu hidastavan IMT:in paksuuntumista aikuisiässä. Lapsuusiän alhainen D-vitamiinipitoisuus oli tutkimusten perusteella yhteydessä subkliiniseen ateroskleroosiin sekä suurempaan IMT:iin ja PWV:hen. Maitotuotteiden käyttö saattaa olla yhteydessä matalampaan verenpaineeseen ja pienempään PWV:hen lapsilla ja nuorilla. Kirjallisuuskatsauksen tutkimusten perusteella omega-3- ja omega-6-rasvahappojen nauttiminen näyttäisi vaikuttavan positiivisesti lasten ja nuorten verisuonten toimintaan.

Tutkimuksia ravitsemuksen yhteydestä lasten ja nuorten verisuonten toimintaan on niukasti, ne ovat yksittäisiä ja suurin osa tutkimuksista on havainnoivia tutkimuksia, mikä vaikeuttaa syy-seuraussuhteiden osoittamista. Olisi tarvetta satunnaistetuille kokeellisille tutkimuksille, jotta ravitsemuksen ja lasten ja nuorten verisuonten toiminnan välisiä yhteyksiä voitaisiin osoittaa varmaksi. Tulevaisuudessa olisi tärkeää tutkia ravitsemuksen yhteyttä lasten ja nuorten verisuonten toimintaan terveillä tähän ikäryhmään kuuluvilla yksilöillä, ottaa tutkimuksissa paremmin huomioon tutkittavien etninen tausta ja ikä, verisuonitoiminnan mittaustekniikka ja -laite sekä murrosiän mahdollinen sekoittava vaikutus. Tutkimustulosten vertailua helpottaisi tutkimusmenetelmien yhdenmukaistaminen.

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	4
2	VERISUONTEN RAKENNE JA TOIMINTA.....	5
2.1	Verisuonten toimintaa heikentävät tekijät .....	6
2.2	Verisuonten toiminnan mittaaminen lapsilla ja nuorilla.....	6
3	RAVITSEMUKSEN YHTEYS LASTEN JA NUORTEN VERISUONTEN TOIMINTAAN.....	9
3.1	Suomalaisten lasten ja nuorten ruokavalio .....	9
3.2	Huonolaatuisen ruokavalion yhteys lasten ja nuorten verisuoniterveyteen.....	10
3.3	Hyvälaatuisen ruokavalion yhteys lasten ja nuorten verisuoniterveyteen.....	13
3.4	Yksittäisten ravintotekijöiden vaikutus lasten ja nuorten verisuoniterveyteen .....	15
4	POHDINTA.....	18
5	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	22
	LÄHTEET .....	24
	Liite 1. Tutkimukset ruokavalion vaikutuksesta verisuonten toimintaan lapsilla ja nuorilla ...	35

## 1 JOHDANTO

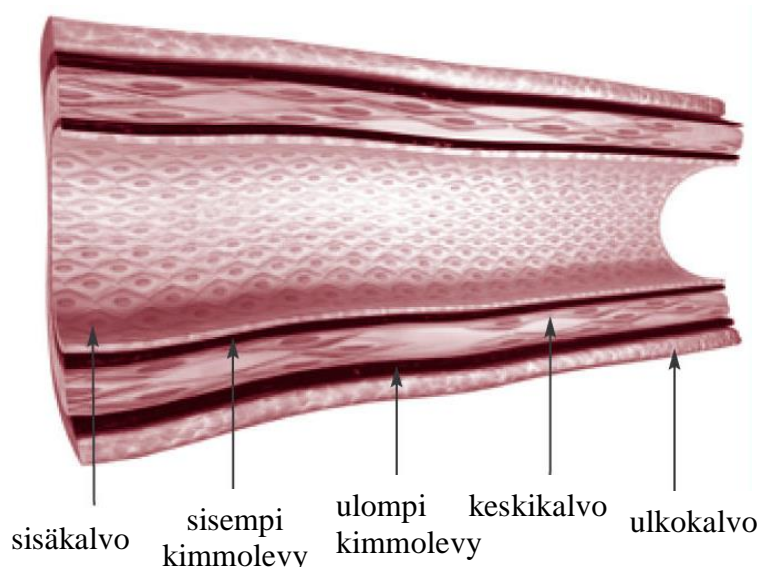
Sydän- ja verisuonitauteihin kuuluvat useat sairaudet ja ne ovat sairausryhmänä yleisin kuolinsyy maailmassa (WHO 2019). Yleisimmät sydän- ja verisuonitaudit ovat sepelvaltimotauti, aivoverenkiertohäiriöt ja sydämen vajaatoiminta (THL 2019). Yli 80 % sydän- ja verisuonitaukeista johtuvista kuolemista ilmenevät matalan- ja keskitulotason maissa. Suomessa sydän- ja verisuonitaudit aiheuttavat vajaan puolet työikäisten kuolemista (THL 2014). Vaikka sydän- ja verisuonitaudit ilmenevät kliinisesti keski-ikästä lähtien, niiden kehittyminen alkaa jo lapsuudessa (Hong 2010, Pahkala ym. 2014). Sydän- ja verisuonitautien keskeinen aiheuttaja on ateroskleroosi, eli valtimonkovettumatauti, jossa valtimot ahtautuvat ja veren kulku suonessa heikkenee, kun valtimoiden sisäpintaa verhoavan ohuen sisäkalvon (*tunica intima*) alle alkaa kertyä kolesterolia (Frostegård 2013, Duodecim 2019). Ateroskleroosin kehittyminen on pitkä prosessi ja sen varhaisia muotoja ilmenee jo lapsilla ja nuorilla (Ohukainen ja Strandberg 2014). Verisuonen endoteeli, eli verisuonien sisäpintoja verhoava ohut solukerros, on suorassa kosketuksessa veren kanssa ja sen toimintahäiriö on keskeinen ateroskleroosin kehittymisen alkutekijä ja sydän- ja verisuonitapahtumille altistava tekijä (Schachinger ym. 2000, Suwaidi ym. 2000).

Ravitsemuksella on merkittävä vaikutus sydän- ja verisuonitautien kehittymisen kannalta (Eilat-Adar ym. 2013). Erilaiset ravintotekijät vaikuttavat verisuonten endoteelin toimintaan. Ruokatottumukset omaksutaan varhaislapsuudessa ja ne säilyvät suurelta osin aikuisuuteen (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2018). Ruokatottumusten muuttaminen aikuisiässä voi lieventää sydän- ja verisuonisairauksien riskiä, mutta suurempi hyöty saavutetaan, jos terveelliset ravitsemustottumukset aloitetaan jo lapsuudessa ja niitä jatketaan aikuisuuteen (Kaikkonen ym. 2013b, Kaikkonen ym. 2014, Magnussen ym. 2014, Siervo ym. 2015).

Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on selvittää ravitsemuksen yhteyttä verisuonten toimintaan lapsilla ja nuorilla. Johdannon jälkeisessä kappaleessa käsittelen yleisesti verisuonten rakennetta ja niiden toimintaa sekä niiden toimintaa heikentäviä tekijöitä. Samassa kappaleessa esittelen tapoja, joilla verisuonten toimintaa mitataan lapsilla ja nuorilla. Kappaleessa kolme käsittelen suomalaisten lasten ja nuorten ruokavaliota ja esittelen laajempien ruokavaliokokonaisuuksien ja yksittäisten ravintotekijöiden sekä ruokien vaikutusta lasten ja nuorten verisuoniterveyteen. Päätän kirjallisuuskatsauksen pohdintaan ja johtopäätöksiin.

## 2 VERISUONTEN RAKENNE JA TOIMINTA

Ihmiselimistön verisuonijärjestelmä koostuu suuresta määrästä verisuonia, joilla on elimistössä tärkeä rooli veren kuljetuksessa (Pugsley ja Tabrizchi 2000). Valtimoiden ja laskimoiden rakenne koostuu kolmesta kerroksesta (Carroll 2007). Sisimmäinen kerros on sisäkalvo (*tunica intima*), jossa on tyvikalvo (Thakali ym. 2007). Keskikalvo (*tunica media*) on muodostunut sileistä lihassoluista, elastiinista, joka on kudoksen kimmoisuutta lisäävä proteiini, ja kollageenista, joka on tukikudoksen yleisin proteiini. Sileiden lihasten supistuminen saa aikaan verisuonen supistumisen ja laajenemisen sekä muutoksen verenvirtauksessa ja verenpaineessa (Carroll 2007). Suurissa valtimoissa sisä- ja keskikalvon välissä on elastisista säikeistä muodostuva kalvokerros eli sisempi kimmolevy (*lamina elastica interna*) (Penn ym. 1994). Ulkokalvo (*tunica adventitia*) on muodostunut kollageenia sisältävästä sidekudoksesta ja elastisista säikeistä (Pugsley ja Tabrizchi 2000). Elastiinia sisältävä kerros eli ulompi kimmolevy (*lamina elastica externa*) erottaa keskikalvon ulkokalvosta (Zaromitidou ym. 2016). Sekä valtimoissa että laskimoissa on sisäkalvo, keskikalvo ja ulkokalvo, mutta sileiden lihassolujen, elastiinin ja kollageenin määrät vaihtelevat valtimoiden ja laskimoiden välillä. Valtimoiden seinämät ovat paksumpia kuin laskimoiden seinämät. Suuremmissa verisuonissa on verisuoniverkosto (*vasa vasorum*), jonka tehtävänä on kuljettaa suuremmille laskimoille ja valtimoille ravintoaineita ja happea (Boryshenko ja Beringer 1984). Hiussuonten seinämä koostuu vain yhdestä ohuesta endoteelisolujen muodostamasta kerroksesta, jonka ulkopuolella on ohut tyvikalvo (Alberts ym. 2002). Kuvassa 1 on esitetty verisuonen rakenne.



Kuva 1. Verisuonen rakenne (muokattu Ashley ja Niebauer 2004).

## **2.1 Verisuonten toimintaa heikentävät tekijät**

Ikääntymisen myötä suurien valtimoiden joustavuus heikkenee, mikä johtaa valtimoiden lisääntyneeseen jäykkyyteen (Iurciuc ym. 2017). Valtimoiden jäykkyyttä esiintyy erityisesti vanhemmilla ihmisillä, mutta jäykistymistä voi tapahtua jo varhaislapsuudessa. Valtimon jäykistymisellä on useita haitallisia vaikutuksia valtimon toimintaan (Townsend ym. 2015). Valtimoiden jäykistyminen nostaa verenpainetta, vähentää veren virtausta sekä heikentää valtimoiden supistumista ja laajentumista (Kokkinos ym. 2001, Godia ym. 2007, Obeid ym. 2017). Valtimoiden jäykkyys on valtimoiden vaurioitumisen sekä sydän- ja verisuonitautien vaaratekijä (Ahmadizar ja Voortman 2018).

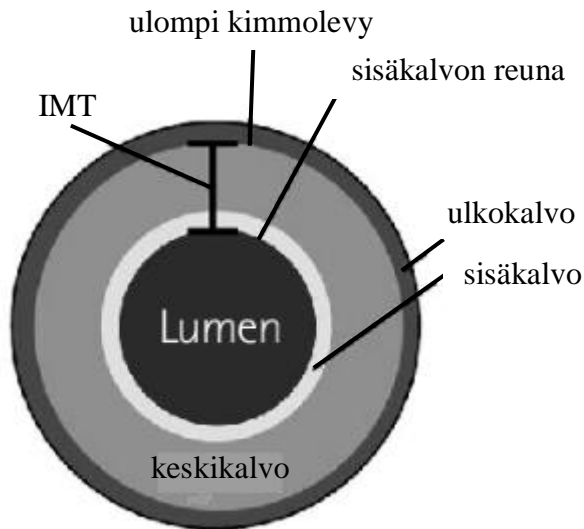
Toinen verisuonten toimintaa heikentävä sekä sydän- ja verisuonitautien riskiä lisäävä tekijä on suurentunut kaulavaltimon seinämän paksuus (carotid artery intima-media thickness, IMT) (Davis ym. 2001). IMT on suoraan yhteydessä kardiovaskulaaristen vaaratekijöiden lukumäärän kanssa (Simova 2015). IMT:n suureneminen on ensimmäinen rakenteellinen muutos, joka voidaan havaita ateroskleroosin kehitymisprosessissa. IMT paksunee myös silloin, kun tapahtuu verisuonen sileän lihaksen hyperplasiaa.

Kohonnut verenpaine johtaa siihen, että verisuonten lumen pienenee ja verenvirtaus niissä heikkenee (Pires ym. 2013). Myös verisuonten kyky supistua ja laajentua huononee eikä verisuoni reagoi verenpainemuutoksiin niin herkästi. Lapsuusajan kohonnut verenpaine on usein yhteydessä myös aikuisiän kohonneeseen verenpaineeseen ja sen on havaittu suurentavan IMT:iä (Falkner 2009, Lava ym. 2015). Kohonnut systolinen verenpaine lapsuudessa on yhteydessä lisääntyneeseen valtimoiden jäykkyyteen (Li ym. 2004). Suomalaisilla lapsilla tehdyssä Lasten Sepelvaltimotaudin Riskitekijät (LASERI) -kohorttitutkimuksessa kohonnut systolinen verenpaine 12–18 vuoden iässä oli yhteydessä sepelvaltimoiden kalkkeutumiseen 40–46 vuoden iässä muista riskitekijöistä riippumatta (Hartiala ym. 2012). Kohonnut lapsuus- ja nuoruusiän verenpaine on yksi merkittävistä sydän- ja verisuonitautien riskitekijöistä ja se johtaa pitkäkestoisena valtimoiden vaurioitumiseen (Ruskoaho 1999, Malatesta-Muncher ja Mitsnefes 2012).

## **2.2 Verisuonten toiminnan mittaaminen lapsilla ja nuorilla**

Verisuonten toimintaa voidaan mitata lapsilta ja nuorilta usealla eri tavalla. Kaulavaltimon IMT:iä voidaan tutkia ultrasonografialla, joka on kajoamaton ultraäänidiagnostiikkamenetelmä (Epifanio ym. 2015). Se korreloi hyvin verisuoniseinämässä tapahtuvien vaurioiden kanssa.

Kajoamaton mittaustekniikka ei ulotu elimistön sisälle. Ultrasonografia soveltuu hyvin yli 6-vuotiaiden tai yli 120 cm:n pituisten lasten IMT:in tutkimiseen (Skrzypczyk ja Pańczyk-Tomaszewska 2017). Ultraäänitutkimuksen aikana henkilö makaa selällään ja kaulavaltimosta otetaan kuvia ultraäänilaitteen avulla (Manco ym. 2017). Kuvat tallentuvat ultraäänilaitteeseen. IMT mitataan verisuonen sisäkalvon eli intiman reunasta aina ulompaan kimmolevyyn saakka (Kuva 2) (Choi ym. 2012).



Kuva 2. IMT:n mittaaminen (muokattu Choi ym. 2012).

Valtimoiden jäykkyyttä voidaan mitata kajoamattomalla tonometrisellä menetelmällä mittaamalla pulssiaallon etenemisnopeus (pulse wave velocity, PWV) kahden suuren ylä- ja alavartalossa sijaitsevan valtimon välillä (Hong 2010). PWV voidaan mitata ylävartalon kaulatai hartiavaltimon ja alavartalon reisi- tai nilkkavaltimon välillä. PWV kuvaa sitä aikaa, mikä kuluu pulssiaallon etenemiseen pitkin verisuonta ylävartalon valtimosta alavartalon valtimeen (Millasseau ym. 2005). Pulssiaallon etenemisnopeus mitataan molempien, sekä ylä- että alavartalon, valtimoiden kohdalta anturilla (Šuláková 2016). Mittauspisteiden välinen etäisyys mitataan manuaalisesti. Pulssiaallon etenemiseen kulunut aika mitataan ja pulssiaallon nopeus lasketaan jakamalla mittauspisteiden välinen etäisyys pulssiaallon etenemiseen kuluneella ajalla. PWV on korkeampi jäykemmissä valtimoissa (Hong 2010). Lapsilla PWV:n mittaamiseen käytetään tonometriä, vaikka erityisesti pienten lasten PWV:n mittaaminen tonometrillä voi olla haastavaa (Savant ym. 2014). Kun PWV:tä mitataan tonometrisellä menetelmällä kahdesta eri valtimosta, esimerkiksi ylävartalon kaulavaltimosta ja alavartalon reisivaltimosta, on tärkeää, että syke on mahdollisimman samanlainen molempien mittausten aikana ja että henkilö on mittauksen aikana liikkumatta, mikä voi olla haasteellista lasten

kohdalla. Lapsilla ja nuorilla valtimoiden jäykkyyttä mitataan tonometrisen tekniikan lisäksi myös oskillometrisellä tekniikalla, joka on hyvin nopea ja helppokäyttöinen menetelmä ja tämän vuoksi soveltuu hyvin käytettäväksi lasten ja nuorten PWV:n mittaamiseen (Van Leeuwen-Segarceanu ym. 2010). Siinä kaula- ja reisivaltimon pulssiaaltoja mitataan samanaikaisesti kahdella mansetilla asettamalla ne siten, että yksi mansetti mittaa kaulavaltimon pulssia ja toinen mansetti mittaa alavartalossa sijaitsevan valtimon pulssia (Kracht ym. 2011, Hofmann ym. 2014).

Vaikka verenpaineen mittaaminen pieniltä lapsilta on haastavaa, sen mittaaminen on tärkeä osa terveystarkastusta (THL 2018b). Verenpaineen mittaus on hyvin nopea, edullinen ja kajoamaton tapa mitata verenpainetta lapsilta (Bird ja Michie 2008). On tärkeää, että mittaustekniikasta johtuva epätarkkuus olisi mahdollisimman pieni ja että mittaustekniikka olisi mahdollisimman oikeanlainen, jotta verenpainemittaus tuottaisi mahdollisimman luotettavan tuloksen (Taittonen ja Uhari 2001). Mittaus suositellaan tehtäväksi oskillometrisella periaatteella toimivalla automaattimittarilla, kuuntelumenetelmää käyttäen elohopeamittarilla, aneroidimittarilla tai elektronisella näytöllä varustetulla mittarilla (THL 2018b). Mittauksessa tulisi käyttää oikean kokoista mansettia, joka on lapsen olkavarren ympärysmittan mukaan valittu. Verenpaineen mittaus tehdään aina oikeasta olkavarresta, ja lapsen tulisi istua koko toimenpiteen ajan.

Valtimoiden toiminnassa tapahtuvia aikaisia muutoksia voidaan todeta mittaamalla virtausvälitteistä dilataatiota (flow-mediated dilation, FMD) käyttäen korkean resoluution ultraäänimenetelmää (Jarrete ym. 2016). FMD on keskeinen menetelmä, jota käytetään valtimoiden toiminnan mittaamiseen lapsilla ja nuorilla johtuen siitä, että se on kajoamaton, hyvin turvallinen, halpa ja hyödyllinen menetelmä (Costa ym. 2012). FMD mitataan yleensä hartiavaltimosta, josta mitataan hartiavaltimon endoteelivälitteinen toimintakyky (Peretz ym. 2007). Hartiavaltimon halkaisija mitataan testin alussa ja veren virtauksen lisääntyessä, kun olkavarren ympärille laitetusta mansetista ensin poistetaan ilma ja sitten mansetti täytetään ilmalla (Järvisalo ja Raitakari 2005). FMD ilmaistaa valtimon halkaisijan prosentuaalisena muutoksena verrattuna lähtötilanteessa mitattuun valtimon halkaisijaan (Jarrete ym. 2016). Heikentynyttä verisuonten dilataatiota on havaittu lapsilla, joilla on suuri riski sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin (Celermajer ja Ayer 2006).



### 3 RAVITSEMUKSEN YHTEYS LASTEN JA NUORTEN VERISUONTEN TOIMINTAAN

Ravitsemustottumukset alkavat kehittyä jo varhaislapsuudessa ja ne säilyvät aikuisuuteen (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2018). On tärkeää, että lapsi tottuu syömään terveellisesti ja monipuolisesti jo lapsuusiällä. Terveet elintavat, jotka on omaksuttu lapsuudessa, on helpompi ylläpitää kuin muuttaa elintapoja aikuisiällä (Juonala ym. 2008). Ravitsemukseen liittyvillä interventioilla on mahdollista vaikuttaa valtimoissa tapahtuviin muutoksiin hyödyllisellä tavalla. Ruokavaliolla on vaikutus sydän- ja verisuonitautien kehittymiseen (Mikkilä ym. 2007).

#### 3.1 Suomalaisen lasten ja nuorten ruokavalio

Lasten ruokavalion laadussa on tapahtunut myönteistä kehitystä viime vuosikymmenien aikana (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2018). Alle kouluikäiset lapset syövät enemmän kasviksia ja hedelmiä kuin ennen ja tyydyttyneen rasvan osuus energiasta on pienentynyt. Lasten D-vitamiinitila on kohentunut, kun lapset ovat alkaneet käyttämään D-vitamiinilla täydennettyjä elintarvikkeita sekä D-vitamiinivalmisteita ympärivuotisesti. Soinisen ym. (2016) mukaan yli 80 % tutkimukseen osallistuneista suomalaislapsista ei saanut pohjoismaiden D-vitamiinisuosituksen suosittelemaa päivittäistä D-vitamiinimäärää, eli 10 µg/vrk. Noin 70 %:lla lapsista seerumin 25-(OH)D-vitamiinipitoisuus oli alle 75 nmol/l, jota voidaan pitää riittämättömänä. Kehitystä alle kouluikäisten lasten ravitsemustottumuksissa on tapahtunut parempaan suuntaan, mutta lasten ruokavalion laadun tulisi parantua edelleen (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2018). Hedelmä-, marja- ja kasvisannoksia suositellaan syötäväksi viisi annosta päivässä, mutta tästä alle kouluikäiset lapset syövät nykyisin vain noin puolet. Lasten alkaessa ensimmäisen ikävuoden jälkeen syömään samaa ruokaa kuin muu perhe heidän ruokavalionsa laatu huononee. Keskeisimmät syyt lasten ruokavalion laadun heikkenemiseen ovat lisätyn suolan ja sokerin sekä tyydyttyneiden rasvojen ja eläinperäisten proteiinien määrän suureneminen ruokavaliossa. Lisättyä sokeria lapset saavat eniten leivonnaisista, mehujuomista, makeisista, suklaasta, jogurtista ja maitojälkiruoista (THL 2018a). Vilja- ja maitovalmisteet, liharuoat ja rasvavälitteet ovat merkittävimpiä tyydyttyneiden rasvojen lähteitä lasten ruokavaliossa. Ravintokuidun, E-vitamiinin, raudan sekä monitydyttymättömien rasvahappojen saannin on havaittu jäävän suosituksia alhaisemmaksi (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2018).

Myös kouluikäisten lasten ja nuorten ruokavaliossa on kehitettävää. Eloranta ym. (2016) tekemän tutkimuksen tulokset osoittivat, että 6–8-vuotiaat suomalaislapset (n=430) saavat

suurimman osan energiasta (9,4 % energian kokonaissaannista) ja hiilihydraateista (14,8 %) vähäkuituisista tuotteista. Runsaskuituisten tuotteiden käyttö oli vähäisempää vähäkuituisten tuotteiden käyttöön verrattuna 6–8-vuotiailla lapsilla. Sokerilla makeutetuista juomista saatiin eniten sakkaroosia (21,2 %). Yksi keskeisimmistä 6–8-vuotiaiden rasvan lähteistä tytöillä olivat erilaiset leivontarasvat (8,6 %) ja pojilla makkara (8,0 %). Tytöt saivat eniten tyydyttynyttä rasvaa kermasta ja muista rasvaisista maitotuotteista (9,2 %), kun taas pojat saivat tyydyttynyttä rasvaa suurimmaksi osaksi rasvaa sisältävästä maidosta (8,9 %) sekä voista ja voipohjaisista levitteistä (8,1 %). Samanikäisillä pojilla yksi keskeisimmistä rasvan lähteistä oli makkara (8,0 %). Tutkimuksessa lapset saivat suurimman osan proteiinista (18,3 %), D-vitamiinista (31,9 %), kalsiumista (38,9 %), sinkistä (16,2 %) ja magnesiumista (16,7 %) rasvattomasta maidosta. Eniten E-vitamiinia 6–8-vuotiaat saivat kasviöljyistä (14,1 %). Runsasrasvaiset kasvirasvalevitteet olivat keskeisimmät rasvojen lähteet sekä tytöillä että pojilla (9,1 %). Ravintokuitua 6–8-vuotiaat lapset saivat eniten runsaskuituisesta leivästä (27,1 %) ja hedelmistä (11,7 %) (Eloranta ym. 2016).

Kouluikäisten 4.- ja 5.-luokkalaisten lasten ruoankäytössä on eroja sukupuolten välillä (THL 2017). THL:n kouluterveyskyselyn mukaan 4.- ja 5.-luokkalaisten poikien ravitsemustottumukset ovat tyttöihin verrattuna huonommat. Suurempi osa suomalaisista 4.- ja 5.-luokkalaisista pojista ei syö kasviksia, hedelmiä tai marjoja joka päivä verrattuna tyttöihin. 4.- ja 5.-luokkalaiset tytöt syövät samoilla luokka-asteilla olevia poikia useammin salaattia tai raastetta koululounaalla kaikkina koulupäivinä. Lisäksi kyseisillä luokka-asteilla olevat tytöt syövät poikia useammin pääruokaa kouluruoalla kaikkina koulupäivinä. Vain noin 60 % 8.- ja 9.-luokkalaisista söi aamupalaa joka aamu kouluviikon aikana kouluterveyskyselyn mukaan (Stakes 2008). Tuoreiden kasvien ja hedelmien syönti oli 7.-luokkalaisten nuorten keskuudessa hyvin vähäistä, sillä viikon aikana vain noin kolmannes heistä söi tuoreita kasviksia ja hedelmiä päivittäin (Hoppu ym. 2008). Kuten lapsillakin myös 7.-luokkalaisilla ravintokuidun saanti oli suositusta vähäisempää, kun taas sokerin osuus energiansaannista oli suositusta runsaampaa. 7.-luokkalaiset saivat folaattia ja D-vitamiinia alle suosituksen. Sokeroidut juomat, etenkin mehut, olivat merkittävimpiä sokerin lähteitä nuorten ruokavaliossa.

### **3.2 Huonolaatuisen ruokavalion yhteys lasten ja nuorten verisuoniterveyteen**

Huonolaatuisena ruokavaliona voidaan pitää sellaista ruokavaliota, joka sisältää runsaasti tyydyttyneitä-, trans- sekä omega-6 -rasvoja, jolla on korkea glykemiaindeksi ja josta ei saada riittävästi ravintokuitua, vitamiineja tai kivennäisaineita (Simopoulos 2011). Huonolaatuinen

ruokavalio on yksi keskeisimmistä sydän- ja verisuonitautien kehittymiseen vaikuttavista tekijöistä (Lambert ym. 2017). Ruokavalion laadulla on merkitystä verisuonten endoteelitoiminnan kannalta (Defagó ym. 2014). On havaittu, että länsimainen ruokavalio, joka sisältää runsaasti prosessoitua lihaa, makeisia, paistettuja ruokia ja puhdistettuja viljoja, on yhteydessä suurempaan tulehdusmolekyylien erittymiseen ja ateroskleroosin kehittymistä edistävien tekijöiden pitoisuuteen elimistössä. Taulukkoon 1 (Liite 1) on kerätty tutkimuksia, joissa on selvitetty kokonaisten ruokavalioiden tai yksittäisten ruokavaliotekijöiden, kuten ravintoaineiden saannin vaikutuksia ja yhteyksiä lasten ja nuorten verisuonten rakenteeseen ja toimintaan.

Mikkilä ym. (2009) seurasivat 785 lasta aikuisikään ja tarkkailivat ruokavalion vaikutusta IMT:iin. He havaitsivat, että perinteisen suomalaisen ruokavalion noudattaminen lapsuus- ja nuoruusiällä oli yhteydessä suurempaan IMT:iin aikuisiällä. Tutkimukseen osallistuneet saivat perinteisestä suomalaisesta ruokavaliosta runsaasti rasvaa ja natriumia sekä vain vähäisiä määriä antioksidanteja, kuten C-vitamiinia ja karoteeneja. Perinteiseen suomalaiseen ruokavalioon kuuluvia ruoka-aineita olivat kyseisessä tutkimuksessa muun muassa ruisleipä, peruna, voi, makkara, maito ja kahvi. Liiallinen trans- ja tyydyttyneiden rasvojen sekä kolesterolin saanti ruoasta nostaa veren triglyseridipitoisuuksia ja verenpainetta lapsilla ja nuorilla (McIntosh 2013). Morrison ym. (1980) havaitsivat, että runsaasti sakkaroosia sisältävä ruokavalio oli yhteydessä suurempiin veren triglyseridipitoisuuksiin ja pienempiin HDL (high density lipoprotein) -kolesterolipitoisuuksiin 6–19-vuotiailla lapsilla ja nuorilla (n=1 669). Myös Frank ym. (1978) tekemässä kohorttitutkimuksessa sakkaroosin saanti ja veren triglyseridipitoisuus olivat positiivisessa yhteydessä toisiinsa. Korkeat veren triglyseridipitoisuudet nuoruudessa johtavat erilaisiin varhaisiin poikkeavuuksiin valtimoiden seinämissä, kuten esimerkiksi suurempaan IMT:iin (de Giorgis ym. 2014). Kolesterolin kulkeutuu pois valtimon seinämästä HDL-partikkeleiden avulla, joten ne ovat hyödyllisiä valtimoiden terveyden kannalta (Duodecim 2018). Veren matala HDL-kolesterolin pitoisuus on yhteydessä suurempaan IMT:iin lapsilla ja nuorilla (Knoflach ym. 2003, Ayer ym. 2009)

Schack-Nielsen ym. (2005) tekemässä kohorttitutkimuksessa (n=93) ruokavaliosta saadun kokonaisrasvan määrä oli yhteydessä suurempaan valtimoiden jäykkyyteen, mutta ruokavalion rasvahappokoostumuksella ei ollut merkitystä sen kannalta 10-vuotiailla lapsilla. Kaikkosen ym. (2013a) kohorttitutkimuksessa (n=823) tutkittiin lapsuusiän ruokavalion rasvahappokoostumuksen ja aikuisiän subkliinisen ateroskleroosin välistä yhteyttä. Tutkimukseen osallistuivat 3–18-vuotiaat lapset, joilla ravitsemuksen vaikutusta

ateroskleroosin kehittymiseen seurattiin 27 vuoden ajan. Tutkimuksessa havaittiin suuremman lapsuusajan tyydyttyneiden rasvojen käytön olevan yhteydessä kohonneeseen aikuisiän IMT:iin naisilla. Miehillä tällaista yhteyttä ei kyseisessä tutkimuksessa kuitenkaan havaittu. Moilanen ym. (1985) osoittivat, että korkeampi eläinrasvojen saanti ruokavaliosta lapsuusiällä oli yhteydessä paksumpaan IMT:iin aikuisiällä, kun taas suurempi lapsuusiän kasvirasvojen saanti kasviöljyistä ja margariineista oli yhteydessä pienempään aikuisiän IMT:iin (n=1348).

Lapsilla ja nuorilla runsas tyydyttyneiden rasvahappojen saanti ruokavaliosta nostaa verenpainetta sekä LDL-kolesterolin (low-density lipoprotein cholesterol) määrää veressä (Te Morenga ja Montez 2017). Suurin osa veren kolesterolista kuljetetaan verenkierrossa LDL-partikkeleissa, jotka kuljettavat kolesterolia verestä kudoksiin (Duodecim 2018). Verisuonten endoteelin alle voi kertyä haitallisia määriä LDL-kolesterolia, jos sitä on veressä runsaasti. Suurentunut LDL-kolesterolipitoisuus veressä on yhteydessä rasvajuosten ja kolesterolikertymän eli plakin muodostumiseen verisuoniin lapsilla ja nuorilla (Obarzanek ym. 2001). Suuri LDL-kolesterolin pitoisuus veressä on yksi verisuonten endoteelitoimintaa heikentävistä tekijöistä (Hermida ja Balligand 2014). Lapsilla tehtyjen epidemiologisten tutkimusten mukaan suurentunut lapsuusiän veren LDL-kolesterolipitoisuus on yhteydessä paksumpaan IMT:iin aikuisiällä (Le ym. 2010). Kontrolleihin verrattuna PWV on suurempi lapsilla, joiden veren LDL-kolesterolitasot ovat korkeammat (Townsend ym. 2015).

Lapsilla ja nuorilla tehtyjen prospektiivisten seurantatutkimusten pohjalta voidaan todeta, että runsas sokerin ja suolan käyttö nopeuttaa verisuonten vanhenemiseen liittyviä prosesseja (Litwin ym. 2016). Niiden runsas käyttö lapsuudessa tai nuoruudessa nopeuttaa IMT:in paksuuntumista, suurentaa PWV:tä ja pienentää FMD:tä. Ruokaan lisätyn sokerin runsaan käytön on havaittu olevan yhteydessä suurentuneeseen diastoliseen verenpaineeseen lapsilla (n=320) (Kell ym. 2014). Myös lapsuus- ja nuoruusiän suurella suolan käytöllä on todettu olevan yhteys kohonneeseen verenpaineeseen (n=6 235) (Yang ym. 2012). Erityisesti nuorilla suolan saanti voi nousta hyvin korkeaksi, koska tässä ikäryhmässä suolapitoisten välipalojen, kuten voileipäkeksien, perunasipsien, leikkeleiden ja juustojen kulutus on suurta (Ponzo ym. 2015). Gopinath ym. (2012) tekemässä poikkileikkaustutkimuksessa (n=1 855) havaittiin, että 12-vuotiailla lapsilla, joiden virvoitusjuomien kulutus oli runsaampaa, jotka nauttivat kyseisiä juomia kerran tai useamman kerran päivässä, oli merkittävästi kapeammat verkkokalvon valtimot verrattuna lapsiin, jotka eivät käyttäneet virvoitusjuomia ollenkaan tai jotka käyttivät niitä vain harvoin. Heikentynyt verkkokalvon valtimoiden kunto on yhteydessä suurempaan sydän- ja verisuonitautien riskiin. Verkkokalvon verisuoniston kuvantaminen mahdollistaa

elimistön vastaavankokoisten verisuonten tilan tutkimisen (Lindström-Karjalainen ja Summanen 2007). Verkkokalvon verisuoniston kuvantaminen on kajoamaton ja helppo tapa tutkia muun elimistön mikroverisuoniston, eli pikkuvaltimoiden, -laskimoiden ja hiussuonten, kuntoa (Cheung ym. 2012).

Meksikolaisissa kouluikäisissä lapsissa suurempi virvoitusjuomien käyttö oli yhteydessä korkeampaan diastoliseen verenpaineeseen (n=228) (Perichart-Perera ym. 2010). Runsaan sokerilla makeutettujen juomien sekä pikaruokien nauttimisen lapsuus- ja nuoruusiällä on useissa tutkimuksissa havaittu olevan yhteydessä heikentyneeseen sydän- ja verisuoniterveyteen (Funtikova ym. 2015). Van Horn ym. (2005) (n=663) mukaan runsaampi välipalojen, jälkiruokien ja pitsan nauttiminen on yhteydessä suurempaan veren LDL-kolesterolipitoisuuteen pojilla. Tyttöillä vastaavaa yhteyttä kyseisten ruokien ja LDL-kolesterolipitoisuuden välillä ei kyseisessä tutkimuksessa havaittu. Tutkimustulokset lihan vaikutuksista lasten ja nuorten verisuoniterveyteen ovat ristiriitaisia (Funtikova ym. 2015). On kuitenkin havaittu, että lihan laadulla sekä lihatyypillä on merkitystä sen kannalta, miten liha vaikuttaa lasten verisuonitoimintaan ja -terveyteen. Kohorttitutkimuksessa, jossa tutkittiin 13-vuotiaiden nuorten (n=373) ravintokuidun saannin yhteyttä valtimojäykkyyteen 36 vuoden iässä seuraamalla tutkittavien ravintokuidun saantia 24 vuoden ajan, osoitettiin, että niillä tutkimushenkilöillä, jotka käyttivät vähemmän kuitua nuoruudessa, oli aikuisiällä jäykemmät kaulavaltimot verrattuna henkilöihin, joiden kuidunsaanti oli nuoruudessa suurempaa (van de Laar ym. 2012). Lisäksi kyseisessä tutkimuksessa havaittiin, että vähäisempi hedelmien ja vihannesten käyttö lapsuudessa ja nuoruudessa oli yhteydessä jäykempiin kaulavaltimoihin aikuisuudessa. LASERI-kohorttitutkimuksessa (n=1 622) todettiin, että runsaampi vihannesten ja hedelmien nauttiminen lapsuudessa ja nuoruudessa oli yhteydessä pienempään PWV:hen aikuisuudessa (Aatola ym. 2010). LASERI-tutkimuksessa osoitettiin alhaisemmalla lapsuusiän hedelmien käytöllä olevan yhteys nopeampaan IMT:n paksuuntumiseen aikuisiässä (n=1 809) (Juonala ym. 2010). Samassa tutkimuksessa (n=2 148) todettiin, että lapsuusajan alhainen veren 25-(OH)-D-vitamiinipitoisuus on yhteydessä subkliiniseen ateroskleroosiin ja suurempaan IMT:iin aikuisiällä (Juonala ym. 2015).

### **3.3 Hyvälaatuisen ruokavalion yhteys lasten ja nuorten verisuoniterveyteen**

Välimeren ruokavalio suojaaa sydän- ja verenkiertojärjestelmää ruokavalion alhaisen rasvahappopitoisuuden ja sen korkean antioksidanttipitoisuuden ansiosta (Giannini ym. 2014). Elimistön lipidi- ja vapaiden radikaalien profiilit ovat tärkeitä verisuonten heikentyneen endoteelitoiminnan riskitekijöitä myös sydän- ja verisuonisairausten kehityksen varhaisessa

vaiheessa. Välimeren ruokavalio sisältää runsaasti kylmäpuristettua oliiviöljyä, kasviksia, kuten vihreitä lehtivihanneksia ja hedelmiä, viljoja, pähkinöitä, papuja, kohtuullisia määriä kalaa, lihaa, maitotaloustuotteita ja punaviiniä sekä vähäisiä määriä kananmunia ja sokeroituja ruokia (Davis ym. 2015).

Alankomaissa tehdyssä kohorttitutkimuksessa (n=373) tutkittiin Välimeren ruokavalion noudattamisen vaikutusta 13-vuotiaiden poikien ja tyttöjen valtimoiden jäykkyyteen aikuisiällä (van de Laar ym. 2013). Kun tutkittavat olivat 36 vuoden ikäisiä, heiltä mitattiin kolmen suuren valtimon jäykkyys. Välimeren ruokavalion noudattaminen nuoruudesta aikuisikään 24 vuoden ajan oli yhteydessä matalampaan verenpaineeseen ja valtimoiden jäykkyyteen aikuisiällä. Kreikkalaislapsilla tehdyssä tutkimuksessa Lydakis ym. (2012) käyttivät hartiavaltimoiden supistustilaa kuvaavaa augmentaatioindeksiä kuvaamaan valtimoiden jäykkyyttä 277:llä 12-vuotiaalla lapsella. He osoittivat, että Välimeren ruokavalion noudattamisella oli käänteinen yhteys augmentaatioindeksiin. Vuoden kestävässä interventiotutkimuksessa (n=36), jossa tutkittiin Välimeren ruokavalion vaikutusta hyperkolesterolemiaa sairastavien nuorten IMT:iin osoitettiin, että Välimeren ruokavalion noudattaminen pienensi veren LDL-kolesterolipitoisuuksia noin 10 %:lla (Giannini ym. 2014). Kyseisessä tutkimuksessa Välimeren ruokavalion noudattamisella oli myös yhteys pienempään IMT:iin tutkimushenkilöillä. Irlannissa toteutetussa tutkimuksessa McCourt ym. (2014) tutkivat Välimeren ruokavalion vaikutusta veren homokysteiinipitoisuuden muutoksiin. Veren kohonnut homokysteiinipitoisuus on yhteydessä heikentyneeseen endoteelitoimintaan (Wiltshire ym. 2002). McCourt ym. (2014) interventiotutkimuksessa veren homokysteiinipitoisuus mitattiin tutkimuksen alussa tutkittavien (n=487) ollessa 12–15-vuotiaita ja uudelleen heidän ollessa 20–25 vuoden ikäisiä. Tutkittavat jaettiin ryhmiin sen mukaan, kuinka hyvin he noudattivat Välimeren ruokavaliota. Veren homokysteiinipitoisuudet olivat alhaisimmat niillä tutkittavilla, jotka noudattivat Välimeren ruokavaliota vähiten tutkimuksen alussa ja eniten tutkimuksen lopussa (keskiarvo: 9,6  $\mu\text{mol/l}$ ) ja korkeimmat niillä tutkittavilla, jotka noudattivat Välimeren ruokavaliota eniten tutkimuksen alussa ja vähiten tutkimuksen lopussa (keskiarvo: 11,4  $\mu\text{mol/l}$ ). Samassa tutkimuksessa osoitettiin myös Välimeren ruokavalion olevan käänteisessä yhteydessä PWV:hen.

Sepelvaltimotaudin riskitekijöiden interventioprojekti eli STRIP on varhaislapsuudessa alkanut pitkäkestoinen satunnaistettu kohorttitutkimus, johon randomisoitiin 1 062 tervettä seitsemän kuukauden ikäistä lasta verrokkiryhmään ja interventioiryhmään, joka noudatti vähän tyydyttynyttä rasvaa sisältävää ruokavaliota (Raitakari ym. 2005). Interventioiryhmän lapset

saivat ruokavaliostaan vähemmän tyydyttyntä rasvaa ja enemmän monitydyttymättömiä rasvoja verrokkiryhmän lapsiin verrattuna. Tutkimuksen interventiovaihe loppui tutkittavien täytettyä 20 vuotta. Interventiolla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus poikien ( $p = 0,0034$ ), mutta ei tyttöjen ( $p = 0,699$ ) verisuonten endoteelitoimintaan. Nuoruusiässä interventioyhmään kuuluvilla oli pienempi IMT verrokkiryhmään kuuluviin verrattuna (Pahkala ym. 2013). Ruokavaliolla, jolla on paastoverensokeriarvoja pienentävä vaikutus, on suotuisa vaikutus nuorten verisuoniterveyteen, koska pitkäaikainen hyperglykemia on yhteydessä vaskulaaristen muutosten ilmenemiseen (Porte 2001, Ambrosini ym. 2010). Ambrosini ym. (2010) tekemässä poikkileikkaustutkimuksessa osoitettiin, että ruokavalio, joka sisältää runsaasti vihanneksia, hedelmiä, täysjyvää ja palkokasveja, pienentää verensokeripitoisuutta 14-vuotiailla nuorilla pojilla ja tytöillä. McCourt tutkimusryhmineen (2014) havaitsi terveellisen ruokavalion olevan käänteisessä yhteydessä PWV:hen ja veren homokysteiinipitoisuuksiin. Kyseisessä tutkimuksessa terveelliseen ruokavalioon kuului runsaasti hedelmiä, vihanneksia ja täysjyväleipää. Cohen ym. (2017) tekemässä tutkimuksessa käytettiin aineistona National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)-poikkileikkaustutkimuksesta vuosina 2003–2012 kerättyä tietoa 9 793 8–18-vuotiaasta lapsesta ja nuoresta. Tutkimuksessa tutkittiin Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH)-ruokavalion vaikutusta verenpaineeseen. DASH-ruokavalio sisältää runsaasti vihanneksia, hedelmiä, vähärasvaista lihaa ja maitotuotteita sekä suolaa enintään 1,5 g/vrk (Challa ja Uppaluri 2019). Ruoat ovat mahdollisimman vähän prosessoituja ja mahdollisimman tuoreita. Tutkimuksessa osoitettiin käänteinen yhteys DASH-ruokavalion noudattamisen ja systolisen verenpaineen välillä 14–18- sekä 11–13-vuotiailla, mutta tällaista yhteyttä ei havaittu muihin ikäluokkiin kuuluvilla (Cohen ym. 2017). DASH-ruokavalion ja diastolisen verenpaineen välillä ei havaittu yhteyttä missään ikäluokassa.

### **3.4 Yksittäisten ravintotekijöiden vaikutus lasten ja nuorten verisuoniterveyteen**

Parikh ym. (2012) tekemässä poikkileikkaustutkimuksessa tutkittiin ravintokuidun vaikutusta inflammaatiota osoittavien biomarkkerien (leptiini-, adiponektiini-, resistiini-, fibrinogeeni- sekä C-reaktiivisen proteiinin (C-reactive protein, CRP)) pitoisuuksiin veressä 14–18-vuotiailla nuorilla ( $n=559$ ). Tutkimuksessa käytettiin 24 tunnin ruoankäyttöhaastatteluja tutkittavien ravintokuidun saannin määrittämiseen. Veren leptiinipitoisuus on käänteisesti yhteydessä valtimoiden laajenemiseen (Singhal ym. 2002). Adiponektiinillä on suotuisia vaikutuksia verisuonten terveyden kannalta (Ebrahimi-Mamaeghani ym. 2015). Resistiinillä on osoitettu olevan yhteys ateroskleroosin kehittymiseen (Pang ja Le 2006). Suurentuneen veren fibrinogeenipitoisuuden on havaittu olevan yhteydessä kardiovaskulaarisiin riskitekijöihin

lapsilla ja nuorilla (Azevedo ym. 2015). CRP vaikuttaa terveiden lasten valtimoiden kuntoon häiritsemällä niiden endoteelitoimintaa ja suurentamalla IMT:iä (Järvisalo ym. 2002). Parikh ym. (2012) tutkimuksessa osoitettiin ravintokuidun suuremmalla saannilla olevan yhteys veren matalampaan CRP- ja fibrinogeenipitoisuuteen ja suurempaan veren adiponektiinipitoisuuteen. Tutkimuksessa ravintokuidun saanti oli käänteisessä yhteydessä veren leptiinipitoisuuksiin pojilla, mutta tytöillä tällaista yhteyttä ei havaittu. Tutkimuksessa ravintokuidun saannin ja veren resistiinipitoisuuden välillä ei havaittu yhteyttä pojilla tai tytöillä. Yhteensä 4 110 5–16-vuotiaasta lasta ja nuorta osallistui yhdysvaltalaiseen poikkileikkaustutkimukseen, jossa lasten ruoankäyttö määritettiin käyttämällä 24 tunnin ruoankäyttöhaastatteluja (Qureshi ym. 2009). Tutkittavilla, jotka söivät vähemmän viljoja ja vihanneksia, oli suuremmat veren CRP-pitoisuudet.

Poikkileikkaustutkimuksessa, jossa tutkittiin monityydyttymättömien rasvahappojen yhteyttä verenpaineeseen 814:llä 13–15-vuotiaalla nuorella, rasvojen saanti selvitettiin käyttämällä kolmen päivän ruokapäiväkirjaa ja verenpaine mitattiin oskillometrisella periaatteella toimivalla automaattimittarilla (O'sullivan ym. 2012). Omega-3- sekä omega-6-rasvahappojen ja systolisen verenpaineen välillä havaittiin käänteinen yhteys pojilla, muttei tytöillä. Vain pojilla havaittiin käänteinen yhteys pitkäketjuisten omega-3-rasvahappojen saannin ja diastolisen verenpaineen sekä valtimopaineen välillä. Romeo ym. (2011) tekemässä satunnaistetussa, kaksoissokkoutetussa, plasebokontrolloidussa tutkimuksessa (n=107) tutkittiin pitkäketjuisilla monityydyttymättömillä rasvahapoilla, öljyhapolla, sokerilla, hunajalla, A-, B-, C-, D- ja E-vitamiinilla, kalsiumilla, sinkillä ja fosforilla täydennetyin vähän tyydyttynyttä rasvaa sisältävän maidon viisi kuukautta kestävä päivittäisen käytön vaikutusta veren adiponektiini- ja adheesiomolekyylipitoisuuksiin 8–14-vuotiailla lapsilla ja nuorilla. Kontrolliryhmälle (n=54) annettiin tavallista täysmaitoa. Adheesiomolekyylit E-selektiini, vaskulaarinen soluadheesiomolekyyli 1 (vascular cell adhesion molecule-1, VCAM-1) ja intrasellulaarinen adheesiomolekyyli 1 (intercellular adhesion molecule-1, ICAM-1) vapautuvat vaurioituneista endoteelisoluista, mikä johtaa tulehdussolujen siirtymiseen valtimon seinämään (Głowinska-Olszewska ym. 2005, Storch ym. 2017). Niillä on yhteys valtimon seinämän paksuntumiseen (Taddei ym. 1996). Lasten verestä mitattiin adheesiomolekyylin ja adiponektiinin määrä tutkimuksen alussa ja viiden kuukauden päästä, eli tutkimuksen lopussa (Romeo ym. 2011). Täydennetyin maidon nauttiminen pienensi E-selektiini- ja ICAM-1-pitoisuuksia tutkittavien veressä, millä oli positiivinen vaikutus heidän valtimotoiminnan kannalta. Täydennetyin maidon juominen pienensi veren adiponektiinipitoisuutta, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (p = 0,08).



Kohorttitutkimuksessa, jossa tutkittiin kalan ja pitkäketjuisten omega-3-rasvahappojen syömisen yhteyttä verkkokalvon valtimoiden muutoksiin 633:lla 12–17-vuotiaalla nuorella, osoitettiin, että runsaampi pitkäketjuisten omega-3-rasvahappojen nauttiminen oli yhteydessä suurempaan verkkokalvon valtimoiden halkaisijaan 17-vuotiailla tytöillä (Gopinath ym. 2017). Niillä tytöillä, jotka söivät kalaa  $\geq 2$  annosta viikossa, oli  $\sim 2,1$   $\mu\text{m}$  laajemmat verkkokalvon valtimot verrattuna tyttöihin, jotka eivät syöneet kalaa  $\geq 2$  annosta viikossa ( $p = 0,03$ ). Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että 17-vuotiailla tytöillä, jotka saivat suositusten mukaisen määrän (500 mg/vrk) eikosapentaeni- (eicosapentaenoic acid, EPA) ja dokosaheksaenihappoa (docosahexaenoic acid, DHA), oli  $\sim 2,5$   $\mu\text{m}$  laajemmat verkkokalvon valtimot verrattuna tyttöihin, jotka eivät saaneet ruokavaliostaan suositusten mukaista määrää EPA:aa ja DHA:ta ( $p = 0,04$ ). Pojilla ei havaittu yhteyttä pitkäketjuisten omega-3-rasvahappojen syömisen ja verkkokalvon valtimoiden muutosten välillä. Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence (HELENA)-poikkileikkaustutkimukseen osallistui 2 283 12,5–17,5-vuotiasta eurooppalaista nuorta (Julián-Almárcegui ym. 2016). Kyseisessä tutkimuksessa havaittiin kalan syömisen ja verenpaineen olevan käänteisessä yhteydessä toisiinsa. Myös maitotuotteiden käyttö oli käänteisesti yhteydessä verenpaineeseen. Suolaisten elintarvikkeiden, kuten perunalastujen, voileipäkeksien ja popcornin runsaampi nauttiminen oli yhteydessä korkeampaan verenpaineeseen tutkittavilla.

Terveillä lapsilla ja nuorilla ei olla tutkittu proteiinin saannin ja valtimoiden jäykkyyden välistä yhteyttä. Arnberg tutkimusryhmineen (2012) tutki proteiinin saannin ja maidon käytön vaikutusta PWV:hen 193:lla ylipainoisella 12–15-vuotiaalla nuorella. Tutkittavat saivat proteiinia erilaisista elintarvikkeista, kuten esimerkiksi lihasta. Vain noin 10 % proteiinista saatiin maidosta. Tutkimuksessa havaittiin positiivinen yhteys proteiinin saannin ja PWV:n välillä. Maidon käytön ja PWV:n välillä todettiin käänteinen yhteys. Gopinath ym. (2014) tutkivat viisi vuotta kestäneessä kohorttitutkimuksessaan maitotuotteiden vaikutusta verenpaineeseen 12–17-vuotiailla nuorilla ( $n=888$ ). Tutkimuksessa käytettyjä maitotuotteita olivat maito, juusto ja jogurtti. Maitotuotteiden käytön sekä verenpaineen välillä osoitettiin käänteinen yhteys tytöillä. Pojilla maitotuotteiden käytön ja verenpaineen välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Lisäksi tutkimuksessa tutkittiin poikkileikkausasetelmassa maitotuotteiden yhteyttä verkkokalvon verisuonten kuntoon 17-vuotiailla nuorilla ( $n=824$ ). Tutkimuksessa jogurtin syöminen oli yhteydessä parempaan verkkokalvon verisuonten kuntoon nuorilla.

D-vitamiinilisän vaikutusta PWV:hen tutkittiin 16 viikkoa kestävässä satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa, johon osallistui 49 15–17-vuotiasta nuorta (Dong ym. 2010). Kontrolliryhmälle (n=24) annettiin D-vitamiinia 400 IU/vrk, kun taas koeryhmälle (n=25) annettiin D-vitamiinia 2000 IU/vrk. Kontrolliryhmän tutkittavilla PWV oli suurempi tutkimuksen lopussa kuin tutkimuksen alussa ( $p = 0,016$ ), kun taas koeryhmän tutkittavilla PWV oli suurempi tutkimuksen alussa kuin tutkimuksen lopussa ( $p = 0,031$ ), joten voidaan todeta, että 2000 IU/vrk D-vitamiinilisällä oli PWV:tä pienentävä vaikutus. Dolinsky ym. (2013) tekemässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa kahdestatoista poikkileikkaustutkimuksesta kymmenessä havaittiin käänteinen yhteys veren 25-OH-D-vitamiinipitoisuuden ja systolisen verenpaineen välillä. Kahdessa tutkimuksessa veren 25-OH-D-vitamiinipitoisuuden ja systolisen verenpaineen välillä ei havaittu yhteyttä lainkaan.

Prospektiivisessä satunnaistetussa kaksoissokkoutetussa lumekontrolloidussa tutkimuksessa 21:stä kontrolliryhmän terveestä lapsesta 13 sai neljän viikon ajan antioksidanttilisää, josta he saivat 1 g C-vitamiinia ja 400 IU E-vitamiinia päivässä (Rimoldi ym. 2015). Kontrolliryhmän lapsista kahdeksan sai neljän viikon tutkimusjakson aikana lumelääkettä. Tutkimuksessa tutkittiin antioksidanttilisien vaikutusta FMD:hen ja PWV:hen. Antioksidanttilisillä ei ollut vaikutusta kontrolliryhmän lasten FMD:hen tai PWV:hen. Engler ym. (2003) tekivät satunnaistetun kaksoissokkoutetun lumekontrolloidun vaihtovuoroisen tutkimuksen, jossa 15:lle familiaalista hyperkolesterolemiaa (n=6) tai familiaalista kombinoitunutta hyperlipidemiaa (n=9) sairastavalle 9–20-vuotiaalle tutkittavalle annettiin 500 mg C-vitamiinia ja 400 IU E-vitamiinia päivässä kuuden viikon ajan ja tutkittiin näiden antioksidanttien vaikutusta FMD:hen. Antioksidanttilisien anto paransi tutkittavien FMD:tä lähtötilanteeseen verrattuna ( $p < 0,001$ ). Myös B-ryhmän vitamiinien vaikutusta lasten ja nuorten verisuoniterveyteen on tutkittu jonkin verran, mutta hyvin vähän. Tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan todeta, että B<sub>12</sub>-vitamiini ja folaatti ovat käänteisesti yhteydessä veren homokysteiinipitoisuuksiin ja verenpaineeseen terveillä lapsilla ja nuorilla (Shen ym. 2002, Brasileiro ym. 2005, Tamai ym. 2011).

#### **4 POHDINTA**

Tähän kirjallisuuskatsaukseen otettujen tutkimusten perusteella voidaan todeta, että ravitsemuksella on merkitystä lasten ja nuorten verisuonten toiminnan kannalta. Runsaasti rasvaa ja natriumia sekä vain vähäisiä määriä antioksidanteja sisältävän perinteisen suomalaisen ruokavalion noudattaminen lapsuus- ja nuoruusiällä oli Mikkilä ym. (2009) -tutkimuksessa yhteydessä suurempaan IMT:iin aikuisiällä. Lasten ja nuorten runsaampi

tyydyttyneiden rasvojen saanti ruokavaliosta näyttäisi olevan yhteydessä useaan verisuonten toimintaa heikentävään tekijään kirjallisuuskatsaukseen otettujen tutkimusten perusteella (Raitakari ym. 2005, Kaikkonen ym. 2013a, Te Morenga ja Montez 2017). Proteiinien vaikutus lasten ja nuorten verisuonten terveyteen voi vaihdella erilaisten proteiinien välillä. Arnberg ym. (2012) tutkimuksessa tutkittavat saivat suurimman osan proteiinista muun muassa lihasta ja vain pieni osa proteiinista (10 %) saatiin maidosta. Maidon ja PWV:n välillä havaittiin käänteinen yhteys, mutta proteiinin ja PWV:n välillä havaittiin suora yhteys. Voi olla, että jos tutkittavat olisivat saaneet suurimman osuuden proteiinista maidosta tai jostakin muusta elintarvikkeesta, tutkimuksen tulokset olisivat olleet erilaiset, koska on mahdollista, että maidon ja lihan proteiineilla on erilainen vaikutus lasten ja nuorten verisuonten toimintaan. Lapsuuden ja nuoruuden runsaasti sokeria ja suolaa sisältävä ruokavalio nopeuttaa verisuonten vanhenemista ja IMT:in paksuuntumista, suurentaa PWV:tä ja verenpainetta sekä pienentää FMD:tä (Kell ym. 2014, Litwin ym. 2016.) Useassa tutkimuksessa virvoitusjuomilla, jälkiruoilla, pikaruoalla ja pitsalla havaittiin epäsuotuisia vaikutuksia lasten ja nuorten verisuonten toiminnan kannalta (Van Horn ym. 2005, Perichart-Perera ym. 2010, Gopinath ym. 2012, Funtikova 2015). Lihan vaikutuksista lasten ja nuorten verisuoniterveyteen on saatu ristiriitaisia tutkimustuloksia.

Välimeren ruokavalio sekä hedelmät ja vihannekset vaikuttavat suotuisasti lasten ja nuorten verisuonten terveyteen (Qureshi ym. 2009, Aatola ym. 2010, Ambrosini ym. 2010, Lydakis ym. 2012, van de Laar ym. 2012, van de Laar ym. 2013, Giannini ym. 2014, McCourt ym. 2014). Tutkimuksia ravintokuidun vaikutuksesta lasten ja nuorten verisuoniin on vähän ja niitä tarvittaisiin lisää, jotta voitaisiin tehdä johtopäätöksiä siitä, miten eri tavoin ravintokuitu vaikuttaa verisuonten toimintaan. Muutaman tähän kirjallisuuskatsaukseen otetun tutkimuksen perusteella ravintokuitua sisältävien elintarvikkeiden käyttö nuoruudessa vähentää kaulavaltimoiden jäykkyyttä aikuisuudessa sekä parantaa veren tulehdusarvoja nuorilla, millä on suotuisa vaikutus verisuonten toiminnan kannalta (Parikh ym. 2012, van de Laar ym. 2012). Tulevaisuudessa olisi tärkeää tutkia tarkemmin hedelmien ja vihannesten sisältämien yhdisteiden vaikutuksia lasten ja nuorten verisuoniterveyteen. Voi olla, että heillä havaitut hedelmien ja vihannesten aiheuttamat verisuoniin kohdistuvat positiiviset vaikutukset johtuvat näiden ruoka-aineiden sisältämästä ravintokuidusta. Toisaalta suotuisan vaikutuksen takana voi olla myös jokin muu ravintotekijä. Monityydyttymättömien rasvahappojen vaikutuksia lasten ja nuorten verisuonten toimintaan on tutkittu suhteellisen vähän. Tähän kirjallisuuskatsaukseen otettujen tutkimusten perusteella niillä näyttäisi olevan suotuisa vaikutus lasten ja nuorten verisuonitoiminnan kannalta (Raitakari ym. 2005, Pahkala ym. 2013). Niiden aiheuttamat

vaikutukset erosivat kuitenkin tyttöjen ja poikien välillä muutamassa tutkimuksessa (Raitakari ym. 2005, O'sullivan ym. 2012). Julián-Almárcegui ym. (2016) ja Gopinath ym. (2017) havaitsivat, että kalan syömisellä on suotuisia vaikutuksia nuorten verisuoniterveyden kannalta. Muutamassa tutkimuksessa havaittiin maitotaloustuotteilla olevan positiivinen vaikutus lasten ja nuorten verisuoniston terveyteen (Arnberg ym. 2012, Gopinath ym. 2014, Julián-Almárcegui ym. 2016). Niiden käyttö pienensi verenpainetta ja PWV:tä sekä paransi verkkokalvon verisuonten kuntoa nuorilla.

Tutkimuksia, joissa on tutkittu vitamiinien ja kivennäisaineiden vaikutusta lasten ja nuorten verisuoniterveyteen, on suhteellisen niukasti ja suurin osa tällaisista tutkimuksista on tehty D-vitamiinilla. Dong ym. (2010) tutkimuksessa havaittiin 2000 IU/vrk D-vitamiinilisällä olevan PWV:tä pienentävä vaikutus. Vaikka kyseinen tutkimus olikin satunnaistettu kontrolloitu koe, jonka pohjalta on mahdollista tehdä johtopäätöksiä syy-seuraussuhteista, tutkimuksen otoskoko oli hyvin pieni, mikä heikentää tutkimustulosten luotettavuutta. Juonala kollegoineen (2015) osoitti, että lapsuusajan alhainen veren 25-(OH)-D-vitamiinipitoisuus on yhteydessä subkliiniseen ateroskleroosiin ja suurempaan IMT:iin aikuisiällä. Kyseisen tutkimuksen kesto oli hyvin pitkä (27 vuotta), sen otoskoko oli suhteellisen suuri (n=2 148) ja useat sekoittavat tekijät, kuten ikä, BMI, sosioekonominen tausta, tupakointi, ruokavalio ja vuodenaika, oltiin otettu huomioon, mikä parantaa tutkimustulosten luotettavuutta. Tutkimuksessa 25-(OH)-D-vitamiinipitoisuuden määrittäminen suoritettiin siten, että tutkittavilta otettiin verinäytteet vuonna 1980 heidän ollessaan lapsia, näytteitä säilytettiin -20 °C:ssa ja ne analysoitiin vuonna 2010. Täten on mahdollista, että 25-(OH)-D-vitamiinipitoisuus oli muuttunut verinäytteiden säilytyksen aikana, mikä vääristää tutkimustuloksia. Engler ym. (2003) ja Rimoldi ym. (2015) tutkimuksissa tutkittiin E- ja C-vitamiinilisien vaikutusta FMD:hen ja PWV:hen. Rimoldi ym. (2015) -tutkimus kesti neljän viikon ajan. On mahdollista, että tässä tutkimuksessa oltaisiin havaittu tilastollisesti merkitseviä tuloksia, jos tutkimuksen kesto olisi ollut pitempi. Lisäksi, jos tutkittavat olisivat saaneet E- ja C-vitamiinit ruoasta ravintolisien sijaan, olisi näiden antioksidanttitiamiinien vaikutus FMD:hen ja PWV:hen mahdollisesti ollut erilainen. Molemmissa tutkimuksissa otoskoot olivat pieniä, mikä heikentää tutkimusten tulosten luotettavuutta. Ravintotekijöiden vaikutukset verisuonitoimintaan eivät välttämättä välity suorasti, vaan ne voivat vaikuttaa verisuonitoimintaan liittyvien tekijöiden, kuten esimerkiksi homokysteiinin, LDL- ja HDL-kolesterolin, elimistön tulehdustilaa osoittavien biomarkkerien, adheesiomolekyylien sekä verensokerin välityksellä (Morrison ym. 1980, Shen ym. 2002, Brasileiro ym. 2005, Van Horn ym. 2005, Qureshi ym. 2009, Ambrosini ym. 2010, Romeo ym.

2011, Tamai ym. 2011, Parikh ym. 2012, Giannini ym. 2014, McCourt ym. 2014, Te Morenga ja Montez 2017).

Sekoittavat tekijät oli huomioitu hyvin monipuolisesti monessa tutkimuksessa. Qureshi ym. (2009) tutkimukseen, jossa tutkittiin viljojen ja vihannesten yhteyttä veren CRP-pitoisuuksiin, osallistuivat lapset, joilla oli tiettyjä infektioita ja kroonisia sairauksia, mikä on voinut vääristää tutkimustuloksia. Etninen tausta on voinut olla sekoittava tekijä joissain tutkimuksissa. Muun muassa van de Laar ym. (2012) ja Aatola ym. (2010) tutkimusten tutkittavat olivat valkoihoisia ja Dong ym. (2010) tutkittavat olivat tummaihoisia. Lisää tutkimuksia tarvitaan ruokavalioiden ja ravintotekijöiden vaikutuksista eri etnistä taustoista tulevien lasten verisuonten terveyteen, jotta tutkimustuloksia voitaisiin yleistää kaikkiin lapsiin ja nuoriin riippumatta heidän etnisestä taustastaan. Useissa tähän kirjallisuuskatsaukseen sisältyvissä tutkimuksissa ravinnonsaantia tutkittiin kyselylomakkeiden avulla, mikä on voinut aiheuttaa muistiharhaa ja ravinnon saannin ali- tai yliparportointia (Frank ym. 1978, Morrison ym. 1980, Moilanen ym. 1985, van Horn ym. 2005, Aatola ym. 2010, Ambrosini ym. 2010, Perichart-Perera ym. 2010, Gopinath ym. 2012, van de Laar ym. 2012, Yang ym. 2012, van de Laar ym. 2013, Gopinath ym. 2014, Julián-Almárcegui ym. 2016, Cohen ym. 2017, Gopinath ym. 2017). Aatola ym. (2010) tutkimuksessa lasten ja nuorten vihannesten ja hedelmien saantia selvitettiin käyttämällä ruoankäytön kyselylomaketta, jossa hedelmien ja vihannesten saantia arvioitiin kuukausittaisena eikä päivittäisenä saantina, jolloin hedelmien ja vihannesten saannin arviointi on saattanut olla epätarkkaa. Arnberg ym. (2012) -tutkimus toteutettiin ylipainoisilla lapsilla. Engler ym. (2003) ja Giannini ym. (2014) -tutkimukset toteutettiin hyperkolesterolemiaa sairastavilla lapsilla ja nuorilla. On mahdollista, ettei samoja tuloksia olisi saatu terveillä lapsilla ja nuorilla.

Useissa tutkimuksissa tutkimustulokset erosivat tyttöjen ja poikien välillä (Raitakari ym. 2005, Van Horn ym. 2005, O'sullivan ym. 2012, Parikh ym. 2012, Kaikkonen ym. 2013a, Gopinath ym. 2014, Gopinath ym. 2017). Mahdollinen selittävä tekijä tälle voisi olla se, että tytöillä ja pojilla murrosikä vaikuttaa eri tavoin valtimoiden jäykkyyteen (Ahimastos ym. 2003). On havaittu, että tytöillä valtimoiden jäykkyys vähenee ja pojilla se lisääntyy murrosiän jälkeen. On osoitettu, että estrogeeni lisää verisuonten vasodilataatiota (Farhat ym. 1996). Myös verenpaine on sukupuolesta riippuvainen. Täten murrosikä on voinut joissain tutkimuksissa olla sekoittava tekijä. Cohen ym. (2017) tutkimuksen tulokset olivat erilaiset eri ikäryhmiin kuuluvien välillä, mikä hankaloittaa tutkimustulosten yleistämistä muun ikäisiin lapsiin ja nuoriin.

Lasten ja nuorten verisuonitoimintaa mittaavissa menetelmissä käytetään jonkinlaista verisuonitoimintaa mittaavaa laitetta, jonka oikeanlainen käyttö vaatii koulutetun laitteen käyttäjän. Erot mittaustekniikkojen ja -laitteiden käytössä eri käyttäjien välillä on saattanut vaikuttaa tutkimustuloksiin ja vääristää niitä joidenkin tähän kirjallisuuskatsaukseen otettujen tutkimusten kohdalla. Lisäksi mittaustilanteen aiheuttama tutkittavan mahdollinen jännitystilä on voinut vaikuttaa tutkimuksiin osallistuvien tutkittavien verisuonten toimintaan, mikä on saattanut olla toinen tutkimustuloksia vääristävä tekijä (Ghiadoni ym. 2000). Suurimmassa osassa tutkimuksista otoskoko oli hyvin suuri, mikä parantaa tutkimustulosten luotettavuutta. Suurin osa tähän kirjallisuuskatsaukseen otetuista tutkimuksista ovat havainnoivia tutkimuksia, joiden pohjalta ei ole mahdollista osoittaa syy-seuraussuhteita (Qureshi ym. 2009, Aatola ym. 2010, Ambrosini ym. 2010, Perichart-Perera ym. 2010, Gopinath ym. 2012, O'sullivan ym. 2012, Parikh ym. 2012, van de Laar ym. 2012, van de Laar 2013, Julián-Almárcegui ym. 2016, Cohen ym. 2017). Jotta ravitsemuksen ja verisuonten toiminnan välisiä yhteyksiä voitaisiin osoittaa varmaksi, tulisi toteuttaa enemmän satunnaistettuja kokeellisia tutkimuksia. Ravitsemuksen ja verisuonten toiminnan välisten yhteyksien tutkiminen lapsilla ja nuorilla, erityisesti pidemmällä aikajaksolla, on kuitenkin hyvin hankalaa kokeellisten tutkimusten keinoin. Jotta valideja tuloksia voitaisiin saada, tulisi tutkimuksiin osallistuvien lasten ja nuorten olla vapaaehtoisia, jotka ovat valmiita luopumaan omista ravitsemustottumuksistaan tutkimuksen ajaksi. Tällaisia tutkittavia voi olla hyvinkin haasteellista löytää.

## **5 JOHTOPÄÄTÖKSET**

Lisätutkimuksille erilaisten ruokavalioiden ja yksittäisten ravintotekijöiden sekä ruokien vaikutuksista lasten ja nuorten verisuonitoimintaan olisi tarvetta. Suurin osa tutkimuksista, joissa on tutkittu ravinnon ja lasten ja nuorten verisuonten toiminnan välistä yhteyttä ovat havainnoivia tutkimuksia. Kokeellisia tutkimuksia aiheesta kaivattaisiin, jotta voitaisiin tehdä suoria johtopäätöksiä syy-seuraussuhteista eli esimerkiksi ruokavalion tai tietyn ruoan tai ravintotekijän yhteydestä lasten ja nuorten verisuonten toimintaan. Sen lisäksi, että tutkimuksia ravitsemuksen yhteydestä lasten ja nuorten verisuonten toimintaan on niukasti, ne ovat yksittäisiä, mikä vaikeuttaa johtopäätösten tekemistä. Terveystieteiden käytännön kannalta tulevaisuudessa olisi kannattavampaa tutkia kokonaisten ruokavalioiden vaikutusta lasten ja nuorten verisuonten toimintaan yksittäisten ravintoaineiden sekä ruokien ja verisuonten toiminnan yhteyden tutkimisen sijaan, koska useat ravintoaineet vaikuttavat synergisesti toistensa kanssa ja ruokavalio on aina useita ravintoaineita sisältävä kokonaisuus.

Lapsuudessa ja nuoruudessa tehdyillä pienilläkin positiivisilla ruokavaliomuutoksilla on pitkällä aikavälillä suotuisa vaikutus verisuonielimistön terveyden kannalta. Verisuoniterveyttä tulisi tutkia jo varhaislapsuudessa, vaikkei lapsella ilmenisikään oireita. Tällöin mahdolliset sydän- ja verisuonitaudeille altistavat verisuonimuutokset voitaisiin havaita ja ehkäistä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Koska sydän- ja verisuonitautien yleisyys on suurta ja useiden niille altistavien tekijöiden kehittyminen alkaa jo lapsuudessa, olisi hyvä, jos verenpainemittauksen lisäksi neuvolassa ja kouluterveydenhuollossa käytettäisiin myös muita lapsen tai nuoren verisuonitoimintaa kuvaavia menetelmiä mittaamaan verisuonitoimintaa, kuten esimerkiksi PWV:n mittaamista. Tällöin saataisiin tarkempi käsitys lapsen tai nuoren verisuoniterveydestä ja voitaisiin tarvittaessa korostaa ruokavalion laadun merkitystä verisuonitoiminnan kannalta. Antamalla lapselle tai nuorelle ja hänen perheelleen henkilökohtaista ravitsemusohjausta voitaisiin ennaltaehkäistä aikuisiällä mahdollisesti ilmeneviä sydän- ja verisuonitauteja.

## LÄHTEET

- Aatola H, Koivisto T, Hutri-Kähönen N ym. Lifetime fruit and vegetable consumption and arterial pulse wave velocity in adulthood: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Circulation* 2010;122:2521-2528.
- Ahimastos AA, Formosa M, Dart AM, Kingwell BA. Gender Differences in Large Artery Stiffness Pre- and Post Puberty. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88:5375-5380.
- Ahmadizar F, Voortman T. Arterial stiffness in childhood: A predictor for later cardiovascular disease? *Eur J Prev Cardiol* 2018;25:100-102.
- Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P. *Molecular Biology of the Cell: 4<sup>th</sup> edition*. New York: Garland Science 2002.
- Ambrosini GL, Huang RC, Mori TA ym. Dietary patterns and markers for the metabolic syndrome in Australian adolescents. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2010;20:274-283.
- Arnberg K, Larnkjær A, Michaelsen KF, Mølgaard C. Central Adiposity and Protein Intake Are Associated with Arterial Stiffness in Overweight Children. *J Nutr* 2012;142:878-885.
- Ashley EA, Niebauer J. *Cardiology Explained*. London: Remedica 2004.
- Ayer JG, Harmer JA, Nakhla S ym. HDL-Cholesterol, Blood Pressure, and Asymmetric Dimethylarginine Are Significantly Associated With Arterial Wall Thickness in Children. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2009;29:943-949.
- Azevedo WF, Cantalice AS, Gonzaga NC ym. Fibrinogen: cardiometabolic risk marker in obese or overweight children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)* 2015;91:464-470.
- Bird C, Michie C. Measuring blood pressure in children. *BMJ* 2008;336:1321.
- Boryshenko M, Beringer T. *Functional Histology*. Boston: Little, Brown and Company 1984.
- Brasileiro RS, Escrivão MA, Taddei JA, D'Almeida V, Ancona-Lopez F, Carvalhaes JT. Plasma total homocysteine in Brazilian overweight and non-overweight adolescents: a case-control study. *Nutr Hosp* 2005;20:313-319.
- Carroll RG. *Elsevier's Integrated Physiology*. Philadelphia: Mosby Elsevier 2007.
- Cavalcante JL, Lima JA, Redheuil A, Al-Mallah MH. Aortic stiffness: Current understanding and future directions. *J Am Coll Cardiol* 2011;57:1511-1522.
- Celermajer DS, Ayer JG. Childhood risk factors for adult cardiovascular disease and primary prevention in childhood. *Heart* 2006;92:1701-1706.
- Challa HJ, Uppaluri KR. *DASH Diet (Dietary Approaches to Stop Hypertension)*. Florida: StatPearls Publishing 2019.
- Cheung C, Ikram M, Sabanayagam C, Wong T. Retinal Microvasculature as a Model to Study the Manifestations of Hypertension. *Hypertension* 2012;60:1094-1103.



- Choi JH, Kim MJ, Park CH, Whang HG, Kim HJ. The Relationship of the Abdominal Aortic Calcification Index to Carotid Intima Media Thickness for Early Diagnosis of Ischemic Cerebral Disease. *J Korean Soc Radiol* 2012;66:321-327
- Cohen JFH, Lehnerd ME, Houser RF, Rimm EB. Dietary Approaches to Stop Hypertension Diet, Weight Status, and Blood Pressure among Children and Adolescents: National Health and Nutrition Examination Surveys 2003-2012. *J Acad Nutr Diet* 2017;117:1437-1444.
- Costa KCM, Lima JC, de Almeida CAN, Del Ciampo LA, de Souza CSB. Variation of the brachial artery diameter in obese children: present and future. *Rev Paul Pediatr* 2012;30: 431-437.
- Davis C, Bryan J, Hodgson J, Murphy K. Definition of the Mediterranean Diet; A Literature Review. *Nutrients* 2015;7:9139-9153.
- Davis PH, Dawson JD, Riley WA, Lauer RM. Carotid intimal-medial thickness is related to cardiovascular risk factors measured from childhood through middle age: the Muscatine study. *Circulation* 2001;104:2815-2819.
- Defagó MD, Elorriaga N, Irazola VE, Rubinstein AL. Influence of food patterns on endothelial biomarkers: a systematic review. *J Clin Hypertens* 2014;16:907-913.
- De Giorgis T, Marcovecchio ML, Di Giovanni I ym. Triglycerides-to-HDL ratio as a new marker of endothelial dysfunction in obese prepubertal children. *Eur J Endocrinol* 2014;170:173-180.
- De Moraes AC, Gracia-Marco L, Iglesia I ym. Vitamins and iron blood biomarkers are associated with blood pressure levels in European adolescents. The HELENA study. *Nutrition* 2014;30:1294-1300.
- Dolinsky DH, Armstrong S, Mangarelli C, Kemper AR. The Association Between Vitamin D and Cardiometabolic Risk Factors in Children. *Clin Pediatr (Phila)* 2013;52:210-223.
- Dong Y, Stallmann-Jorgensen IS, Pollock NK ym. A 16-Week Randomized Clinical Trial of 2000 International Units Daily Vitamin D3 Supplementation in Black Youth: 25-Hydroxyvitamin D, Adiposity, and Arterial Stiffness. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95:4584-4591.
- Duodecim. Kolesterolit. 2018.  
[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00035#s1](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00035#s1). Luettu 16.4.2019.
- Duodecim. Valtimotautit (ateroskleroosi). 2019.  
[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00095](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00095). Luettu 16.5.2019.
- Ebrahimi-Mamaeghani M, Mohammadi S, Arefhosseini SR, Fallah P, Bazi Z. Adiponectin as a potential biomarker of vascular disease. *Vasc Health Risk Manag* 2015;11:55-70.
- Eilat-Adar S, Sinai T, Yosefy C, Henkin Y. Nutritional recommendations for cardiovascular disease prevention. *Nutrients* 2013;5:3646-3683.

- Eloranta AM, Venäläinen T, Soininen S ym. Food sources of energy and nutrients in Finnish girls and boys 6-8 years of age - the PANIC study. *Food Nutr Res* 2016;60:32444.
- Engler MM, Engler MB, Malloy MJ ym. Antioxidant Vitamins C and E Improve Endothelial Function in Children With Hyperlipidemia: Endothelial Assessment of Risk from Lipids in Youth (EARLY) Trial. *Circulation* 2003;108:1059-1063.
- Epifanio M, Baldisserotto M, Sarria EE, Lazaretti A, Mattiello R. Ultrasound Evaluation of Carotid Intima-Media Thickness in Children. *J Atheroscler Thromb* 2015;22:1141-1147.
- Falkner B. Hypertension in children and adolescents: epidemiology and natural history. *Pediatr Nephrol* 2009;25:1219-1224.
- Farhat MY, Lavigne MC, Ramwell PW. The vascular protective effects of estrogen. *FASEB J* 1996;10:615-624.
- Frank GC, Berenson GS, Webber LS. Dietary studies and the relationship of diet to cardiovascular disease risk factor variables in 10-year-old children — The Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 1978;31:328-340.
- Frostegård J. Immunity, atherosclerosis and cardiovascular disease. *BMC Med* 2013;11:117.
- Funtikova AN, Navarro E, Bawaked RA, Fíto M, Schröder H. Impact of diet on cardiometabolic health in children and adolescents. *Nutr J* 2015;14:118.
- Ghiadoni L, Donald AE, Cropley M ym. Mental Stress Induces Transient Endothelial Dysfunction in Humans. *Circulation* 2000;102:2473-2478.
- Giannini C, D'Esse L, D'Adamo E ym. Influence of the Mediterranean diet on carotid intima-media thickness in hypercholesterolaemic children: a 12-month intervention study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2014;24:75-82.
- Głowinska-Olszewska B, Urban M, Tołwinska J, Peczynska J, Florys B. Correlation analysis between biochemical and biophysical markers of endothelium damage in children with diabetes type 1. *Endokrynol Diabetol Chor Przemiany Materii Wieku Rozw* 2005;11:221-227.
- Godia EC, Madhok R, Pittman J ym. Carotid artery distensibility: a reliability study. *J Ultrasound Med* 2007;26:1157-1165.
- Gopinath B, Flood VM, Burlutsky G, Louie JC, Baur LA, Mitchell P. Dairy food consumption, blood pressure and retinal microcirculation in adolescents. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2014;24:1221-1227.
- Gopinath B, Flood VM, Wang JJ ym. Carbohydrate nutrition is associated with changes in the retinal vascular structure and branching pattern in children. *Am J Clin Nutr* 2012;95:1215-1222.
- Gopinath B, Moshtaghian H, Flood VM ym. Pattern of omega-3 polyunsaturated fatty acid intake and fish consumption and retinal vascular caliber in children and adolescents: A cohort study. *PLoS One* 2017;12:e0172109.

- Hartiala O, Magnussen CG, Kajander S ym. Adolescence risk factors are predictive of coronary artery calcification at middle age: the cardiovascular risk in young Finns study. *J Am Coll Cardiol* 2012;60:1364-1370.
- Hermida N, Balligand JL. Low-density lipoprotein-cholesterol induced endothelial dysfunction and oxidative stress: the role of statins. *Antioxid Redox Signal* 2014;20:1216-1237.
- Hofmann B, Riemer M, Erbs C ym. Carotid to femoral pulse wave velocity reflects the extent of coronary artery disease. *J Clin Hypertens* 2014;16:629-633.
- Hong YM. Atherosclerotic cardiovascular disease beginning in childhood. *Korean Circ J* 2010;40:1-9.
- Hoppu U, Kujala J, Lehtisalo J, Tapanainen H, Pietinen P. Yläkoululaisten ravitsemus ja hyvinvointi. Lähtötilanne ja lukuvuonna 2007-2008 toteutetun interventiotutkimuksen tulokset. Helsinki: Kansanterveyslaitos 2008.
- Iurciuc S, Cimpan AM, Mitu F, Heredea R, Iurciuc M. Vascular aging and subclinical atherosclerosis: Why such a “never ending” and challenging story in cardiology? *Clin Interv Aging* 2017;12:1339-1345.
- Jarrete AP, Zanesco A, Delbin MA. Assessment of endothelial function by flow-mediated dilation in diabetic patients: Effects of physical exercise. *Motriz: Rev Educ Fis* 2016;22:3-11.
- Julián-Almárcegui C, Vandevijvere S ym. Association of heart rate and blood pressure among European adolescents with usual food consumption: the HELENA study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2016;26:541-548.
- Juonala M, Viikari JS, Kähönen M ym. Life-time risk factors and progression of carotid atherosclerosis in young adults: the Cardiovascular Risk in Young Finns study. *Eur Heart J* 2010;31:1745-1751.
- Juonala M, Viikari JS, Simell O, Raitakari O. Mitä tiedämme lapsen riskistä sairastua aikuisena sydän- ja verisuonitauteihin? *Duodecim* 2008;124:34-40.
- Juonala M, Voipio A, Pahkala K ym. Childhood 25-OH Vitamin D Levels and Carotid Intima-Media Thickness in Adulthood: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *J Clin Endocrinol Metab* 2015;100:1469-1476.
- Järvisalo MJ, Harmoinen A, Hakanen M ym. Elevated Serum C-Reactive Protein Levels and Early Arterial Changes in Healthy Children. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2002;22:1323-1328.
- Järvisalo MJ, Raitakari OT. Ultrasound assessment of endothelial function in children. *Vasc Health Risk Manag* 2005;1:227-233.
- Kaikkonen JE, Jula A, Mikkilä V ym. Childhood Serum Fatty Acid Quality Is Associated with Adult Carotid Artery Intima Media Thickness in Women but Not in Men. *J Nutr* 2013a;143:682-689.

Kaikkonen JE, Mikkilä V, Magnussen CG ym. Does childhood nutrition influence adult cardiovascular disease risk? – insights from the Young Finns Study. *Ann Med* 2013b;45: 120-128.

Kaikkonen JE, Mikkilä V, Raitakari OT. Role of childhood food patterns on adult cardiovascular disease risk. *Curr Atheroscler Rep* 2014;16:443.

Kell KP, Cardel MI, Bohan Brown MM, Fernández JR. Added sugars in the diet are positively associated with diastolic blood pressure and triglycerides in children. *Am J Clin Nutr* 2014;100:46-52.

Knoflach M, Kiechl S, Kind M ym. Cardiovascular Risk Factors and Atherosclerosis in Young Males: ARMY Study (Atherosclerosis Risk-Factors in Male Youngsters). *Circulation* 2003;108:1064-1069.

Kokkinos PF, Narayan P, Papademetriou V. Exercise as hypertension therapy. *Cardiol Clin* 2001;19:507-516.

Kracht D, Shroff R, Baig S ym. Validating a new oscillometric device for aortic pulse wave velocity measurements in children and adolescents. *Am J Hypertens* 2011;24:1294-1299.

Lambert EA, Phillips S, Belski R ym. Endothelial Function in Healthy Young Individuals Is Associated with Dietary Consumption of Saturated Fat. *Front Physiol* 2017;8:876.

Lava S, Bianchetti M, Simonetti G. Salt intake in children and its consequences on blood pressure. *Pediatr Nephrol* 2015;30:1389-1396.

Le J, Zhang D, Menees S, Chen J, Raghuvver G. “Vascular Age” Is Advanced in Children With Atherosclerosis-Promoting Risk Factors. *Circ Cardiovasc Imaging* 2010;3:8-14.

Lindström-Karjalainen M, Summanen P. Hypertension aiheuttamat silmätörmäyset. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim* 2007;123:2713-2722.

Li S, Chen W, Srinivasan SR, Berenson GS. Childhood Blood Pressure as a Predictor of Arterial Stiffness in Young Adults. *Hypertension* 2004;43:541-546.

Litwin M, Feber J, Ruzicka M. Vascular Aging: Lessons From Pediatric Hypertension. *Can J Cardiol* 2016;32:642-649.

Lydakis C, Stefanaki E, Stefanaki S, Thalassinou E, Kavousanaki M, Lydaki D. Correlation of blood pressure, obesity, and adherence to the Mediterranean diet with indices of arterial stiffness in children. *Eur J Pediatr* 2012;171:1373-1382.

Magnussen CG, Smith KJ, Juonala M. What the long term cohort studies that began in childhood have taught us about the origins of coronary heart disease. *Curr Cardiovasc Risk* 2014;8:373.

Malatesta-Muncher R, Mitsnefes MM. Management of blood pressure in children. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 2012;21:318-322.

Manco M, Nobili V, Alisi A, Panera N, Hadberg A. Arterial Stiffness, Thickness and Association to Suitable Novel Markers of Risk at the Origin of Cardiovascular Disease in Obese Children. *Int J Med Sci* 2017;14:711-720.

McCourt HJ, Draffin CR, Woodside JV ym. Dietary patterns and cardiovascular risk factors in adolescents and young adults: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Br J Nutr* 2014;112:1685-1698.

McIntosh SN. *Williams' Basic Nutrition & Diet Therapy*. St. Louis: Mosby Elsevier 2013.

Millasseau SC, Stewart AD, Patel SJ, Redwood SR, Chowienczyk PJ. Evaluation of carotid-femoral pulse wave velocity: influence of timing algorithm and heart rate. *Hypertension* 2005;45:222-226.

Mikkilä V, Räsänen L, Raitakari OT ym. Major dietary patterns and cardiovascular risk factors from childhood to adulthood. The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Br J Nutr* 2007;98:218-225.

Mikkilä V, Räsänen L, Laaksonen MM ym. Long-term dietary patterns and carotid artery intima media thickness: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Br J Nutr* 2009;102:1507-1512.

Moilanen T, Räsänen L, Viikari J ym. Fatty acid composition of serum cholesteryl esters in 3- to 18-year-old Finnish children and its relation to diet. *Am J Clin Nutr* 1985;42:708-713.

Morrison JA, Larsen R, Glatfelter L ym. Interrelationships between nutrient intake and plasma lipids and lipoproteins in schoolchildren aged 6 to 19: the Princeton School District Study. *Pediatrics* 1980;65:727-734.

Obeid H, Ouedraogo V, Hallab M. Arterial Stiffness: A New Biomarker to be Measured. *J Arch Mil Med* 2017;5:e13204.

Ohukainen P, Strandberg T. Ateroskleroosi ei ole normaali vanhenemisilmiö. *Duodecim* 2014;130:1053-1054.

O'sullivan TA, Bremner AP, Beilin LJ ym. Polyunsaturated fatty acid intake and blood pressure in adolescents. *J Hum Hypertens* 2012;26:178-187.

Pahkala K, Hietalampi H, Laitinen TT ym. Ideal cardiovascular health in adolescence: effect of lifestyle intervention and association with vascular intima-media thickness and elasticity (the Special Turku Coronary Risk Factor Intervention Project for Children [STRIP] study). *Circulation* 2013;127:2088-2096.

Pahkala K, Niinikoski H, Raitakari O. Sydän- ja verisuonisairauksien ehkäisy lapsuudesta alkaen. *Duodecim* 2014;130:778-784.

Pang SS, Le YY. Role of Resistin in Inflammation and Inflammation-Related Diseases. *Cell Mol Immunol* 2006;3:29-34.

Parikh S, Pollock NK, Bhagatwala J ym. Adolescent fiber consumption is associated with visceral fat and inflammatory markers. *J Clin Endocrinol Metab* 2012;97:E1451-E1457.

Penn MS, Saidel GM, Chisolm GM. Relative significance of endothelium and internal elastic lamina in regulating the entry of macromolecules into arteries in vivo. *Circ Res* 1994;74:74-82.

Peretz A, Leotta DF, Sullivan JH ym. Flow mediated dilation of the brachial artery: an investigation of methods requiring further standardization. *BMC Cardiovasc Disord* 2007;7:11.

Perichart-Perera O, Balas-Nakash M, Rodriguez-Cano A, Munoz-Manrique C, Monge-Urrea A, Vadillo-Ortega F. Correlates of dietary energy sources with cardiovascular disease risk markers in Mexican school-age children. *J Am Diet Assoc* 2010;110:253-260.

Pires PW, Dams Ramos CM, Matin N, Dorrance AM. The effects of hypertension on the cerebral circulation. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2013;304:H1598-1614.

Ponzo V, Ganzit GP, Soldati L ym. Blood pressure and sodium intake from snacks in adolescents. *Eur J Clin Nutr* 2015;69:681-686.

Porte D Jr. Clinical importance of insulin secretion and its interaction with insulin resistance in the treatment of type 2 diabetes mellitus and its complications. *Diabetes Metab Res Rev* 2001;17:181-188.

Pugsley MK, Tabrizchi R. The vascular system: An overview of structure and function. *J Pharmacol Toxicol Methods* 2000;44:333-340.

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.

Raitakari OT, Rönnemaa T, Järvisalo MJ ym. Endothelial function in healthy 11-year-old children after dietary intervention with onset in infancy: the Special Turku Coronary Risk Factor Intervention Project for children (STRIP). *Circulation* 2005;112:3786-3794.

Rimoldi SF, Sartori C, Rexhaj E ym. Antioxidants improve vascular function in children conceived by assisted reproductive technologies: A randomized double-blind placebo-controlled trial. *Eur J Prev Cardiol* 2015;22:1399-1407.

Romeo, J, Wärnberg J, García-Mármol E ym. Daily consumption of milk enriched with fish oil, oleic acid, minerals and vitamins reduces cell adhesion molecules in healthy children. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2011;21:113-120.

Ruskoaho H. Essentiaalinen verenpainetauti – tiedämmekö vieläkkään sen syytä? *Duodecim* 1999;115:923.

Savant JD, Furth SL, Meyers KEC. Arterial Stiffness in Children: Pediatric Measurement and Considerations. *Pulse (Basel)* 2014;2:69-80.

Schachinger V, Britten MB, Zeiher AM. Prognostic impact of coronary vasodilator dysfunction on adverse long-term outcome of coronary heart disease. *Circulation* 2000;101:1899-1906.

Schack-Nielsen L, Molgaard C, Larsen D ym. Arterial stiffness in 10-year-old children: current and early determinants. *Br J Nutr* 2005;94:1004-1011.

Shen MH, Chu NF, Wu DM, Chang JB. Plasma homocyst(e)ine, folate and vitamin B(12) levels among school children in Taiwan: The Taipei Children Heart Study. *Clin Biochem* 2002;35:495-498.

Siervo M, Lara J, Chowdhury S ym. Effects of the Dietary Approach to Stop Hypertension (DASH) diet on cardiovascular risk factors: a systematic review and meta- analysis. *Br J Nutr* 2015;113:1-15.

Simopoulos AP. Evolutionary aspects of diet: the omega-6/omega-3 ratio and the brain. *Mol Neurobiol* 2011;44:203-215.

Simova I. Intima-media thickness: Appropriate evaluation and proper measurement, described. *E-Journal of Cardiology Practice* 2015;13.

Singhal A, Farooqi IS, Cole TJ ym. Influence of Leptin on Arterial Distensibility: A Novel Link Between Obesity and Cardiovascular Disease? *Circulation* 2002;106:1919-1924.

Skrzypczyk P, Pańczyk-Tomaszewska M. Methods to evaluate arterial structure and function in children – State-of-the art knowledge. *Adv Med Sci* 2017;62:280-294.

Soininen S, Eloranta AM, Lindi V ym. Determinants of serum 25-hydroxyvitamin D concentration in Finnish children: the Physical Activity and Nutrition in Children (PANIC) study. *Br J Nutr* 2016;115:1080-1091.

Stakes. Sosiaali- ja terveystieteen tutkimus- ja kehittämiskeskus. Kouluterveyskysely 1998-2007: Nuorten hyvinvoinnin kehitys ja alueelliset erot. Helsinki: Valopaino 2008.

Storch AS, de Mattos JD, Alves R, Galdino IS, Rocha HNM. Methods of Endothelial Function Assessment: Description and Applications. *Int J Cardiovasc Sci* 2017;30:262-273.

Šuláková T, Feber J, Strnadel J ym. The importance of pulse wave velocity measurement in paediatric population with an increased risk of cardiovascular diseases – Type 1 diabetes and chronic kidney disease. *Cor et Vasa* 2016;58:e623-e630.

Suwaidi JA, Hamasaki S, Higano ST, Nishimura RA, Holmes DR Jr, Lerman A. Long-term follow-up of patients with mild coronary artery disease and endothelial dysfunction. *Circulation* 2000;101:948-954.

Taddei S, Virdis A, Mattei P, Ghiadoni L, Sudano I, Salvetti A. Defective L-arginine-nitric oxide pathway in offspring of essential hypertensive patients. *Circulation* 1996;94:1298-1303.

Taittonen L, Uhari M. Lasten verenpaine. *Duodecim* 2001;117:1377-1381.

Tamai Y, Wada K, Tsuji M ym. Dietary Intake of Vitamin B12 and Folic Acid Is Associated With Lower Blood Pressure in Japanese Preschool Children. *Am J Hypertens* 2011;24:1215-1221.

Te Morenga L, Montez JM. Health effects of saturated and trans-fatty acid intake in children and adolescents: Systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2017;12:e0186672.

- Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. Koulu-terveyskyselyn tulokset. 2017.  
<https://thl.fi/fi/web/lapset-nuoret-ja-perheet/tutkimustuloksia/elintavat>. Luettu 7.4.2019.
- Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. Leikki-ikäiset. 2018a. <https://thl.fi/fi/web/elintavat-ja-ravitsemus/ravitsemus/suomalaisten-ravitsemus-ja-ruokailu/leikki-ikaiset>. Luettu 7.4.2019.
- Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. Sydän- ja verisuonitaudit. 2019.  
<https://thl.fi/fi/web/kansantaudit/sydan-ja-verisuonitaudit>. Luettu 16.5.2019.
- Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. Sydän- ja verisuonitautien yleisyys. 2014.  
<https://thl.fi/fi/web/kansantaudit/sydan-ja-verisuonitaudit/sydan-ja-verisuonitautien-yleisyys>.  
 Luettu 16.5.2019.
- Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. Verenpaine. 2018b.  
<https://thl.fi/fi/web/lastenneuvolakasikirja/ohjeet-ja-tukimateriaali/menetelmat/verenkiertoelimisto/verenpaine>. Luettu 6.4.2019.
- Thakali KM, Galligan JJ, Fink GD, Watts SW. Comprehensive Hypertension - Chapter 19 - arterial and venous function in hypertension. Philadelphia: Mosby Elsevier 2007.
- Townsend RR, Wilkinson IB, Schiffrin EL ym. Recommendations for Improving and Standardizing Vascular Research on Arterial Stiffness: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Hypertension* 2015;66:698-722.
- Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Terveyttä ja iloa ruoasta – varhaiskasvatuksen ruokailusuositus 2018. Helsinki: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino 2018.
- Van de Laar RJ, Stehouwer CD, van Bussel BC, Prins MH, Twisk JW, Ferreira I. Adherence to a Mediterranean dietary pattern in early life is associated with lower arterial stiffness in adulthood: the Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *J Intern Med* 2013;273:79-93.
- Van de Laar RJ, Stehouwer CD, van Bussel BC ym. Lower lifetime dietary fiber intake is associated with carotid artery stiffness: the Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *Am J Clin Nutr* 2012;96:14-23.
- Van Horn L, Obarzanek E, Friedman LA, Gernhofer N, Barton B. Children's Adaptations to a Fat-Reduced Diet: The Dietary Intervention Study in Children (DISC). *Pediatrics* 2005;115:1723-1733.
- Van Leeuwen-Segarceanu EM, Tromp WF, Bos WJ, Vogels OJ, Groothoff JW, van der Lee JH. Comparison of two instruments measuring carotid-femoral pulse wave velocity: Vicorder versus SphygmoCor. *J Hypertens* 2010;28:1687-1691.
- World Health Organization. About cardiovascular diseases. 2019.  
[https://www.who.int/cardiovascular\\_diseases/about\\_cvd/en/](https://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/en/). Luettu 16.5.2019.
- Wiltshire EJ, Gent R, Hirte C, Pena A, Thomas DW, Couper JJ. Endothelial Dysfunction Relates to Folate Status in Children and Adolescents with Type 1 Diabetes. *Diabetes* 2002;51:2282-2286.



Yang Q, Zhang Z, Kuklina EV ym. Sodium intake and blood pressure among US children and adolescents. *Pediatrics* 2012;130:611-619.

Zaromitidou M, Siasos G, Papageorgiou N, Oikonomou E, Tousoulis D. *Cardiovascular Diseases: Genetic Susceptibility, Environmental Factors and their Interaction*. Cambridge: Academic Press 2016.

Taulukko 1. Tutkimukset ruokavalion vaikutuksesta verisuonten toimintaan lapsilla ja nuorilla

<b>Viite, maa</b>	<b>Tutkimusasetelma</b>	<b>n (ikä)</b>	<b>Tutkimusruokavalio tai -ruokavaliotekijä</b>	<b>Keskeiset tulokset</b>
Moilanen ym. 1985, Suomi	Poikkileikkaustutkimus	1 348 (3–18-v.)	Eläinrasvat	Yhteys korkeampaan IMT:iin aikuisiällä
Moilanen ym. 1985, Suomi	Poikkileikkaustutkimus	1 348 (3–18-v.)	Kasvirasvat	Yhteys pienempään IMT:iin aikuisiällä
Schack-Nielsen ym. 2005, Tanska	Kohorttitutkimus	93 (seurattiin varhaislapsuudesta 10 vuoden ikään)	Kokonaisrasva	Yhteys suurempaan valtimoiden jäykkyyteen
Mikkilä ym. 2009, Suomi	Kohorttitutkimus	785 (3–18-v. tutkimuksen alussa, 24–39-v. tutkimuksen lopussa)	Perinteinen suomalainen ruokavalio, josta tutkittavat saivat runsaasti rasvaa ja natriumia sekä vain vähäisiä määriä antioksidantteja, kuten C-vitamiinia ja karoteeneja.	Yhteys suurempaan IMT:iin aikuisiällä.
Aatola ym. 2010, Suomi	Kohorttitutkimus	1 622 (3–18-v. tutkimuksen alussa, 24–35-v. tutkimuksen lopussa)	Hedelmät ja vihannekset	Yhteys pienempään PWV:hen aikuisuudessa
Juonala ym. 2010, Suomi	Kohorttitutkimus	1 809 (3–18-v. tutkimuksen alussa, 24–39-v. tutkimuksen lopussa)	Hedelmät ja vihannekset	Hidastaa IMT:n paksuuntumista aikuisiässä
Arnberg ym. 2012, Tanska	Poikkileikkaustutkimus	193 (12–15-v.)	Proteiini	Positiivinen yhteys proteiinin saannin ja PWV:n välillä ylipainoisilla nuorilla

Jatkuu

Arnberg ym. 2012, Tanska	Poikkileikkaustutkimus	193 (12–15-v.)	Maito	Käänteinen yhteys PWV:hen ylipainoisilla nuorilla
Gopinath ym. 2012, Australia	Poikkileikkaustutkimus	1 855 (12-v.)	Virvoitusjuomat	Suuremmalla käytöllä yhteys kapeampiin verkkokalvon valtimoihin.
Lydakis ym. 2012, Kreikka	Poikkileikkaustutkimus	277 (12 ± 8-v.)	Välimeren ruokavalio	Käänteinen yhteys augmentaatioindeksiin
Van de Laar ym. 2012, Alankomaat	Kohorttitutkimus	373 (13-v. tutkimuksen alussa, 36-v. tutkimuksen lopussa)	Hedelmät ja vihannekset	Vähentävät kaulavaltimon jäykkyyttä
Van de Laar ym. 2012, Alankomaat	Kohorttitutkimus	373 (13-v. tutkimuksen alussa, 36-v. tutkimuksen lopussa)	Ravintokuitu	Yhteys vähäisempään kaulavaltimoiden jäykkyyteen aikuisiällä
Kaikkonen ym. 2013a, Suomi	Kohorttitutkimus	823 (3–18-v. seurattiin 27 vuoden ajan)	Tyydyttyneet rasvat	Yhteys kohonneeseen aikuisiän IMT:iin naisilla, miehillä tällaista yhteyttä ei havaittu
Pahkala ym. 2013, Suomi	Yhdistetty interventio- ja kohorttitutkimus	1 062 (7kk-20-v.)	Interventioryhmän lapset saivat ruokavaliostaan vähemmän tyydyttynyttä rasvaa ja enemmän monitydyttymättömiä rasvoja verrokkiryhmän lapsiin verrattuna.	Interventiolla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus poikien ( $p = 0,0034$ ), mutta ei tyttöjen ( $p = 0,699$ ) verisuonten endoteelitoimintaan. Nuoruusiässä interventioryhmään kuuluvilla oli pienempi IMT verrokkiryhmään kuuluviin verrattuna.
Van de Laar ym. 2013, Alankomaat	Kohorttitutkimus	373 (13,1 ± 0,8-v. tutkimuksen alussa, 36,5 ± 0,5-v. tutkimuksen lopussa)	Välimeren ruokavalio	Yhteys vähäisempään valtimoiden jäykkyyteen

Giannini ym. 2014, Italia	Interventiotutkimus	36 (7,5 ± 2,3-v.)	Välimeren ruokavalio	Pienempi IMT hyperkolesterolemiaa sairastavilla nuorilla
Gopinath ym. 2014, Australia	Kohorttitutkimus, poikkileikkaus	888 (12–17-v.)	Maitotuotteet	Jogurtti oli yhteydessä parempaan verkkokalvon verisuonten kuntoon tutkittavilla (n=824).
McCourt ym. 2014, Irlanti	Kohorttitutkimus	487 (12–15-v. tutkimuksen alussa, 20–25-v. tutkimuksen lopussa)	Runsaasti hedelmiä, vihanneksia ja täysjyväleipää sisältävä ruokavalio	Käänteinen yhteys PWV:hen.
McCourt ym. 2014, Irlanti	Kohorttitutkimus	487 (12–15-v. tutkimuksen alussa, 20–25-v. tutkimuksen lopussa)	Välimeren ruokavalio	Pienempi PWV
Gopinath ym. 2017, Australia	Kohorttitutkimus	633 (12-v. tutkimuksen alussa, 17-v. tutkimuksen lopussa)	Kala	Yhteys laajempaan verkkokalvon valtimoihin tytoillä
Gopinath ym. 2017, Australia	Kohorttitutkimus	633 (12-v. tutkimuksen alussa, 17-v. tutkimuksen lopussa)	Monityydyttymättömät rasvahapot	Yhteys suurempaan verkkokalvon valtimoiden halkaisijaan tytoillä

IMT = kaulavaltimon seinämäpaksuus (*carotid artery intima-media thickness*); PWV = pulssiaallon etenemisnopeus (*pulse wave velocity*); FMD = virtausvälitteinen dilataatio (*flow-mediated dilation*); DASH = Dietary Approaches to Stop Hypertension -ruokavalio; NHANES = National Health and Nutrition Examination Survey -tutkimus; HDL = korkeatiheyksinen lipoproteiini (*high-density lipoprotein*); LDL = matalatiheyksinen lipoproteiini (*low-density lipoprotein*); ICAM-1 = intrasellulaarinen adheesiomolekyylä 1 (*intercellular adhesion molecule-1*); CRP = C-reaktiivinen proteiini (*C-reactive protein*)