

Eero A. Haapala

Fyysinen aktiivisuus voi tukea oppimista ja koulumenestystä

Kohokohdat

1. Fyysinen aktiivisuus voi edistää kognitiivisia toimintoja ja oppimistuloksia.
2. Lyhytkestoinen fyysinen aktiivisuus lisää tarkkaavuutta, keskittymiskykyä ja työmuistin toimintaa sekä tehtäväsuuntautuneisuutta.
3. Hyvä kestävyyskunto ja motoriset taidot on myös yhdistetty parempaan ja ylipaino heikompaan kognitiiviseen toimintakykyyn ja oppimiseen.

Vain murto-osa lapsista ja nuorista liikkuu terveytensä kannalta riittävästi. Viime vuosikymmenten aikana lasten liikunnan määrä on vähentynyt, motoriset taidot ovat heikentyneet ja ylipainoisuus on lisääntynyt. Viimeaikaiset tutkimustulokset ovat osoittaneet, että fyysisesti passiivisella elämäntavalla voi olla epäsuotuisia vaikutuksia paitsi sydämen ja verenkiertoelimistön terveyteen, myös kognitiivisiin toimintoihin ja oppimistuloksiin. Tämän katsauksen tarkoituksena on kuvata fyysisen aktiivisuuden, kestävyyskunnan, motoristen taitojen ja ylipainon yhteyksiä kognitioon ja oppimistuloksiin lapsilla ja nuorilla.

Fyysinen aktiivisuus on yhdistetty hyviin oppimistuloksiin ja tehokkaaseen toiminnanohjaukseen. Tulokset eivät kuitenkaan ole täysin yhteneväisiä. Liikunta näyttäisi parantavan tarkkaavaisuutta ja keskittymiskykyä myös lapsilla, joilla on ADHD. Tutkimuksia liikunnan, kogniti-

on ja oppimistulosten yhteyksistä lapsilla, joilla on ADHD, on kuitenkin vähän ja niiden tulokset ovat osin ristiriitaisia. Myös hyvällä kestävyyskunnolla ja motorisilla taidoilla näyttäisi olevan positiivinen yhteys oppimistuloksiin ja kognitioon. Ylipainoisuus puolestaan on yhdistetty heikompiin kognitiivisiin toimintoihin ja oppimistuloksiin. Näiden tulosten valossa riittävän ja monipuolisen fyysisen aktiivisuuden turvaaminen voi optimoida akateemisten ja kognitiivisten taitojen kehittymisen lapsuudessa.

Asiasanat: Fyysinen aktiivisuus, fyysinen kunto, lapset, opintomenestys, kognitio

Vähäinen fyysinen aktiivisuus suurentaa lasten ja nuorten riskiä sairastua aikuisina moniin sydämen ja verenkiertoelimistön sekä aineenvaihdunnan sairauksiin (Valtonen, Heinonen, Lakka & Tammelin, 2013). Kuitenkin vain puolet alakouluikäisistä ja

alle viidennes yläkouluikäisistä lapsista ja nuorista liikkuu reippaasti vähintään tunnin päivässä (Tammelin, Laine & Turpeinen, 2013). Viime vuosikymmeninä lasten ja nuorten kestävyyskunto (Tomkinson & Olds, 2007) ja motoriset taidot (Runhaar ym., 2010) ovat huonontuneet ja ylipainisuus on yleistynyt (Kautiainen, Rimpelä, Vikat & Virtanen, 2002; Ogden, Carroll, Kit & Flegal, 2012).

Vähäinen liikunta on yhdistetty myös huonompaan aivojen terveyteen ja kognitiiviseen toimintakykyyn (Gomez-Pinilla & Hillman, 2013), samoin kuin nopeampaan kognitiivisten toimintojen heikentymiseen ja suurempaan dementian riskiin ikääntyessä (Kramer, Erickson & Colcombe, 2006). Lasten ja nuorten osalta tutkimusnäyttö on kuitenkin vielä vähäistä, ja tähän mennessä on julkaistu vain muutamia interventiotutkimusten tuloksia liikunnan vaikutuksista kognitioon ja oppimistuloksiin lapsilla ja nuorilla (Hillman, Erickson & Kramer, 2008).

Tämän katsauksen tarkoituksena on kuvata viimeaikaisten tutkimusten tuloksia fyysisen aktiivisuuden, kestävyyskunnan, motoristen taitojen ja ylipainon yhteyksistä lasten ja nuorten oppimistuloksiin ja kognitiivisiin toimintoihin. Lisäksi tässä katsauksessa kuvataan fyysisen aktiivisuuden yhteyksiä kognitioon ja oppimistuloksiin lapsilla, joilla on aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriö eli ADHD (attention-deficit or hyperactivity disorder).

ADHD on yksi yleisimmistä lapsilla esiintyvistä oireyhtymistä; se on todettu olevan noin viidellä prosentilla lapsista (Penttilä, Rintahaka & Kaltiala-Heino, 2011). Näillä lapsilla havaitaan yleisesti puutteita toiminnanohjauksen eri osaluissa, kuten toiminnan kannalta epäolennaisen ärsyksen poissulkemisessa eli inhibitiossa, työmuistissa, tarkkaavuudessa ja toiminnan suunnittelussa (Willcutt,

Doyle, Nigg, Faraone & Pennington, 2005). ADHD on yhdistetty myös moniin psykososiaalisiin ongelmiin, kuten heikkoon koulutustasoon ja työllistymiseen (Penttilä ym., 2011). Lisäksi lapsuuden ADHD-oireet on yhdistetty suurempaan lihavuuden riskiin teini-iässä (Khalife ym., 2014). Näiden tekijöiden vuoksi ADHD-oireita lievittävien interventioiden tunnistaminen on tärkeää.

AINEISTO JA MENETELMÄT

PubMed-tietokannasta ja kirjoittajan omasta viitetietokannasta tehdyn kirjallisuushaun perusteella tähän katsaukseen valittiin tuoreimpia ja kattavimpia alkuperäis- ja katsausartikkeleja seuraavilla kriteereillä: 1) artikkelissa raportoidaan fyysisen aktiivisuuden, kestävyyskunnan, motoristen taitojen tai ylipainon yhteyksiä kognitioon tai oppimistuloksiin, 2) tutkimuksiin osallistuneet lapset ja nuoret ovat 6–18-vuotiaita ja 3) artikkeli on julkaistu vuoden 1990 jälkeen.

FYYSINEN AKTIIVISUUS, KOGNITIO JA KOULUMENESTYS

Poikkileikkaustutkimuksissa se, että lapsi tai nuori itse ilmoittaa liikkuvansa runsaasti, on yhdistetty lähes poikkeuksetta parempaan koulumenestykseen (Trudeau & Shepard, 2010). Fyysistä aktiivisuutta on mitattu myös objektiivisesti kiihtyvyyssanturimittareilla, joilla pystytään mittaamaan reippaan ja ripeän kestävyystyyppisen liikunnan määrää. Näiden tutkimusten tulokset eivät ole kuitenkaan olleet kaikilta osin yhtenäisiä. Esimerkiksi 10–12-vuotiailla lapsilla objektiivisesti mitattu liikunta ei ole ollut yhteydessä oppimistuloksiin (LeBlanc ym., 2012; Syväoja ym., 2013).

Toisaalta objektiivisesti mitatun rasittavan liikunnan on havaittu olevan yhteydessä parempaan koulumenestykseen 15–16-vuotiailla tytöillä, mutta ei pojilla (Kwak ym., 2009). Tässä tutkimuksessa myöskään vähemmän intensiivisellä liikunnalla ei havaittu yhteyttä koulumenestykseen (Kwak ym., 2009). Boothin ja muiden (2014) tutkimuksessa 11 vuoden iässä objektiivisesti mitattu reipas liikunta oli yhteydessä parempiin oppimistuloksiin 11:n, 13:n ja 16:n vuoden iässä brittiläisillä lapsilla.

Edellä mainituista tutkimuksista vain Syväoja kollegoineen (2013) mittasi liikuntaa sekä subjektiivisesti että objektiivisesti. Heidän tutkimuksessaan vain lasten itse ilmoittama fyysinen aktiivisuus oli yhteydessä parempaan kouluarvosanojen keskiarvoon 12-vuotiailla suomalaislapsilla (Syväoja ym., 2013). Tutkijat spekuloiivat tämän johtuvan siitä, että lasten ilmoittama ja objektiivisesti mitattu fyysinen aktiivisuus kuvaavat erilaisia fyysisen aktiivisuuden tyyppejä, joilla voi olla erilainen yhteys oppimistuloksiin. Kiihtyvyyssanturimittarilla voidaan mitata kestävyystyyppistä aktiivisuutta, mutta ei erilaisia motorisia taitoja vaativaa aktiivisuutta, kuten rullalautailua ja tasapainoilua, joista taas voi kertoa kyselylomakkeessa.

Interventiotutkimusten mukaan liikunnan lisääminen saattaa parantaa koulumenestystä (Haapala, 2012; Trudeau & Shepard, 2010). Donnellyn ja muiden (2009) tutkimuksessa viikoittainen 90 minuutin liikunta-annos koulupäivien sisällä paransi oppimistuloksia lukemisessa, matematiikassa ja oikeinkirjoituksessa kolmen vuoden aikana. Myös 13 viikon interventio, jossa liikuttiin viitenä päivänä viikossa 40 minuuttia, paransi matematiikan oppimistuloksia ylipainoisilla lapsilla (Davis ym., 2011).

Ahamedin ja muiden (2007) tutki-

muksessa oppitunteihin lisättiin 15 minuuttia liikuntaa, mutta tutkijat eivät huomanneet interventio- ja kontrolliryhmän koulumenestyksessä eroa 16 kuukauden seurannan aikana (Ahamed ym., 2007). Myöskään Sallis kollegoineen (1999) ei huomannut liikuntatuntien lisäämisellä olevan selkeää myönteistä vaikutusta oppimistuloksiin.

Fyysisellä aktiivisuudella on havaittu olevan myönteinen vaikutus lasten ja nuorten oppimistulosten taustalla vaikuttaviin kognitiivisiin taitoihin (Lees & Hopkins, 2013; Sibley & Etnier, 2003). Yhdeksän kuukauden intensiivisen liikuntaintervention on osoitettu parantavan työmuistia (Kamijo ym., 2011), inhibitiota ja tarkkaavaisuutta (Chaddock-Heyman ym., 2013). Näissä tutkimuksissa interventior ryhmän lapset osallistuivat vähintään tunnin kestäneeseen liikuntakerhoon jokaisen koulupäivän jälkeen. Lisäksi nämä tutkimukset antavat viitteitä siitä, että fyysinen aktiivisuus tehostaa elektroenkefalografialla (EEG) mitattuja tehtävään valmisteluun liittyviä herätevasteita (event-related potential, ERP) sekä toiminnallisella magneettikuvauksella (fMRI) mitattua aktiivisuutta niillä aivoalueilla, joiden tiedetään liittyvän kognitiiviseen kontrolliin.

Yksittäinen kohtuukuormitteinen ja lyhytkestoinen (20–60 minuuttia) liikuntasuoritus voi parantaa lasten tarkkaavaisuutta, keskittymiskykyä ja työmuistia (Hillman, Kamijo & Scudder, 2011). Esimerkiksi fyysisesti aktiivisen välitunnin sekä oppitunneilla tehtyjen liikuntatuokioiden on havaittu lisäävän tehtävään paneutumista ja keskittymiskykyä teoriapainotteisilla oppitunneilla (Centers for Disease Control and Prevention, 2010; Raspberry ym., 2011). Drollette ja muut (2014) havaitsivat, että 20 minuutin kohtuukuormitteinen kävely paransi erityisesti niiden lasten tarkkaavaisuutta ja keskitty-

miskykyä, joilla ne ennen liikuntaa olivat huonoja.

Yksittäinen lyhytkestoinen liikunta näyttäisi tehostavan myös neuraalista aktiivisuutta kognitiivisen tehtävän aikana. Johdonmukaisimpana löydöksenä on havaittu, että ERP-komponentti P3:n amplitudi, joka kuvaa tehtävään suunnatun tarkkaavuuden määrää, on suurempi liikunnan jälkeen kuin fyysisesti passiivisen ajan jälkeen (Hillman ym., 2011). Joissain tutkimuksissa on myös havaittu, että kognitiivisia haasteita sisältävä liikuntasuoritus, kuten motorisesti haastava liikunta tai pallopelit, voi tehostaa keskittymiskykyä ja työmuistia enemmän kuin kestävyystyypin liikunta (Budde, Voelcker-Rehage, Pietrabyk-Kendziorra, Ribeiro & Tidow, 2008; Pesce, Crova, Cereatti, Casella & Bellucci, 2009).

KESTÄVYYSKUNNON, MOTORISTEN TAITOJEN JA YLIPAINON YHTEYDET KOGNITIOON JA KOULUMENESTYKSEEN

Hyvä kestävyyskunto on yhdistetty parempiin oppimistuloksiin, työmuistiin ja tarkkaavaisuuteen, kognitiiviseen joustavuuteen sekä suurempiin hippokampuksen ja tyvitumakkeiden tilavuuksiin (Haapala, 2013). Hippokampus ja tyvitumakkeet ovat keskeisiä aivorakenteita muistin ja inhibition kannalta. Lisäksi hyvä kestävyyskunto on yhdistetty suurempaan P3-amplitudiin kognitiivisen tehtävän aikana (Haapala, 2013). Kestävyyskunto ei ole kuitenkaan ollut yhteydessä oppimistuloksiin tai kognitioon kaikissa tutkimuksissa (Haapala ym., 2013; Haapala ym., 2014; Kantomaa ym., 2013; Stroth ym., 2009). Suurimmassa osassa tutkimuksista, joissa kestävyyskunnolla ei ole ollut yhteyttä oppimistuloksiin ja kognitioon, kestävyyskuntoa on mitattu

polkupyöräergometritestillä. Näiden tulosten valossa kestävyyskunnan yhteydet kognitioon ja koulumenestykseen saattavat osin selittyä esimerkiksi motorisilla taidoilla tai ylipainolla (Kantomaa ym., 2011; Kantomaa ym., 2013).

Motorinen ja kognitiivinen kehitys kulkevat käsi kädessä (Diamond, 2000). Kehittyneet motoriset taidot mahdollistavat lapselle ympäristön tutkimisen ja runsaan vuorovaikutuksen. Liikkumalla ja tutkimalla lapsi kohtaa uusia ongelmia, joiden ratkaisemiseksi tarvitaan ongelmanratkaisua ja tietoista toimintaa (Iverson, 2010; Kantomaa, Syväoja & Tammelin, 2013). Vuorovaikutuksen lisääntyminen puolestaan edistää kielen kehitystä (Iverson, 2010; Viholainen ym., 2006). Motoriset taidot eivät kuitenkaan kehity itsestään, vaan niiden optimaalinen kehittyminen vaatii harjoittelua eli toisin sanoen liikkumista (Logan, Robinson, Wilson & Lucas, 2012).

Hyvät motoriset taidot, kuten ketteryys, tasapaino ja käden hienomotoriikka, on yhdistetty parempiin oppimistuloksiin sekä kognitiivisiin taitoihin (Haapala, 2013). Haapalan ja kollegoiden (2013) tutkimuksessa havaittiin, että suomalaisilla tytöillä ja pojilla hyvät motoriset taidot, erityisesti ketteryys, ovat yhteydessä parempaan lukutaitoon ja matemaattiseen osaamiseen luokilla 1–3. Hyvät motoriset taidot ovat yhteydessä parempaan koulumenestykseen myös niillä lapsilla, joilla on oppimisen ongelmia (Westendorp, Hartman, Houwen, Smith & Visscher, 2011). Lisäksi Ericssonin ja Karlssonin (2012) tutkimuksessa yhdeksän vuoden motoristen taitojen kehittämiseen tähtäävään interventioon osallistuneet lapset ja nuoret menestyivät paremmin koulussa kuin tavanomaiseen opetukseen osallistuneet.

Ylipaino on yhdistetty heikompaan

toiminnanohjaukseen (Reinert, Poë & Barkin, 2013) sekä oppimistuloksiin (Kamijo ym., 2012). Boothin, Tomporowskin ja muiden (2014) tutkimuksessa tytöt, jotka olivat lihavia 11 vuoden iässä, menestyivät 11-, 13- ja 16-vuotiaina koulussa heikommin kuin normaalipainoiset tytöt. Poikien lihavuudella ei ollut yhteyttä oppimistuloksiin. Joidenkin tutkimusten mukaan ylipainon ja lihavuuden yhteys oppimistuloksiin voi selittyä painoon liittyvällä kiusaamisella (Krukowski ym., 2009) sekä sosioekonomisilla tekijöillä, kuten vanhempien koulutuksella (Datar, Sturm & Magnabosco, 2004).

Lasten liikunta, kestävyyskunto, motoriset taidot ja ylipaino ovat yhteydessä toisiinsa (Stodden ym., 2008). Näiden tekijöiden yhdysvaikutusten yhteyttä kognitioon ja oppimistuloksiin on tutkittu hyvin vähän. Haapalan ja muiden (2014) tutkimuksessa havaittiin, että lapset, jotka kuuluivat alimpaan tai ylimpään kolmannekseen rasvaprosentin mukaan, menestyivät heikommin päättelykykyä mittaavassa Ravenin matriisi-testissä. Tämä tutkimus kuitenkin osoitti, että heikompi päättelykyky havaittiin vain niillä lapsilla, jotka kuuluivat paitsi alimpaan tai ylimpään rasvaprosenttikolmannekseen, mutta myös alimpaan kolmannekseen motorisissa taidoissa. Näiden tulosten perusteella ali- ja ylipainoisuus voi olla epäedullista kognitiolle erityisesti, jos niihin yhdistyvät heikot motoriset taidot.

FYYSINEN AKTIIVISUUS, KOGNITIO JA KOULUMENESTYS LAPSILLA, JOILLA ON ADHD

Päivittäisellä fyysisellä aktiivisuudella saatetaan olla myönteinen vaikutus ADHD:n oireisiin sekä kognitiivisiin toimintoihin, mutta näyttö pitävän johtopäätöksen te-

kemiseksi on vielä riittämätöntä (Gapin, Labban & Etnier, 2011). Yhdessä tutkimuksessa ei löydetty eroa liikuntaintervention osallistuneiden ja kontrolliryhmään kuuluneiden lasten väliltä ADHD:n oireissa (McKune, Pautz & Lomjbard, 2004). McKunen ryhmän (2004) tutkimuksessa kuitenkin havaittiin kehitystä tarkkaavuudessa sekä emotionaalisissa ja motorisissa taidoissa riippumatta siitä, kumpaan ryhmään lapset kuuluivat. Kirjoittajat päättelivät vanhempien ja liikuntaa ohjaavan henkilön aiempaa vahvemman tuen sekä ryhmätoiminnan lievittävän ADHD-oireita. Hoza kumppaneineen (2014) havaitsivat 12 viikon liikuntaintervention vähentävän joitain ADHD oireita, kuten tarkkaamattomuutta. Gabin ja Etnier (2010) havaitsivat runsaamman objektiivisesti mitatun reippaan päivittäisen liikunnan olevan yhteydessä parempaan toiminnan suunnitteluun, mutta yhteyttä työmuistiin, inhibitioon tai prosessointinopeuteen ei havaittu.

Yksittäisen ja lyhytkestoisen liikunnan yhteydet kognitioon ja koulumenestykseen on dokumentoitu tutkimuksin paremmin kuin liikunnallisen elämäntavan vaikutukset ADHD-oireisiin. Kolmenkymmenen minuutin liikuntasuorituksen on havaittu lyhentävän reaktioaikaa ja reaktioajan hajontaa tarkkaavaisuutta ja inhibitiota vaativassa testissä (Medina ym., 2010). Lyhyellä venyttelyharjoituksella ei ollut vastaavaa vaikutusta. Lisäksi liikunta vähensi myös sattumanvaraisten vastausten (reaktioaika alle 100 ms) määrää (Medina ym., 2010).

Pontifex, Saliba, Raine, Picchiatti ja Hillman (2013) tutkivat 20 minuutin kohtuukuormitteisen liikunnan vaikutusta toiminnanohjaukseen normaalisti kehittyvillä lapsilla ja lapsilla, joilla on ADHD. Liikunta paransi lasten inhibitiokykyä riippumatta siitä, oliko lapsella ADHD vai ei. Myös ERP-komponentti P3:n amplitudi

oli suurempi liikunnan kuin fyysisen passiivisuuden jälkeen. Tutkimuksessa kuitenkin havaittiin, että vain ADHD-lasten reaktioaika kasvoi virheellisten vastausten jälkeen ja virheiden havaitsemiseen liitetty ERP-komponentti ERN (Error-Related Negativity) oli heillä pienempi kuin muilla lapsilla fyysisesti passiivisen toiminnan jälkeen, mutta tätä eroa ei havaittu liikunnan jälkeen. Tämä viittaa siihen, että liikunta parantaa toiminnan tarkkailua sekä kompensatiota erityisesti lapsilla, joilla on tarkkaavuuden ongelmia. Liikunta lyhensi myös P3-komponentin latenssia, joka on käänteisesti verrannollinen prosessointinopeuteen. Lisäksi liikunta paransi oppimistestien tuloksia molempien ryhmien lapsilla. Myös Chang ja muut (2012) havaitsivat 30 minuutin kohtuukuormitteen liikunnan voivan parantaa toiminnan ohjausta lapsilla, joilla on ADHD (Chang, Liu, Yu & Lee, 2012).

JOHTOPÄÄTÖKSET

Ihminen on kehittynyt ympäristössä, jossa fyysinen aktiivisuus ja riittävä fyysinen kunto ovat olleet selviytymisen edellytyksiä (Vaynman & Gomez-Pinilla, 2006). Fyysisen aktiivisuuden tarve on kuitenkin vähentynyt yhteiskunnan teknistyessä ja työtä helpottavien apuvälineiden tultua kaikkien saataville. Riittävä fyysinen aktiivisuus näyttäisi kuitenkin olevan pohjana niin sydämen, verenkierron ja aineenvaihdunnan (Valtonen ym., 2013) kuin aivojenkin terveydelle (Hillman ym., 2008). Poikileikkaustutkimuksissa lasten ja nuorten runsas fyysinen aktiivisuus on pääsääntöisesti ollut yhteydessä parempiin kognitiivisiin taitoihin ja oppimistuloksiin. Objektiivisesti mitattu reipas liikunta ei kuitenkaan ole ollut kaikissa tutkimuksissa yhteydessä oppimistuloksiin eikä kaikissa interventi-

otutkimuksissa liikunnan lisääminen ole parantanut oppimistuloksia. Yksittäinen ja lyhytkestoinen liikuntasuoritus näyttäisi parantavan tarkkaavaisuutta ja keskittymiskykyä normaalisti kehittyvillä lapsilla ja lapsilla, joilla on ADHD.

Huolimatta siitä, että joissain tutkimuksissa liikunnalla ei ole ollut myönteistä vaikutusta oppimiseen, lisätty liikunta ei ainakaan heikennä koulumenestystä. Vähäisen liikunnan lisäksi huono kestävyyskunto, heikot motoriset taidot sekä ylipaino on yhdistetty keskimääräistä heikompiin kognitiivisiin kykyihin ja oppimistuloksiin. Näillä tuloksilla on suuri kansanterveydellinen merkitys, sillä lisäämällä lasten liikuntaa voidaan vähentää monien elintapasairauksien riskiä (Valtonen ym., 2013) uhraamatta opintomenestystä.

Suurin osa aikaisemmista tutkimuksista fyysisen aktiivisuuden, kestävyyskunnan ja motoristen taitojen yhteyksistä kognitioon ja oppimistuloksiin on tehty kehittyneissä maissa kuten Yhdysvalloissa, Isossa-Britanniassa ja Suomessa. Näiden tutkimusten valossa erityisesti liikunnalla ja motorisilla taidoilla näyttäisi olevan melko yleismaailmallinen, positiivinen yhteys kognitioon ja oppimistuloksiin.

Kestävyyskunto puolestaan on ollut yhteydessä kognitioon ja oppimistuloksiin vain, kun kestävyyskunnan mittaamiseen on käytetty joko juoksumattotestiä tai juosten tehtyjä kenttätestejä. Polkupyöräergometritestillä mitattu kestävyyskunto ei ole ollut yhteydessä kognitioon ja oppimistuloksiin. Nämä erot saattavat osin selittyä kognition ja oppimistulosten mittaamiseen käytettyjen menetelmien eroavaisuuksilla. Esimerkiksi Haapalan ja kollegoiden (2014) tutkimuksessa käytettiin Ravenin matriisitestistä, joka eroaa muissa tutkimuksissa käytetyistä kognition mitta-reista (esim. Stroop- ja Flanker-testi) siinä,

että vastausaikaa ei ole sidottu tiettyyn aikaikkunaan.

Kestävyyskunto voi olla voimakkaammin yhteydessä sellaisiin kognitiivisiin prosesseihin, joissa vaaditaan nopeaa tietoista prosessointia, tehokasta tarkkaavaisuuden suuntaamista ja inhibitiota, mutta ei päättelykykyä. Toisaalta, esimerkiksi Strothin ja muiden (2009) ja Chaddockin ja muiden (2010) tutkimuksissa käytettiin lähes samanlaista inhibitiotestiä. Erona tutkimusten välillä oli, että Stroth ja muut (2009) käyttivät kestävyyskunnan mittaamiseen polkupyöräergometriä ja Chaddock kollegoineen (2010) juoksumattotestiä. Näistä tutkimuksista vain Chaddockin ryhmän tutkimus osoitti paremman kestävyyskunnan olevan yhteydessä tehokkaampaan inhibitioon. Tämä saattaa viitata siihen, että kestävyyskunto – joka tehostaa sydämen sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön kykyä kuljettaa happea luustolihaksiin ja luustolihaksen kykyä käyttää happea energiantuotannossa – ei ratkaisevasti vaikuta lasten ja nuorten kognitioon ja oppimistuloksiin. Polkupyöräergometritestiä pidetään optimaalisena tapana mitata mekaanista tehoa, mutta muissa aktiviteeteissa sitä on vaikea mitata (Bar-Or & Rowlnad, 2004).

Yksilöiden väliset erot hapenkulutuksessa kävelyn ja juoksun aikana eivät välttämättä johdu sydämen, hengityselimistön ja luustolihaksen kyvystä kuljettaa ja käyttää happea, vaan eroista liikkumistaidoissa ja liikkumisen taloudellisuudessa (Bar-Or & Rowland, 2004). Polkupyöräergometritestissä kehon painon kannattaminen ei vaikuta suoritukseen, toisin kuin juoksutesteissä, joissa ylimääräinen rasvakudos voi heikentää liikkumistaitoja ja taloudellisuutta (American College of Sports Medicine, 2014). Näiden tulosten valossa kestävyyskunnan yhteydet kognitioon ja oppimistuloksiin voivat osin selittyä mo-

torisilla taidoilla tai ylipainolla tai niiden yhdysvaikutuksilla.

Tulokset ylipainon ja lihavuuden yhteyksistä heikkoon kognitioon ja oppimistuloksiin ovat huolestuttavia, sillä lasten ylipainoisuus yleistyy koko ajan. Harvassa tutkimuksessa on kuitenkin selvitetty, mitkä tekijät voisivat olla sekoittamassa ylipainon, kognition ja oppimistulosten yhteyksiä.

Joissain tutkimuksissa vanhempien matalan koulutuksen (Datar ym., 2004) ja lihavuuteen liittyvän kiusaamisen (Krukowski ym., 2009) on havaittu selittävän ylipainoisten lasten heikompia oppimistuloksia. Toisaalta Boothin ryhmän (2014) tutkimuksessa vanhempien koulutuksen huomioiminen ei vaikuttanut lihavuuden ja oppimistulosten välisiin yhteyksiin. Psykososiaalisten mekanismien lisäksi myös motoriset taidot voivat osin selittää, miksi ylipainoisilla lapsilla näyttäisi olevan heikommat kognitiiviset taidot ja oppimistulokset.

Ylipaino ja lihavuus on yhdistetty heikompiin motorisiin perustaitoihin, kuten juoksemiseen, hyppäämiseen ja moniin välineenkäsittelytaitoihin, esimerkiksi kiinni ottamiseen ja heittämiseen (Cliff ym., 2012). Motorisia taitoja ei ole kuitenkaan otettu huomioon aikaisemmissa ylipainon, kognition ja oppimistulosten välisiä yhteyksiä tarkastelleissa tutkimuksissa.

Ryhmämme omissa tutkimuksissa olemme havainneet, että korkean rasvaprosentin yhteys heikompaan kognitioon selittyi juuri motorisilla taidoilla (Haapala, Lindi & Lakka, julkaisematon havainto Lasten liikunta ja ravitsemus -tutkimuksesta). Lisäksi Haapalan ja muiden (2014) tutkimuksessa pojilla, joilla oli sekä korkea rasvaprosentti että heikot motoriset taidot, oli heikompi päättelykyky kuin pojilla, joilla oli keskimääräinen rasvaprosentti ja hyvät motoriset taidot. Lapset, joilla oli hyvät

motoriset taidot mutta kuuluivat eri rasva-prosenttiluokkiin, eivät eronneet kognition suhteen toisistaan.

Näiden alustavien tulosten perusteella ylipaino ja lihavuus eivät ole itsenäinen heikon kognition ja koulumenestyksen riskitekijä, vaan merkki muista kognitiota ja oppimista heikentävistä riskitekijöistä. Näitä tekijöitä voivat olla sosioekonomisten ja psykososiaalisten tekijöiden lisäksi esimerkiksi vähäinen motorisia taitoja kehittävä liikunta ja heikkolaatuinen ruokavalio (Burkhalter & Hillman, 2011).

Mekanismit, joilla fyysinen aktiivisuus vaikuttaa kognition ja oppimiseen, ovat moninaiset ja lapsilla vielä heikosti ymmärretyt. Fyysinen aktiivisuus lisää monien kasvutekijöiden, kuten aivoperäisen hermokasvutekijän, insuliininkaltaisen kasvutekijä-1:n ja endoteelikasvutekijän pitoisuuksia verenkierrossa (Gomez-Pinilla & Hillman, 2013). Näiden kasvutekijöiden on osoitettu suojaavan hermosoluja, säätelevän uusien hermosolujen syntymistä hippokampuksessa, lisäävän näiden uusien hermosolujen selviämistä ja uusien verisuonten syntymistä keskushermostossa sekä edistävän hermosolujen synapsien kestoherkistymistä (long-term potentiation, LTP), joka on muistin neurofysiologinen korrelaatti (Gomez-Pinilla & Hillman, 2013).

Liikunta on keskeinen ympäristön tarjoama oppimisväylä, jossa opitaan paitsi liikunnasta ja omasta itsestä liikkujana, myös toimimaan ryhmässä ja ryhmän sääntöjen mukaan (Kantomaa ym., 2013). Liikunta voi vaikuttaa kognition ja oppimistuloksiin myös psykososiaalisten tekijöiden kautta (Kantomaa ym., 2013). Hyvät motoriset taidot onkin yhdistetty parempiin vertaissuhteisiin koulussa (Livesey, Lum Mow, Toshack & Zheng, 2011), ja vähäinen fyysinen aktiivisuus on yhdistetty myös erilaisiin sosioemotionaa-

lisiin ongelmiin (Kantomaa ym., 2008). Näiden tekijöiden osuutta liikunnan ja oppimisen yhteyden välittäjinä on kuitenkin tutkittu vielä vähän.

Lapsuuden fyysisesti aktiivinen elämäntapa, joka kehittää monipuolisesti kestävyyskuntoa ja motorisia taitoja sekä ehkäisee ylimääräisen rasvakudoksen kertymistä, voi edesauttaa kognitiivisten toimintojen kehittymistä ja tukea oppimista läpi koulutusuran. Lisäksi koulupäivän liikunnallistaminen voi parantaa oppilaiden keskittymiskykyä, tarkkaavaisuutta ja luokkahuonekäyttäytymistä teoriapainotteisilla tunneilla. Tällä saattaa olla suotuisa vaikutus myös oppimistuloksiin. Lisätutkimusta kaivataan erityisesti fyysisen aktiivisuuden, kestävyyskunnan, motoristen taitojen ja ylipainon yhdysvaikutuksista kognition ja oppimistuloksiin.

Kiitokset

Kirjoittaja haluaa esittää lämpimät kiitokset liikuntat. maist. Henna Haapalalle avusta käsikirjoituksen laadinnassa.

Kirjoittajatiedot:

Eero A. Haapala (TtM) toimii tohtorikoulutettavana Itä-Suomen yliopistossa biolääketieteen yksikössä.

LÄHTEET

- Ahamed, Y., Macdonald, H., Reed, K., Naylor, P.-J., Liu-Ambrose, T. & McKay, H. (2007). School-based physical activity does not compromise children's academic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 371–376.
- American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 9. painos. Baltimore, Yhdysvallat: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Bar-Or, O. & Rowland, T. (2002). *Pediatric Exercise Medicine. From Physiologic Principles to Health Care Application*. Champaign, Yhdysvallat: Human Kinetics.

- Booth, J.N., Leary, S.D., Joinson, C., Ness, A.R., Tomporowski, P.D., Boyle, J.M. & Reilly, J.J. (2014). Associations between objectively measured physical activity and academic attainment in adolescents from a UK cohort. *British Journal of Sports Medicine*, 48(3), 265–270.
- Booth, J.N., Tomporowski, P.D., Boyle, J.M.E., Ness, A.R., Joinson, C., Leary, S.D. & Reilly, J.J. (2014). Obesity impairs academic attainment in adolescence: findings from ALSPAC, a UK cohort. *International Journal of Obesity (painossa)*. Doi:10.1038/ijo.2014.40.
- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietrabyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P. & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letters*, 22(2), 219–223.
- Burkhalter, T.M. & Hillman, C.H. (2011). A narrative review of physical activity, nutrition, and obesity to cognition and scholastic performance across the human lifespan. *Advanced Nutrition*, 2, 2015–2065.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2010). The Association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance. Atlanta, GA, Yhdysvallat: Centers for Disease Control and Prevention.
- Chaddock, L., Erickson, K.I., Prakash, R.S., VanPatter, M., Voss, M.W., Pontifex, M.B., Kramer, A.F. (2010). Basal Ganglia volume is associated with aerobic fitness in preadolescent children. *Developmental Neuroscience*, 32, 249–256.
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K.I., Voss, M.W., Knecht, A.M., Pontifex, M.B., Castelli, D.M., Kramer, A.F. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12. Doi:10.3389/fnhum.2013.00072.
- Chang, Y.-K., Liu, S., Yu, H.-H. & Lee, Y.-H. (2012). Effect of acute exercise on executive function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 27(2), 225–237.
- Cliff, D.P., Okely, A.D., Morgan, P.J., Jones, R.A., Steele, J.R. & Baur, L.A. (2012). Proficiency deficiency: mastery of fundamental movement skills and skill components in overweight children. *Obesity*, 20, 1024–1033.
- Datar, A., Sturm, R. & Magnabosco, J.L. (2004). Childhood overweight and academic performance: national study of kindergartners and first-graders. *Obesity Research*, 12(1), 58–68.
- Davis, C., Tomporowski, P., McDowell, J., Austin, B., Miller, P., Yanasak, N., Naglieri, J. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized controlled trial. *Health Psychology*, 30(1), 91–98.
- Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*, 71(1), 44–56.
- Donnelly, J.E., Greene, J.L., Gibson, C.A., Smith, B.K., Washburn, R.A., Sullivan, D.K., Williams, S.L. (2009). Physical Activity Across the Curriculum (PAAC): a randomized controlled trial to promote physical activity and diminish overweight and obesity in elementary school children. *Preventive Medicine*, 49(4), 336–341.
- Drollette, E.S., Scudder, M.R., Raine, L.B., Moore, R.D., Saliba, B.J., Pontifex, M.B. & Hillman, C.H. (2014). Acute exercise facilitates brain function and cognition in children who need it most: An ERP study of individual differences in inhibitory control capacity. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 7, 53–64.
- Ericsson, I. & Karlsson, M.K. (2012). Motor skills and school performance in children with daily physical education in school – a 9-year intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports (painossa)*. Doi:10.1111/j.1600-0838.2012.01458.x.

- Gapin, J. & Etnier, J.L. (2010). The relationship between physical activity and executive function performance in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 32(6), 753–763.
- Gapin, J.I., Labban, J.D. & Etnier, J.L. (2011). The effects of physical activity on attention deficit hyperactivity disorder symptoms: the evidence. *Preventive Medicine*, 52(Suppl 1), 70–74.
- Gomez-Pinilla, F. & Hillman, C. (2013). The influence of exercise on cognitive abilities. *Comprehensive Physiology*, 3, 403–428.
- Haapala, E. (2012). Physical activity, academic performance and cognition in children and adolescents. A systematic review. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 4(1), 147–155.
- Haapala, E.A. (2013). Cardiorespiratory fitness and motor skills in relation to cognition and academic performance in children – a review. *Journal of Human Kinetics*, 36, 55–68.
- Haapala, E.A., Poikkeus, A.-M., Tompuri, T., Kukkonen-Harjula, K., Leppänen, P.H.T., Lindi, V. & Lakka, T.A. (2013). Associations of motor and cardiovascular performance with academic skills in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(5), 1016–1024.
- Haapala, E.A., Tompuri, T., Lintu, N., Laitinen, T., Lindi, V. & Lakka, T.A. (2014). Associations of cardiovascular fitness, motor performance and adiposity with cognition in children. *Abstrakti. Med Sci Sports Exerc* 46(5)(suppl), 169.
- Hillman, C.H., Erickson, K.I. & Kramer, A.F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews. Neuroscience*, 9, 58–65.
- Hillman, C.H., Kamijo, K. & Scudder, M. (2011). A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Preventive Medicine*, 52(Suppl 1), 21–28.
- Hoza, B., Smith, A.L., Shoulberg, E.K., Linnea, K.S., Dorsch, T.E., Blazo, J.A., McCabe, G.P. (2014). A randomized trial examining the effects of aerobic physical activity on attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms in young children. *Journal of Abnormal Child Psychology* (Painossa). DOI 10.1007/s10802-014-9929-y.
- Iverson, J.M. (2010). Developing language in a developing body: the relationship between motor development and language development. *Journal of Child Language*, 37(2), 1–25.
- Kamijo, K., Khan, N.A., Pontifex, M.B., Scudder, M.R., Drollette, E.S., Raine, L.B., Hillman, C.H. (2012). The relation of adiposity to cognitive control and scholastic achievement in preadolescent children. *Obesity*, 20(12), 2406–2411.
- Kamijo, K., Pontifex, M.B., O’Leary, K.C., Scudder, M.R., Wu, C.-T., Castelli, D.M. & Hillman, C.H. (2011). The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental Science*, 14(5), 1046–1058.
- Kantomaa, M.T., Stamatakis, E., Kankaanpää, A., Kaakinen, M., Rodriguez, A., Taanila, A., Tammelin, T. (2013). Physical activity and obesity mediate the association between childhood motor function and adolescents’ academic achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(5), 1917–1922.
- Kantomaa, M., Syväoja, H. & Tammelin, T. (2013). Liikunta – hyödyntämätön voimavara oppimisessa ja opettamisessa? *Liikunta & Tiede*, 50(4), 12–17.
- Kantomaa, M.T., Tammelin, T.H., Ebeling, H.E. & Taanila, A.M. (2011). Suspected motor problems and low preference for active play in childhood are associated with physical inactivity and low fitness in adolescence. *PloS one*, 6(1), e14554.
- Kautiainen, S., Rimpelä, A., Vikat, A. & Virtanen, S.M. (2002). Secular trends in overweight

- and obesity among Finnish adolescents in 1977–1999. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 26(4), 544–552.
- Khalife, N., Kantomaa, M., Glover, V., Tammelinen, T., Laitinen, J., Ebeling, H., Rodriguez, A. (2014). Childhood Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Symptoms are Risk Factors for Obesity and Physical Inactivity in Adolescence. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry* (painossa). Doi:10.1016/j.jaac.2014.01.009.
- Kramer, A.F., Erickson, K.I. & Colcombe, S.J. (2006). Exercise, cognition, and the aging brain. *Journal of Applied Physiology*, 101(4), 1237–42.
- Krukowski, R.A., West, D.S., Philyaw Perez, A., Bursac, Z., Phillips, M.M. & Raczynski, J. M. (2009). Overweight children, weight-based teasing and academic performance. *International Journal of Pediatric Obesity*, 4(4), 274–80.
- Kwak, L., Kremers, S.P.J., Bergman, P., Ruiz, J.R., Rizzo, N.S. & Sjöström, M. (2009). Associations between physical activity, fitness, and academic achievement. *The Journal of Pediatrics*, 155(6), 914–918.
- LeBlanc, M.M., Martin, C.K., Han, H., Newton, R., Sothorn, M., Webber, L.S., Williamson, D.A. (2012). Adiposity and physical activity are not related to academic achievement in school-aged children. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 33(6), 486–94.
- Lees, C. & Hopkins, J. (2013). Effect of aerobic exercise on cognition, academic achievement, and psychosocial function in children: a systematic review of randomized control trials. *Preventing Chronic Disease*, 10(10), E174.
- Livesey, D., Lum Mow, M., Toshack, T. & Zheng, Y. (2011). The relationship between motor performance and peer relations in 9- to 12-year-old children. *Child: Care, Health and Development*, 37(4), 581–588.
- Logan, S.W., Robinson, L.E., Wilson, A.E. & Lucas, W.A. (2012). Getting the fundamentals of movement: a meta-analysis of the effectiveness of motor skill interventions in children. *Child: Care, Health and Development*, 38(3), 305–315.
- McKune, A., Pautz, J. & Lomjard, J. (2004). Behavioural response to exercise in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *South African Journal of Sports Medicine*, 15(3), 17–21.
- Medina, J.A., Netto, T.L.B., Muszkat, M., Medina, A.C., Botter, D., Orbetelli, R., Miranda, M.C. (2010). Exercise impact on sustained attention of ADHD children, methylphenidate effects. *Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 2(1), 49–58.
- Ogden, C.L., Carroll, M.D., Kit, B.K. & Flegal, K.M. (2012). Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents, 1999–2010. *JAMA : The Journal of the American Medical Association*, 307(5), 483–90.
- Penttilä, J., Rintahaka, P. & Kaltiala-Heino, R. (2011). Aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriön merkitys lapsen ja nuoren tulevaisuudelle. *Duodecim*, 127, 1433–1439.
- Pesce, C., Crova, C., Cereatti, L., Casella, R. & Bellucci, M. (2009). Physical activity and mental performance in preadolescents: Effects of acute exercise on free-recall memory. *Mental Health and Physical Activity*, 2(1), 16–22.
- Pontifex, M.B., Saliba, B.J., Raine, L.B., Picchiatti, D.L. & Hillman, C.H. (2013). Exercise improves behavioral, neurocognitive, and scholastic performance in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *The Journal of Pediatrics*, 162(3), 543–51.
- Raspberry, C.N., Lee, S.M., Robin, L., Laris, B.A., Russell, L.A., Coyle, K.K. & Nihiser, A.J. (2011). The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: a systematic review of the literature. *Preventive Medicine*, 52(Suppl 1), 10–20.

- Reinert, K.R.S., Poë, E.K. & Barkin, S.L. (2013). The relationship between executive function and obesity in children and adolescents: a systematic literature review. *Journal of Obesity*, 2013(2). Doi:10.1155/2013/820956.
- Runhaar, J., Collard, D.C.M., Singh, A.S., Kemper, H.C.G., van Mechelen, W. & Chinapaw, M. (2010). Motor fitness in Dutch youth: differences over a 26-year period (1980–2006). *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 323–328.
- Sallis, J., McKenzie, T., Kolody, B., Lewis, M., Marshall, S. & Rosengard, P. (1999). Effects of health-related physical education on academic achievement: project SPARK. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70(2), 127–134.
- Sibley, B.A. & Etnier, J.L. (2003). The relationships between physical activity and cognition in children : a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15(3), 243–256.
- Stodden, D., Goodway, J., Langendorfer, S., Robertson, M., Rudisill, M., Garcia, C. & Garcia, L. (2008). A Developmental Perspective on the Role of Motor Skill Competence in Physical Activity: An Emergent Relationship. *Quest*, 60(2), 290–306.
- Stroth, S., Kubesch, S., Dieterle, K., Ruchsow, M., Heim, R. & Kiefer, M. (2009). Physical fitness, but not acute exercise modulates event-related potential indices for executive control in healthy adolescents. *Brain Research*, 1269, 114–124.
- Syväoja, H.J., Kantomaa, M.T., Ahonen, T., Hakonen, H., Kankaanpää, A. & Tammelin, T.H. (2013). Physical activity, sedentary behavior, and academic performance in Finnish children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(11), 2098–2104.
- Tammelin, T., Laine, K. & Turpeinen, S. (toim.) (2013). *Oppilaiden fyysinen aktiivisuus* (s. 87). Jyväskylä: Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 272.
- Tomkinson, G. & Olds, T. (2007). Secular changes in pediatric aerobic fitness test performance: The global picture. *Medicine and Sport Science*, 50, 46–66.
- Trudeau, F. & Shepard, R. (2010). Relationships of physical activity to brain health and the academic performance of schoolchildren. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 4(2), 138–150.
- Valtonen, M., Heinonen, O.J., Lakka, T. & Tammelin, T. (2013). Lapsuusiän liikunnan merkitys – kardiometabolinen näkökulma. *Duodecim*, 129, 1153–1158.
- Vaynman, S. & Gomez-Pinilla, F. (2006). Revenge of the "sit": How lifestyle impacts neuronal and cognitive health through molecular systems that interface energy metabolism with neuronal plasticity. *Journal of Neuroscience Research* 84, 699–715.
- Viholainen, H., Ahonen, T., Lyytinen, P., Cantell, M., Tolvanen, A. & Lyytinen, H. (2006). Early motor development and later language and reading skills in children at risk of familial dyslexia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(5), 367–373.
- Westendorp, M., Hartman, E., Houwen, S., Smith, J. & Visscher, C. (2011). The relationship between gross motor skills and academic achievement in children with learning disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6), 2773–2779.
- Willcutt, E.G., Doyle, A.E., Nigg, J.T., Faraone, S.V. & Pennington, B.F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1336–1346.