

Teksti: EERO A. HAAPALA, LOTTA HAMARI, BERT BOND, TIMTAKKEN, DIMITRIS VLACHOPOULOS, JOHANNA K. IHALAINEN

# LASTEN JA NUORTEN LIIKUNTALÄÄKETIEDE: Tavoitteena terveyden edistäminen, sairauksien ehkäisy ja kuntoutus

Kuva: GORILLA/HERO



Fyysinen aktiivisuus kannattaa. Liikuntaharjoittelu vaikuttaa myönteisesti kehon koostumukseen, fyysiseen kuntoon, toimintakykyyn, psyykkiseen hyvinvointiin ja elämänlaatuun myös niillä lapsilla ja nuorilla, joilla on kroonisia sairauksia ja liikkumisen rajoitteita.

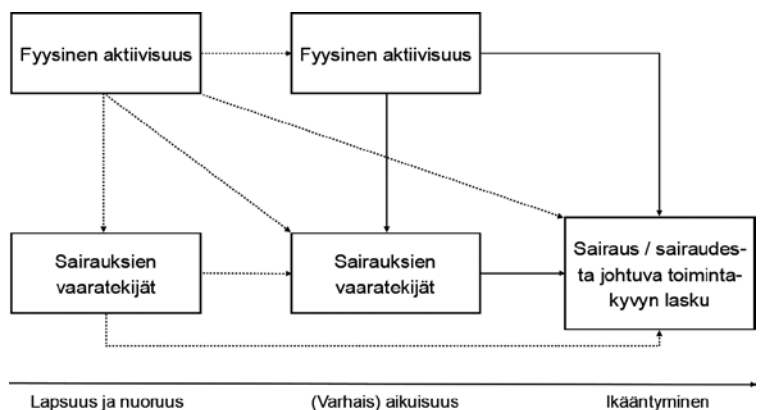
**L**asten ja nuorten liikuntalääketiede tutkii ja edistää fyysisen aktiivisuuden ja liikuntaharjoittelun hyödyntämistä terveyden edistämiseksi, kroonisten sairauksien ehkäisyssä sekä sairauksien ja oireiden diagnostiikassa ja kuntoutuksessa. Fyysinen aktiivisuus on osa lapsen ja nuoren normaalia kasvua ja se tukee

monien eri elinjärjestelmien, kuten luun, verenkierto- ja hengityselimistön ja hermolihasjärjestelmän, kehittymistä (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2016). Fyysinen aktiivisuus on myös keskeinen osa monien kroonisten sairauksien ja liikkumisen rajoitteiden hoitoa ja kuntoutusta (van Brussel, van der Net, Hulzebos, Helders, & Takken, 2011). Erilaisissa kroonisissa tiloissa fyysinen aktiivisuus voi vaikuttaa suoraan kroonisen sairauden patofysiologiaan tai vaikuttaa hyvinvointiin edistämällä toimintakykyä, hyvinvointia ja elämänlaatua. Fyysisesti inaktiivisten lasten ja nuorten suuren määrän vuoksi (Kokko & Mehtälä, 2016) lasten ja nuorten liikuntalääketieteen rooli korostuu tämän päivän yhteiskunnassa. Tämän artikkelin tarkoituksena on kuvata lasten ja nuorten liikuntalääketieteen haasteita, fyysisen aktiivisuuden roolia lasten ja nuorten terveyden edistämiseksi ja aikuisuuden sairauksien ehkäisyssä (Kuva 1) sekä fyysisen aktiivisuuden merkitystä lapsuuden ja nuoruuden kroonisissa tiloissa.

### Lasten ja nuorten liikuntalääketieteen haasteet

Fyysinen kasvu ja sukupuolinen kypsyminen tuovat oman haasteensa lasten ja nuorten liikuntalääketieteelliselle tutkimukselle. Lapsen ja nuoren kehossa sekä monissa keskeisissä valtimotautien ja tuki- ja liikuntaelimistön sairauksien riskitekijöissä tapahtuu merkittäviä muutoksia lapsuudesta murrosikään ja varhaisaikuisuuteen (Savinainen ym., 2018).

Aineenvaihdunnan ja valtimotautien riskitekijöistä esimerkiksi kehon rasvaprosentti kasvaa tytöillä aina varhaisaikuisuuteen saakka, mutta pojilla rasvaprosentti pienenee murrosiän aikana (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). Lisäksi systolinen verenpaine nousee ja valtimoiden seinämien jäykkyyks kasvaa lapsuudesta varhaisaikuisuuteen (Savinainen ym., 2018). Murrosiän aikana havaitaan usein myös ohimenevä insuliiniresistenssin heikkeneminen (Kelsey & Zeitler, 2016). Lisäksi luumassa lisääntyy pojilla ja tytöillä samalla tavalla ennen murrosikää



**KUVA 1.** Fyysisen aktiivisuuden ja terveyden mahdolliset yhteydet elämänkaaren eri vaiheissa. Mukailtu lähteestä Armstrong ja van Mechelen, 2017.



normaalin kasvun ja kypsymisen seurauksena, mutta murrosiän jälkeen poikien luumassa lisääntyy tyttöjen luumassaa enemmän (Savinainen ym., 2018).

Kypsyystason on lisäksi havaittu olevan käänteisesti yhteydessä kokonaiskolesteroli- ja LDL-kolesterolipitoisuuksiin (Kelsey & Zeitler, 2016; Tell, Mittelmark, & Vellar, 1985). Sukupuolisen kypsymisen saavuttaneilla (Savinainen ym., 2018) kokonaiskolesteroli näyttää kääntäen nousuun LDL-kolesterolipitoisuuden nousun myötä (Morrison ym., 1979). Näiden havaintojen lisäksi metabolisesti epänormaalin lihavuuden esiintyvyyden on havaittu lisääntyvän esimurrosiästä murrosikään siirryttäessä ja taas vähenevän myöhäispuberteettiin siirryttäessä (Reinehr, Wolters, Knop, Lass, & Holl, 2015).

Näitä kasvun ja kypsymisen aikaansaamia muutoksia sekoittavat myös terveyteen ja terveystyötytymiseen liittyvät tekijät. Muun muassa murrosiän insuliinisenäisyyden heikkeneminen ei välttämättä palaudu ylipainoisilla ja lihavilla nuorilla (Kelsey & Zeitler, 2016).

### **Fyysinen aktiivisuus, liikunta ja terveys**

Liikunnan vaikutus luun kehitykseen riippuu eri liikuntamuotojen aiheuttamasta mekaanisesta kuormituksesta (Wolff, van Croonenborg, Kemper, Kostense, & Twisk, 1999). Lyhyissä, enimmillään vuoden mittaisissa pitkäaikais- ja interventiotutkimuksissa on havaittu, että jalkapalloilijoilla luumassa lisääntyy enemmän kuin uimareilla ja pyöräilijöillä yhden vuoden seurannan aikana (Vlachopoulos ym., 2018) ja että hyppelyinterventiolla voidaan vaikuttavasti kahdeksanvuotiaiden lasten luumassaan (Gunter ym., 2008).

Pitkäkestoisissa seurantatutkimuksissa tulokset ovat samansuuntaisia. Esimerkiksi neljäntoista vuoden mittaisessa seurantatutkimuksessa luustoa kuormittavaa liikuntaa harrastaneilla 8–15-vuotiailla oli korkeampi luun mineraalipitoisuus verrattuna luuta kuormittavaa liikuntaa harrastamattomiin. Ero myös säilyi ainakin kymmenen vuotta urheiluharrastuksen lopettamisen jälkeen (Erlandson ym., 2012). Vastavasti nuorilla sulkapalloilijoilla ja jääkiekkoilijoilla on havaittu suurempaa luuntiheyden kasvua aktiivuran aikana verrattuna kontrolliryhmään. Myös nämä erot pysyivät 12 vuoden seurannan aikana (Teruo, Nordström, & Nordström, 2010).

### **Sydän- ja verenkiertoelimistö, aineenvaihdunta – riskitekijät ja fyysinen aktiivisuus**

Sydämen ja verenkiertoelimistön sairaudet ovat maailmanlaajuisesti suurin toimintakyvyn laskuun ja enenaikaiseen kuolemaan johtava sairausryhmä. Vaikka valtimosairauksien oireet saavat kliinisen merkityksen aikaisintaan usein vasta 40–50-vuoden iässä, valtimoiden ahtautumiseen ja jäykistymiseen johtava prosessi saa usein alkunsa jo lapsuudessa (Berenson ym., 1998; McGill ym., 2000). Eräissä tutkimuksissa jopa 65 prosentilla 12–14-vuotiaista lapsista ja nuorista havaittiin ateroskleroottisia leesioita, joista lähes

kymmenen prosenttia oli pitkälle edistyneitä (Stary, 1989). Lisäksi nämä lapsuuden ja nuoruuden riskitekijät ovat käänteisesti yhteydessä sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksia ennustavaan valtimoiden laajenemiskykyyn (Mikola ym., 2017). Suhteessa fyysiseen aktiivisuuteen ylipaino, lihavuus sekä kehon rasvapitoisuus ovat yleisimmät tutkittuja valtimotautien riskitekijöitä lapsilla ja nuorilla. Lisäksi tutkimusnäyttöä perinteisistä valtimotautien riskitekijöistä kuten veren LDL-kolesterolipitoisuudesta ja verenpaineesta on jonkin verran. Uudempia riskitekijöitä, kuten valtimojäykkyyttä ja valtimoiden endoteelin toimintaa, sykevariaatiota ja tulehdustekijöitä on lapsilla ja nuorilla tutkittu vielä verrattain vähän.

Vähäinen liikunta on yhdistetty suurempaan ylipainon ja lihavuuden riskiin sekä kehon rasvapitoisuuteen sekä poikittais- että pitkittäistutkimuksissa. Liikuntainterventiot eivät kuitenkaan vaikuta merkittävästi normaalipainoisten lasten rasvakudoksen määrään, mutta liikunnan lisäämisen on havaittu vähentävän erityisesti ylipainoisten lasten ja nuorten kehon rasvapitoisuutta (Kelley, Kelley, & Pate, 2014; Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2016; Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008). Lisäksi lapsuudesta asti jatkuva liikunnallinen elämäntapa voi helpottaa energiatasapainon ylläpitoa ja vähentää ylipainon vaaraa aikuisuudessa (Valtonen, Heinonen, Lakka, & Tammelin, 2013). Toisaalta seurantatutkimuksissa on myös havaittu, että korkeampi kehon painoindeksi 9–10-vuotiaana ennustaa suurempaa fyysisen aktiivisuuden määrän laskua kymmenen vuoden seurannan aikana (Kimm ym., 2002).

Liikuntainterventioilla on havaittu olevan myönteinen vaikutus perinteisten valtimotautien riskitekijöiden kasautumiseen; HDL-kolesteroliin, triglyseridipitoisuuteen sekä paasto-glukoosiin (Kriemler ym., 2010). Liikunnan hyödyt näytävät olevan suurimmat niillä lapsilla ja nuorilla, joilla on epäedullisin valtimotautiprofiili (Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008). Muutokset perinteisissä valtimotautien riskitekijöissä eivät kuitenkaan kokonaan selitä liikunnan myönteistä vaikutusta valtimotautiriskin pienenemiseen. Reippaalla liikunnalla on havaittu olevan myönteinen vaikutus ylipainoisten lasten ja nuorten valtimoiden endoteelin toimintaan (Dias, Green, Ingul, Pavey, & Coombes, 2015). Lisäksi reipas ja rasittava fyysinen aktiivisuus ja parempi kestävyyskunto on yhdistetty joustavampiin valtimoihin lapsilla ja nuorilla (Haapala, Väistö, ym., 2017; Haapala, Laukkanen, Takken, Kujala, & Finni, 2018; Pahkala ym., 2011; Ried-Larsen, Grøntved, Froberg, Ekelund, & Andersen, 2013; Veijalainen ym., 2016). Tätä yhteyttä ei tosin ole havaittu kaikissa tutkimuksissa (Ried-Larsen ym., 2014).

Myös sydämen autonominen säätely on yhdistetty valtimotautiriskiin. Lapsilla ja nuorilla reippaan ja rasittavan fyysisen aktiivisuuden on havaittu olevan positiivisessa yhteydessä sykevariaatioon, mutta kestävyyskunnan ja matalampitehoisen fyysisen aktiivisuuden yhteydet sydämen autonomiseen säätelyyn ovat epäselviä (Oliveira, Barker, Wilkinson, Abbott, & Williams, 2017).

## Lapsen ja nuoren kehossa sekä monissa keskeisissä valtimotautien ja tuki- ja liikuntaelimistön sairauksien riskitekijöissä tapahtuu merkittäviä muutoksia lapsuudesta murrosikään ja varhaisaikuisuuteen.

Matala-asteisen tulehduksen on esitetty olevan yksi mekanismi, joka selittää ylipainon ja valtimotautien välistä yhteyttä (Pradhan, 2001). Ylipainoisilla lapsilla tulehdusmerkkiainetasojen, kuten IL-6, TNF- $\alpha$  ja fibrinogeeni, on havaittu olevan koholla verrattuna normaalipainoisiin lapsiin (Halle, Korsten-Reck, Wolfarth, & Berg, 2004). Liikemittarilla mitatun fyysisen aktiivisuuden yhteydet tulehdusmerkkiaineiden tasoihin poikkileikkaustutkimuksissa ovat heikkoja (Poitras ym., 2016), mutta liikunnalla on havaittu olevan myönteinen vaikutus tulehdusmerkkiaineisiin ylipainoisilla lapsilla (Sirico ym., 2018). Lisäksi korkeamman kestävyyskunnan on havaittu suojaavan ylipainon aiheuttamalta tulehdusmerkkiainetasojen kohoamiselta ylipainoisilla lapsilla (Halle ym., 2004).

Lapsuuden fyysisestä aktiivisuudesta ja sydämen ja verenkiertoelinsairauksien vaaraa aikuisuudessa tarkasteltuna tutkimuksia on vähän. Niiden perusteella lapsuuden ja nuoruuden fyysisen aktiivisuuden (Nechuta ym., 2015) ja erityisesti aikuisuuteen jatkunut fyysisesti aktiivinen elämäntapa (Nechuta ym., 2015; Paffernbarger, Wing, & Hyde, 1978) voivat suojata valtimotaukeilta ja vähentää niistä johtuvaa enneaikaista kuolleisuutta (Nechuta ym., 2015; Paffernbarger ym., 1978). Näyttö perustuu kuitenkin retrospektiivisesti aikuisuudessa kysytyyn nuoruuden fyysisen aktiivisuuden määrään. Lapsuuden ja nuoruuden fyysisellä aktiivisuudella ei pitkäkestoisissa tutkimuksissa ole havaittu selkeitä yhteyksiä aikuisiän valtimotautien riskitekijöihin (Kvaavik, Klepp, Tell, Meyer, & Batty, 2009).

### Krooniset sairaudet tai liikkumisen rajoitteet

Fyysisellä aktiivisuudella ja liikuntaharjoittelulla on keskeinen merkitys lapsuuden pitkäaikaissairauksien ja liikkumisen rajoitteiden ehkäisyssä, diagnostiikassa, hoidossa ja kuntoutuksessa (van Brussel ym., 2011). Siitä huolimatta lapset ja nuoret, joilla on kroonisia sairauksia tai liikkumisen rajoitteita, ovat usein fyysisesti inaktiivisempia, huonokuntoisempia ja heillä on korkeampi BMI kuin lapsilla yleisesti (Carlon, Taylor, Dodd, & Shields, 2013; Kotte, Winkler, & Takken, 2013; Takken, Bongers, Van Brussel, Haapala, & Hulzebos, 2017; Zhang ym. 2014). Erityisesti syövän sairastaneet lapset ovat ikätovereitaan inaktiivisempia, vaikka juuri heille liikunta olisi erityisen tärkeää (Elmesmariym. 2017). Syöpää sairastaneilla lapsilla on suurempi riski saada toissijaisia terveysongelmia ja heillä on suurempi sydänkuolleisuus kuin sairastamattomilla lapsilla (Armstrong ym. 2009).

Syyt vähäiseen fyysiseen aktiivisuuteen ja huonoon fyysiseen kuntoon ovat moninaisia. Sairaus, vamma tai niiden hoidot voivat itsessään vaikut-

taa liikkumiseen (esimerkiksi CP, lihasatrofiat, syöpähoidot) ja fyysiseen kuntoon (kardiomyopatiat, lihasatrofiat), mutta usein myös lapset, joiden sairaus tai vamma ei vaikuta liikkumiseen, ovat fyysisesti passiivisempia kuin heidän terveet tai vammattomat ikätoverinsa (van Brussel et al., 2011). Vähäisen fyysisen aktiivisuuden syynä voi olla itse sairaus, mutta myös vanhempien ylisuojelevuus, pelko liikunnan mahdollisista haitoista, puutteellinen tieto, sosiaalinen eristyminen tai välinpitämättömyys fyysisestä aktiivisuudesta kohtaan.

Fyysinen inaktiivisuus tai ”hypoaktiivisuus” puolestaan johtaa fyysisen kunnan ja toimintakyvyn laskuun, joka vähentää halua ja kykyä osallistua fyysisesti aktiivisiin toimiin ja johtaa itseään ruokivaan ketjuun (van Brussel, van der Net, Hulzebos, Helder, & Takken, 2011; Philpott ym. 2010). Uupumus koetaan myös usein esteeksi liikunnalle, vaikka liikunta helpottaisi uupumuksen kokemusta (Arroyave ym. 2008; Götte ym. 2014).

### Fyysinen aktiivisuus kannattaa

Fyysisellä aktiivisuudella ja liikuntaharjoittelulla on havaittu hyötyjä kehon koostumukseen, fyysiseen kuntoon, toimintakykyyn, psyykkiseen hyvinvointiin ja elämänlaatuun myös lapsilla ja nuorilla, joilla on kroonisia sairauksia ja liikkumisen rajoitteita. Näihin tutkimuksiin on osallistunut lapsia, joilla on CP-vamma, selkäydinvamma, kystinen fibroosi, astma, diabetes, lastenreuma, hemofilia tai syöpä (Morris, 2008; van Brussel ym., 2011; Strike ym. 2016). Liikunta voi myös vähentää esimerkiksi syövän hoidoista aiheutuvia sivuvaikutuksia, kuten pahoinvointia tai ummetusta. On olemassa viitteitä myös siitä, että liikunnalla olisi syöpähoitojen aikana yhteys parempaan unen laatuun ja uupumuksen vähenemiseen. (Baumann ym. 2013; Braam ym. 2016.)

Fyysisen aktiivisuuden ja fyysisen kunnan yhteyksiä erilaisiin terveyden mittareihin on tutkittu verrattain vähän lapsilla ja nuorilla, joilla on kroonisia sairauksia ja liikkumisen rajoitteita, mutta myös heillä korkeampi kestävyyskunto on yhdistetty parempaan valtimoterveuteen (Haapala, Lankhorst, ym., 2017). Lisäksi liikuntaharjoittelulla on havaittu olevan suotuisia vaikutuksia kehon koostumukseen (Braam ym., 2016; Zwinkels ym., 2018). Toisaalta tutkimusnäyttö vaikutuksista esimerkiksi kardiometaboliseen terveyteen ja valtimojäykkyyteen on vähäistä (Zwinkels ym., 2018). Joissakin tutkimuksissa on kuitenkin havaittu, että syöpää sairastavilla lapsilla liikuntaharjoittelulla on positiivisia vaikutuksia fyysisen kuntoon, valtimoiden endoteelin toimintaan ja insuliiniresistenssiin (Braam ym. 2016; Järvelä ym. 2013).

Liikunta saa aikaan samankaltaisia lyhytaikaisia muutoksia tulehdusreaktioita välittävissä merkkiaineissa sekä terveillä henkilöillä että henkilöillä, joilla on tulehduksellisen sairaus. Lyhytaikainen liikunnan aikaansaama tulehdusmerkkiaineiden nousu ei kuitenkaan näytä pahentavan sairautteen liittyvää tulehdustilaa, vaan liikuntaharjoittelu saattaa vähentää tulehdusmerkkiaineiden määrää verenkierrossa. Erityisesti lapsilla tehtyjen tutkimusten määrä on kuitenkin vähäinen (Ploeger, Takken, de Greef, & Timmons, 2009). Liikunnalla voi olla positiivinen vaikutus moniin immuunijärjestelmän parametreihin syöpää sairastavilla (Kruijssen Jaarsma ym. 2013). Fyysisen aktiivisuuden hyöty on tutkimusnäytön rajoitteista huolimatta kuitenkin yleisesti tunnustettu. (Philpott ym. 2010; Riner & Sellhorst 2012; van Brussel ym., 2011).

### **Millaista liikuntaa?**

Pitkäaikaissairaiden lasten liikunnallista elämäntapaa ja hyvää energiatasapainoa tulisi edistää monipuolisesti niin terveydenhuollossa kuin lapsen arjen ympäristöissä – kotona ja päivähoidossa tai koulussa (Trost & Loprinzi 2008; van Brussel ym. 2011; van Sluijs & Kriemler 2016; WHO 2017). Liikunnan olisi hyvä olla säännöllistä ja sisältää sekä kestävyyskuntoa että lihaskuntoa ja liikkuvuutta ylläpitävää ja parantavaa liikuntaa (van Brussel ym. 2011).

Ennen aloittamista liikunnan rajoitteista tulee keskustella ja arvioida niitä yksilöllisesti lapsen sairaus tai vamma huomioiden (Philpott ym. 2010; van Brussel ym. 2011). Eri sairausryhmille on raportoitu myös omia suosituksia, mutta eräitä peruseräitteitä voi noudattaa yleisesti kaikkien tässä artikkelissa mainittujen sairausryhmien liikunnassa. Yleisiä rajoitteita, jotka koskevat kaikkia sairausryhmiä, ovat kuume sekä sairauden hoitotasapainon muutokset tai henkisen tai fyysisen yleistilan lasku. Yleensä korkean riskin urheilulajeja ei suositella ja kontakteja tulee välttää, etenkin jos sairauteen tai hoitoon liittyy alentunut luun mineraalitiheys, verenvuototai-pumus tai keskuslaskimokatetri.

Kirurgisten operaatioiden jälkeen liikunnan rajoitteet tulisi tarkastaa hoitavalta lääkäriltä. Jos yksittäinen liikuntakerta lisää uupumusta merkittävästi, on liikunta ollut teholtaan todennäköisesti liian rasittavaa. Liikunnan ei myöskään tulisi lisätä tai aiheuttaa kipua. Liikunnan sopivuutta voi yksittäisen liikuntakerran aikana arvioida oireperustaisen lähestymistavan mukaan, missä tärkeintä on aina kuunnella lapsen omaa vointia. Pienten lasten kohdalla tämä tarkoittaa sitä, että ennen liikuntaa ja liikunnan aikana tarkkaillaan lapsen yleisvointia, hengitysrytmiä ja rasittuneisuutta. (Peters & Tice 2011; van Brussel ym. 2011). Tietoa erityisryhmien liikunnasta tulisi tarjota terveydenhuollossa ja liikuntaan tulisi kiinnittää huomiota hoitoketjujen eri vaiheissa huomioiden jokaisen yksilölliset toiveet, tarpeet, hoidon vaihe, vointi ja fyysisen kunnon taso.

Aikuiset luovat puitteet lasten liikunnalle, vaikka pienten lasten liikunta onkin pääasiassa omaehtoista. Tarjoamalla monipuolisia liikkumismahdollisuuksia lapset voivat löytää itselleen mieluisan tavan olla aktiivinen ja motoriset perustaidot kehittyvät monipuolisesti. Onnistumisen kokemukset lisäävät minäpystyvyyden tunnetta, jonka tiedetään olevan yhteydessä fyysiseen aktiivisuuteen.

Vanhempien tai läheisten esimerkillä on myös pitkäaikaissairaiden lasten kohdalla suuri merkitys. Tämänhetkisen näkemyksen mukaan ohjattu liikuntaharjoittelu saattaa olla vaikuttavampaa kuin omatoimisuuteen perustuva, koska ohjattuun liikuntaan sitoudutaan usein paremmin. Siksi muun muassa sairaaloihin olisi hyvä saada enemmän mahdollisuuksia niin ohjattuun kuin omatoimiseenkin liikuntaan.

### **EERO A. HAAPALA, FT**

**Lasten ja nuorten liikuntafysiologian dosentti  
Liikuntatieteellinen tiedekunta**

**Jyväskylän yliopisto**

**Biolääketieteen yksikkö**

**Itä-Suomen yliopisto**

**Sähköposti: eero.a.haapala@juu.fi**

### **LOTTA HAMARI, TtT**

**Tutkija**

**Hoitotieteen laitos**

**Turun yliopisto**

**Sähköposti: lotta.hamari@utu.fi**

### **BERT BOND, PhD**

**Lecturer**

**Children's Health and Exercise Research Centre**

**University of Exeter**

**Sähköposti: B.Bond@exeter.ac.uk**

### **TIM TAKKEN, PhD**

**Medical Physiologist**

**Child Development and Exercise Center**

**Wilhelmina Children's Hospital**

**University Medical Center Utrecht**

**Sähköposti: ttakken@umcutrecht.nl**

### **DIMITRIS VLACHOPOULOS, PhD**

**Lecturer**

**Children's Health and Exercise Research Centre**

**University of Exeter**

**Sähköposti: D.Vlachopoulos@exeter.ac.uk**

### **JOHANNA K. IHALAINEN, LitT**

**Tutkijatohtori**

**Liikuntatieteellinen tiedekunta**

**Jyväskylän yliopisto**

**Sähköposti: johanna.k.ihalainen@juu.fi**

## LÄHTEET:

- Armstrong, N., & van Mechelen, W. (toim.).** (2017). Oxford Textbook of Children's Sport and Exercise Medicine (Kolmaspainos.). Oxford: Oxford University Press.
- Armstrong, G.T., Liu, Q., Yasui, Y., Neglia, J.P., Leisenring, W., Robison, L.L. & Mertens, A.C.** (2009) Late mortality among 5-year survivors of childhood cancer: a summary from the Childhood Cancer Survivor Study. *Journal of Clinical Oncology* 27(14), 2328–2338.
- Arroyave, W. D., Clipp, E.C., Miller, P.E., Jones, L.W., Ward, D.S., Bonner, M.J., Rosoff, P.M., Snyder, D.C. & Demark-Wahnefried, W.** (2008) Childhood cancer survivors' perceived barriers to improving exercise and dietary behaviors *Oncology Nursing Forum* 35(1), 121–130.
- Baumann, F.T., Bloch, W. & Beulertz, J.** (2013) Clinical exercise interventions in pediatric oncology: a systematic review. *Pediatric Research* 74(4), 366–374.
- Berenson, G. S., Srinivasan, S. R., Bao, W., Newman, W. P, Tracy, R. E., & Wattigney, W. A.** (1998). Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. *New England Journal of Medicine*, 338(23), 1650–1656.
- Biddle, S. J., Bengeochea, E., & Wiesner, G.** (2017). Sedentary behaviour and adiposity in youth: a systematic review of reviews and analysis of causality. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 28(1):43.
- Braam, K. I., van der Torre, P., Takken, T., Veening, M. A., van Dulmen-den Broeder, E., & Kaspers, G. J.** (2016). Physical exercise training interventions for children and young adults during and after treatment for childhood cancer. *Cochrane Database Systematic Review*, 31;3:CD008796.
- Carlson, S. L., Taylor, N. F., Dodd, K. J., & Shields, N.** (2013). Differences in habitual physical activity levels of young people with cerebral palsy and their typically developing peers: a systematic review. *Disability and Rehabilitation*, 35(8), 647–55.
- Dias, K. A., Green, D. J., Ingul, C. B., Pavey, T. G., & Coombes, J. S.** (2015). Exercise and vascular function in child obesity: A meta-analysis. *Pediatrics*, 136(3), e648–e659.
- Elmesmäri, R., Reilly, J.J., Martin, A. & Paton, J.Y.** (2017) Accelerometer measured levels of moderate-to-vigorous intensity physical activity and sedentary time in children and adolescents with chronic disease: A systematic review and meta-analysis. *PloS One* 12(6), e0179429
- Erlandson, M. C., Kontulainen, S. A., Chilibeck, P. D., Arnold, C. M., Faulkner, R. A., & Baxter-Jones, A. D. G.** (2012). Higher premenarcheal bone mass in elite gymnasts is maintained into young adulthood after long-term retirement from sport: A 14-year follow-up. *Journal of Bone and Mineral Research*, 27(1), 104–110.
- Gotte, M., Kesting, S., Winter, C., Rosenbaum, D. & Boos, J.** (2014) Experience of barriers and motivations for physical activities and exercise during treatment of pediatric patients with cancer. *Pediatric Blood & Cancer* 61(9), 1632–1637.
- Gunter, K., Baxter-Jones, A. D. G., Mirwald, R. L., Almstedt, H., Fuller, A., Durski, S., & Snow, C.** (2008). Jump starting skeletal health: A 4-year longitudinal study assessing the effects of jumping on skeletal development in pre and circum pubertal children. *Bone*, 42(4), 710–718.
- Haapala, E. A., Lankhorst, K., de Groot, J., Zwinkels, M., Verschuren, O., Wittink, H., ... Takken, T.** (2017). The associations of cardiorespiratory fitness, adiposity and sports participation with arterial stiffness in youth with chronic diseases or physical disabilities. *European Journal of Preventive Cardiology*, 24(10), 1102–1111.
- Haapala, E. A., Laukkanen, J. A., Takken, T., Kujala, U. M., & Finni, T.** (2018). Peak oxygen uptake, ventilatory threshold, and arterial stiffness in adolescents. *European Journal of Applied Physiology*, doi: 10.1007/s00421-018-3963-3.
- Haapala, E. A., Väistö, J., Veijalainen, A., Lintu, N., Wiklund, P., Westgate, K., ... Lakka, T. A.** (2017). Associations of objectively measured physical activity and sedentary time with arterial stiffness in pre-pubertal children. *Pediatric Exercise Science*, 29(3), 326–335.
- Halle, M., Korsten-Reck, U., Wolfarth, B., & Berg, A.** (2004). Low-grade systemic inflammation in overweight children: impact of physical fitness. *Exercise Immunology Review*, 10, 66–74.
- Järvelä, L.S., Niinikoski, H., Heinonen, O.J., Lahteenmaki, P.M., Arola, M. & Kempainen, J.** (2013) Endothelial function in long-term survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia: effects of a home-based exercise program. *Pediatric Blood & Cancer* 60(9), 1546–1551.
- Kelley, G. A., Kelley, K. S., & Pate, R. R.** (2014). Effects of exercise on BMI z-score in overweight and obese children and adolescents: a systematic review with meta-analysis. *BMC Pediatrics*, 14, 225.
- Kelsey, M. M., & Zeitler, P. S.** (2016). Insulin resistance of puberty. *Current Diabetes Reports*, 16(7), 64.
- Kimm, S., Glynn, N., Kriska, A., Barton, B., Kronsberg, S., Daniels, S., ... Liu, K.** (2002). Decline in physical activity in black girls and white girls during adolescence. *New England Journal of Medicine*, 347(10), 709–715.
- Kokko, S., & Mehtälä, A.** (2016). Liikuntakäyttäytyminen Suomessa. LIITU-tutkimuksen tuloksia 2016. Helsinki: Valtion liikuntaneuvosto.
- Kotte, E. M. W., Winkler, A. M. F., & Takken, T.** (2013). Fitkids exercise therapy program in the Netherlands. *Pediatric Physical Therapy*, 25(1), 7–13.
- Kriemler, S., Zahner, L., Schindler, C., Meyer, U., Hartmann, T., Hebestreit, H., ... Puder, J. J.** (2010). Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 340, c785.
- Kruisjen-Jaarsma, M., Revesz, D., Bierings, M.B., Buffart, L.M. & Takken, T.** (2013) Effects of exercise on immune function in patients with cancer: a systematic review. *Exercise Immunology Review* 19, 120–143.
- Kvaavik, E., Klepp, K.-I., Tell, G. S., Meyer, H. E., & Batty, G. D.** (2009). Physical Fitness and Physical Activity at Age 13 Years as Predictors of Cardiovascular Disease Risk Factors at Ages 15, 25, 33, and 40 Years: Extended Follow-up of the Oslo Youth Study. *Pediatrics*, 123(1), e80–e86.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O.** (2004). Growth, Maturation, and Physical Activity (toinpainos). Champaign: Human Kinetics.
- McGill, H. C., McMahan, C. a, Herderick, E. E., Malcom, G. T., Tracy, R. E., & Strong, J. P.** (2000). Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(5 Suppl), 1307–1315.
- Mikola, H., Pahkala, K., Niinikoski, H., Rönnemaa, T., Viikari, J. S. A., Jula, A., ... Raitakari, O. T.** (2017). Cardiometabolic determinants of carotid and aortic distensibility from childhood to early adulthood. *Hypertension*, 70(2), 452–460.
- Morris, P. J.** (2008). Physical activity recommendations for children and adolescents with chronic disease. *Current Sports Medicine Reports*, 7(6), 353–358.
- Morrison, J., Laskarzewski, P, Rauh, J., Brookman, R., Mellies, M., Frazer, M., ... Glueck, C.** (1979). Lipids, lipoproteins, and sexual maturation during adolescence: The Princeton maturation study. *Metabolism*, 28(6), 641–649.
- Nechuta, S., Shu, X., Yang, G., Cai, H., Gao, Y.-T., Li, H.-L., ... Zheng, W.** (2015). Adolescent exercise in association with mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer among middle-

aged and older Chinese women. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 24(8), 1270–1276.

**Oliveira, R. S., Barker, A. R., Wilkinson, K. M., Abbott, R. A., & Williams, C. A.** (2017). Is cardiac autonomic function associated with cardiorespiratory fitness and physical activity in children and adolescents? A systematic review of cross-sectional studies. *International Journal of Cardiology*, 236, 113–122.

**Opetus- ja kulttuuriministeriö.** (2016). Tieteelliset perusteet varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suosituksille.

**Paffenbarger, R. J., Wing, A., & Hyde, R.** (1978). Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *American Journal of Epidemiology*, 108(3), 161–175.

**Pahkala, K., Heinonen, O. J., Simell, O., Viikari, J. S., Rönnemaa, T., Niinikoski, H., & Raitakari, O. T.** (2011). Association of physical activity with vascular endothelial function and intima-media thickness. *Circulation*, 124(18), 1956–1963.

**Peters, K. & Tice, J.** (2011) Safety of Physical Therapy Using Symptomatic Blood Value Guidelines in Children Being Treated for Cancer. Doctor of Physical Therapy Research Papers. Paper 10.

**Philpott, J.F., Houghton, K. & Luke, A.** (2010) Physical activity recommendations for children with specific chronic health conditions: juvenile idiopathic arthritis, hemophilia, asthma, and cystic fibrosis. *Clinical Journal of Sport Medicine : Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 20(3), 167–172.

**Physical Activity Guidelines Advisory Committee.** (2008). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington DC: U.S.

**Ploeger, H. E., Takken, T., de Greef, M. H., & Timmons, B. W.** (2009). The effects of acute and chronic exercise on inflammatory markers in children and adults with a chronic inflammatory disease: a systematic review. *Exercise Immunology Review* 15, 6–41.

**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.

**Pradhan, A. D.** (2001). C-reactive protein, interleukin 6, and risk of developing type 2 diabetes mellitus. *JAMA*, 286(3), 327–334.

**Reinehr, T., Wolters, B., Knop, C., Lass, N., & Holl, R. W.** (2015). Strong effect of pubertal status on metabolic health in obese children: A longitudinal study. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 100(1), 301–308.

**Riner, W.F. & Sellhorst, S.H.** (2013) Physical activity and exercise in children with chronic health conditions. *Journal of Sport and Health Science* 2(1), 12–20.

**Ried-Larsen, M., Grøntved, A., Møller, N. C., Larsen, K. T., Froberg, K., & Andersen, L. B.** (2014). 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. *British Journal of Sports Medicine*, 48, 1502–1507.

**Ried-Larsen, M., Grøntved, A., Froberg, K., Ekelund, U., & Andersen, L. B.** (2013). Physical activity intensity and subclinical atherosclerosis in Danish adolescents: The European Youth Heart Study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(3), 168–177.

**Savinainen, S., Lakka, T., Vlachopoulos, D., Sääkslahti, A., Helajärvi, H., Ihalainen, J., ...Haapala, E. A.** (2018). Kasvu, sukupuolinen kypsyminen ja kehitys sekä niiden merkitys liikuntatieteissä. *Liikunta & Tiede*, 55(4), 22–29.

**Sirico, F., Bianco, A., D'Alicandro, G., Castaldo, C., Montagnani, S., Spera, R., ...Nurzynska, D.** (2018). Effects of physical exercise on adiponectin, leptin, and inflammatory markers in childhood obesity: Systematic review and meta-analysis. *Childhood Obesity*, 14(4), 207–217.

**Stary, H. C.** (1989). Evolution and progression of atherosclerosis lesions in coronary arteries of children and young adults. *Arteriosclerosis*, 9, 119–132.

**Strike, K., Mulder, K. & Michael, R.** (2016) Exercise for haemophilia. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 12, CD011180.

**Takken, T., Bongers, B. C., Van Brussel, M., Haapala, E. A., & Hulzebos, E. H. J.** (2017). Cardiopulmonary exercise testing in pediatrics. *Annals of the American Thoracic Society* 14, 123–128.

**Tell, G., Mittelmark, M., & Vellar, O.** (1985). Cholesterol, high density lipoprotein cholesterol and triglycerides during puberty: the Oslo Youth Study. *American Journal of Epidemiology*, 122(5), 750–761.

**Tervo, T., Nordström, P., & Nordström, A.** (2010). Effects of badminton and ice hockey on bone mass in young males: A 12-year follow-up. *Bone*, 47(3), 666–672.

**Trost, S.G. & Loprinzi, P.D.** (2008) Exercise-Promoting healthy lifestyles in children and adolescents. *Journal of ClinicalLipidology* 2(3), 162–168.

**Valtonen, M., Heinonen, O. J., Lakka, T., & Tammelin, T.** (2013). Lapsuusiän liikunnan merkitys – kardiometabolinen näkökulma. *Duodecim*, 1153–1158.

**van Brussel, M., van der Net, J., Hulzebos, E., Helder, P. J. M., & Takken, T.** (2011). The Utrecht approach to exercise in chronic childhood conditions. *Pediatric Physical Therapy*, 23(1), 2–14.

**Veijalainen, A., Tompuri, T., Haapala, E. A., Viitasalo, A., Lintu, N., Väistö, J., ... Lakka, T. A.** (2016). Associations of cardiorespiratory fitness, physical activity, and adiposity with arterial stiffness in children. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 26(8), 943–950

**Vlachopoulos, D., Barker, A. R., Ubago-Guisado, E., Ortega, F. B., Krstrup, P., Metcalf, B., ...Gracia-Marco, L.** (2018). The effect of 12-month participation in osteogenic and non-osteogenic sports on bone development in adolescent male athletes. The PRO-BONE study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(4), 404–409.

**Wolff, I., van Croonenborg, J. J., Kemper, H. C. G., Kostense, P. J., & Twisk, J. W. R.** (1999). The effect of exercise training programs on bone mass: A meta-analysis of published controlled trials in pre- and postmenopausal women. *Osteoporosis International*, 9(1), 1–12.

**van Sluijs, E.M. & Kriemler, S.** (2016) Reflections on physical activity intervention research in young people – dos, don'ts, and critical thoughts. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 13, 25-016-0348-z.

**WHO.** (2017c). Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Physical activity and young people. [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_young\\_people/en/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_young_people/en/) 30.9.2018

**Zhang, F.F., Kelly, M.J., Saltzman, E., Must, A., Roberts, S.B., Parsons, S. K.** (2014) Obesity in pediatric ALL survivors: a meta-analysis. *Pediatrics* 133, 704–15.

**Zwinkels, M., Verschuren, O., Balemans, A., Lankhorst, K., teVelde, S., van Gaalen, L., ...Takken, T.** (2018). Effects of a school-based sports program on physical fitness, physical activity, and cardiometabolic health in youth with physical disabilities: Data from the Sport-2-Stay-Fit Study. *Frontiers in Pediatrics*, 26(6), 75.

