

VÄHÄINEN FYYSINEN AKTIIVISUUS JA RUNSAS FYYSINEN PASSIIVISUUS OVAT YHTEYDESSÄ 6–8-VUOTIAIDEN LASTEN YLIPAINOON

Eero A. Haapala, FT, Itä-Suomen yliopisto/Biolääketieteen yksikkö ja Jyväskylän yliopisto/Liikuntatieteellinen tiedekunta, Rautpohjankatu 8, 40014 Jyväskylän yliopisto. P. 040-725 4025. Sähköposti: eero.haapala@uef.fi (yhteyshenkilö). **Juuso Väistö**, TtM, Itä-Suomen yliopisto. **Niina Lintu**, FT, Itä-Suomen yliopisto. **Aino-Maija Eloranta**, FT, Itä-Suomen yliopisto. **Virpi Lindi**, FT, Itä-Suomen yliopisto. **Timo A. Lakka**, LT, Itä-Suomen yliopisto, Kuopion liikuntalääketieteen tutkimuslaitos, kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede/Itä-Suomen yliopisto ja KYS.

TIIVISTELMÄ

Haapala E. A., Väistö J., Lintu N., Eloranta A-M, Lindi V. & Lakka T. A. 2017. Vähäinen fyysinen aktiivisuus ja runsas fyysinen passiivisuus ovat yhteydessä 6–8-vuotiaiden lasten ylipainoon. Liikunta & Tiede 54 (2–3), 106–112.

■ **Lähtökohdat:** Lasten pienempään ylipainon ja lihavuuden riskiin yhteydessä olevasta fyysisen aktiivisuuden määrästä ja kuormittavuudesta tiedetään verrattain vähän. Tavoitteenamme oli selvittää objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden eri kuormittavuustasojen ja fyysisen passiivisuuden määrän yhteyksiä ikä- ja sukupuolivakioidun painoindeksin keskihajontapistemäärään (BMI-SDS) ja ylipainoisuuteen 6–8-vuotiailla suomalaisilla lapsilla.

Menetelmät: Tutkimukseen osallistui 386 lasta. Fyysinen aktiivisuus ja fyysinen passiivisuus mitattiin liike- ja sykemittaukset yhdistävällä aktiivisuusmittarilla (Actiheart®, CamNtech Ltd., Papworth, Iso-Britannia). Fyysinen passiivisuus ja fyysisen aktiivisuuden kuormittavuus määriteltiin fyysisen aktiivisuuden aiheuttaman energiankulutuksen perusteella hyödyntäen lepoaineenvaihdunnan kerrannaisia (Metabolic equivalent of task, MET). Fyysisen passiivisuuden vastasi alle 1,5 MET:n kuormittavuutta, kevyt fyysinen aktiivisuus 1,5–4 MET:n kuormittavuutta ja vähintään kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus yli 4 MET:n kuormittavuutta. BMI-SDS määritettiin suomalaisten viitearvojen perusteella ja ylipaino määriteltiin kansainvälisen lihavuusasiantuntijaryhmän esittämien raja-arvojen mukaan. Aineisto analysoitiin lineaarisella regressioanalyysillä ja Receiver Operating Characteristics (ROC) -käyrien avulla.

Tulokset: Runsaampi fyysisen passiivisuuden määrä (standardoitu regressiokerroin $\beta=0,235$, $P<0,001$) sekä vähäisempi kevyen ($\beta=-0,219$, $P<0,001$) ja vähintään kohtuukuormitteisen ($\beta=-0,118$, $P=0,021$) fyysisen aktiivisuuden määrä olivat yhteydessä suurempaan BMI-SDS:een. Fyysisen passiivisuus, kaikki kahden MET:n kuormittavuustason ylittävä fyysinen aktiivisuus ja kevyt fyysinen aktiivisuus erikseen erottelivat normaalipainoiset ja ylipainoiset lapset toisistaan. Yli 6,0 tuntia fyysisistä passiivisuutta tai alle 6,3 tuntia kevyttä liikuntaa vuorokaudessa erotteli ylipainoiset lapset normaalipainoisista lapsista. Lisäksi alle 3,5 tuntia vuorokaudessa kahden MET:n ylittävää fyysisistä aktiivisuutta erotteli ylipainoiset lapset normaalipainoisista lapsista.

Päätelmät: Vähäinen fyysinen aktiivisuus ja runsas fyysinen passiivisuus olivat yhteydessä ylipainoon 6–8-vuotiailla lapsilla. Aktiivisen elämäntavan edistäminen saattaa tukea ylipainoisuuden ehkäisyssä jo lapsuudessa.

Asiasanat: Lapset, ylipaino, liikunta, passiivisuus

ABSTRACT

Haapala E. A., Väistö J., Lintu N., Eloranta A-M, Lindi V. & Lakka T. A. 2017. Low levels of physical activity and high levels of sedentary time are associated with overweight in 6–8-year-old children. Liikunta & Tiede 54 (2–3), 106–112.

■ **Background:** The prevalence of overweight in Finnish children is 10–20%. Physical activity has an important role in the prevention of overweight, but little is known about the amount and intensity that is related to overweight in children. The aim of this study was to investigate the associations of objectively measured physical activity and sedentary time with body mass index standard deviation score (BMI-SDS) and overweight in 6–8-year-old children.

Methods: Altogether 386 children participated in the study. Physical activity and sedentary time were assessed objectively by combined heart rate and movement sensing. BMI-SDS was computed using Finnish reference values and the prevalence of overweight and obesity was determined using the cut-offs proposed by the International Obesity Task Force. The data was analyzed using linear regression models and Receiver operating characteristics (ROC) curve analyses.

Result: Higher levels of sedentary time (standardized coefficient $\beta=0.235$, $P<0.001$) and lower levels of light ($\beta=-0.219$, $P<0.001$) and at least moderate ($\beta=0.117$, $P=0.021$) intensity physical activity were related to higher BMI-SDS. Sedentary time and all physical activity exceeding the intensity of two metabolic equivalents (METs) were able to identify overweight and obese children. The cutoffs for identifying overweight and obese children were 6.0 hours for sedentary time, 6.3 hours for light physical activity, and 3.5 hours for all physical activity exceeding the intensity of two METs.

Conclusions: Low levels of physical activity and high levels of sedentary time were related to overweight and obesity in 6–8-year-old children. The promotion of physically active lifestyle is essential in order to prevent overweight already in childhood.

Keywords: children, overweight, physical activity, sedentary behavior

JOHDANTO

Lasten ja nuorten ylipainon ja lihavuuden esiintyvyyden nousu on merkittävä kansanterveydellinen ongelma (Juonala ym. 2011; Wijnhoven ym. 2014). Suomalaisista pojista yli 10 % ja tytöistä yli 15 % on ylipainoisia tai lihavia (Eloranta ym. 2012; Vuorela ym. 2009). Ylipainoiset lapset ovat ylipainoisia usein myös teini-ikäisinä ja aikuisina (Singh ym. 2008). Ylipaino ja lihavuus ovat yhteydessä useisiin tyypin 2 diabeteksen ja valtimotautien riskitekijöihin kuten insuliiniresistenssiin, heikentyneeseen glukositasapainoon, kohonneeseen plasman triglyseridien pitoisuuteen, alentuneeseen plasman HDL-kolesterolin pitoisuuteen, kohonneeseen verenpaineeseen, valtimoiden jäykistymiseen, maksan rasvoittumiseen ja kardiometabolisten riskitekijöiden kasautumiseen jo lapsilla (Koskinen ym. 2014; Viitasalo ym. 2012). Lisäksi ylipainon ja kardiometabolisten riskitekijöiden kasautumisen on havaittu olevan yhteydessä suurentuneeseen tyypin 2 diabeteksen ja valtimotautien riskiin aikuisena (Juonala ym. 2011; Magnussen ym. 2010). Tämä tieteellinen näyttö korostaa ylipainon ehkäisyn ja hoidon merkitystä lapsuudesta lähtien.

Kansainvälisten fyysisen aktiivisuuden suositusten mukaan lasten ja nuorten tulisi liikkua päivittäin vähintään tunti kohtuullisesti kuormittavasti (World Health Organization 2010). Tuoreen suomalaisen tutkimuksen perusteella vain puolet alakouluikäisistä lapsista saavuttaa tämän liikuntasuosituksen ja suurin osa valveillaoloajasta on fyysisesti passiivista (Tammelin ym. 2014). Suomalaiset tulokset ovat samansuuntaisia kansainvälisten havaintojen kanssa, joiden mukaan vain murto-osa lapsista liikkuu terveytensä kannalta riittävästi (Colley ym. 2011).

Maailman terveysjärjestön raportissa korostetaan liikunnan merkitystä lasten ylipainon ja lihavuuden ehkäisyssä (World Health Organization 2016). Runsas fyysisen aktiivisuuden ja vähäisen fyysisen passiivisuuden on poikkeileikkaustutkimuksissa havaittu olevan yhteydessä pienempään ylipainon riskiin jo lapsuusiässä (Janssen & LeBlanc 2010). Useimmat lapsilla tehdyt liikuntainterventiot eivät ole kuitenkaan onnistuneet ehkäisemään ylipainoa lapsilla (Janssen & LeBlanc 2010; Physical Activity Guidelines Advisory Committee 2008). Tämä saattaa selittyä sillä, että liikuntainterventiot eivät ole olleet riittävän tehokkaita tai pitkäkestoisia tai että lapset eivät ole todellisuudessa lisänneet liikuntaa riittävästi tutkimusten interventioiden tavoitteiden mukaisesti. Tämän vuoksi tarvitaan lisää tietoa fyysisen aktiivisuuden kuormittavuustasoista ja määrästä, joka on yhteydessä lasten ylipainoon.

Suurin osa aikaisemmista tutkimustuloksista perustuu joko lapsen tai vanhempien ilmoittamaan fyysiseen aktiivisuuteen ja fyysiseen passiivisuuteen (Janssen & LeBlanc 2010). Itse raportoituun fyysiseen aktiivisuuteen liittyy kuitenkin virhelähteitä, eikä se välttämättä erottele niin hyvin toisistaan fyysisesti aktiivisia ja passiivisia ihmisiä kuin objektiivinen mittaus (Ekelund ym. 2011).

Runsas vähintään kohtuukuormitteinen objektiivisesti mitattu fyysinen aktiivisuus on yhdistetty vähäisempään ylipainon riskiin lapsilla riippumatta fyysisesti passiivisesta ajasta (Cliff ym. 2016; Poitras ym. 2016). Myös runsas objektiivisesti mitattu fyysisesti passiivinen aika on yhdistetty suurempaan ylipainon riskiin, mutta yhteys näyttäisi selittyvän vähintään kohtuukuormitteisella fyysisellä aktiivisuudella (Cliff ym. 2016; Poitras ym. 2016). Useimmissa aikaisemmissa tutkimuksissa on kuitenkin tarkasteltu vain vähintään kohtuukuormitteisen liikunnan yhteyttä ylipainoon, vaikka se kattaa vain pienen osan lasten päivittäisestä fyysisestä aktiivisuudesta (Poitras ym. 2016). Tällä hetkellä tiedetään hyvin vähän eri kuormittavuustasojen fyysisten aktiviteettien määrän yhteyksistä ylipainon riskiin lapsilla (Poitras ym. 2016).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella eri kuormittavuustasojen fyysisen aktiivisuuden sekä fyysisen passiivisuuden määrien yhteyksiä ylipainoon ja lihavuuteen suomalaisilla 6–8-vuotiailla lapsilla.

MENETELMÄT

Tutkimusaineisto

Tämän tutkimuksen aineisto on kerätty Itä-Suomen yliopistossa toteutettavan Lasten liikunta ja ravitsemus (the Physical Activity and Nutrition in Children [PANIC] Study) -tutkimuksen alkumittausvaiheessa, johon osallistui vuosina 2007–2009 yhteensä 512 iältään 6–8-vuotiasta alakoulun aloittavaa lasta. Lasten liikunta ja ravitsemus -tutkimus on edelleen jatkuva kontrolloitu elintapainterventiotutkimus, jonka tavoitteena on tuottaa uutta tieteellistä näyttöä erityisesti fyysisen aktiivisuuden lisäämisen, fyysisen passiivisuuden vähentämisen ja ravitsemuksen laadun parantamisen vaikutuksista terveyteen ja hyvinvointiin lapsilla ja nuorilla. Tutkimukseen osallistuvien lasten ikä- ja sukupuolivakioitu painoindeksin keskiarvontapitemäärä (BMI-SDS) ei eronnut saman alueen ensimmäiselle luokalle menevien muiden lasten BMI-SDS:stä ensimmäisellä luokalla tehtävän terveystarkastuksen perusteella. Yhteensä 386 lapselle (191 poikaa, 195 tyttöä) oli käytettävissä kaikki tämän artikkelin tilastollisiin analyyseihin tarvittavat tiedot. Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin eettinen toimikunta on antanut tutkimukselle puoltavan lausunnon. Lapset ja heidän huoltajansa antoivat kirjallisen suostumuksensa tutkimukseen osallistumisesta.

Fyysisen aktiivisuuden ja fyysisen passiivisuuden mittaaminen

Mittasimme lasten fyysistä aktiivisuutta ja fyysistä passiivisuutta liike- ja sykemittauksen yhdistävällä Actiheart®-aktiivisuusmittarilla (CamNtech Ltd., Papworth, Iso-Britannia) (Haapala ym. 2016). Actiheart®-aktiivisuusmittarin on havaittu arvioivan luotettavasti fyysisen aktiivisuuden aiheuttamaa energiankulutusta terveillä lapsilla kävelyn ja juoksun aikana (Corder ym. 2005). Mittari kiinnitettiin lapsen rintakehään kahdella EKG-elektrodilla (Bio Protech Inc, Gangwon-do, Korea) ja asetettiin tallentamaan liikettä 60 sekunnin jaksoissa. Syketiedot tarkistettiin ja puhdistettiin häiriöistä ennen analyysejä. Jokaiselle lapselle määritettiin yksilölliset liikunnan aikaiset energiankulutukset hyödyntäen maksimaalisesta polkupyöräergometrististä ja aktiivisuusmittauksista saatuja tuloksia (Brage ym. 2007; Haapala ym. 2016). Laskimme yksilöllisten energiankulutusten avulla Actiheart®-mittaustuloksista fyysisen aktiivisuuden eri kuormittavuustasojen kestot. Valitsimme lepoaineenvaihdunnan kerrannaisen (metabolic equivalent of task, MET, 1MET = 3,5 ml O₂/min/kg (71 J/min/kg) kuvaamaan fyysisten aktiviteettien kuormittavuustasoa. Luokittelimme eri kuormittavuustasoiset aktiviteetit seuraavalla tavalla: fyysinen passiivisuus poissulkien Actiheart®-mittarilla mitattu unen kesto (<1,5 MET), kevyt fyysinen aktiivisuus (1,5–4 MET) ja vähintään kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus (>4 MET). Unen keston määrittämiseksi Actiheart-aineistoon perehtynyt kokenut tutkimusavustaja arvioi nukahtamisajan (sydämen sykintätaajuuden lasku pysyvästi matalalle tasolla ja samanaikainen pitkään kestävä hyvin vähäinen liike) sekä heräämisajan (sydämen sykintätaajuuden ja aktiivisuuden nousu) (Collings ym. 2016). Hyväksyimme fyysisen aktiivisuuden mittaukset analyyseihin, jos ne sisälsivät vähintään 48 tuntia nauhoitusaikaa, josta vähintään 32 tuntia oli arkipäivinä ja vähintään 16 tuntia viikonloppuna. Lisäksi nauhoitusaikaa tuli olla vähintään 12 tuntia vuorokauden jokaiselta neljännekseltä koko nauhoituksen ajalta. Pyrimme tällä menettelyllä ehkäisemään tietyn vuorokaudenajan yliedustavuutta nauhoitusajassa.

Kehon koon, ylipainon ja lihavuuden mittaaminen

Tutkimushoitaja mittasi lapsen painon kahdesti InBody® 720 -bioimpedanssilaitteella (Biospace, Soul, Etelä-Korea) 100 gramman

tarkkuudella lapsen paastottua 12 tuntia, tyhjennettyä virtsarakon ja ollessa kevyessä alusasussa. Käytimme näiden kahden mittauksen keskiarvoa tilastollisissa analyyseissä. Tutkimushoitaja mittasi pituuden seinään kiinnitetyllä kalibroidulla pituusmitalla kolme kertaa yhden millimetrin tarkkuudella lapsen seisossa paljain jaloin ja pää aseteltuna siten, että luisen korvakäytävän yläosan ja silmäkuopan linja oli lattiaan nähden vaakasuorassa tasossa eli Frankfurtin tasossa. Käytimme kahden lähimmän mittauksen keskiarvoa tilastollisissa analyyseissä. Laskimme BMI-SDS:n hyödyntäen suomalaisia kasvukäyriä (Saari ym. 2011). BMI-SDS perustuu 26 636 espoolaisen lapsen kasvutietoihin. BMI-SDS kuvaa lapsen BMI:tä suhteessa samanikäisiin ja samaa sukupuolta oleviin lapsiin. Käytimme ylipainon ja lihavuuden määrittämiseen Colen tutkimusryhmän raportointia ikä- ja sukupuolivakioituja raja-arvoja (Cole ym. 2000).

Muut mittaukset

Tutkimuslääkäri määrittäi puberteetin alkaneeksi Tannerin kuvaamilla kriteereillä (Tanner 1962). Energiansaanti laskettiin ja päivittäisten pääaterioiden määrä selvitettiin neljän peräkkäisen päivän ruokapäiväkirjalla (Eloranta ym. 2012). Vanhempien koulutustaso ja kotitalouden vuosittaiset tulot kartoitettiin itsetäytettävällä kyselylomakkeella.

Tilastolliset menetelmät

Analysoimme poikien ja tyttöjen välisiä eroja taustatekijöissä, fyysisessä aktiivisuudessa, fyysisessä passiivisuudessa, BMI-SDS:ssa ja ylipainon esiintymisessä Studentin t-testillä, Mann-Whitney U-testillä ja Khiin neliö -testillä. Analysoimme fyysisen passiivisuuden, kevyen fyysisen aktiivisuuden ja vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden yhteyksiä BMI-SDS:een lineaarisella regressioanalyysillä vakioimalla iän, sukupuolen ja aktiivisuusmittarin nauhoitusajan sekä lisäksi vuorotellen fyysisen passiivisuuden, kevyen fyysisen aktiivisuuden tai vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden. Vakioimme lisäksi vanhempien koulutustason, kotitalouden vuosittaiset tulot, unen keston, päivittäisten pääaterioiden lukumäärän tai kokonaisenergiansaannin.

Käytimme receiver operating characteristics (ROC) -käyrien alle jäävää pinta-alaa (Area Under the Curve, AUC) määrittäessämme

fyysisen aktiivisuuden eri kuormittavuustasojen määrien raja-arvot, jotka parhaiten erottelevat ylipainoiset lapset normaalipainoisista lapsista. AUC-arvo 1 kuvastaa fyysisen aktiivisuuden kuormittavuustason ja määrän täydellistä kykyä erotella ylipainoiset lapset normaalipainoisista lapsista, kun taas AUC-arvo 0,5 kertoo, ettei kyseisellä muuttujalla ole sattumaa suurempaa kykyä erotella ylipainoisia ja normaalipainoisia lapsia toisistaan. Määritimme ylipainoiset lapset normaalipainoisista lapsista parhaiten erottelevan raja-arvon käyttämällä Youdenin indeksiä, joka lasketaan kaavalla $J = \text{sensitiivisyys} + \text{spesifisyys} - 1$ (Perkins & Schisterman 2006). Tutkimme ROC-käyräanalyysillä myös matalimman fyysisen aktiivisuuden kuormittavuustason ja määrän, joka on yhteydessä ylipainoon, käyttäen eri kuormittavuusluokissa (>1 MET, >2 MET, >3 MET aina >7 MET:n asti) vietetyn ajan määrää.

Teimme tilastolliset analyysit SPSS Statistics -ohjelman versiolla 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) lukuunottamatta ROC-käyräanalyysijä, jotka teimme MedCalc -ohjelman versiolla 16.1 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgia).

TULOKSET

Lasten ominaisuudet

Pojat olivat pidempiä kuin tytöt ja heillä oli enemmän vähintään kohtuukuormitteista fyysistä aktiivisuutta kuin tytöillä (taulukko 1). Pojilla myös Actiheart®-mittarilla nauhoitusajalla arkipäivien ajalta oli pidempiä kuin tytöillä.

Fyysisen aktiivisuuden ja fyysisen passiivisuuden yhteydet BMI-SDS:een

Runsaampi fyysinen passiivisuus ja vähäisempi kevyt fyysinen aktiivisuus olivat yhteydessä suurempaan BMI-SDS:ään vakioitaessa iällä, sukupuolella ja aktiivisuusmittarin nauhoitusajalla (Taulukko 2). Fyysisen passiivisuuden ja BMI-SDS:n välinen yhteys ei ollut enää tilastollisesti merkitsevä vakioitaessa kevyt fyysinen aktiivisuus ($\beta=0,333$, $P=0,076$). Samoin kevyen fyysisen aktiivisuuden ja BMI-SDS:n välinen yhteys heikkeni vakioitaessa fyysisen passiivisuuden ($\beta=0,108$, $P=0,566$). Myös vähintään kohtuukuormitteinen fyysisen aktiivisuus (>4 MET) oli käänteisesti yhteydessä BMI-SDS:een

TAULUKKO 1. Perustiedot

	Kaikki	Pojat	Tytöt	P-arvo
Ikä (vuotta)	7,6 (0,4)	7,7 (0,4)	7,6 (0,4)	0,073
Paino (kg)	26,8 (4,8)	27,2 (4,8)	26,4 (4,9)	0,084
Pituus (cm)	128,7 (5,6)	129,7 (5,5)	127,6 (5,5)	<0,001
BMI-SDS	-0,19 (1,1)	-0,21 (1,1)	-0,18 (1,1)	0,801
Ylipainon ja lihavuuden yleisyys (%)	13,2	12,0	14,4	0,501
Aktiivisuusmittarin nauhoitusajalla arkisin yhteensä (tuntia)	67,5 (36,8)	72,1 (42,2)	64,9 (26,6)	0,023
Aktiivisuusmittarin nauhoitusajalla viikonloppuisin yhteensä (tuntia)	39,7 (12,5)	39,4 (13,6)	40,2 (11,4)	0,210
Uniaika (min/vrk)	580 (30,3)	579 (32,1)	582 (27,7)	0,339
Fyysinen passiivisuus ($\leq 1,5$ MET, min/vrk)	327 (151)	325 (151)	328 (152)	0,833
Kevyt fyysinen aktiivisuus (>1,5–4 MET, min/vrk)	499 (144)	493 (144)	504 (144)	0,478
Vähintään kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus (>4 MET, min/vrk)*	26,4 (34,5)	35,1 (39,9)	21,5 (25,1)	<0,001

Aineisto on kuvattu keskiarvoina ja keskihajontoina tai mediaaneina ja kvartiilivälillä pituuksina (inter quartle range, IQR)*. Erot poikien ja tyttöjen välillä analysoitiin Studentin T-testillä normaalisti jakautuneille muuttujille, Mann-Whitney U -testillä epänormaalisti jakautuneille muuttujille* tai Khiin neliö -testillä luokka-asteikollisille muuttujille. Lyhenteet: BMI-SDS= ikä- ja sukupuolivakioitu painoindeksin keskihajontapistemäärä; MET=metabolic equivalent of task, lepoaineenvahdunnan kerrannainen. Tilastollisesti merkitsevät erot on esitetty lihavoituna.

vakioitaessa iällä, sukupuolella ja aktiivisuusmittarin nauhoitusajalla (Taulukko 2). Vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden yhteys BMI-SDS:een ei ollut tilastollisesti merkitsevä vakioitaessa fyysinen passiivisuus ($\beta=-0,050$, $P=0,382$). Vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden yhteys BMI-SDS:een ei ollut myöskään tilastollisesti merkitsevä vakioitaessa kevyt fyysinen aktiivisuus ($\beta=-0,090$, $P=0,094$). Vähintään kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus ei vaikuttanut fyysisen passiivisuuden tai kevyen fyysisen aktiivisuuden ja BMI-SDS:n välisiin yhteyksiin. Kaikki edellä mainitut yhteydet olivat samankaltaisia pojilla ja tytöillä, paitsi että vähintään kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus ei ollut yhteydessä BMI-SDS:een tytöillä. Lisävakioinneilla ei ollut vaikutusta edellä mainittuihin yhteyksiin pojilla tai tytöillä.

Fyysisen aktiivisuuden ja fyysisen passiivisuuden kyky erotella ylipainoiset lapset normaalipainoisista lapsista

ROC-käyräanalyysien perusteella fyysinen passiivisuus, kevyt fyysinen aktiivisuus ja vähintään kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus erottelivat tilastollisesti merkitsevästi ylipainoiset ja lihavat lapset normaalipainoisista lapsista (Taulukko 3). Vähintään 6,0 tuntia fyysistä passiivisuutta vuorokaudessa, vähintään 6,3 tuntia kevyttä fyysistä aktiivisuutta vuorokaudessa ja vähintään 0,4 tuntia vähintään kohtuukuormitteista fyysistä aktiivisuutta vuorokaudessa erottelivat normaalipainoiset ja ylipainoiset ja lihavat lapset toisistaan. Fyysisen passiivisuus, kevyt fyysinen aktiivisuus ja kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus erottelivat ylipainoiset ja lihavat lapset normaalipainoisista lapsista yhtä hyvin eikä tilastollisesti merkitseviä eroja AUC:n osalta havaittu eri aktiivisuusmuuttujien välillä.

Havaitsimme myös, että vähintään 3,5 tuntia (95 % luottamusväli [LV]=199; 342, sensitiivisyys=55 %, spesifisyys=79 %) 2 MET:in kuormittavuustason ylittävää fyysistä aktiivisuutta erotteli normaalipainoiset ja ylipainoiset ja lihavat lapset toisistaan (AUC=0,683, 95 %

LV =0,634; 0,729, $P<0,001$). Myös 3, 4, 5, 6 ja 7 MET:in kuormittavuustason ylittävä fyysinen aktiivisuus erotteli normaalipainoiset ja ylipainoiset ja lihavat lapset toisistaan (AUC > 0,63, $P<0,001$), mutta emme havainneet tilastollisesti merkitseviä eroja AUC:n osalta eri kuormittavuustasojen välillä.

POHDINTA

Runsaampi kevyt ja vähintään kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus sekä vähäisempi fyysinen passiivisuus olivat yhteydessä matalampaan BMI-SDS:een ja vähäisempään ylipainon ja lihavuuden esiintyvyyteen 6–8-vuotiaalla lapsilla. Kevyen fyysisen aktiivisuuden ja fyysisen passiivisuuden yhteydet olivat kuitenkin riippuvaisia toisistaan. Lisäksi vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden yhteys BMI-SDS:een selittyi fyysisesti passiivisella ajalla ja kevyellä fyysisellä aktiivisuudella. Toisin sanoen, runsaasti liikkuvat lapsilla oli vähän fyysistä passiivisuutta ja vähän liikkuvilla lapsilla fyysisen passiivisuuden määrä puolestaan oli runsasta. Optimaalinen kevyen fyysisen aktiivisuuden määrä, joka erotteli ylipainoiset ja lihavat lapset normaalipainoisista lapsista, oli tässä aineistossa noin 6,3 tuntia ja kaikelle 2 MET:n kuormittavuustason ylittävälle fyysiselle aktiivisuudelle 3,5 tuntia vuorokaudessa. Lisäksi optimaalinen raja-arvo normaalipainoiset ja ylipainoiset ja lihavat lapset toisistaan erottelevälle fyysiselle passiivisuudelle oli 6,1 tuntia. Tuloksemme antavat viitteitä siitä, että fyysisen aktiivisuuden lisääminen sekä fyysisen passiivisuuden vähentäminen saattavat pienentää ylipainon ja lihavuuden riskiä lapsilla. Laajoja pitkittäistutkimuksia tarvitaan kuitenkin vahvistamaan nämä havainnot.

Aikaisemmissa tutkimuksissa, joissa fyysistä aktiivisuutta on mitattu objektiivisesti, on tutkittu vähintään kohtuullisesti kuormittavan fyysisen aktiivisuuden yhteyksiä ylipainoon (Katzmarzyk ym. 2015; Laguna ym. 2013). Kahden ROC-käyräanalyysiä hyödyntäneen tutki-

TAULUKKO 2. Fyysisen passiivisuuden ja fyysisen aktiivisuuden yhteydet BMI-SDS:een 6–8-vuotiailla lapsilla.

	kaikki (n=386)		pojat (n=191)		tytöt (n=195)	
	β	P	β	P	β	P
Fyysinen passiivisuus ($\leq 1,5$ MET, min/vrk)	0,235	<0,001	0,300	0,001	0,167	0,022
Kevyt fyysinen aktiivisuus ($>1,5-4$ MET, min/vrk)	-0,219	<0,001	-0,284	<0,001	-0,150	0,041
Vähintään kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus (>4 MET, min/vrk)	-0,117	0,021	-0,178	0,014	-0,053	0,461

Tulokset on esitetty standardoituina regressiokertoimina (β). Analyysissä vakioitiin ikä, sukupuoli ja aktiivisuusmittarin pitoaika. Lyhenteet: BMI-SDS= ikä- ja sukupuoliavakioitu painoindexin keskihajontapistemäärä; MET=metabolic equivalent of task, lepoaineenvaihdunnan kerrannainen. Tilastollisesti merkitsevät yhteydet on esitetty lihavoituna.

TAULUKKO 3. Fyysinen passiivisuuden ja fyysisen aktiivisuuden kyky erotella ylipainoiset ja lihavat lapset normaalipainoisista lapsista.

	AUC (95% LV)	P	Youdenin indeksi	Raja-arvo t/vrk (95% LV)	Sensitiivisyys	Spesifisyys
Kaikki						
Fyysinen passiivisuus ($\leq 1,5$ MET, min/vrk)	0,71 (0,66; 0,76)	<0,001	0,361	6,1 (5,0; 7,4)	68,6	67,5
Kevyt fyysinen aktiivisuus ($>1,5-4$ MET, min/vrk)	0,69 (0,64; 0,74)	<0,001	0,347	6,3 (5,8; 8,5)	52,9	81,8
Vähintään kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus (>4 MET, min/vrk)	0,65 (0,60; 0,69)	<0,001	0,266	0,4 (0,3; 0,9)	52,8	63,9

Aineisto analysoitiin Receiver Operating Characteristics (ROC)-käyrä analyysien avulla. AUC=area under the curve, käytettiin ROC-käyrän alle jäävä pinta-ala; LV=luottamusväli; MET=Metabolic Equivalent of Task, lepoaineenvaihdunnan kerrannainen

muksen tulosten mukaan noin 60 minuuttia on optimaalinen fyysisen aktiivisuuden määrä, joka erottelee normaalipainoiset ja ylipainoiset lapset toisistaan (Katzmarzyk ym. 2015; Laguna ym. 2013). Lisäksi erityisesti vähäisen rasittavan fyysisen aktiivisuuden määrä on yhdistetty ylipainoisuuteen (De Bourdeaudhuij ym. 2012; Laguna ym. 2013; Steele ym. 2009). Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu myös runsaamman fyysisen passiivisuuden olevan yhteydessä suurempaan ylipainon esiintyvyyteen, mutta useimmissa tutkimuksissa tämä yhteys on selittynyt vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden määrällä (Katzmarzyk ym. 2015; Poitras ym. 2016).

Myös tämän tutkimuksen mukaan sekä runsaampi fyysinen passiivisuus että vähäisempi vähintään kohtuullisesti kuormittava ja erityisesti kevyt fyysinen aktiivisuus olivat yhteydessä suurempaan ylipainon ja lihavuuden esiintyvyyteen. Nämä tulokset yhdessä aikaisempien tutkimusten tulosten kanssa korostavat fyysisen aktiivisuuden lisäämisen ja fyysisen passiivisuuden vähentämisen merkitystä ylipainon ja lihavuuden ehkäisyssä. Vähintään kohtuukuormitteisen ja raskaan fyysisen aktiivisuuden ja ylipainon välisten yhteyksien erot tutkimusten välillä johtuvat todennäköisesti ainakin osittain erilaisista fyysisen aktiivisuuden mittaustavoista. Aiemmissä tutkimuksissa on käytetty pelkkään kiihtyvyyttä perustuvaa Actigraph-liikuntamittaria ja vähintään kohtuukuormitteisen ja raskaan fyysisen aktiivisuus on määritetty absoluuttisten ja kaikille lapsille samanlaisten raja-arvojen perusteella (Katzmarzyk ym. 2015; Laguna ym. 2013). Omassa tutkimuksessamme käytimme syke- ja kiihtyvyyttä yhdistävää Actiheart®-aktiivisuusmittaria, jonka avulla jokaiselle lapselle oli mahdollista määrittää yksilöllisesti energiankulutusmalli ja fyysisen aktiivisuuden kuormittavuustaso. On mahdollista, että aikaisemmissa tutkimuksissa absoluuttisiin raja-arvoihin perustuva kohtuukuormitteisen aktiivisuuden raja-arvo on aliarvioinut vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden määrää ylipainoisilla ja lihavilla lapsilla, mikä puolestaan on vahvistanut kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden ja ylipainon välisiä käänteisiä yhteyksiä (Kujala ym. 2016).

Aikaisemmat liikuntainterventiotutkimukset ovat saavuttaneet verrattain vähäisiä tuloksia ylipainon vähentämisessä lapsilla ja nuorilla (Poitras ym. 2016; Janssen & Leblanc 2010; Physical Activity Guidelines Advisory Committee 2008). Yksi syy tähän voi olla, että tutkimuksissa tehdyt toimenpiteet eivät ole onnistuneet lisäämään fyysisen aktiivisuuden määrää ja energiankulutusta riittävästi, jotta sillä olisi ollut vaikutusta ylipainon riskiin ilman energiansaannin vähentämistä (Dobbins ym. 2013; Waters ym. 2011; Harris ym. 2009). Omassa tutkimuksessamme havaitsimme, että erityisesti suurempi fyysisen passiivisuuden määrä sekä vähäisempi kevyen fyysisen aktiivisuuden määrä ovat yhteydessä suurempaan BMI-SDS:een ja suurempaan ylipainon esiintyvyyteen. Kevyellä fyysisellä aktiivisuudella oli vähintään yhtä voimakas käänteinen yhteys ylipainoon kuin vähintään kohtuukuormitteisellä fyysisellä aktiivisuudella, mikä korostaa yleisen aktiivisen elämäntavan eikä vain liikuntaharrastusten ja kuormittavan liikunnan merkitystä ylipainon ehkäisyssä. Raja-arvo, joka erotteli normaalipainoiset ja ylipainoiset ja lihavat lapset kevyessä fyysisessä aktiivisuudessa, oli noin 6,3 tuntia päivässä ja raja-arvo kaikelle 2 MET:n kuormittavuustason ylittävälle fyysiselle aktiivisuudelle oli 3,5 tuntia päivässä. Nämä havainnot ovat linjassa myös alle kahdeksanvuotiaiden lasten fyysisen aktiivisuuden suositusten kanssa, joiden mukaan lasten tulisi olla fyysisesti aktiivisia vähintään kolme tuntia päivässä vaihtelevalla kuormittavuudella (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2016). Nämä tulokset viittaavat siihen, että fyysistä aktiivisuutta pitäisi olla joka päivä säännöllisesti ja runsaasti lasten

ylipainon ehkäisemiseksi. Ylipainolta suojaavan fyysisen aktiivisuuden ei todennäköisesti tarvitse myöskään olla kohtuukuormitteista, vaan jo kevyt fyysinen aktiivisuus näyttäisi olevan merkityksellistä. Erityisesti kevyt fyysinen aktiivisuus vähenee iän myötä (Metcalf ym. 2015) ja siksi kevyenkin fyysisen aktiivisuuden lisääminen erityisesti murrosikää lähestyessä voi olla merkittävä tekijä ylipainon ehkäisyssä.

Erityisesti runsaan television katsomisen on havaittu olevan yhteydessä ylipainoon lapsilla ja nuorilla (Tremblay ym. 2011). Myös runsaammalla objektiivisesti mitatulla fyysisellä passiivisuudella on havaittu olevan heikko yhteys suurempaan ylipainon riskiin lapsilla ja nuorilla, mutta yhteys on ainakin osittain selittynyt vähäisemmällä vähintään kohtuukuormitteisellä fyysisellä aktiivisuudella (Cliff ym. 2016). Omassa tutkimuksessamme runsaammalla fyysisellä passiivisuudella oli vahva yhteys suurempaan ylipainon esiintyvyyteen, mutta yhteys selittyi suurelta osin kevyellä fyysisellä aktiivisuudella. Tämä viittaa siihen, että runsaan fyysisen passiivisuuden haitat voivat ainakin osittain johtua fyysisen aktiivisuuden vähäisestä määrästä. Tämän tutkimuksen sekä aiempien havaintojen perusteella fyysisen passiivisuuden korvaaminen vähintään kevyellä fyysisellä aktiivisuudella saattaa vähentää ylipainon riskiä ja siihen liittyvien kardiometabolisten riskitekijöiden kasautumista (Benatti & Ried-Larsen 2015; Saunders ym. 2013).

Lasten fyysisen aktiivisuuden lisääminen ja fyysisen passiivisuuden vähentäminen vaativat moniammatillista yhteistyötä, aktiivisuutta tukevaa yhteiskuntarakentamista sekä vanhempien ja lasten kanssa toimivien aikuisten osallisuutta. Olemme aiemmin PANIC-tutkimuksessa havainneet perheiden lähtökohdat ja tarpeet huomioon ottavan yksilöllisen elintapaohjauksen lisäävän lasten fyysistä aktiivisuutta ja hidastavan ruutuajan lisääntymistä kahden vuoden seurannan aikana (Viitasalo ym. 2016). Muissa tutkimuksissa on myös havaittu, että puistojen läheisyys sekä fyysisesti aktiivista liikkumista tukevat turvalliset väylät ja pihakadut ovat yhteydessä runsaampaan fyysisen aktiivisuuden määrään lapsilla ja nuorilla (Bürgi ym. 2015; D'Haese ym. 2015; Ducheyne ym. 2012). Lisäksi ulkoleikkien mahdollisuus ja ulkona vietetty aika, erityisesti luonnollisissa ympäristöissä, ovat yhteydessä runsaampaan fyysiseen aktiivisuuteen ja vähäisempään fyysiseen passiivisuuteen sekä parempaan fyysiseen kuntoon lapsilla (Tremblay et al., 2015). Näiden tekijöiden lisäksi vanhempien fyysisen aktiivisuuden ja ruutuajan määrä ovat suorassa yhteydessä lasten fyysiseen aktiivisuuteen ja ruutu aikaan (Xu ym. 2015).

Tämän tutkimuksen vahvuutena on varsin suuri ja edustava väestöotosto terveitä kouluikäisiä lapsia sekä objektiivinen fyysisen aktiivisuuden ja fyysisen passiivisuuden mittaaminen. Lisäksi pystyimme ottamaan huomioon monet sekoittavat tekijät. Objektiivisten liikemittarien heikkoutena voidaan kuitenkin pitää sitä, että ne eivät välttämättä mittaa tarkasti joitain lapsille tyypillisiä fyysisen aktiivisuuden muotoja, jotka eivät aiheuta selkeää kiihtyvyyttä tai sydämen sykkeen nousua, kuten kiipeilyä. Tämän tutkimuksen suurin puute oli sen poikkileikkauksasetelma, jonka vuoksi emme voi päätellä syy-seuraussuhteita.

Erityisesti runsaampi kevyt ja vähintään 2 MET:n kuormittavuustason ylittävä fyysinen aktiivisuus sekä vähäisempi fyysinen passiivisuus olivat yhteydessä pienempään BMI-SDS:een ja vähäisempään ylipainon esiintyvyyteen 6–8-vuotiailla lapsilla. Lisäksi 3,5 tuntia vuorokaudessa kestävä fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärä erotteli normaalipainoiset ja ylipainoiset lapset toisistaan. Tutkimuksemme tulosten perusteella fyysisesti aktiivisella elämäntavalla ja kevyelläkin fyysisellä aktiivisuudella voi olla merkitystä ylipainon ehkäisyssä lapsuudessa. Laajoja pitkäaikaistutkimuksia kuitenkin tarvitaan vahvistamaan havaintomme.

KIITOKSET

Tätä tutkimusta ovat rahoittaneet Sosiaali- ja terveysministeriö, Opetus- ja kulttuuriministeriö, Sitra, KELA, Suomen Kulttuurirahasto, Juhon Vainion säätiö, Lastentautien tutkimussäätiö Paavo Nurmen säätiö, Paulon säätiö, Diabetes tutkimussäätiö, Sydäntutkimussäätiö, Yrjö Jahnssonin säätiö, KYS (EVO funding number 5031343), Jenny ja Antti Wihurin rahasto, Päivikki ja Sakari Sohlbergin säätiö ja Kuopion kaupunki.

LÄHTEET

- Benatti, F. B. & Ried-Larsen, M.** 2015. The effects of breaking up prolonged sitting time: A review of experimental studies. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 47 (10), 2053–2061.
- Brage, S., Ekelund, U., Brage, N., Hennings, M. A., Froberg, K., Franks, P.W. & Wareham, N. J.** 2007. Hierarchy of individual calibration levels for heart rate and accelerometry to measure physical activity. *Journal of Applied Physiology* 103 (2), 682–692.
- Bürgi, R., Tomatis, L., Murer, K. & De Bruin, E. D.** 2015. Localization of physical activity in primary school children using accelerometry and global positioning system. *PLoS ONE* 10 (11), 1–13.
- Cliff, D. P., Hesketh, K. D., Vella, S. A., Hinkley, T., Tsiros, M. D., Ridgers, N. D., ... Lubans, D. R.** 2016. Objectively measured sedentary behaviour and health and development in children and adolescents: Systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews* 17 (4), 330–344.
- Cole, T., Bellizzi, M., Flegal, K. & Dietz, W.** 2000. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 320 (7244), 1240–1243.
- Colley, R., Garrigué, D., Janssen, I., Craig, C., Clarke, J. & Tremblay, M.** 2011. Physical activity of Canadian children and youth: accelerometer results from the 2007–2009 Health Measures Survey. *Health Reports* 22 (82), 15–22.
- Collings P. J., Westgate, K., Väistö, J., Wijndaele, K., Atkin, A. J., Haapala, E. A., ... Lakka, T. A.** Cross-sectional associations of objectively-measured physical activity and sedentary time with body composition and cardiorespiratory fitness in mid-childhood: The PANIC Study. *Sports Medicine (painossa)* doi:10.1007/s40279-016-0606-x
- Corder, K., Brage, S., Wareham, N. J., Ekelund, U.** 2005. Comparison of PAEE from combined and separate heart rate and movement models in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 37 (10), 1761–1767.
- D'Haese, S., Van Dyck, D., De Bourdeaudhuij, I., Deforche, B. & Cardon, G.** 2015. Organizing “Play Streets” during school vacations can increase physical activity and decrease sedentary time in children. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 12 (1), 171.
- De Bourdeaudhuij, I., Verloigne, M., Maes, L., Van Lippevelde, W., Chinapaw, M. J. M., Te Velde, S. J., ... Brug, J.** 2012. Associations of physical activity and sedentary time with weight and weight status among 10- to 12-year-old boys and girls in Europe: a cluster analysis within the ENERGY project. *Pediatric Obesity* 8 (5):367–375.
- Dobbins, M., Husson, H., DeCorby, K. & LaRocca, R.** 2013. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Systematic Reviews* 28 (2), CD007651.
- Ducheyne, F., De Bourdeaudhuij, I., Spittaels, H. & Cardon, G.** 2012. Individual, social and physical environmental correlates of “never” and “always” cycling to school among 10 to 12 year old children living within a 3.0 km distance from school. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 9, 1–9.
- Ekelund, U., Tomkinson, G. & Armstrong, N.** 2011. What proportion of youth are physically active? Measurement issues, levels and recent time trends. *British Journal of Sports Medicine* 45 (11), 859–865.
- Eloranta, A.-M., Lindi, V., Schwab, U., Tompuri, T., Kiiskinen, S., Lakka, H.-M., ... Lakka, T. A.** 2012. Dietary factors associated with overweight and body adiposity in Finnish children aged 6–8 years: the PANIC Study. *International Journal of Obesity* 36 (7), 950–955.
- Haapala, E. A., Väistö, J., Lintu, N., Tompuri, T., Brage, S., Westgate, K., ... Lakka, T. A.** 2016. Adiposity, physical activity and neuromuscular performance in children. *Journal of Sports Sciences* 34 (18):1699–1706
- Harris, K., Kuramoto, L., Schulzer, M. & Retallack, J.** 2009. Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: A meta-analysis. *Canadian Medical Association Journal* 180 (7), 719–726.
- Janssen, I. & LeBlanc, A. G.** 2010. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 7, 40.
- Juonala, M., Magnussen, C., Berenson, G., Venn, A., Burns, T., Sabin, M. ... Raitakari, O.** 2011. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors. *New England Journal of Medicine* 365 (20), 1876–1885.
- Katzmarzyk, P.T., Barreira, T., Broyles, S., Champagne, C., Chaput, J., Fogelholm, M. ... Church, T.** 2015. Physical activity, sedentary time, and obesity in an international sample of children. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 47 (10), 2062–2069.
- Koskinen, J., Magnussen, C. G., Sabin, M. A., Kähönen, M., Hutri-Kähönen, N., Laitinen, T. ... Juonala, M.** 2014. Youth overweight and metabolic disturbances in predicting carotid intima-media thickness, type 2 diabetes, and metabolic syndrome in adulthood: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Diabetes Care* 37, 1870–1877.
- Kujala U. M., Pietilä, J., Myllymäki, T., Mutikainen, S., Föhr, T., Korhonen, I. & Helander, E.** 2016. Physical activity: Absolute intensity vs. relative-to-fitness-level volumes. *Medicine & Science in Sports & Exercise (painossa)*, e-pub ahead of print).
- Laguna, M., Ruiz, J., Lara, M. & Aznar, S.** 2013. Recommended levels of physical activity to avoid adiposity in Spanish children. *Pediatric Obesity* 8 (1), 62–69.
- Magnussen, C. G., Koskinen, J., Chen, W., Thomson, R., Schmidt, M. D., Srinivasan, S. R., ... Raitakari, O. T.** 2010. Pediatric metabolic syndrome predicts adulthood metabolic syndrome, subclinical atherosclerosis, and type 2 diabetes mellitus but is no better than body mass index alone: the Bogalusa Heart Study and the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Circulation* 122 (16), 1604–1611.
- Metcalfe, B. S., Hosking, J., Jeffery, A. N., Henley, W. E. & Wilkin, T. J.** 2015. Exploring the adolescent fall in physical activity: A 10-yr cohort study (EarlyBird 41). *Medicine and Science in Sports and Exercise* 47 (10), 2084–2092.
- Opetus- ja kulttuuriministeriö.** 2016. Tieteelliset perusteet varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suosituksille. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisu 2016:22.
- Perkins, N. J. & Schisterman, E. F.** 2006. The inconsistency of “optimal” cut-points obtained using two criteria based on the receiver operating characteristic curve. *American Journal of Epidemiology*, 163 (7), 670–675.
- Physical Activity Guidelines Advisory Committee. 2008. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington DC: Yhdysvallat.
- Poitras, V. J., Gray, C. E., Borghese, M. M., Carson, V., Chaput, J., Janssen, I. ... Tremblay, M. S.** 2016. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 41, 197–239.
- Saari, A., Sankilampi, U., Hannila, M.-L., Kiviniemi, V., Kesseli, K. & Dunkel, L.** 2011. New Finnish growth references for children and adolescents aged 0 to 20 years: Length/height-for-age, weight-for-length/height, and body mass index-for-age. *Annals of Medicine* 43 (3), 235–248.
- Saunders, T. J., Tremblay, M. S., Mathieu, M. P., Henderson, M., O’Loughlin, J., Tremblay, A. & Chaput, J. P.** 2013. Associations of sedentary behavior, sedentary bouts and breaks in sedentary time with cardiometabolic risk in children with a family history of obesity. *PLoS ONE* 8 (11), e79143.
- Singh, A. S., Mulder, C., Twisk, J. W. R., Van Mechelen, W. & Chinapaw, M. J. M.** 2008. Tracking of childhood overweight into adulthood: A systematic review of the literature. *Obesity Reviews* 9 (5), 474–488.
- Steele, R. M., Van Sluijs, E. M. F., Cassidy, A., Griffin, S. J. & Ekelund, U.** 2009. Targeting sedentary time or moderate- and vigorous-intensity activity: Independent relations with adiposity in a population-based sample of 10-year-old British children. *American Journal of Clinical Nutrition* 90 (5), 1185–1192.
- Tammelin, T., Aira, A., Kulmala, J., Kallio, J., Kantomaa, M. & Valtonen, M.** 2014. Suomalaislasten fyysinen aktiivisuus - tavoitteena vähemmän istumista ja

enemmän liikunta. Suomen Lääkärilehti 69 (14), 1871–1876.

Tanner, J. 1962. Growth at adolescence. Oxford: Blackwell.

Tremblay, M. S., Gray, C., Babcock, S., Barnes, J., Bradstreet, C. C., Carr, D., ... Brussoni, M. 2015. Position statement on active outdoor play. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12 (6), 6475–6505.

Tremblay, M. S., LeBlanc, A. G., Kho, M. E., Saunders, T. J., Larouche, R., Colley, R. C. ... Connor Gorber, S. 2011. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 8 (1), 98.

Viitasalo, A., Eloranta, A.-M., Lintu, N., Väistö, J., Venäläinen, T., Kiiskinen, S., ... Lakka, T. A. 2016. The effects of a 2-year individualized and family-based lifestyle intervention on physical activity, sedentary behavior and diet in children. *Preventive Medicine* 87, 81–88.

Viitasalo, A., Laaksonen, D. E., Lindi, V., Eloranta, A.-M., Jääskeläinen, J., Tompuri, T., ... Lakka, T. A. 2012. Clustering of metabolic risk factors is associated with high-normal levels of liver enzymes among 6- to 8-year-old children: the PANIC study. *Metabolic Syndrome and Related Disorders* 10 (5), 337–343.

Waters, E., de Silva-Sanigorski, A., Burford, B. J., Brown, T., Campbell, K. J., Gao, Y., ... Summerbell, C. D. 2011. Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 11, CD001871.

Wijnhoven, T. M., van Raaij, J. M., Spinelli, A., Starc, G., Hassapidou, M., Spiroski, I., ... Breda, J. 2014. WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative: body mass index and level of overweight among 6-9-year-old children from school year 2007/2008 to school year 2009/2010. *BMC Public Health* 14(1), 806.

World Health Organization. 2010. Global Recommendations on Physical Activity for Health. *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Geneva, Sveitsi.

World Health Organization. 2016. Report of the commission on Ending Childhood Obesity. Geneva, Sveitsi.

Vuorela, N., Saha, M.-T. & Salo, M. 2009. Prevalence of overweight and obesity in 5- and 12-year-old Finnish children in 1986 and 2006. *Acta Paediatrica* 98 (3), 507–512.

Xu, H., Wen, L. M., & Rissel, C. 2015. Associations of parental influences with physical activity and screen time among young children: A systematic review. *Journal of Obesity* 2015:(546925).