

Mikko Saarinen

LIIKUNTA JA VALTIMON SEINÄMÄN PAKSUUS
LAPSILLA JA NUORILLA

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Kevätlukukausi 2024

Mikko Saarinen

LIIKUNTA JA VALTIMON SEINÄMÄN PAKSUUS
LAPSILLA JA NUORILLA

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Kevätlukukausi 2024

Vastuuhenkilöt: LT Kristiina Pälve, prof. Katja Pahkala

Sisällys

1. JOHDANTO	1
2. KIRJALLISUUSKATSAUS	1
2.1 ATEROSKLEROOSIN KEHITYS JA RISKITEKIJÄT	1
2.2 ATEROSKLEROOSIN VALTIMOMARKKERIT	3
2.3 LIIKUNTA LAPSILLA JA NUORILLA	5
2.4 LIIKUNNAN JA VALTIMOIDEN SISÄ- JA KESKIKERROKSEN PAKSUUDEN VÄLINEN YHTEYS LAPSILLA JA NUORILLA	5
2.4.1 TUTKIMUKSET, JOISSA ON HAVAITTU YHTEYS	5
2.4.2 TUTKIMUKSET, JOISSA EI OLE HAVAITTU YHTEYTTÄ	8
2.5 LIIKUNNAN JA VALTIMOIDEN SISÄ- JA KESKIKERROKSEN PAKSUUDEN VÄLINEN YHTEYS YLIPAINOISILLA LAPSILLA JA NUORILLA	9
2.6 KIRJALLISUUSKATSAUKSESSA KÄSITELLYT TUTKIMUKSET TAULUKOITUNA	11
2.6.1 INTERVENTIOTUTKIMUKSET	11
2.6.2 PITKITTÄISTUTKIMUKSET	14
2.6.3 POIKITTAISTUTKIMUKSET	17
3. TUTKIMUSAINIESTON KUVAUS, TUTKIMUKSEN TAVOITE JA MENETELMÄT	22
4. TULOKSET	23
5. POHDINTA	26
LÄHTEET	28

TURUN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta

Saarinen Mikko: Liikunta ja valtimon seinämän paksuus lapsilla ja nuorilla

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Sydäntutkimuskeskus

Syyskuu 2023

Tiivistelmä

Ateroskleroosissa valtimon tyvikalvon alle alkaa kertyä pääosin LDL-kolesterolista peräisin olevaa materiaalia. Tällöin valtimoiden sisä- ja keskikerros paksuuntuu. Kyseisen materiaalin kertyminen voidaan havaita ultraäänellä tapahtuvalla valtimoiden sisä- ja keskikerroksen mittauksella. On havaittu, että muun muassa liikunta vaikuttaa osaltaan valtimoiden sisä- ja keskikerroksen paksuuteen.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia vapaa-ajan aktiivisuuden ja kaulavaltimon sekä vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuuden välistä yhteyttä lapsilla ja nuorilla. Yhteyttä tarkasteltiin 13, 15, 17, 19 ja 26 vuoden ikäisillä tutkimushenkilöillä. Tutkimuksessa käytettiin Sepelvaltimotaudin Riskitekijöiden Interventioprojektin (STRIP) aineistoa. Vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuus mitattiin ultraäänellä suonon takaseinästä. Kaulavaltimon paksuus mitattiin sekä vasemmasta että oikeasta yhteisestä kaulavaltimosta (a. carotis communis) juuri ennen niiden haarautumista sisemmäksi ja ulommaksi kaulavaltimoksi (a. carotis interna ja externa). Molemmista valtimoista mittaukset tehtiin kahdeksasta paikasta ja näistä arvoista muodostettiin keskiarvo. Vapaa-ajan liikunnan määrää, laatua, yhden liikuntakerran kestoa sekä intensiteettiä selvitettiin kyselylomakkeilla. Tulosten perusteella tutkimushenkilöille laskettiin keskimääräistä vapaa-ajan liikunta-aktiivisuutta kuvaava metabolinen ekvivalentti -indeksi (MET h/vk).

Tutkimuksessa havaittiin käänteinen yhteys tutkimushenkilöiden vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuuden ja vapaa-ajan aktiivisuuden välillä ($P=0,0004$). Vastaavasti kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden ja vapaa-ajan aktiivisuuden välillä havaittiin suora yhteys ($P=0,025$). Yhteys oli samankaltainen sekä pojilla että tytöillä. Tulokset olivat samansuuntaisia, kun tutkimushenkilöt jaettiin vapaa-ajan aktiivisuuden perusteella kolmeen eri luokkaan.

Kaulavaltimon osalta tämän tutkimuksen tulokset olivat linjassa kirjallisuudessa aiemmin tehtyjen havaintojen kanssa; liikunta on yhteydessä paksumpaan

kaulavaltimon sisä- ja keskikerrokseen lapsilla ja nuorilla. Vastaavasti tässä tutkimuksessa osoitettiin, että liikkumattomuus on yhteydessä paksumpaan vatsa-aortan sisä- ja keskikerrokseen. Koska STRIP on ainoa tutkimus, jossa on selvitetty liikunnan ja vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuuden välistä yhteyttä lapsilla ja nuorilla, tämän tutkimuksen tuloksia liikunnan yhteydestä vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuuteen ei voi verrata muihin aineistoihin.

1. JOHDANTO

Verenkiertoelimistön sairaudet ovat yleisin kuolinsyy Suomessa.¹ Ateroskleroottiset valtimosairaudet muodostavat näistä merkittävän osuuden. Ateroskleroosissa valtimon tyvikalvon alle alkaa kertyä pääosin low density lipoprotein (LDL) -kolesterolista peräisin olevaa materiaalia.² Tämän materiaalin kertyminen saa aikaan valtimon sisä- ja keskikerroksen paksuuntumisen, mikä voidaan havaita ultraäänimittauksella. Liikunnan harrastamisella on osoitettu olevan valtimoterveyttä edistäviä vaikutuksia lapsuudessa.³ Liikunnan on muun muassa havaittu olevan yhteydessä valtimoiden sisä- ja keskikerroksen paksuuteen. Tässä tutkimuksessa selvitetään liikunnan ja valtimoiden sisä- ja keskikerroksen paksuuden välistä yhteyttä lapsilla ja nuorilla. Aineistona käytetään Sepelvaltimotaudin Riskitekijöiden Interventioprojektissa (STRIP) kerättyä tietoa.

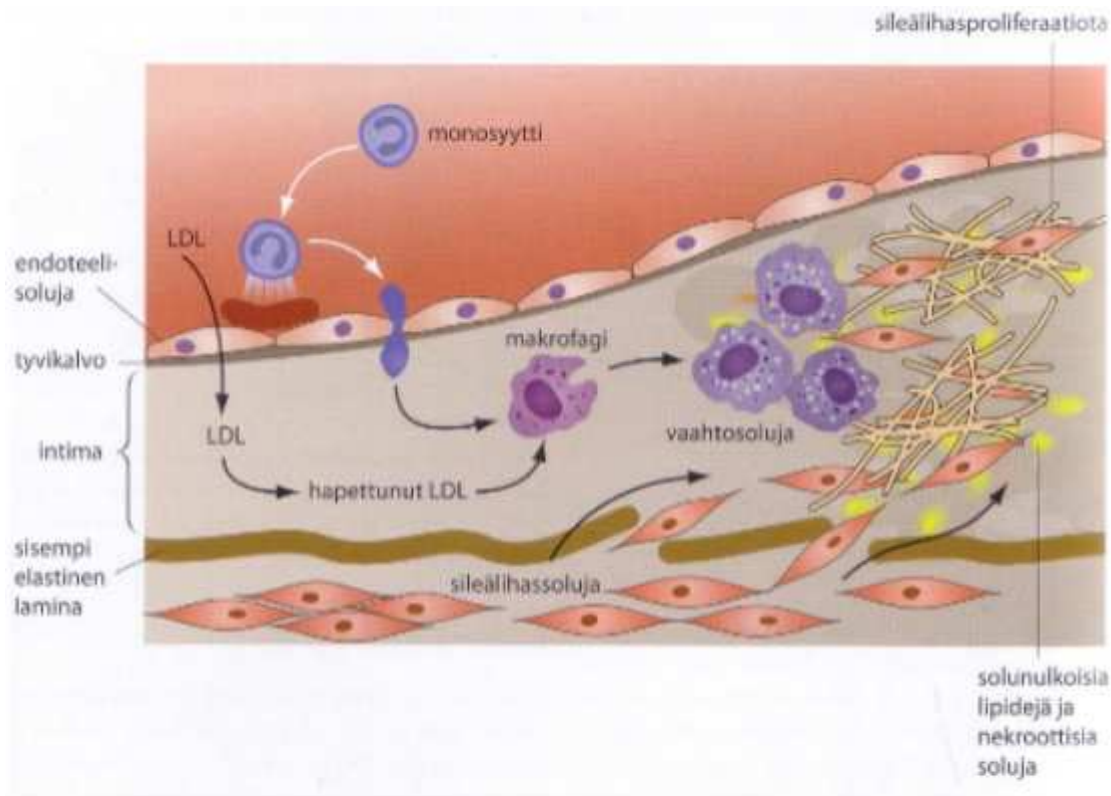
2. KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 ATEROSKLEROOSIN KEHITYS JA RISKITEKIJÄT

Ateroskleroosissa eli valtimotaudissa valtimoihin muodostuu ahtaumia, jonka seurauksena veren kulkeutuminen hidastuu.² Ateroskleroosin kehitys alkaa valtimon tyvikalvosta, jonka alle alkaa kertyä pääosin LDL-kolesterolista peräisin olevaa materiaalia.² Tätä hitaasti kertyvää materiaalia kutsutaan plakiksi. Valtimon seinämän endoteelivaurio osaltaan mahdollistaa LDL-kolesterolin kertymisen suonen tyvikalvon alle tunica intimaan.² Esimerkiksi korkea verenpaine sekä hyperlipidemia aiheuttavat kyseisiä endoteelivaurioita.²

Plakin kertymisen seurauksena endoteelin läpi siirtyy myös monosyyttejä, jotka tunica intimassa muuttuvat lipidejä syöviksi vaahtoplasmissiksi makrofageiksi (kuva 1).⁴ Vaahtoplasmissiset makrofagit syövät lipidejä niin kauan kunnes ne menevät apoptoosiin tai nekroosiin.⁵ Vaahtoplasmissiset makrofagit erittävät myös sytokiineja, jotka houkuttelevat paikalle sileitä lihassoluja tunica mediasta.⁶ Tunica intimassa sileät lihassolut proliferoituvat ja tuottavat solunulkoista väliainetta.⁶ Niiden

tavoitteena on korjata valtimon seinämän vauriota sekä estää plakin repeytymistä.⁵ Sileiden lihassolujen toiminnan seurauksena muodostuu fibroaterooma, jossa on rasvaydin ja sen ympärillä sidekudosta.⁶ Tällöin intima paksuuntuu entisestään ja suoni ahtautuu.⁶



Kuva 1. Ateroskleroosin kehitys.⁴

Plakin pinta on haurasta kudosta, joka voi helposti revetä.² Plakin revetessä vauriokohtaan tarttuu hyytymisreaktion seurauksena verihiutaleita.² Muodostunut hyytymä voi tukkia koko verisuonen, jolloin aiheutuu iskemiaa.² Noin 76% kaikista kuolemaan johtavista sepelvaltimoiden tukoksista taustalla on repeytynyt plakki.⁵

Ateroskleroosin kehityksen kannalta merkittävimpiä riskitekijöitä ovat veren suuri LDL-kolesterolin pitoisuus, tupakointi ja korkea verenpaine.² LDL-kolesterolin lisäksi veren rasvoista ateroskleroosin riskiä lisäävät myös suurentunut triglyseridien määrä sekä pienentynyt high density lipoprotein (HDL) -kolesterolin määrä. Myös tyypin 2 diabetes ja lihavuus ovat ateroskleroosin riskiä lisääviä tekijöitä.² Toki myös perinnöllisellä alttiudella on osuutta ateroskleroosin kehitykseen.² Lisäksi merkittävä ateroskleroosin riskitekijä on miessukupuoli.²

2.2 ATEROSKLEEROOSIN VALTIMOMARKKERIT

Valtimot koostuvat kolmesta kerroksesta, jotka ovat tunica intima, tunica media ja tunica adventitia.⁷ Sisin kerros tunica intima koostuu yksikerroksisesta endoteelisolukosta, tyvikalvosta ja kollageenia sekä elastiinia sisältävästä subendoteliallisesta ekstrasellulaarimatriksista.⁷ Keskimäinen kerros tunica media koostuu sileistä lihassoluista sekä muun muassa kollageenia, glykoproteiinia ja proteoglykaaneja sisältävästä ekstrasellulaarimatriksista.⁷ Uloin tunica adventitia koostuu pääosin kollageenipitoisesta sidekudoksesta ja fibroblasteista.⁷ Kahden sisimmän kerroksen paksuus voidaan mitata ultraäänellä. Valtimon sisä- ja keskikerroksen yhteenlaskettua paksuutta voidaan käyttää ateroskleroosin valtimomarkkerina.

Ateroskleroosin varhaisten muutosten todentamisessa tehtävä valtimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden mittaaminen ultraäänellä on tarkka ja turvallinen menetelmä.⁸ Plakin kehittyessä suonon seinämään valtimon paksuus kasvaa ja se voidaan havaita ultraäänimittauksessa. On osoitettu, että jo 0,03 mm vuosittainen paksuuntuminen kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksessa nostaa sepelvaltimotautitapahtuman riskin 2,2-kertaiseksi.⁹ Epänormaalin paksuuntumisen raja-arvona on joissain tutkimuksissa pidetty 0,9 mm paksuutta kaulavaltimossa.¹⁰ Vastaavasti plakin kriteeriksi voidaan esimerkiksi määritellä yli 1,3-1,5 mm paksuinen valtimon seinämä tai valtimon paikallinen paksuuntuma, joka on vähintään 0,5 mm tai yli 50 % ympäröivän valtimon sisä- ja keskikerroksen paksuutta suurempi.¹⁰ Ikääntymisen seurauksena kaulavaltimon seinämässä tapahtuu paksuuntumista, eikä tarkkaa ylärajaa normaaliarvoille voida tämän vuoksi antaa.¹¹

Yleisimmin valtimon sisä- ja keskikerroksen paksuus mitataan kaulavaltimosta sen helposti saavutettavissa olevan sijainnin vuoksi (kuva 2).¹² Kaulavaltimon lisäksi sisä- ja keskikerroksen paksuus voidaan mitata myös esimerkiksi reisivaltimosta tai vatsa-aortasta. On tutkittu, että erityisesti lapsilla, joilla on sydän- ja verisuonitautien riskitekijöitä, ateroskleroosin varhaisimmat muutokset havaittaisiin ensimmäisenä vatsa-aortan takaseinässä.¹³ Monet ateroskleroosin riskitekijät ovat yhteydessä paksuuntuneisiin valtimoihin jo lapsuudessa, mutta myös ateroskleroosin

riskitekijöille altistuminen lapsuudessa on yhteydessä paksumpaan valtimoiden sisä- ja keskikerrokseen aikuisuudessa.¹²

Ateroskleroosin

valtimomarkkerina voidaan

käyttää myös

endoteelifunktiota.

Normaalitilanteessa endoteeli

säätää mm. verenpainetta

erittämällä vasoaktiivisia

aineita.¹² Ateroskleroosissa

tämä toiminto on kuitenkin

vioittunut.¹² Endoteelifunktiota

voidaan mitata olkavaltimosta

ultraäänien avulla. Käsivarteen

asetetaan kiristyside,

esimerkiksi

verenpainemansetti, jonka

seurauksena systolinen verenpaine olkavaltimon yläosassa nousee 250 mmHg:hen.

Kiristysiteen annetaan olla 5 minuuttia. Heti kiristysiteen poistamisen jälkeen

mitataan ultraäänellä olkavaltimon lumenin koon prosentuaalinen kasvu.¹²

Ateroskleroosissa valtimot jäykistyvät, mikä on yksi ateroskleroosin varhaisimmista

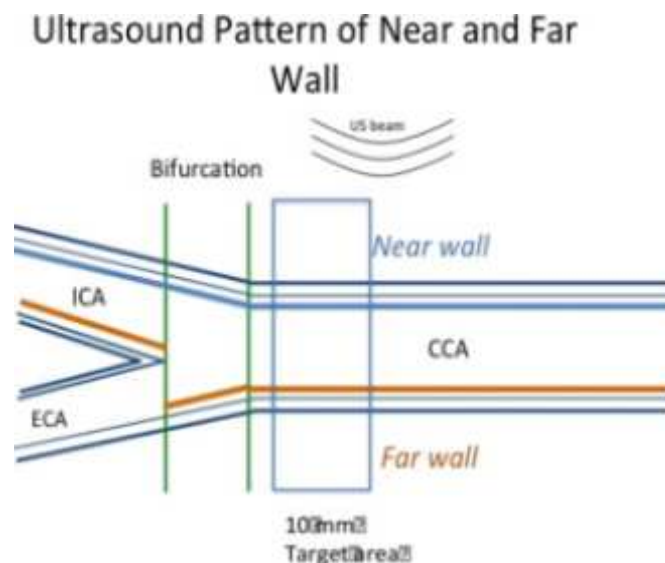
merkeistä. Valtimon joustavuutta voidaan kuvata esimerkiksi valtimon pulssiaallon

etenemisnopeudella sekä valtimon joustavuusindekseillä. Joustavuusindeksien

laskenta tavanomaisesti perustuu valtimon halkaisijan muutokseen systolen ja

diastolen välillä suhteutettuna verenpaineeseen.¹⁴ Ihmisen ikääntyessä valtimoiden

jäykistyminen on osittain fysiologista.¹¹



Kuva 2. Kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden mittauspaikka (Target area).³³

near wall = läheinen seinä

far wall = kaukainen seinä

bifurcation = haarauma

ICA = sisempi kaulavaltimo

ECA = ulompi kaulavaltimo

2.3 LIIKUNTA LAPSILLA JA NUORILLA

Liikuntasuositusten mukaan alle kouluikäisten tulisi liikkua monipuolisesti yli 3 tuntia päivässä.¹⁵ Vastaavasti 7-17-vuotiailla suositus on 1-1,5 tuntia monipuolista reipasta tai rasittavaa liikuntaa päivässä.¹⁵ Liikunnan tulisi sisältää useita 10 minuutin hetkiä, jolloin syke ja hengitys kiihtyvät.¹⁵ Tämä olisi erityisesti valtimoiden kannalta tärkeää, sillä on havaittu, että kevyellä liikunnalla ei ole yhtäläistä positiivista vaikutusta valtimoterveyteen.³ Vuonna 2018 tehdyn suomalaisen tutkimuksen mukaan 7-vuotiaista liikuntasuosituksen saavutti 71 %, 9-vuotiaista reilu puolet, 11-vuotiaista 41 %, 13-vuotiaista lähes viidesosa ja 15-vuotiaista joka kymmenes.¹⁶ Lukioikäisiä vuonna 2020 tutkittaessa liikuntasuosituksen mukaisesti liikkui vain 2,6 % opiskelijoista.¹⁷ Tosin tässä tutkimuksessa liikkumisen määrää arvioitiin vähentäneen osaltaan koronapandemian aiheuttamat rajoitukset.¹⁷

Liikunnan harrastamisella on osoitettu olevan valtimoterveyttä edistäviä vaikutuksia lapsuudessa.³ Esimerkiksi paljon reipasta liikuntaa harrastavilla 6-8-vuotiailla on osoitettu olevan joustavammat valtimot verrattuna vähemmän ja pienemmällä intensiteetillä liikkuviin ikätovereihin.³ Nämä vaikutukset voivat heijastua edelleen aikuisikään. Toki olennaisessa roolissa kardiometabolisten riskitekijöiden kannalta on myös liikunnan jatkuminen aikuisuudessa.

2.4 LIIKUNNAN JA VALTIMOIDEN SISÄ- JA KESKIKERROKSEN VÄLINEN YHTEYS LAPSILLA JA NUORILLA

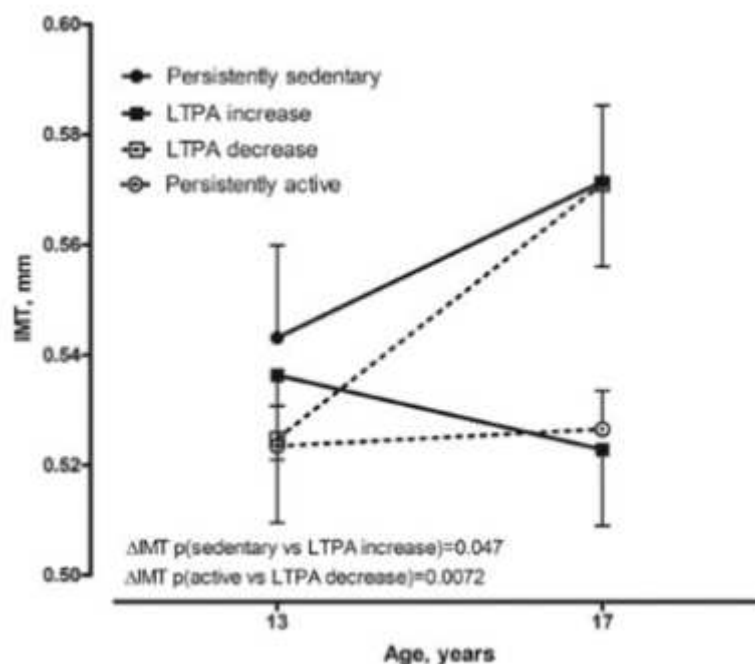
Liikunnan ja valtimoiden sisä- ja keskikerroksen paksuuden välistä yhteyttä tutkittaessa on saatu mielenkiintoisia, osittain ristiriitaisia tuloksia. Yhteyteen vaikuttavatkin monet tekijät kuten liikunnan määrä ja intensiteetti, valtimon sisä- ja keskikerroksen mittauspaikka, painoindeksi, ikä sekä sukupuoli.

2.4.1 TUTKIMUKSET, JOISSA ON HAVAITTU YHTEYS

Pitkittäisessä Sepelvaltimotaudin Riskitekijöiden Interventioprojekti (STRIP) -tutkimuksessa valtimon sisä- ja keskikerroksen paksuus mitattiin vatsa-aortasta,

jossa usein havaitaan ateroskleroosin ensimmäiset muutokset.^{18,13} Tutkimuksen mukaan vähän liikkuvilla 13-17 -vuotiailla nuorilla vapaa-ajan liikunnan määrän kohtuullinen lisääminen oli

yhteydessä valtimon seinämän ohenemiseen (kuva 3).¹⁸ Kuitenkaan liikunnan määrän suurella kasvulla ei tutkimuksen mukaan saatu lisähyötyä.¹⁸ Vastaavasti liikunnan määrän vähentyminen oli yhteydessä vatsa-aortan paksuuntumiseen.¹⁸ Muutos vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuudessa oli suurin aktiivisesti liikkuvilla nuorilla, jotka vähensivät liikkumista (kuva 3).¹⁸ Tulokset olivat samankaltaisia molemmilla sukupuolilla.¹⁸



Kuva 3. Vapaa-ajan fyysisen aktiivisuuden (leisure time physical activity [LTPA]) yhteys vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuuteen 4 vuoden seurantajaksolla.¹⁰ LTPA increase/decrease = vapaa-ajan fyysisen aktiivisuuden lisääntyminen/vähentyminen persistently sedentary/active = yhtäjaksoisesti vähän liikkuvat/aktiiviset IMT = valtimon sisä- ja keskikerroksen yhteenlaskettu paksuus

Toisen suomalaisen pitkittäistutkimuksen mukaan vähäinen liikunnan määrä lapsuudessa on yhteydessä paksumpaan kaulavaltimon sisä- ja keskikerrokseen aikuisena.¹⁹ Tulokset olivat samansuuntaisia molemmilla sukupuolilla, mutta miehillä paksuuntumisen havaittiin olevan aikuisuudessa nopeampaa.¹⁹

Suuressa 1573 henkilön pitkittäistutkimuksessa havaittiin liikunnan olevan yhteydessä paksuuntuneeseen kaulavaltimon sisä- ja keskikerrokseen kahden vuoden seurantajaksolla.²⁰ Tutkimushenkilöt olivat tutkimuksen alussa keskimäärin 16-vuotiaita. Tutkimuksen luotettavuutta lisäsi suuri tutkimusjoukko. Tosin liikunnan määrä tutkimuksessa oli tutkimushenkilöiden itse ilmoittamaa, eikä tutkimuksessa otettu huomioon liikunnan rasittavuutta.²⁰

Myös 12 vuotta kestäneessä kohorttitutkimuksessa saatiin vastaavanlainen tulos.²¹ Tutkimuksen mukaan seurantajakson alussa keskimäärin 15,7 -vuotiailla nuorilla, jotka harrastivat teholtaan reipasta ja sitä raskaampaa liikuntaa oli keskimäärin paksumpi kaulavaltimon sisä- ja keskikerros 12 vuoden kuluttua.²¹ Liikunnan määrän kasvulla seuranta-aikana ei kuitenkaan ollut yhteyttä kaulavaltimon paksuuteen. Tässä tutkimuksessa kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen yhteenlaskettu paksuus mitattiin ainoastaan tutkimuksen päätepisteessä, jonka vuoksi kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden muutosta ei voitu tutkia.²¹

Vuonna 2021 julkaistun poikittaistutkimuksen mukaan kaulavaltimon sisä- ja keskikerros oli sitä paksumpi mitä pitkäkestoisempaa ja kovatehoisempaa harjoittelua 14-vuotiaat nuoret miehet harrastivat.²² Samaa tulosta ei havaittu naisilla.²² Erot nuorten naisten ja miesten hormonitasoissa saattavat osaltaan selittää asian; testosteronilla on havaittu olevan välillisesti vaikutusta valtimon sisä- ja keskikerroksen paksuuteen.²² Tutkimuksessa ei otettu huomioon yleistä aktiivisuutta vaan vain ainoastaan ohjattu harjoittelu, joka saattaa vaikuttaa tutkimustulokseen.²²

Lisäksi on osoitettu, että reisivaltimon sisä- ja keskikerros on keskimääräistä ohuempi liikuntaa harrastavilla 11-17-vuotiailla pojilla.²³ Liikuntaa harrastavat tutkimushenkilöt liikkuivat keskimäärin 600 min/viikko. Kyseisessä tutkimuksessa liikunnan harrastamisen yhteys kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuteen ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä.²³

Yhteenvetona; tutkimusten mukaan liikunta on yhteydessä ohuempaan vatsa-aortan ja reisivaltimon sisä- ja keskikerrokseen nuorilla.^{19,21} Eryteisesti raskaan ja pitkäkestoisien liikunnan on puolestaan todettu olevan yhteydessä paksumpaan kaulavaltimon sisä- ja keskikerrokseen. Syynä tälle on arveltu olevan valtimoiden seinämän fysiologinen adaptaatio, jossa keskikerroksen sileät lihassolut proliferoituvat vasteena liikunnan aiheuttamalle verenpaineen nousulle sekä kehon rasvattoman massan lisääntymiselle.²⁴ Tällöin kyse ei siis olisi ateroskleroosin varhaisesta muutoksesta vaan luonnollisesta valtimoiden seinämän sileän lihaksen paksuuntumisesta. Aiheesta tarvittaisiin kuitenkin lisätutkimuksia.²⁴ Huomionarvoista on, että näiden tutkimusten mukaan liikunta lisää valtimon sisä- ja keskikerroksen paksuutta vain kaulavaltimosta mitattuna.^{20,21,22} Muilta valtimon sisä- ja

keskikerroksen paksuuden mittauspaikeilta ei vastaavia tuloksia ole. Näiden tutkimusten valossa liikunnalla olisi siis kokonaisuudessaan terveyden kannalta positiivinen vaikutus valtimoiden sisä- ja keskikerroksen paksuuteen ja siten osaltaan myös ateroskleroosin kehitykseen.^{18,19,20,21,22,23} Tämän vuoksi olisikin tärkeää kannustaa lapsia ja nuoria liikkumaan.

2.4.2 TUTKIMUKSET, JOISSA EI OLE HAVAITTU YHTEYTTÄ

Englantilaisessa interventiotutkimuksessa havaittiin, että sekä interventio- että kontrolliryhmässä kaulavaltimon sisä- ja keskikerros paksuuntui tutkimusjakson aikana, mutta interventioryhmässä sisä- ja keskikerroksen paksuuntuminen vaikutti olevan vähäisempää.²⁵ Havaittu tulos ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää.²⁵ Tutkimuksessa interventioryhmä teki kolmesta seitsemään maksimaalista 45 sekunnin liikuntasuoritusta kolmesti viikossa 10 viikon ajan.²⁵ Tutkimusjoukkoon kuului 101 henkilöä, mutta valtimon sisä- ja keskikerroksen mittaus tehtiin vain 40 henkilölle.²⁵ Pieni tutkimusjoukko saattaa osaltaan selittää tilastollisesti ei-merkitsevän tuloksen.²⁵

Tanskalaisessa 6 vuotta kestäneessä pitkittäistutkimuksessa yhteyttä kohtalaisen raskaan tai reippaan liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä ei havaittu.²⁶ Tutkimuksessa ei analysoitu valtimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden muutosta, sillä mittaukset tehtiin vain tutkimuksen päätepisteessä tutkimushenkilöiden ollessa noin 14-16-vuotiaita.²⁶ Vastaavanlaisessa tanskalaistutkimuksessa kyseinen yhteys tosin havaittiin, vaikka kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuus mitattiin ainoastaan tutkimuksen päätepisteessä.²¹ Huomioitavaa on, että tutkimuksessa seuranta-aika oli pidempi (12 v.) ja mittaukset tehtiin vasta kun tutkimushenkilöt olivat keskimäärin 28-vuotiaita.²¹ Nämä seikat saattavat selittää sen, miksi tanskalaistutkimuksessa yhteyttä kohtalaisen raskaan tai reippaan liikunnan ja lapsuudessa tutkitun kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä ei havaittu.²⁶

Tanskalaisessa, keskimäärin 15,7-vuotiaita nuoria tutkineessa poikittaistutkimuksessa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä liikunnan määrän ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä.²⁷ Myöskään

kanadalaisessa poikittaistutkimuksessa ei havaittu yhteyttä keskimäärin 11-vuotiaiden tutkimushenkilöiden liikunnan määrän ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä.²⁸ Tilastollisesti ei-merkitsevä tulos saatiin myös sveitsiläisessä poikittaistutkimuksessa, jossa lähes puolet 74 henkilön tutkimusjoukosta oli tyypin 1 diabetesta sairastavia nuoria.²⁹ Ranskassa toteutettiin suhteellisen suuri, 319 henkilön poikittaistutkimus; tässäkin tutkimuksessa yhteyttä liikunnan määrän ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen välillä ei havaittu.³⁰

Brasilialaisessa interventiotutkimuksessa keskimäärin 11,6-vuotiaat tutkimushenkilöt jaettiin 300 min/vk liikuntaa harrastavaan ryhmään sekä kontrolliryhmään.³¹

Kahdentoista kuukauden interventiojakson aikana reisivaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuus pieneni enemmän liikuntaa harrastavassa ryhmässä, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä.³¹ Syynä tähän saattoi olla se, että interventioyhmään kuuluneista suurin osa jätti tutkimuksen kesken.

Interventiojakson alussa interventioyhmään kuului 60 tutkimushenkilöä, mutta 12 kuukauden jakson jälkeen mittaukset tehtiin vain 14 interventioyhmän jäsenelle.³¹

2.5 LIIKUNNAN JA VALTIMOIDEN SISÄ- JA KESKIKERROKSEN PAKSUUDEN VÄLINEN YHTEYS YLIPAINOISILLA LAPSILLA JA NUORILLA

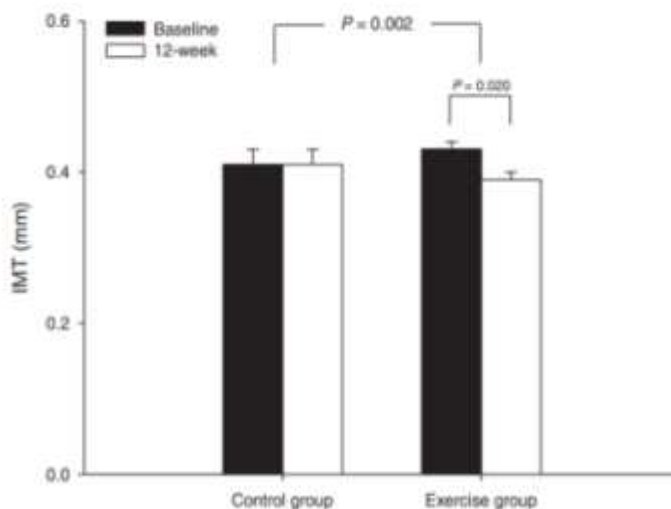
Ylipainoisilla nuorilla (painoindeksi vastaavan väestön korkeimmassa 5 %) on havaittu olevan paksumpi kaulavaltimon sisä- ja keskikerros.³² Tämä viittaa siihen, että ylipainoisilla nuorilla saattaisi olla ateroskleroosin varhaisia muutoksia valtimoiden

seinämissä. Tämän vuoksi on ollut tarpeellista tehdä tutkimuksia liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen välisestä yhteydestä ylipainoisilla lapsilla ja nuorilla. Tosin tutkimukset ovat varsin suppeita ja niitä on vähän.

Etelä-Koreassa liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välistä yhteyttä tutkittiin interventiotutkimuksessa 12-13-vuotiailla ylipainoisilla lapsilla, joiden painoindeksi oli ikään ja sukupuoleen suhteutettuna korkeimmassa 15 %:ssa.³⁴ Tutkimuksessa lapset jaettiin kontrolliryhmään (n=14) ja interventioyhmään (n=15).³⁴ Interventioyhmässä lapset tekivät kolme 80 minuutin harjoitusta viikossa 12 viikon ajan. Liikunta oli laadultaan aerobista, esimerkiksi hölkkää ja kävelyä.

Kontrolliryhmän oli määrä elää tutkimusjakson ajan normaalisti. Interventiojakson jälkeen kaulavaltimon paksuus oli pienentynyt interventioryhmässä keskimäärin 0,04 mm, kun taas kontrolliryhmässä se oli pysynyt ennallaan (kuva 4).³⁴

Samansuuntainen tulos saatiin myös poikittaistutkimuksessa 5-vuotiailla lapsilla.³⁵ Paljon liikkuvilla lapsilla oli keskimäärin ohuempi kaulavaltimon sisä- ja keskikerros kuin vähän liikkuvilla. Käänteinen yhteys oli voimakkain niillä lapsilla, joilla painoindeksi oli korkea.³⁵



Kuva 4. Kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen kerroksen keskimääräinen paksuus (IMT) kontrolliryhmässä (Control group) ja interventioryhmässä (Exercise group) seurantajakson alussa (Baseline) ja lopussa (12-week).³⁴

Sen sijaan portugalilaisessa poikittaistutkimuksessa

ylipainoisilla 13-17-vuotiailla nuorilla havaittiin suora yhteys kevyen sekä reippaan liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä.³⁶ Tosin tulokseen tulee suhtautua varauksellisesti, sillä poikittaistutkimuksissa ei tule ilmi kausaliteettia ja tutkimusjoukko (n=54) oli pieni.³⁶

Yhteenvetona; liikunnan ja valtimoiden sisä- ja keskikerroksen välisestä yhteydestä ylipainoisilla lapsilla ei voida vetää suoria johtopäätöksiä tutkimusten vähäisyyden ja ristiriitaisten tulosten vuoksi. On kuitenkin viitteitä siitä, että liikunnan määrän lisääminen voisi ohentaa kaulavaltimon sisä- ja keskikerrosta ylipainoisilla lapsilla ja nuorilla. Tällöin voidaan myös arvella, että ateroskleroosin kehittymisen riski pienentyisi. Tosin kaikki edellä mainitut tutkimukset ovat mitanneet vain kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuutta ja tutkimusjoukot ovat olleet pieniä. Olisi mielenkiintoista saada tietää millaisia muutoksia liikunnalla olisi esimerkiksi ylipainoisten lasten ja nuorten vatsa-aortan paksuuteen, sillä tutkimusten mukaan vatsa-aortan takaseinässä havaitaan ateroskleroosin kaikkein varhaisimmat muutokset.

2.6 KIRJALLISUUSKATSAUKSESSA KÄSITELLYT TUTKIMUKSET TAULUKOITUNA

Seuraavaksi esitetään kirjallisuuskatsauksessa käsitellyt tutkimukset luokiteltuna tutkimusasetelman mukaan.

2.6.1 INTERVENTIOTUTKIMUKSET

Tutkimus (julkaisun otsikko ja viite)	N	Ikä (v)	Sukupuoli	Kansalaisuus	Interventio	Tulos
A 12-week after-school physical activity programme improves endothelial cell function in overweight and obese children: a randomised controlled study	29	12-13	15 tyttöä, 14 poikaa, jaettuna tasan eri ryhmiin	etelä-korealainen	Kesto 12 viikkoa, jaettiin satunnaisesti 2 ryhmään; ei liikuntaa koulun jälkeen ja 3 kertaa viikossa 80 min harjoitus koulun jälkeen.	Kaulavaltimon sisä- ja keskikerros oheni interventioryhmässä.

<p>*34) Park J, Miyashita M, Kwon Y, ym. BMC Pediatrics. 2012</p>						
<p>Sport-based physical activity recommendations and modifications in C-reactive protein and arterial thickness</p> <p>*31) Cayres SU, de Lira FS, ym. Eur J Pediatr. 2018</p>	89	11,6	46 tyttöä, 43 poikaa	brasiliaalainen	Kesto 12 kuukautta, liikkuva ryhmä (300 min/vk) (n =15) ja liikkumaton ryhmä (n=74)	Liikunnalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta reisivaltimon tai kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuteen.

<p>Effect of Novel, School-Based High-Intensity Interval Training (HIT) on Cardiometabolic Health in Adolescents: Project FFAB (Fun Fast Activity Blasts) - An Exploratory Controlled Before-And-After Trial</p> <p>*25) Weston KL, Azevedo LB, ym. PLoS One. 2016</p>	<p>101, joista 40 tehtiin kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden mittaus</p>	<p>14</p>	<p>63 poikaa, 38 tyttöä</p>	<p>englantilainen</p>	<p>Oppilaita 4:stä eri koulusta, kahden koulun oppilaat kuuluivat interventioryhmään ja kahden verrokkiryhmään. Interventioryhmässä tehtiin kolmesta seitsemään 45 sekunnin pituista maksimaalista liikuntasuoritusta kolmesti viikossa 10 viikon ajan.</p>	<p>Liikunnalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuteen.</p>
--	---	-----------	-----------------------------	-----------------------	---	--

2.6.2 PITKITTÄISTUTKIMUKSET

Tutkimus (julkaisun otsikko ja viite)	N	Ikä (v)	Seuranta-aika	Sukupuoli	Kansalaisuus	Tulos
Impact of lifestyle and cardiovascular risk factors on early atherosclerosis in a large cohort of healthy adolescents: The Early Vascular Ageing (EVA)-Tyrol Study *20) Staudt A, Stock K, Gande N, ym. Atherosclerosis. 2020	1573	16	2v	882 tyttöä, 691 poikaa	itävaltalainen	Havaittiin suora yhteys liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä.
Life-time risk factors and progression of carotid atherosclerosis in young adults: the Cardiovascular Risk in Young Finns study *19) Juonala M, Viikari JS, Eur Heart J. 2010	1809	alussa 3-18	27 ikävuoteen asti	1015 tyttöä, 794 poikaa	suomalainen	Vähäinen liikunta lapsuudessa oli yhteydessä paksumpaan kaulavaltimon sisä- ja keskikerrokseen aikuisena.

<p>Moderate-and-vigorous physical activity from adolescence to adulthood and subclinical atherosclerosis in adulthood: prospective observations from the European Youth Heart Study</p> <p>*21) Ried-Larsen M, Grøntved A, ym. British Journal of Sports Medicine. 2015</p>	277	alussa 15,7	12 v.	161 tyttöä, 116 poikaa	tanskalainen	Nuoruuden kohtalaisen raskaalla sekä reippaalla liikunnalla oli suora yhteys kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuteen aikuisena.
<p>Association of Physical Activity With Vascular Endothelial Function and Intima-Media Thickness</p> <p>*18) Pahkala K, Heinonen OJ, ym. Circulation. 2011</p>	483	13-17	4 v.	255 poikaa, 229 tyttöä	suomalainen	Vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuus pieneni vähän liikkuvilla, jotka lisäsivät liikuntaa.

<p>Associations between objectively measured physical activity intensity in childhood and measures of subclinical cardiovascular disease in adolescence: prospective observations from the European Youth Heart Study</p> <p>*26) Ried-Larsen M, Grøntved A, Br J Sports Med. 2014</p>	254	alussa 8-10	6 v.	145 tyttöä, 106 poikaa	tanskalainen	<p>Ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen välillä.</p>
--	-----	----------------	------	---------------------------	--------------	--

2.6.3 POIKITTAISTUTKIMUKSET

Tutkimus	N	Ikä (v)	Sukupuoli	Kansalaisuus	Tulos
Effect of physical activity on vascular characteristics in young children *35) Idris N, Evelein A, Geerts C, ym. European Journal of Preventive Cardiology. 2015	591	5	304 tyttöä, 287 poikaa	alankomaalainen	5-vuotiailla oli käänteinen yhteys liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä erityisesti, jos painoindeksi oli korkea.
Exercise Training Duration and Intensity Are Associated With Thicker Carotid Intima-Media Thickness but Improved Arterial Elasticity *22) Baumgartner L,	427	14	296 poikaa, 131 tyttöä	saksalainen	Kaulavaltimon sisä- ja keskikerros oli paksumpi pitkäkestoista ja kovatehoista harjoittelua harrastavilla pojilla.

Weberruß H, Engl T, ym. Frontiers in Cardiovascular Medicine. 2021					
Participation in Non-professional Sports and Cardiovascular Outcomes Among Adolescents: ABCD Growth Study *23) Torres W, Cayres-Santos SU, Matern Child Health J. 2020	285	11-17	205 poikaa, 80 tyttöä	brasilialainen	Reisivaltimon sisä- ja keskikerros oli ohuempi liikuntaa harrastavilla pojilla.

Physical activity and cardiorespiratory fitness, but not sedentary behavior, are associated with carotid intima-media thickness in obese adolescents *36) Ascenso A, Palmeira A, ym. European journal of pediatrics. 2016	54	13-17	37 tyttöä, 17 poikaa	portugalilainen	Ylipainoisilla oli suora yhteys kohtuullisen sekä reippaan liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä.
Physical activity intensity and subclinical atherosclerosis in Danish adolescents: the European Youth Heart Study *27) Ried-Larsen M, Grøntved A, ym. Scand J Med Sci Sports. 2013	336	15,6	181 tyttöä, 155 poikaa	tanskalainen	Ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä.

<p>Cardiovascular risk factors and non-invasive assessment of subclinical atherosclerosis in youth</p> <p>*28) Morrison KM, Dyal L, ym. Atherosclerosis. 2010</p>	148	5-16, ka 11	84 tyttöä, 64 poikaa	kanadalainen	Ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä.
<p>Preclinical Noninvasive Markers of Atherosclerosis in Children and Adolescents with Type 1 Diabetes Are Influenced by Physical Activity</p> <p>*29) Trigona B, Aggoun Y, ym. J Pediatr. 2010</p>	74	6-17	40 tyttöä, 34 poikaa	sveitsiläinen	Ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä.

<p>Association of socioeconomic status, truncal fat and sICAM-1 with carotid intima-media thickness in adolescents: the HELENA study</p> <p>*30) Lamotte C, Iliescu C, ym. Atherosclerosis. 2013</p>	319	12,5- 17,5	184 tyttöä, 135 poikaa	ranskalainen	<p>Ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä.</p>
--	-----	---------------	------------------------------	--------------	--

3. TUTKIMUSAINEISTON KUVAUS, TUTKIMUKSEN TAVOITE JA MENETELMÄT

Tutkimuksessa käytettiin Sepelvaltimotaudin Riskitekijöiden Interventioprojektin (STRIP) -aineistoa. Vuonna 1988 alkunsa saaneessa STRIP-tutkimuksessa aloitti 1116 tervettä vuosien 1989-1991 välillä syntynyttä lasta, joita on toistuvasti seurattu 26 vuoden ikään saakka (n=551). Kaulavaltimon sekä vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen ultraäänikuvaus tehtiin 11, 13, 15, 17, 19 ja 26 vuoden iässä. Vapaa-ajan liikuntaa selvitettiin kyselylomakkeella 13, 15, 17, 19 ja 26 vuoden iässä.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia vapaa-ajan aktiivisuuden yhteyttä kaulavaltimon sekä vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuuteen. Yhteyttä tarkasteltiin 13, 15, 17, 19 ja 26 vuoden ikäisillä tutkimushenkilöillä.

Vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuus mitattiin ultraäänellä suonon takaseinästä.³⁷ Mittaus toteutettiin distaalisesta osasta 15 mm matkalta neljästä eri kohdasta.³⁷ Näistä neljästä mittauksesta muodostettiin keskiarvo.³⁷ Kaulavaltimon paksuus mitattiin sekä vasemmasta että oikeasta yhteisestä kaulavaltimosta (a. carotis communis) juuri ennen niiden haarautumista sisemmäksi ja ulommaksi kaulavaltimoksi (a. carotis interna ja externa).³⁷ Molemmista valtimoista mittaukset tehtiin kahdeksasta paikasta ja näistä arvoista muodostettiin keskiarvo.³⁷

Vapaa-ajan liikunnan esiintymistiheyttä, yhden liikuntakerran kestoa sekä intensiteettiä selvitettiin kyselylomakkeilla.¹⁸ Tulosten perusteella tutkimushenkilöille laskettiin keskimääräistä vapaa-ajan liikunta-aktiivisuutta kuvaava metabolinen ekvivalentti -indeksi (MET h/vk).¹⁸ Yksi MET vastaa elimistön perusaineenvaihdunnan aiheuttamaa hapenkulutusta levossa.¹⁸ Tutkimushenkilöt jaettiin vapaa-ajan liikunta-aktiivisuuden perusteella kolmeen MET-ryhmään. MET-luokkaan 1 kuuluivat tutkimushenkilöt, jotka liikkuivat alle 5 MET h/vk. Luokan 2 tutkimushenkilöt liikkuivat 5-50 MET h/vk ja luokan 3 tutkimushenkilöt yli 50 MET h/vk.

Pituus mitattiin 0,1 cm ja paino 0,1 kg tarkkuudella.³⁸ Näiden arvojen perusteella määritettiin tutkimushenkilöiden painoindeksi jakamalla paino pituuden neliöllä.³⁸ Vyötärönympäryys mitattiin suoliluun harjan ja alimman kylkiluun keskivälistä kainalon

keskivälin linjasta 0,5 cm tarkkuudella.³⁹ Verenpaine mitattiin 13-, 15-, 17-, 19- ja 26-vuotiaana istualtaan 15 minuutin levon jälkeen kahdesti vastaanottokerran aikana.⁴⁰ Mittauksessa käytettiin Dinamap-mittaria.⁴⁰ Seerumin kolesteroli- ja triglyseridiarvot määritettiin paastonäytteinä kaikissa edellä mainituissa ikäpisteissä.³⁸

Tilastollinen analyysi tehtiin SAS 9.4 -tilasto-ohjelmalla. Analyyseissä käytettiin sekamallia toistomittausasetelmassa (SAS/proc mixed -proseduuri).

4. TULOKSET

Taulukossa 1 on esitettyä tutkimusjoukon ominaispiirteet. Tutkittavien painoindeksin keskiarvo oli 13-vuotiaana 19,3 kg/m² ja se oli kohonnut 24,4 kg/m²:een 26-ikävuoteen mennessä. Vastaavasti 13-vuotiaana tutkittavien kokonaiskolesterolin keskiarvo oli 4,22 mmol/l ja se oli kohonnut 4,6 mmol/l 26-ikävuoteen mennessä. Tutkittavien vyötärönympäryksen keskiarvo oli 13-vuotiaana 70,2 cm ja 26-vuotiaana 80,5 cm.

Taulukko 1. Tutkimusjoukon ominaispiirteet.

	13-vuotiaat			26-vuotiaat		
	N	keskiarvo	keskihajonta	N	keskiarvo	keskihajonta
Painoindeksi, kg/m ²	554	19,3	3,1	506	24,4	4,3
Vyötärönympäryys, cm	545	70,2	8,6	506	80,5	11,1
Systolinen verenpaine, mmHg	554	110	10	506	121	11
Diastolinen verenpaine, mmHg	554	60	7	506	72	7
Kokonaiskolesteroli, mmol/l	553	4,22	0,74	504	4,6	0,89
HDL-kolesteroli, mmol/l	553	1,2	0,23	504	1,35	0,32
LDL-kolesteroli, mmol/l	553	2,64	0,64	504	2,8	0,75
		mediaani	kvarttiliväli		mediaani	kvarttiliväli
Triglyseridit, mmol/l	553	0,75	0,39	504	0,9	0,5

Yhteys lasten ja nuorten vapaa-ajan liikunta-aktiivisuuden ja vatsa-aortan sekä kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä on esitetty taulukossa 2. Kyseisestä taulukosta havaittiin käänteinen yhteys tutkimushenkilöiden vapaa-ajan liikunta-aktiivisuuden ja vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä ($P=0,0004$). Vastaavasti vapaa-ajan liikunta-aktiivisuuden ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä havaittiin suora yhteys ($P=0,025$). Vatsa-aortan sekä kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välinen yhteys on vakioitu tutkittavan iällä, painoindeksillä, systolisella verenpaineella ja LDL-kolesterolipitoisuudella. Tutkimuksessa ei havaittu sukupuoli-interaktiota eli vapaa-ajan liikunta-aktiivisuuden yhteys valtimoiden sisä- ja keskikerroksen paksuuteen oli samankaltainen sekä pojilla että tytöillä.

Taulukko 2. Vapaa-ajan liikunta-aktiivisuuden (MET) yhteys vatsa-aortan sekä kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuteen 13 ja 26 ikävuoden välillä. Analyysissä on vakioitu ikä, painoindeksi (BMI), systolinen verenpaine ja LDL-kolesterolipitoisuus.

	Vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuus, mm		Kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuus, mm	
	Arvioitu $\beta \pm SE$	p	Arvioitu $\beta \pm SE$	p
MET, h/vk	-0,00042 \pm 0,00012	0,0004	0,00011 \pm 0,000051	0,025
Ikä, v		<0,0001		<0,0001
13	-0,044 \pm 0,0082	<0,0001	-0,0057 \pm 0,0034	0,0901
15	-0,051 \pm 0,0080	<0,0001	-0,0035 \pm 0,0031	0,27
17	-0,053 \pm 0,0076	<0,0001	-0,030 \pm 0,0030	<0,0001
19	-0,082 \pm 0,0078	<0,0001	-0,052 \pm 0,0030	<0,0001
BMI, kg/m ²	0,0063 \pm 0,00082	<0,0001	0,0015 \pm 0,00039	<0,0001
Systolinen verenpaine, mmHg	0,00050 \pm 0,00025	0,041	0,00028 \pm 0,00011	0,0092
LDL-kolesteroli, mmol/l	0,00026 \pm 0,0039	0,95	-0,0017 \pm 0,0018	0,35

Vapaa-ajan liikunta-aktiivisuuden ja vatsa-aortan sekä kaulavaltimon sisä- ja keskikerrosten paksuuksien välisten yhteyksien havainnollistamiseksi taulukoissa 3 ja 4 esitettiin tutkimushenkilöt jaettuna liikunta-aktiivisuuden perusteella kolmeen ryhmään. Liikunta-aktiivisuus eli MET-luokkaan 1 kuuluivat tutkimushenkilöt, jotka liikkuvat alle 5 MET h/vk. Luokan 2 tutkimushenkilöt liikkuvat 5-50 MET h/vk ja luokan 3 tutkimushenkilöt yli 50 MET h/vk. Valtimoiden sisä- ja keskikerrosten

paksuus liikuntaryhmittäin esitetään erikseen 13, 15, 17, 19 ja 26 vuoden iässä. Taulukoista 3 ja 4 havaittiin, että vapaa-ajan liikunta-aktiivisuuden lisääntyessä vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuuden keskiarvo pienenee 1 ja 2 luokkien välillä kun taas muutos luokkien 2 ja 3 välillä on pienempi tai sitä ei ole. Ainoastaan 26 vuoden iässä ei havaita vastaavan tyyppistä muutosta.

Taulukossa 4 vapaa-ajan liikunta-aktiivisuuden ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen välinen suora yhteys havaittiin selkeimmin 15 ja 26 vuoden iässä. Sen sijaan 13- ja 17-vuotiailla kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden keskiarvo ei muutu eri MET-luokissa. Vastaavasti 19-vuotiailla kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden keskiarvo oli 0,01 millimetriä suurempi MET-luokan 2 ja 3 tutkimushenkilöillä kuin MET-luokan 1 tutkimushenkilöillä. MET-luokissa 2 ja 3 kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden keskiarvo oli sama 19-vuotiailla.

Taulukko 3. Vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuus liikuntaryhmittäin (MET-luokka).
*MET-luokkaan 1 kuuluivat tutkimushenkilöt joiden vapaa-ajan aktiivisuus oli alle 5 MET h/vk, luokan 2 tutkimushenkilöiden vapaa-ajan aktiivisuus oli 5-50 MET h/vk ja luokan 3 tutkimushenkilöiden vapaa-ajan aktiivisuus oli yli 50 MET h/vk.

	MET-luokka*		
	1	2	3
Ikä	Vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuuden keskiarvo (mm)		
13	0,54	0,52	0,52
15	0,54	0,52	0,52
17	0,56	0,53	0,52
19	0,52	0,51	0,49
26	0,60	0,60	0,61

Taulukko 4. Kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuus liikuntaryhmittäin (MET-luokka).
 *MET-luokkaan 1 kuuluivat tutkimushenkilöt joiden vapaa-ajan aktiivisuus oli alle 5 MET h/vk, luokan 2 tutkimushenkilöiden vapaa-ajan aktiivisuus oli 5-50 MET h/vk ja luokan 3 tutkimushenkilöiden vapaa-ajan aktiivisuus oli yli 50 MET h/vk.

	MET-luokka*		
	1	2	3
Ikä	Kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden keskiarvo (mm)		
13	0,45	0,45	0,45
15	0,44	0,45	0,46
17	0,43	0,43	0,43
19	0,40	0,41	0,41
26	0,45	0,46	0,47

5. POHDINTA

Tutkimuksessa havaittiin käänteinen yhteys vapaa-ajan liikunta-aktiivisuuden ja vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä. Vastaavasti vapaa-ajan liikunta-aktiivisuuden ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välillä havaittiin suora yhteys. Vapaa-ajan liikunta-aktiivisuuden ja vatsa-aortan sekä kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden väliset yhteydet havaittiin huolimatta iästä, painoindexistä, systolisesta verenpaineesta ja LDL-kolesterolipitoisuudesta.

Liikunnan ja vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuuden välistä yhteyttä ei ole juurikaan tutkittu. Viimeisen 13 vuoden aikana STRIP-tutkimus on ainut, jossa on käsitelty liikunnan ja vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen välistä yhteyttä lapsilla ja nuorilla. Tämän vuoksi tässä tutkimuksessa saatuja tuloksia ei voi verrata aiempaan kirjallisuuteen. Tutkimuksessa havaittua liikunnan ja vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksen paksuuden välistä käänteistä yhteyttä voidaan kuitenkin pitää hyvänä asiana, sillä tutkimusten mukaan erityisesti lapsilla ateroskleroosin varhaisimmat muutokset havaittaisiin ensimmäisenä vatsa-aortan takaseinässä.¹³

Kuten luvussa 2.6 esittämistäni taulukoista nähdään, vastaavasti liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen paksuuden välisestä yhteydestä lapsilla ja nuorilla on lukuisia tutkimuksia. Kolmessa tutkimuksessa, joita luvussa 2.6 käsittelin, havaittiin yhteys, jossa liikunta on yhteydessä paksumpaan kaulavaltimon sisä- ja keskikerrokseen. Sen sijaan yhdessä tutkimuksessa todettiin vähäisen liikunnan nuoruudessa olevan yhteydessä paksumpaan kaulavaltimoon aikuisuudessa. Näissä tutkimuksissa tutkimusjoukko oli kaikissa kohtuullisen suuri (n=277-1809), joten tuloksia voidaan pitää sen osalta luotettavina. Vastaavasti taulukoissa esitetyistä tutkimuksista seitsemässä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä liikunnan ja kaulavaltimon sisä- ja keskikerroksen välillä. Tämän tutkimuksen tulokset olivat osittain yhtenevät aiempien tutkimusten kanssa; liikunta oli yhteydessä paksumpaan kaulavaltimoon jo nuorella iällä. Tutkimuksessa tämä havaittiin selkeimmin 15-, 19- ja 26-vuotiailla.

Tutkimuksen vahvuutena oli ainutlaatuinen aineisto, jossa selvitettiin toistuvasti viiden aikapisteen yli liikunta-aktiivisuutta sekä kuvattiin ultraäänellä kaulavaltimoa ja erityisesti myös vatsa-aorttaa. Heikkous sen sijaan oli liikunnan esiintymistiheyden, keston ja intensiteetin selvittäminen subjektiivista menetelmää käyttäen kyselylomakkeilla.

Yhteenvetona voidaan todeta liikunnan olevan yhteydessä paksumpaan kaulavaltimon sisä- ja keskikerrokseen sekä ohuempaan vatsa-aortan sisä- ja keskikerrokseen lapsilla ja nuorilla. Toisaalta ylipainoisilla lapsilla ja nuorilla on tutkimuksissa todettu liikunnan olevan yhteydessä ohuempaan kaulavaltimon sisä- ja keskikerrokseen.^{34,35} Tämä voitaneen mahdollisesti selittää ateroskleroosin varhaisten muutosten pienentymisenä liikunnan seurauksena. Liikunnan voidaan siis ajatella lapsilla ja nuorilla vähentävän ateroskleroosiin liittyviä muutoksia kaulavaltimon ja vatsa-aortan sisä- ja keskikerroksessa sekä toisaalta fysiologisesti vahvistavan kaulavaltimon keskikerroksen lihassenämää.²⁴ Kokonaisuutena näitä tutkimustuloksia voidaan siis pitää sydänterveyden kannalta myönteisinä.

LÄHTEET

1. Vuoden 2021 kuolemansyytilasto julki: Koronaan kuoli 952, dementiakuolleisuus kasvoi selvästi | Tilastokeskus (sttinfo.fi), viitattu 03/2023

2. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00095>, viitattu 07/22

3. Haapala EA, Väistö J, Veijalainen A, Lintu N, Wiklund P, Westgate K, Ekelund U, Lindi V, Brage S, Lakka TA. Associations of Objectively Measured Physical Activity and Sedentary Time With Arterial Stiffness in Pre-Pubertal Children. *Pediatr Exerc Sci.* 2017 Aug;29(3):326-335.

4. Mäkinen M, Arola J, Kholovni I, Kronqvist P, Leivo I, Mäyränpää M, Paavonen T, Pohjanen V, Rauramaa T, Ristimäki A, Sironen R. *Patologia, Duodecim.* s.358

5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S073510970502872X?via%3Dihub>, viitattu 07/22

6. Robbins Basic Pathology, 10, painos, s.361-398 / Taimen Pekka, Verisuonten taudit, 25.11.2021

7. <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/tunica-intima>, viitattu 08/22

8. de Groot E, Hovingh GK, Wiegman A, Duriez P, Smit AJ, Fruchart JC, Kastelein JJ. Measurement of arterial wall thickness as a surrogate marker for atherosclerosis. *Circulation.* 2004;109:III33-8.

9. Hodis HN, Mack WJ, LaBree L, Selzer RH, Liu CR, Liu CH, Azen SP. The role of carotid arterial intima-media thickness in predicting clinical coronary events. *Ann Intern Med.* 1998;128:262-9.

10. <https://www.kaypahoito.fi/nix01432>, viitattu 08/22

11. Avolio A, Jones D, Tafazzoli-Shadpour M. Quantification of alterations in structure and function of elastin in the arterial media. *Hypertension*. 1998;32:170-5.

12. <https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/46765/Annales%20D%20859%20Kallio%20Diss.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, viitattu 07/22

13. Skilton MR, Celermajer DS, Cosmi E, Crispi F, Gidding SS, Raitakari OT, Urbina EM. Natural History of Atherosclerosis and Abdominal Aortic Intima-Media Thickness: Rationale, Evidence, and Best Practice for Detection of Atherosclerosis in the Young. *J Clin Med*. 2019 Aug 12;8(8):1201.

14. Salomaa V, Riley W, Kark JD, Nardo C, Folsom AR. Non-insulin-dependent diabetes mellitus and fasting glucose and insulin concentrations are associated with arterial stiffness indexes. The ARIC Study. Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Circulation*. 1995 Mar 1;91(5):1432-43.

15. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162984>, viitattu 08/2022

16. [VLN_LIITU-raportti_web-final-30.1.2019.pdf \(liikuntaneuvosto.fi\)](#), viitattu 01/2023

17. [Nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa \(ukkinstituutti.fi\)](#), viitattu 01/2023

18. Pahkala K, Heinonen OJ, Simell O, Viikari JS, Rönnemaa T, Niinikoski H, Raitakari OT. Association of physical activity with vascular endothelial function and intima-media thickness. *Circulation*. 2011 Nov 1;124(18):1956-63.

19. Juonala M, Viikari JS, Kähönen M, Taittonen L, Laitinen T, Hutri-Kähönen N, Lehtimäki T, Jula A, Pietikäinen M, Jokinen E, Telama R, Räsänen L, Mikkilä V, Helenius H, Kivimäki M, Raitakari OT. Life-time risk factors and progression of carotid atherosclerosis in young adults: the Cardiovascular Risk in Young Finns study. *Eur Heart J*. 2010 Jul;31(14):1745-51.

20. Staudt A, Stock K, Gande N, Bernar B, Hochmayr C, Pechlaner R, Kiechl SJ, Geiger R, Griesmacher A, Anliker M, Kiechl S, Kiechl-Kohlendorfer U, Knoflach M; Early Vascular Ageing (EVA) Study Group. Impact of lifestyle and cardiovascular risk factors on early atherosclerosis in a large cohort of healthy adolescents: The Early Vascular Ageing (EVA)-Tyrol Study. *Atherosclerosis*. 2020 Jul;305:26-33.

21. Ried-Larsen M, Grøntved A, Kristensen PL, Froberg K, Andersen LB. Moderate-and-vigorous physical activity from adolescence to adulthood and subclinical atherosclerosis in adulthood: prospective observations from the European Youth Heart Study. *Br J Sports Med*. 2015 Jan;49(2):107-12.

22. Baumgartner L, Weberruß H, Engl T, Schulz T, Oberhoffer-Fritz R. Exercise Training Duration and Intensity Are Associated With Thicker Carotid Intima-Media Thickness but Improved Arterial Elasticity in Active Children and Adolescents. *Front Cardiovasc Med*. 2021 Jul 8;8:618294.

23. Torres W, Cayres-Santos SU, Urban JB, de Moraes-Chagas LG, Christofaro DGD, Turi-Lynch BC, Codogno JS, Fernandes RA. Participation in Non-professional Sports and Cardiovascular Outcomes Among Adolescents: ABCD Growth Study. *Matern Child Health J*. 2020 Jun;24(6):787-795.

24. Chiesa ST, Charakida M, Georgiopoulos G, Dangardt F, Wade KH, Rapala A, Bhowruth DJ, Nguyen HC, Muthurangu V, Shroff R, Davey Smith G, Lawlor DA, Sattar N, Timpson NJ, Hughes AD, Deanfield JE. Determinants of Intima-Media Thickness in the Young: The ALSPAC Study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2021 Feb;14(2):468-478.

25. Weston KL, Azevedo LB, Bock S, Weston M, George KP, Batterham AM. Effect of Novel, School-Based High-Intensity Interval Training (HIT) on Cardiometabolic Health in Adolescents: Project FFAB (Fun Fast Activity Blasts) - An Exploratory Controlled Before-And-After Trial. *PLoS One*. 2016 Aug 3;11(8):e0159116..

26. Ried-Larsen M, Grøntved A, Møller NC, Larsen KT, Froberg K, Andersen LB. Associations between objectively measured physical activity intensity in childhood and measures of subclinical cardiovascular disease in adolescence: prospective observations from the European Youth Heart Study. *Br J Sports Med.* 2014 Oct;48(20):1502-7.
27. Ried-Larsen M, Grøntved A, Froberg K, Ekelund U, Andersen LB. Physical activity intensity and subclinical atherosclerosis in Danish adolescents: the European Youth Heart Study. *Scand J Med Sci Sports.* 2013 Jun;23(3):e168-77.
28. Morrison KM, Dyal L, Conner W, Helden E, Newkirk L, Yusuf S, Lonn E. Cardiovascular risk factors and non-invasive assessment of subclinical atherosclerosis in youth. *Atherosclerosis.* 2010 Feb;208(2):501-5.
29. Trigona B, Aggoun Y, Maggio A, Martin XE, Marchand LM, Beghetti M, Farpour-Lambert NJ. Preclinical noninvasive markers of atherosclerosis in children and adolescents with type 1 diabetes are influenced by physical activity. *J Pediatr.* 2010 Oct;157(4):533-9.
30. Lamotte C, Iliescu C, Beghin L, Salleron J, Gonzalez-Gross M, Marcos A, De Henauw S, Moreno LA, Libersa C, Gottrand F. Association of socioeconomic status, truncal fat and sICAM-1 with carotid intima-media thickness in adolescents: the HELENA study. *Atherosclerosis.* 2013 Jun;228(2):460-5.
31. Cayres SU, de Lira FS, Kemper HCG, Codogno JS, Barbosa MF, Fernandes RA. Sport-based physical activity recommendations and modifications in C-reactive protein and arterial thickness. *Eur J Pediatr.* 2018 Apr;177(4):551-558.
32. Silva LR, Cavaglieri C, Lopes WA, Pizzi J, Coelho-e-Silva MJ, Leite N. Endothelial wall thickness, cardiorespiratory fitness and inflammatory markers in obese and non-obese adolescents. *Braz J Phys Ther.* 2014 Jan-Feb;18(1):47-55.
33. Dalla Pozza R, Ehringer-Schetitska D, Fritsch P, Jokinen E, Petropoulos A, Oberhoffer R; Association for European Paediatric Cardiology Working Group

Cardiovascular Prevention. Intima media thickness measurement in children: A statement from the Association for European Paediatric Cardiology (AEPC) Working Group on Cardiovascular Prevention endorsed by the Association for European Paediatric Cardiology. *Atherosclerosis*. 2015 Feb;238(2):380-7.

34. Park JH, Miyashita M, Kwon YC, Park HT, Kim EH, Park JK, Park KB, Yoon SR, Chung JW, Nakamura Y, Park SK. A 12-week after-school physical activity programme improves endothelial cell function in overweight and obese children: a randomised controlled study. *BMC Pediatr*. 2012 Jul 31;12:111.

35. Nikmah S Idris, Annemieke MV Evelein, Caroline C Geerts, Sudigdo Sastroasmoro, Diederick E Grobbee, Cuno SPM Uiterwaal, Effect of physical activity on vascular characteristics in young children, *European Journal of Preventive Cardiology*, Volume 22, Issue 5, 1 May 2015, Pages 656–664

36. Ascenso A, Palmeira A, Pedro LM, Martins S, Fonseca H. Physical activity and cardiorespiratory fitness, but not sedentary behavior, are associated with carotid intima-media thickness in obese adolescents. *Eur J Pediatr*. 2016 Mar;175(3):391-8.

37. Laitinen TT, Nuotio J, Juonala M, Niinikoski H, Rovio S, Viikari JSA, Rönnemaa T, Magnussen CG, Jokinen E, Lagström H, Jula A, Simell O, Raitakari OT, Pahkala K. Success in Achieving the Targets of the 20-Year Infancy-Onset Dietary Intervention: Association With Insulin Sensitivity and Serum Lipids. *Diabetes Care*. 2018 Oct;41(10):2236-2244.

38. Laitinen TT, Nuotio J, Rovio SP, Niinikoski H, Juonala M, Magnussen CG, Jokinen E, Lagström H, Jula A, Viikari JSA, Rönnemaa T, Simell O, Raitakari OT, Pahkala K. Dietary Fats and Atherosclerosis From Childhood to Adulthood. *Pediatrics*. 2020 Apr;145(4):e20192786.

39. Nupponen M, Pahkala K, Juonala M, Magnussen CG, Niinikoski H, Rönnemaa T, Viikari JS, Saarinen M, Lagström H, Jula A, Simell O, Raitakari OT. Metabolic syndrome from adolescence to early adulthood: effect of infancy-onset dietary

counseling of low saturated fat: the Special Turku Coronary Risk Factor Intervention Project (STRIP). *Circulation*. 2015 Feb 17;131(7):605-13.

40. Niinikoski H, Jula A, Viikari J, Rönnemaa T, Heino P, Lagström H, Jokinen E, Simell O. Blood pressure is lower in children and adolescents with a low-saturated-fat diet since infancy: the special turku coronary risk factor intervention project. *Hypertension*. 2009 Jun;53(6):918-24.