



OPETUSHALLITUS  
UTBILDNINGSSTYRELSEN

Teija Kujala, Christina M. Krause, Nina Sajaniemi,  
Maarit Silvén, Timo Jaakkola & Kari Nyssölä (toim.)

## **AIVOT, OPPIMISEN VALMIUDET JA KOULUNKÄYNTI**

Neuro- ja kognitiotieteellinen näkökulma

TILANNEKATSAUS TAMMIKUU 2012



© Opetushallitus ja tekijät

Muistiot 2012:1

ISBN 978-952-13-5039-9 (pdf)

ISSN-L 1798-8896

ISSN 1798-890X (verkkojulkaisu)

Taitto: Edita Prima Oy/Timo Päivärinta/PSWFolders Oy

[www.oph.fi/julkaisut](http://www.oph.fi/julkaisut)

# SISÄLTÖ

Esipuhe .....	4
Oppimislähtöinen kognitio- ja neurotieteellinen tutkimus koulutuspoliittisesta näkökulmasta <i>Kari Nyyssölä</i> .....	5
Oppimisen palapeli <i>Nina Sajaniemi ja Christina M. Krause</i> .....	8
Aivotutkimuksen näkökulma oppimisen haasteisiin erityisryhmiin kuuluvilla lapsilla <i>Teija Kujala</i> .....	22
Varhaiset kielellisen kehityksen, lukutaidon ja itsesäätelytaidon ennusmerkit yksi- ja kaksikielisillä lapsilla <i>Maarit Silvén</i> .....	34
Liikunta ja koulumenestys <i>Timo Jaakkola</i> .....	53
Johtopäätöksiä <i>Nina Sajaniemi, Christina M. Krause, Teija Kujala, Maarit Silvén, Timo Jaakkola &amp; Kari Nyyssölä</i> .....	64
Kirjoittajat .....	68

# Esipuhe

Aivot säätelevät elämäämme monin tavoin. Ilman pitkälle kehittyneitä aivoja emme olisi ihmislajina olemassa siinä mielessä kuin itsemme ymmärrämme. Näin ollen on aiheellista myös pohtia, miten aivot vaikuttavat oppimiseen.

Tästä nousee esille teemoja, joita käsillä olevassa tilannekatsauksessa tarkastellaan. Aiheina ovat muun muassa oppimisen yleiset edellytykset neuro- ja kognitiotieteellisen tiedon pohjalta, oppimiseen liittyvät ongelmat, kielen kehitys sekä liikunnan merkitys aivoille ja oppimiselle.

Tilannekatsauksen tavoitteena on tuoda laajempaan tietoisuuteen neuro- ja kognitiotieteellisen tutkimuksen havaintoja oppimisesta ja koulunkäynnistä. Lisäksi neuro- ja kognitiotieteellisen näkökulman nostaminen koulutuspoliittiseen keskusteluun antaa mahdollisuuden luoda uudenlaisia näkökulmia koulutuksen kehittämiseen.

Tilannekatsaus toteuttaa osaltaan myös Opetushallituksen strategian mukaista ajattelua, jossa olemassa olevaa tietoa kootaan yhteen, jalostetaan ja tarjotaan päätöksentekijöille sekä erilaisille intressiryhmille helposti hyödynnettävässä muodossa. Tavoitteena on näin vahvistaa tietoperustaisuutta koulutuksen seurannassa, kehittämisessä ja päätöksenteossa.

Helsingissä 31.1.2012

*Petri Pohjonen*  
*Ylijohtaja*

# Oppimislähtöinen kognitio- ja neurotieteellinen tutkimus koulutuspoliittisesta näkökulmasta

*Kari Nyyssölä*

Hyvät oppimisen edellytykset luovat pohjaa tehokkaalle oppimiselle ja määrittävät samalla elinikäisen oppimisen puitteet ja mahdollisuudet. Koulu ajatellaan perinteisesti keskeisimmäksi oppimisen paikaksi. Oppimista tapahtuu kuitenkin myös koulun ulkopuolella, kuten kotona, päivähoidossa, työssä, vapaa-ajalla ja harrastusten parissa. Elinikäisen oppimisen ajattelun mukaisesti oppimisen kenttä on laajentunut horisontaalisesti ja koulukeskeisen oppimisympäristön ohella puhutaan informaaleista ja nonformaaleista oppimisympäristöistä.

Samalla tavoin koulutus- ja kasvatustieteiden tutkimus on laajentunut tarkastelemaan koulun, pedagogiikan ja opetus suunnitelmien lisäksi myös oppimiseen ja koulunkäyntiin liittyviä kognitiotieteellisiä, neurotieteellisiä ja fysiologisia teemoja. Oppimista säätelee luokkahuoneessa tapahtuvan toiminnan ohella myös se, mitä tapahtuu oppilaiden itsesäätelyssä, aivojen toiminnassa ja kehon hallinnassa. Lisäksi kognitio- ja neurotieteelliset prosessit määrittävät elinikäisen oppimisen edellytyksiä jo huomattavasti ennen kouluikää, jopa sikiövaiheessa.

Tällainen tutkimusparadigmaattinen muutos tuo koulutuspoliittiseen päätöksentekoon sekä koulutuksen kehittämiseen uudenlaisia lähestymistapoja. Oppimiseen ja koulutusjärjestelmään liittyvä tietoperusta kattaa kasvatustieteellisen tutkimuksen ohella yhä enemmän kognitio- ja neurotieteen, psykologian ja yhteiskuntatieteiden tutkimusalat. Näin ajateltuna oppimisprosessin luokkahuonekonteksti välittyy yksilötasolla entistä enemmän neuro- ja biokemiallisten prosessien suuntaan. Samalla oppiminen ymmärretään yhä laajemmalti yhteiskunnalliseksi prosessiksi, jota säätelevät taloudelliset, yhteiskuntapolitiittiset ja globaalit ilmiöt. Kiteytettynä voidaan todeta, että tutkimus seuraa näin myös omalta osaltaan elinikäisen oppimisen ajattelua, jossa oppiminen ymmärretään yksilöön, koulutus- ja kasvatustieteiden ja yhteiskuntaan sidoksissa olevaksi laajalajiseksi prosessiksi.

Tässä tilannekatsauksessa tarkastellaan aivojen ja oppimisen välistä suhdetta kognitio- ja neurotieteellisestä näkökulmasta. Teemoina ovat aivojen kehittyminen ja siihen liittyvät ilmiöt oppimisen kannalta, oppimiseen liittyvät ongelmat, kielen kehittyminen sekä liikunnan merkitys aivoille ja oppimiselle. Nämä teemat ovat oppimisen kannalta tärkeitä, ja ne sivuavat myös koulutuspoliittisia tavoitteita.

Tilannekatsauksesta käy muun muassa ilmi, että sosiaalinen vuorovaikutus on aivojen kehityksen kannalta välttämätöntä. Aivot kehittyvät nopeasti ensimmäisinä elinvuosina, mutta neurobiologisesti aivot kypsyvät vasta aikuisiän kynnyksellä, ja vieläpä niin, että sosiaalista kanssakäymistä ja vuorovaikutusta säätelevä aivojen etuosa kehittyy viimeisenä. Tämä auttaa selittämään kouluikäisten eriasteisia käyttäytymisongelmia niin koulussa kuin sen ulkopuolellakin.

Toisaalta keskeistä on myös havaita, että lapsen ja kasvattajan välisellä oikeanlaisella vuorovaikutuksella jo kotona ja päivähoidon piirissä voidaan ennaltaehkäistä ongelmien syntyä ja hillitä ongelmakäyttäytymistä. Tämä ajattelutapa on linjassa vuosille 2011–2016 laaditun Koulutuksen ja tutkimuksen kehittämissuunnitelman kanssa, jossa on otettu tavoitteeksi vahvistaa koulua oppilaiden emotionaalisten ja sosiaalisten taitojen kehittäjänä sekä tukea oppilaiden ja opiskelijoiden osallisuutta ja yhteisöllisyyttä. Samaan tavoitteistoon kuuluvat myös koulukiusaamisen vähentäminen sekä suvaitsevaisuus- ja tapakasvatuksen lisääminen.

Oppimiseen voi liittyä muitakin kognitio- ja neurotieteellisiä ongelmia. Esimerkiksi kehitykselliset lukihäiriöt johtuvat usein aivojen perinnöllisestä poikkeavasta toiminnasta. Monet erilaiset kehityshäiriöt eivät siis välttämättä johdu puutteellisesta tai ongelmallisesta kasvuympäristöstä, vaan niiden taustalla saattavat olla neurobiologiset tekijät. Oleellisia kehittämiskohteita ovatkin erilaisten häiriöiden varhaiseen puuttumiseen ja oikeanlaiseen diagnosointiin tähtäävät toimet.

Koulutuspoliittisesta näkökulmasta neuro- ja kognitiotieteellisten tutkimustulosten hyödyntämisellä sekä varhaisella puuttumisella voidaan vähentää yksilöiden kokemaa pahoinvointia, parantaa oppimisedellytyksiä ja elämänlaatua sekä pienentää yhteiskunnalle koituvia kustannuksia syrjäytymisen ja muiden ongelmien vähenemisen kautta. Tätä ajattelua tukee myös vuonna 2011 voimaan astunut tehostettua ja erityistä tukea koskeva perusopetuslain muutos, jonka tavoitteena on vahvistaa oppilaalle suunnitelmallisesti ja oikea-aikaisesti annettavaa varhaista sekä ennalta ehkäisevää oppimisen ja kasvun tukea.

Kognitiiviseen ja sosiaaliseen kehitykseen kuuluu oleellisesti kielen oppiminen. Siihen liittyy erilaisia kehitysvaiheita, ja ne voivat poiketa riippuen siitä, onko kyseessä yksitai monikielinen kasvuympäristö. Koulujärjestelmän kannalta tähän liittyy luonnollisesti maahanmuuttajataustaisten lasten kielellisten valmiuksien tukeminen niin varhaiskasvatuksen kuin perusopetuksen keinoin. Toisaalta koulutuksen kehittämisen kannalta kyse on laajemmin myös siitä, miten kielen oppiminen ja sen kehitys liittyvät esimerkiksi lukemaan oppimiseen. Kognitio- ja neurotieteellisen tutkimuksen avulla voidaan luoda näköaloja muun muassa sille, miten varhaiseen kielen oppimiseen liittyvät teemat ja mahdolliset ongelmat voidaan ottaa huomioon esimerkiksi esiopetuksen ja perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteissa.

Myös liikunta ja liikunnallisuus ovat tärkeitä aivojen kehitykselle ja sitä kautta oppimisen edellytysten vahvistumiselle. Näin liikunnan merkitys saa uudenlaisen ulottuvuuden, jossa fyysisen suorituskyvyn ja hyvinvoinnin ohella korostuu oppimisen ja kognitiivisten suoritusten parantuminen.

Kaiken kaikkiaan kognitiotieteellinen ja neurotieteellinen tutkimus avaa uusia mahdollisuuksia ja näkökulmia koulutuksen kehittämiseen. Toisaalta siihen liittyy haasteita, jotka liittyvät esimerkiksi tutkimustulosten yleistettävyyteen, tutkimusasetelmien ja koetilanteiden laboratoriolähtöisyyteen sekä tieteenalojen erilaisiin käsitteistöihin. Kognitio- ja neurotieteellisestä tutkimuksesta saattaa kuitenkin olla huomattavaa hyötyä koulutuspoliittisille päätöksentekijöille ja koulutusalan ammattilaisille. Tämä vuoksi käsillä olevalle tilannekatsaukselle on olemassa selkeä tarve.

Tilannekatsauksen runkona on neljä artikkelia, joiden kirjoittamisesta vastaavat koulutukseen liittyvän neuro- ja kognitiotieteellisen tutkimuksen asiantuntijat. Nina Sajaniemi

ja Christina M. Krause tarkastelevat artikkelissaan oppimiseen liittyviä yleisiä edellytyksiä neuro- ja kognitiotieteellisen tiedon pohjalta. Teemoina ovat muun muassa oppimisen neuraalinen perusta, valpastumisjärjestelmä, sosiaalisuuden merkitys ja oppimisen herkyykskaudet. Teija Kujalan aiheena on aivotutkimuksellinen näkökulma erityisryhmillä, joista tarkastelun kohteena ovat lukihäiriöiset, tarkkaavaisuushäiriöiset ja erityislahjakkaat lapset. Lisäksi artikkelissa tarkastellaan yleisellä tasolla lasta oppimisen näkökulmasta. Maarit Silvén valottaa alle kouluikäisten lasten kielen kehitystä. Hänen artikkelissaan käsitellään kielelliseen kehitykseen, lukutaitoon sekä itsesäätelyyn vaikuttavia tekijöitä yksi- ja kaksikielisillä lapsilla. Timo Jaakkolan artikkelissa tarkastellaan liikunnan ja oppimisen välistä suhdetta, johon on tuotu myös aivotutkimuksellinen näkökulma. Teemoina ovat muun muassa fyysinen kunto kognitiivisen ja akateemisen suoriutumisen kannalta, välituntiliikunnan merkitys oppimiselle sekä luokkahuoneen liikunnallistaminen.

Tilannekasauksen tavoitteena on yhtäältä tehdä tutuksi oppimislähtöistä kognitio- ja neurotieteellistä tutkimusta sekä toisaalta luoda edellytyksiä tutkijoiden, päättäjien ja käytännön koulutyötä tekevien verkostoitumiselle. Jotta ymmärtäisimme aivoja paremmin, meidän on opittava entistä paremmin käyttämään niitä yhdessä. Tämä tilannekatsaus on toivottavasti askel tähän suuntaan.

# Oppimisen palapeli

*Nina Sajaniemi ja Christina M. Krause*

## Johdanto

Ihminen on elämänsä alusta lähtien utelias, leikillinen, luova ja tavoitteellinen. Hänellä on myötäsytynäinen halu oppia toimimaan itseään ympäröivässä kulttuurisessa maailmassa. Myötäsytynäiset, evoluution herkeistämät havaintovalmiudet virittävät ihmisyksilön kiinnittymään heti syntymästä sosiaaliseen vuorovaikutukseen ja etsimään merkityksiä sen kautta. Oppiminen on alusta lähtien vuorovaikutuksellinen prosessi, jossa oppimista, kehittymistä ja kypsymistä tapahtuu koko ajan. Aivojen kehityksessä jokainen hetki ja jokainen kohtaaminen on tärkeä. Aikuisten vastuulla on huolehtia siitä, että lapsen hetket täyttyvät merkityksistä. Lapsi toimii ympäröivässä maailmassa eloisasti ja aloitteellisesti, ja hän kiinnittää huomiota esineellisessä maailmassa havaitsemiinsa käyttötarkoituksiin. Lapsen aloitteiden havaitseminen ja niiden vahvistaminen on ensiarvoista kulttuurisessa oppimisessa.

Tämän päivän maailmassa eläminen on monella tavalla haastavaa. Työelämän vaatimukset ovat kasvaneet, ja ihmiseltä vaaditaan yhä monimutkaisempia taitoja. Globalisoituvassa tietoyhteiskunnassa ihmisen aivoihin virtaa informaatiota enemmän kuin koskaan ennen ja tietoa käsittelevät aivojärjestelmät ovat vaarassa ylikuormittua. Jatkuva ylikuormittuminen yhdistettynä vähäisiin sopeutumiskeinoihin heikentää hyvinvointia ja johtaa helposti myös elämänhallinnan menettämiseen. Työn ja elämän uupumuksesta aiheutuneet mielenterveyden häiriöt ovat tämän päivän Suomessa suurin yksittäinen sairaseläkkeelle jäämisen ja syrjäytymisen syy. Ylikuormittumisesta johtuvan hallitsemattoman stressin tiedetään olevan monien oppimisen ongelmien kuten tarkkaavaisuushäiriöiden taustalla (Fonagy, 2011).

Kasvatuksen ja koulutuksen yhtenä tavoitteena tulisi olla elämänhallinnan taitojen vahvistaminen. Se on sekä yksilön että yhteiskunnan tulevaisuuden kannalta tärkeämpää kuin yksittäisten tietojen tai taitojen oppiminen. Elämänhallinta merkitsee muun muassa kykyä malittaa mieltä, keskittää ajatuksia, sietää pettymyksiä ja löytää luovia ratkaisuja. Nämä kyvyt eivät ole myötäsytynäisiä. Ne opitaan merkityksellisissä vuorovaikutussuhteissa, ja niitä voi ja täytyy opettaa. Stressin säätelyn vahvistaminen on tärkeä osa elämänhallinnan opettamista.

Tässä artikkelissa käsitellään oppimisen perusteita sekä sitä, mitä oppimisessa tapahtuu ja mitkä ovat oppimisen ehdot. Oppimisen ilmiöitä käsitellään kehityksellisenä, koko elin-kaaren ajan jatkuvana prosessina. Artikkelissa kuvataan stressin säätelyn tärkeyttä sekä motivaation ja emootioiden ensisijaisuutta tietoisessa oppimisessa. Artikkelissa painotetaan vuorovaikutuksen ja tavoitteellisen toiminnan keskeisyyttä kulttuuristen merkitysten ja artefaktien sisäistymisessä. Lisäksi kuvataan liikunnan osuutta aivojen virittämisessä ja oppimisessa.



## Lyhyt katsaus oppimisen neuraaliseen perustaan

Aivot, keho ja hermosolut toimivat bioelektrokemiallisena systeeminä, jossa jokainen yksittäinen hermosolu (neuroni) on yhteydessä jopa tuhansiin muihin neuroneihin. Hermosolun toimintaa säätelevät yksinkertaiset sähköbioelektrokemialliset periaatteet. Jokainen hermosolu toimii on-off-periaatteella: viesti joko välitetään edelleen tai sitten ei. Yksittäinen hermosolu saa jonkinlaisen syötteen toiselta tai useilta toisilta hermosoluilta, ja tämän seurauksena viesti joko jatkuu tai ei. Satojen miljardien solujen toimiessa toistuvasti yhdessä vakiintuvat ne kytkennät, jotka tuottavat yksilön muistin ja muistot, tietoisuuden, käsitteet, kielen ja tunteet. Vakiintumista tapahtuu, kun toistuva aktivoituminen aiheuttaa pysyvän muutoksen solujen toiminnassa ja niiden välisissä liitospinnoissa eli synapseissa. Hermosolutasoinen toiminta on ärsykeriippuvaista, ja sitä ohjaa vuorovaikutus ympäristön kanssa. Olemassaolon keskeisiä biologisia prosesseja aivoissa voidaan kuvata käsitteillä oppiminen, muistaminen ja unohtaminen (esim. Squire ym., 1999).

Neurotieteessä tunnustetaan kaksi oppimisen tapaa: assosiatiivinen ja ei-assosiatiivinen oppiminen. Assosiatiivista oppimista tapahtuu silloin, kun hermosolu saa samanaikaisia syötteitä useammasta hermosolusta ja saatuaan niitä riittävän määrän myös kuljettaa viestejä eteenpäin. Ei-assosiatiivisella oppimisella tarkoitetaan joko habituaatiota (tottumista, väsymistä) tai sensitaatiota (herkistymistä). Ei-assosiatiivinen oppiminen tarkoittaa sitä, että hermosolu tottuu saamaansa syötteeseen sen toistuessa samankaltaisena eikä enää välitä viestiä eteenpäin. Herkistyminen puolestaan merkitsee sitä, että hermosolu herkistyy tietynlaiselle syötteelle ja lähettää viestiä eteenpäin pienimmästäkin syötteestä. Solutasolla nämä neurobiologiset mekanismit ovat samat eläimillä ja ihmisillä. Nämä oppimisen hermostolliset ja varsin yksinkertaiset perusmekanismit heijastuvat myös käyttäytymisen tasolla: esimerkiksi klassinen ehdollistuminen on yksi assosiatiivisen oppimisen muotoja. Oppimisen perusmuodot ovat samat kaikilla eläinlajeilla, mutta eroja on havaittavissa muun muassa sen suhteen, millaisia asioita voidaan oppia ehdollistumalla ja minkälaisia asioita pidetään palkitsevina (tai rankaisuuksina) (esim. Parker, 2002).

Koulumaailmassa oppimisen perusmekanismit heijastuvat monelle eri tasolle. Assosiatiivinen oppiminen liittyy siihen, että aikaisemmin koettu vaikuttaa uuden tiedon omaksumiseen. Esimerkiksi mitä enemmän oppilaalla on positiivisia kokemuksia oppimislanteista, sitä myönteisemmin hän suhtautuu oppimisessa vastaan tuleviin haasteisiin. Tieto tulevasta oivaltamisen ja onnistumisen palkitsevuudesta kytkeytyy vaivannäköön ja yrittämiseen. Ei-assosiatiivisessa oppimisessa oppilas voi herkistyä erilaisille palautteille ja luokkahuoneen emotionaalisille viesteille. Myös toistaminen ja harjoittelu herkistävät hermosolujen välisiä yhteyksiä. Riittävästi herkistyttyään hermosolujen väliset yhteydet aktivoituvat vähäisestäkin ärsykkeestä, jolloin informaatiovirta kulkee ikään kuin itseltään ja oppiminen on automatisoitunut.

Oppiminen merkitsee pysyvää muutosta hermoverkkojen toiminnassa. Tiedonkäsittely aiheuttaa muutoksia synapsien toiminnassa, ja näitä muutoksia voidaan kuvata sanalla muistijälki. Muutokset eivät kuitenkaan näy aivojen rakenteessa, eikä aivoissa ole erityisiä muistikeskuksia. Muistia tai muistoja ei voida sijoittaa mihinkään tiettyyn kohtaan aivoissa, vaan muisti on laskennallisesti valtava, monimutkainen, päällekkäinen ja hajautettu prosessi. Kaikki oppimiseen ja muistamiseen liittyvä tapahtuu hermosoluissa ja niiden välisissä kytkennöissä. Oppiminen on jo olemassa olevan aivotoiminnan muotoutumista, jota tapahtuu läpi koko elämän. Aivokudoksen jatkuvasti muuttuvaan toimintaan

tallentuu informaatiota, ja hermosolujen synapsien välisiä muovautuvia kytkeämuutoksia kutsutaan pitkäkestoiseksi muistiksi (esim. Eichenbaum, 2002).

Oppimisella on biologisia rajoituksia, koska kaikki aivojen järjestelmät eivät ole yhtä plastisia. Monella järjestelmällä on oma herkkyyskautensa, jonka jälkeen toimintojen oppiminen eli aivojen muotoutuvuus ei ole enää yhtä luonnollista tai helppoa. Yksilöiden välinen vaihtelu on kuitenkin suurta. Hermoverkkojen kehityksellisen muovautuvuuden aikataulu ja oppimisen herkkyyskaudet ovat biologisesti, joko yksilönkehityksen tai evoluution kannalta, merkityksellisiä. Vaikka aivojen muovautuvuus osittain vähenee iän myötä, plastisuus aivojen ominaisuutena säilyy ainakin osittain koko elämänkaaren ajan.

Aivojen alueista hippokampus on oppimisessa ja muistamisessa välttämätön, ja LTP (long term potentiation eli kestopotentialistuminen) tapahtuu etenkin siellä (Dudai, 1989). LTP:lla tarkoitetaan hermosolujen oppimista välittävää biokemiallista solumekanismia, jossa hermosolun reagointi syötteisiin lisääntyy. Tämä ilmiö muodostuu jo muutamassa sekunnissa ja voi kestää päiviä ja jopa viikkoja (ehkä vielä kauemminkin). Esimerkiksi väärin opitun suorituksen poisoppiminen on hankalaa ja toisaalta yksittäinen traumaattinen kokemus tarkkoine yksityiskohtineen (mutta myös väärine muistoineen) saattaa jäädä muistiin koko loppuikäksi.

Seuraavassa luvussa kuvataan aivojen ja kehon yhteistä valpastumisjärjestelmää, joka on tiiviissä, toiminnallisessa yhteydessä hippokampuksen alueisiin. Pitkään jatkuneet häiriöt valpastumisjärjestelmän säätelyssä voivat aiheuttaa solutuhoa hippokampuksen alueilla, josta on vakavia seurauksia muistille ja oppimiselle (Meaney, 2010). Valpastumisjärjestelmän häiriöinen toiminta varhaisvuosien aikana haittaa aivojen normaalia kypsyamisprosessia, ja sen tiedetään olevan yhteydessä oppimisprosessia haittaaviin kehityksellisiin erityisvaikeuksiin kuten tarkkaavaisuushäiriöihin (Fonagy, 2011).

## Valpastumisjärjestelmä

Yksilön kehitys ja oppiminen on hermoston jatkuvaa sopeutumista vallitsevaan ärsykeympäristöön (Meaney, 2010). Sopeutumisen ytimessä on kaikille elollisille olennoille elintärkeä biologinen valpastumisjärjestelmä, joka aktivoituu kaikista elimistön tasapainotilaa eli homeostaasia uhkaavista ärsykkeistä (Gunnar, 2007). Yksilön ja ympäristön suhdetta jatkuvasti valvova valpastumisjärjestelmä tunnistaa ennen kokemattomat, äkilliset, voimakkaat ja ylipäänsä odotuksista poikkeavat ärsykkeet ja pitää niitä mahdollisena uhkana. Se laukaisee neurobiokemiallisen, elimistön normaalin ja tarkoituksenmukaisen vasteen eli stressireaktion, joka auttaa sopeutumaan muuttuneeseen tilanteeseen ja johtaa tasapainotilan palautumiseen. Ongelmia syntyy, jos uhka on liian voimakas tai pitkäkestoinen suhteessa yksilön kykyyn säädellä stressireaktioitaan.

Uhkaärsykkeiden vaikutus välittyy elimistössä kahden mekanismin kautta. Autonomisen hermoston sympaattinen osa (sympatiko-adreno-medullaarinen radasto, SAM) vastaa nopeasta vasteesta erittämällä adrenaliinia ja noradrenaliinia. Stressivasteen pitkäaikaisesta säätelystä vastaa hypothalamus-aivolisäke-lisämunuaiskuoriakselin (HPA) toiminta kortisolien kautta. Aivoilla on merkittävä rooli HPA-akselin toiminnan säätelyssä, ja keskeisiä alueita tässä suhteessa ovat manteliumake, hippokampus ja etuotsalohko. Nämä alueet ovat erityisen tärkeitä myös muistissa ja oppimisessa.

Aivorungon alueella sijaitsevat tumakkeet vastaavat peruselintoimintojen säätelystä ja stressireaktioiden syttymisestä koko elinkaaren ajan. Aivorungon tasoiset stressireaktiot ovat suoria vasteita uhkaärsykkeille, ja ne muodostuvat ilman tietoista harkintaa. Aivorungossa sijaitseva manteliumake aktivoituu välittömästi, kun muutos yksilön sisäisessä tai ulkoisessa aistiympäristössä on riittävän voimakas. Manteliumakkeen aktivoituminen käynnistää automaattisesti HPA-akselin toiminnan ja stressivasteen. Aivotoiminnan kypsyydessä näiden reaktioiden säätely tulee kuitenkin mahdolliseksi ja ihminen oppii hallitsemaan omaa biologiaansa (Gunnar, 2007).

Alle kouluikäisen lapsen mahdollisuudet säädellä omia stressireaktioitaan ovat vähäiset, ja hän tarvitsee ulkoista säätelyapua oppiakseen hallitsemaan stressin tason vaihteluita. Sensitiivinen, oikea-aikainen ja tyyntävä reagointi lapsen tasapainon horjumista ilmaiseviin viesteihin auttaa lasta vähitellen ymmärtämään, että manteliumakkeen hälytyksen aiheuttaja ei ole läheskään aina todellinen uhka. Aivorungon tasoinen perusbiologia rekisteröi esimerkiksi uudet ja ennen kokemattomat asiat potentiaalisiksi uhaksi. Aikuisen tehtävänä on tyyntää lasta ja rohkaista häntä suuntautumaan kohti uutta siitä huolimatta, että stressijärjestelmä on hälytystilassa. Sensitiivisen aikuisen kannattelemana lapsi oppii, että jännittävän ja ehkä pelottavankin haasteen kohtaaminen voi olla palkitsevaa.

Voimakkaiden, toistuvien ja pitkäkestoisten stressireaktioiden seurauksena stressihormonin eli kortisolin taso pysyy korkeana liian kauan. Kortisoli ja muut neurokemialliset yhdisteet vaikuttavat osaltaan aivojen kehittymiseen, ja kohonneiden kortisolipitoisuuksien tiedetään haittaavan aivojen normaalia toiminnallista kypsymistä (Gunnar, 2007). Liian korkeana pysyvät kortisolipitoisuudet heikentävät stressin säätelyä, ja elimistö pysyy hälytystilassa (Lupien ym., 2009). Pitkittynyt hälytystila lisää manteliumakkeen reagointiherkkyyttä, jolloin yhä vähäisemmät muutokset aistiympäristössä alkavat merkitä vaaraa. Varmistaakseen olemassaolonsa ja minimoidakseen potentiaaliset uhkaärsykkeet yksilö ohjautuu kaventamaan havaitsemisen ja toimimisen aluetta, ja kokemukset ympäristön hallinnasta jäävät vähäisiksi.

Lapsen tarpeille virittynyt vuorovaikutus on välttämätön ehto aivorungon yläpuolelle sijoittuvien kattorakenteiden eli limbisten rakenteiden toiminnalliselle jäsentymiselle. Vuorovaikutuksessa jaetut tunnevaltaiset kokemukset yhdessä toimimisesta hermistävät limbisten rakenteiden hermoverkostoja kytkemään tapahtuman, tunnelman ja yksityiskohdat toisiinsa tavalla, jonka myöhemmät kokemukset aktivoivat vähäisinkin samankaltaisuuden perusteella (Schore, 2001). Mitä enemmän lapsella on positiivisia kokemuksia yhdessä toimimisesta ja siihen liittyvästä kiihtymyksen ja tyyntymisen vuorottelusta, sitä valmiimpi hän on kohtaamaan tulevia haasteita (Schore, 2008). Aistiympäristössä havaitut muutokset eivät merkitse vaaraa vaan mahdollisuuksia ja iloa.

## **Sosiaalinen ainutlaatuisuus**

Kasvokkaiset vuorovaikutusepisodit ovat korkeasti aktivoivia ja tunnevaltaisia, ja niihin sisältyy runsas määrä sekä kognitiivista että sosiaalista informaatiota. Ne ovat lähtökohtana sosiaalisen leikin ja sitä kautta ajattelun, kielen ja sosiaalisten taitojen toisiinsa kietoutumiselle kehittyä. Kasvokkainen kommunikaatio on kuulonvaraisten ja näönvaraisten ärsykkeiden dialogia, jossa molemmat osapuolet sulautuvat toistensa emotionaalisiin tiloihin ja sopeuttavat sosiaalisen tarkkaavaisuutensa, viestiensä määrän ja vireytensä toisen palautteisiin (Schore, 2001). Informaatioteknologian mahdollistamasta virtuaali-

sesta kanssakäymisestä huolimatta inhimillinen kontakti on välttämätöntä esimerkiksi oppimisessa, joka on vahvasti sosiaalinen tapahtuma.

Ihminen on sosiaalisuudessaan ainutlaatuinen ja on elämän alusta lähtien vahvasti viritynyt vuorovaikutukseen toisten kanssa. Ihmisaivoissa on erityisiä alueita, jotka ovat herkistyneet käsittelemään sosiaalista tietoa. Näiden alueiden toimintavalmius on havaittavissa jo vastasyntyneillä, ja sosiaaliset kokemukset muovaavat niitä läpi koko elämän. Osoituksena synnynnäisistä toimintavalmiuksista on esimerkiksi se, että vastasyntynyt kohdistaa tarkkaavaisuutensa erityisesti kasvoihin ja niitä muistuttaviin ärsykkeisiin (Trevarthen, 2011a). Myös ilmeiden matkiminen on synnynnäistä, ja tämä kyky ilmenee varhain (Trevarthen, 1995). Näiden ohella ihmislapsen on todettu alusta lähtien olevan herkistynyt havaitsemaan auttamista ja jakamista. (Hrdy, 2009.)

Ihmiselle on tärkeää oppia ymmärtämään toisten käyttäytymistä ja reagoimaan siihen tarkoituksenmukaisesti. Siksi hänen on opittava tulkitsemaan muiden ihmisten eleiden ilmaisemia tunnetiloja ja tavoitteita. Oikeansuuntaiset päätelmät toisten ihmisten sisäisistä tiloista ja aikomuksista ovat heidän käyttäytymisensä ja tavoitteidensa ymmärtämisen kannalta välttämättömiä. Päätelmien tekeminen voi kuitenkin olla vaikeaa, koska sisäisten tilojen vaihteluita ilmaistaan usein vain hienovaraisin ilmein tai elein. Taitoa havaita ja ymmärtää toisten tunteita tai aikomuksia kuvataan sosiaalisen kognition käsitteellä. Taito on muotoutuva, joustava ja yksilöllisesti viritäytyvä. Kokemukset ohjaavat sosiaalisen kognition kehittymistä ja aiheuttavat siihen myös suurta yksilöllistä vaihtelua (Easton ym., 2005).

Sosiaalisen kognition kehittyminen alkaa vastasyntyneen valmiudesta viestiä ja reagoida ilmeikkäästi tavalla, jonka tarkoituksena on vuorovaikutukseen houkutteleva. Vauvalla on kyky sitoutua vuorovaikutukseen, jossa emotionaaliset viestit vaihtuvat hämmästyttävän tarkasti ajoitettuina, kahdenkeskinä rytmisinä toimintoina. Vauva on vuorovaikutuksessa sekä aktiivinen toimija että aktiivinen toisen viestien kuuntelija ja katsoja. Hän jäljittelee ilmeitä ja eleitä emotionaalisella intensiteetillä, johon aikuinen reagoi joko tyynnyttämällä tai kiihdyttämällä. Kehon liikkeiden, ilmeiden ja eleiden dialogi on leikkilinen ja tunnevaltainen näytelmä, jossa lapsi oppii säätämään reaktioitaan ympäristön ärsykkeisiin (Trevarthen, 2011a).

Vuorovaikutuksessa liikerytmien samantahtisuus on paljon tärkeämpää kuin aikaisemmin on osattu ajatella, ja samantahtisuus vahvistaa kehittyvien aivojen limbisten rakenteiden yhteyksiä (Schore, 2001). Limbisten rakenteiden toiminnallinen aktivoituminen alkaa parin kuukauden iässä, ja kiihkeän kehityksen vaihe ajoittuu ikäkuukausille 6–8 (Schore, 2001). Emotionaalisten ja sosiaalisesti viritettyjen piirien yhteyksien vahvistuminen ja jäsentyminen ovat välttämättömiä aivojen kuorikerroksen alueiden toiminnalliselle kypsymiselle, tietoisien tarkkaavaisuuden kehittymiselle, motivaatiolle ja oppimiselle.

Ensimmäisten elinviikkojen jälkeen vauva tulee kommunikaation osapuolena yhä tarkkaavaisemmaksi ja aktiivisemmaksi. Havainto- ja motoristen valmiuksien lisääntyessä vauva houkuttelee toisia yhä monipuolisempaan ja haastavampaan vuorovaikutukseen. Vuorovaikutuksessa dialogia ei käydä enää ainoastaan kehon liikkeillä ja tunnevaltaisuudella, vaan mukaan tulevat ympäristön kulttuuriset merkitykset. Vuorovaikutuksessa lapsi oppii mikä on merkityksellistä, kiinnostavaa tai kavahduttavaa.

Lapsi kiinnostuu ja innostuu esineistä, joiden käytön hän on havainnut merkitykselliseksi. Merkitykset avautuvat, kun lapsi seuraa toisen toimintaa, jäljittelee sitä ja saa palautetta omasta toiminnastaan (Trevarthen, 2011a). Kun lapsi suuntaa huomionsa esine-maailmaan, häntä ympäröi aina jonkinlainen emotionaalinen ilmapiiri: joko innostava ja kannustava tai kokeilunhalua ja uteliaisuutta rajoittava. Ympäristöön suuntautumisen ja merkitysten oppimisen kiihkeän kehityksen vaihe tulee paljon ennen kielellistä kehitystä. Yhä useammat tutkimukset vahvistavat, että yhtenä kielellisen ja kognitiivisen kehityksen häiriintymisen lähtökohtana on jäsentymätön, ristiriitainen ja kapeaksi jäänyt varhainen merkitysmaailma (Willems ym., 2011).

Noin yhdeksän kuukauden iässä lapsen motoriset ja ympäristön havaitsemiseen liittyvät taidot mahdollistavat siirtymisen aivan uudelle oppimisen tasolle. Lapsi tarkkailee entistä monipuolisemmin toisten tavoitteellista tapaa käsitellä esineitä sekä ennen kaikkea sitä, mikä tunnetila esineiden käsittelyyn liittyy. Sosiaalisessa ympäristössä esine-maailmaan kohdistuva lisääntyvä tietoinen tarkkaavaisuus on oppimistilanne, jossa toisen tapa havaita lapsen kiinnostus ja vahvistaa hänen toiminnallisia aloitteitaan laajentaa tai kaventaa lapsen kehittyvää merkitysmaailmaa (Trevarthen, 1995). Uteliaisuuden ohjaaman tarkkaavaisuuden vahvistaminen on yhteistoiminnallista opettamista, jossa oppiminen tapahtuu tarkoituksellisen osallistumisen kautta. Tämä oppimisen muoto on käytössä kaikissa kulttuurisissa ympäristöissä paljon ennen mitään muodollista koulutusta (Trevarthen, 1995).

Lapsen lähipiiriin kuuluvien aikuisen herkkyyys havaita ja rohkaista lapsen aloitteellista toimintaa vaikuttaa vahvasti siihen, suuntautuuko lapsen kehitys sitä vaarantavalle tai vahvistavalle polulle. Esimerkiksi tarkkaavaisuushäiriön ensimmäiset merkit ovat havaittavissa jo varhain, kun lapsen toiminnasta näyttää puuttuvan tarkoituksellisuus. Tarkkaavaisuushäiriöön viittaava toiminta on tahatonta tohellusta, jonka aikana lapsi ei etsi merkityksiä eikä pysähdy tutkimaan ja kokeilemaan esineiden käyttötarkoituksia. Tällaisissa tilanteissa kasvattajan on tärkeää pysähtyä miettimään yhteisesti jaettujen, tavoitteellisten hetkien ensisijaisuutta lapsen kehityksessä. Nykyisen tiedon perusteella tarkkaavaisuushäiriötä ei voida enää pitää pelkästään lapsen synnynnäisenä ominaisuutena ja neurologisena häiriönä. Ympäristö virittää kehittyviä aivoja, ja vuorovaikutuksella voidaan korjata kehityksen suuntaa (Siegel, 2009).

Tämän päivän koulumaailmassa on tärkeää ymmärtää ja tiedostaa inhimillisen kanssakäymisen välttämättömyys oppimisessa. Opettamisen välineellistäminen ja tietokoneisiin turvautuminen vievät aikaa elävältä, tunnevaltaiselta vuorovaikutukselta. Uusiin opetus-tekniikkoihin innovaatioihin on syytä suhtautua myös kriittisesti.

## **Peilisolujärjestelmä**

Varhaisvuosien tunnevaltainen esikielellinen kommunikaatio virittää sosiaalisia aivoja ja kytkee sosiaaliin tilanteisiin erilaisia emotioita. Nämä kytkennät muovautuvat ilman aivokuoren alueiden tietoista kontrollia, ja ne vaikuttavat tunteiden havaitsemisen taitoihin läpi koko elämän. Varhain pohjustetut ei-kielellisen kommunikaation taidot ovat aivokuoren alaista, ei-tietoista toimintaa, ja siinä tunnetilat viestitään katsein, elein ja ilmein. Neurotieteen näkökulmasta emotionaalisen tilan kokemisesta vastaavat hermosolliset mekanismit ovat suurelta osin samoja kuin ne, joita hyödynnetään toisten yksilöiden vastaavien emotionaalisten tilojen tunnistamisessa (esim. Hari ym., 2009). Toisten

emotionaalisten tilojen tunnistamisen ja oman emotionaalisen kokemuksen samantahtisuudesta vastaa aivojen peilisolujärjestelmä.

Jäljittely on ihmisille ja useille nisäkkäille luonnollinen ja tyypillinen oppimisen muoto. Peilisolujärjestelmä tunnistettiin apinoilla jo 1990-luvulla, kun havaittiin, että apinoiden aivojen peilisolut aktivoituivat niiden katsellessa muiden apinoiden suorittamia liikkeitä (Rizzolatti, 2004). Myöhemmin on havaittu, että myös ihmisillä liikkeen suorittaminen ja liikkeen havaitseminen aktivoivat tai muokkaavat samoja aivoalueita. Peilisolujärjestelmä kostuu hermosoluista, jotka aktivoituvat yksilön suorittaessa liikkeitä, katsellessa toisten suorittamia liikkeitä ja myös yksilön kuvitellessa suorittavansa liikkeitä (Hari ym., 1998). Suorittaminen, havaitseminen ja kuvittelemisen näkyvät aivotoiminnassa samankaltaisina hermostollisen aktivoitumisen muotoina (Hari ym., 2004). Siksi motorisen suorituksen oppijan kannattaa paitsi harjoitella (oikein), myös katsella toisten (oikein tehtyjä) suorituksia ja vielä lisäksi kuvitella suorittavansa liikkeitä (oikein). Mielikuvaharjoittelua on hyödynnetty urheiluvalmennuksessa jo pitkään ja hyvin tuloksin.

Yhä useammat tutkimukset ovat osoittaneet, että peilisolujärjestelmän toiminta on tärkeää kulttuuristen merkitysten omaksumisessa. Peilisolut kuuluvat aivojen otsalohkon motorista toimintaa ohjaaviin alueisiin, jotka aktivoituvat silloin, kun vuorovaikutuksessa havaitaan ja jäljitellään toisen ihmisen *tavoitteellista* toimintaa. Tässä tapahtumassa näköaistimuksilla on erityisen merkittävä osuus. Vastasyntyneiden lasten synnynnäistä kykyä herkistyä jäljittelemään kasvojen ilmeitä pidetään osoituksena peilisolujärjestelmän valmiudesta virittää lapsi sosiaalisuuteen alusta lähtien (Rizzolatti, 2004; Meltzoff & Decety 2003). Esimerkiksi jo muutaman tunnin ikäinen vastasyntynyt osaa liikuttaa kieltään samalla tavalla kuin hänen kanssaan toimiva aikuinen. Nämä varhaiset jäljitelyepisodit kytkevät sensorisen (oraalisen) aistimuksen, motorisen toiminnan ja toista ihmistä koskevan näköhavainnon samanaikaisesti aktivoituvaksi hermosolupiiiriksi, joka sisältää aistimuksia sekä itsestä että toisesta. Jäljittelyepisodioiden rytmisyys organisoii aivotoimintaa ja tiivistää yhteenkuuluvuutta (Schore, 2001).

Kiinnostuksen ja innostuksen sävyttämisen emotionaalisen toiminnan jäljitteleminen aktivoi erityisen voimakkaasti etuotsalohkon motorisia alueita. Motoristen alueiden aktivoituminen lisää toimintavalmiutta mutta ei välttämättä johda toiminnan toteutumiseen. Aktivoituminen ilmaisee ensisijaisesti sen, että toisen ihmisen toiminta ja erityisesti sen tarkoitus on tunnistettu. Yhteisessä toiminnassa lapsen aktivoituminen heijastuu aikuisen peilisolujärjestelmään ja päinvastoin; havaitsemisen ja motorisen toiminnan jaettu rytmisyys vaikuttaa molempien käyttäytymiseen. Kun lapsi tunnistaa ja jäljittelee aikuisen tavoitteellista toimintaa, hänen osallistumisensa on tarkoituksellista ja hän oppii kulttuurisia merkityksiä (Trevvarthen 2011b).

Peilisolujärjestelmän toiminta on kielellisessä kehityksessä välttämätöntä. Peilisolujärjestelmä vastaa kieleen sidottujen kulttuuristen artefaktien omaksumisesta. Peilisoluja onkin todettu olevan erityisen paljon juuri kielellistä informaatiota käsittelevillä aivojen kuori-kerroksen alueilla (Higuchi ym., 2009). Kun yksilö toimii kielellisessä maailmassa, hän on vuorovaikutuksellisesti yhteydessä myös käsitteisiin sisältyviin kulttuurisiin merkityksiin, joita hän on oppinut havainnoidessaan toisten tavoitteellista toimintaa (Tomasello ym., 2005).

Joissakin tapauksissa lapsi oppii kielellisiä ilmauksia kuulonvaraisesti ilman, että ne kytkeytyvät tavoitteelliseen toimintaan. Siitä saattaa olla seurauksena eriasteisia kielellisen



kommunikaation häiriöitä ja yhteisöllisen oppimisen vaikeuksia (Tomasello ym., 2005; Farrant ym., 2011). Epätyypillisen kielellisen kehityksen tiedetään haittaavan kehitystä ja oppimista monella eri tavalla (Sajaniemi ym., 2010). Kielellisen kehityksen ongelmat saattavat liittyä ainakin osittain vähäisestä inhimillisestä kanssakäymisestä johtuvaan epätarkkuuteen peilisolujärjestelmän virittämisessä.

Peilisolujärjestelmän toiminnan periaatteiden ymmärtämisestä voi olla pedagogisesti hyötyä. Opettajan hyväksyvä ja kannustava tapa katsoa lasta saattaa virittää hänessä myönteisen ja oppimiseen kannustavan olon. Vastaavasti opettajan kyllästymistä ja turhautumista heijastava ei-kielellinen viestintä voi aiheuttaa vastaavia mielenliikkeitä oppilaassa. Eläytyminen ja aikomusten vahvistaminen saattavat tiivistää kielen ja kokemusten välistä yhteyttä ja vähentää oppimisvaikeuksien riskiä.

Näköaistilla tiedetään olevan merkittävä rooli peilisolujärjestelmässä, ja tämä on tärkeä tiedostaa koulumaailmassa. Tämän päivän opetusteknologiaan liittyvä opetuksen välineellistäminen vähentää kasvokkaista kommunikaatiota, ja se voi olla pienten koululaisten kohdalla kohtalokasta. Motivaation rakentamisessa sekä tietoisien tarkkaavaisuuden ja toiminnanohjauksen opettelemisessa tarvitaan keinoja, joilla vaikutetaan aivojen emootioita sääteleviin rakenteisiin. Paras keino tähän tarkoitukseen on suora ihmiskontakti.

## **Kokemukset opettavat**

Kokemukset toisten kanssa olemisesta muovaavat peilisolujärjestelmän toimintaa (Glenberg, 2010). Näönvaraiset kokemukset ovat tärkeitä: kun vauva hymyilee ja siihen vastataan hymyllä, kytkeytyvät suun lihasten motoriikasta vastaavat hermosolut näköhavainnosta vastaaviin hermosoluyhteyksiin ja limbisten rakenteiden emotionaalista merkitystä välittäviin hermosoluyhteyksiin. Toistuessaan tämä vuorottelu vakiinnuttaa hermosolujen välisiä piirimäisiä yhteyksiä ja pelkkä näköhavainto riittää herättämään lapsessa positiivisen emotionaalisen tilan sekä siihen liittyvän motorisen toiminnan, hymyn. Näin toisen ihmisen emotionaalinen tila välittyy tiedostamattomalla tasolla tapahtuvan eleiden ja ilmeiden jäljittelyn kautta. Vuorovaikutuksessa aktivoituvassa peilisolujärjestelmässä opitaan eläytymään toisen emotionaaliseen tilaan tilanteissa, joihin liittyy kulttuurisia merkityksiä. Lapsi oppii eläytymään siihen innostukseen ja iloon tai vastenmielisyyteen ja inhoon, jonka hän on havainnut liittyvän esinetoimintoihin ja niiden tavoitteisiin. Peilisolujärjestelmä mahdollistaa empatian, ja sen välityksellä lapsi oppii suhtautumaan ympäristöön niin kuin hän näkee muiden suhtautuvan (Trevarthen, 2011b).

Positiivisten emootioiden sävyttämä vuorovaikutus tukee aivojen kehitystä monella muullakin tavalla. Positiivisia emootioita heijastavien kasvojen näkeminen aktivoi oksitosiini- ja opiaattiherkkiä hermoratoja, ja vuorovaikutukseen kytkeytyy hyvä olo. Opiaattitason kohoaminen aktivoi aivojen dopamiiniherkkää palkitsemisjärjestelmää. Palkitsemisjärjestelmän nopean kehityksen vaihe on ensimmäisinä elinvuosina, ja sen vakiintuvat yhteydet säätelevät etuotsalohkon alueiden toiminnallista kehittymistä (Shore ym., 2008). Aivojen palkitsemisjärjestelmän varhainen virittäminen on olennaista motivaation kehittymiselle. Lapsen aloitteiden havaitseminen ja toiminnan rohkaiseminen muovaavat motivaatiojärjestelmän neuraalista herkkyyttä paljon ennen formaalin opetuksen alkua.

Motivoituminen liittyy palkitsevuuden kokemiseen. Oppiminen puolestaan liittyy omien taitojen ylärajoilla toimimiseen (lähikehityksen vyöhyke), jolloin stressinsäätelyjärjestelmä aktivoituu. Silloin lapsi tarvitsee kannattelua. Kun samanaikaisesti havaitaan lapsen

toiminnallinen aloite, ohjataan häntä tavoitteeseen pääsemisessä ja iloitaan yhdessä tavoitteen saavuttamisesta, vahvistetaan sekä motivaatiojärjestelmän että stressinsäätelyjärjestelmän kehittymistä. Lapsi oppii, että eteen tulevat vaikeudet voitetaan ja yrittäminen kannattaa siitä huolimatta, että olo on hieman epämukava. Kun tavoitteen saavuttamisesta iloitaan yhdessä, lapsi oppii näkemään vaivaa. Ponnistelu kytkeytyy tulevaan mielihyvään, ja lapsi oppii pitämään mielessään palkitsevan tavoitteen. Lapsen aivotoiminta herkiytyy tavalla, jota tarvitaan motivaation ylläpitämisessä, harjoittelussa ja kotitehtävien tekemisessä.

Kokemukset ja niistä oppiminen muokkaavat aivoja jatkuvasti (Score, 2001). Jonkin erityisalan tai aiheen hyvä hallinta syntyy runsaasta harjoittelusta ja aiheeseen liittyvistä kokemuksista. Pitkäaikaisen runsaan harjoittelun on havaittu muokkaavan aivoja soveltumaan paremmin muun muassa musiikin havaitsemiseen tai vaikka motoristen suoritusten ja hahmon tunnistamiseen. Aiheen hyvä hallinta ei muokkaa ainoastaan yksilön osaamista vaan vaikuttaa myös siihen, miten hän tulkitsee ja ymmärtää toisten kokemuksia. Omat taidot vaikuttavat myös siihen, miten aivot reagoivat toisten suorituksiin. (Calvo-Merino ym., 2005.)

## Oppimisen herkkyykskaudet

Lapsi on aktiivinen oppija elämänsä alusta lähtien. Oppiminen tapahtuu kulttuurisessa ja sosiaalisessa ympäristössä, jonka merkitykset avautuvat vuorovaikutuksen kautta. Oppiminen välittyy aivotoiminnan kautta, jossa aivojen alimpien osien hallinta siirtyy kehityksen kuluessa yhä korkeammille aivoalueille. Päätöksenteosta, harkinnasta ja tietoisesta ajattelusta vastaavat etuotsalohkon alueet kypsyvät suhteellisen myöhään, ja neurobiologinen kypsyys saavutetaan nykytiedon perusteella vasta noin 30 ikävuoteen mennessä.

Aivot kehittyvät aste asteelta, vaiheittain ja joka hetki suhteessa sekä sosiaaliseen että fyysiseen ympäristöön (Meaney, 2010). Aivorungon ja sen yläpuolisten limbisten rakenteiden yhteistoiminnan jäsentyminen on välttämätöntä tarkkaavaisuudelle, tavoitteelliselle toiminnanohjaukselle ja sitä kautta kaikelle tietoiselle oppimiselle. Näiden alueiden jäsentymisen herkkyykskaudet tulevat ennen varsinaista kouluikää.

Varhaisvuosien herkkyykskauden aikana lapsen tärkeänä kehitystehtävänä on oppia säätelämään sisäisiä tilojaan. Säätelyn oppiminen mahdollistaa tavoitteellisen toiminnan silloinkin, kun elimistö on hälytystilassa eli kohonneen stressin tilassa. Säätelyn oppiminen mahdollistaa myös sen, että lapsi motivoituu suuntautumaan kohti uusia haasteita siitä huolimatta, että jännittää ja ehkä hieman pelottaakin.

Aivojen otsalohkon etuosan alueet vastaavat alempien osien toiminnan säätelystä. Nämä alueet kypsyvät myöhään, ja alle kouluikäisen lapsen mahdollisuudet säädellä sisäisiä tilojaan omin voimin ovat vähäiset. Ulkoinen, toisen avustuksella toteutuva säätely muuttuu aivojen kypsymisen ja kokemusten avulla sisäiseksi. Säätelyn toimiessa yhteydet aivojen kehityksellisesti varhaisten kerrosten (aivorunko, keskiaivot ja limbiset rakenteet) ja aivojen ylempien osien kerrosten (etuotsalohkon alueet) välillä ovat molemmansuuntaisia. Tiedon prosessoinnissa aktivoituvat sekä alhaalta ylöspäin että ylhäältä alaspäin kulkevat hermopiirit. Yhteydet aivojen eri kerrosten välillä ovat varsin ohuita varhaislapsuuden aikana ja taas uudestaan murrosiän vuosina. Stressin tason kohoaminen kytkee kerrosten välillä kulkevat yhteydet irti toisistaan, jolloin lapsen tai nuoren säätelykyky pettaa. Käyttäytymisen säätely siirtyy alempien kerrosten ohjaamaksi, jolloin reaktiot ovat äärimmäisiä ja tietoisien kontrollin ulottumattomissa.



Aikaisemmin tässä luvussa kuvatut vuorovaikutukselliset episodit johtavat säätelyn oppimiseen. Säätelyn oppimisen ytimessä on stressinsäätelyjärjestelmän vahvistuminen (Meaney, 2010). Ellei lapsi saa varhaiskehityksensä aikana riittävästi hänen tarpeilleen herkistynyttä palautetta, hänen stressinsäätelyjärjestelmänsä ei vahvistu. Siitä on merkittävää haittaa aivojen kehitykselle, oppimiselle ja elämän hallinnalle (Fonagy ym., 2011). Stressinsäätelyjärjestelmän varhaiskehitykseen liittyvien häiriöiden ja myöhemmässä koulu- tai aikuisiässä ilmenevien ongelmien välisestä yhteydestä on paljon tietoa (Gunnar, 2007; Moss ym., 2009). Stressinsäätelyhäiriöt ovat taustalla esimerkiksi tarkkaavaisuushäiriöissä, masennuksessa ja ahdistuksessa.

Säätelyn oppimisessa on kaksi peruspilaria. Toinen on turvan tuottaminen, joka tapahtuu tyynnyttämällä liiallisessa kiihtymistilassa olevaa hermostoa. Toinen on lapsen aloitteellisuuden vahvistaminen ja rohkaisu. Näitä molempia tarvitaan alusta lähtien.

## **Liikkumisen merkitys oppimisessa**

Liikunnallisella aktiviteetilla on suuri merkitys aivojen kehittymiselle, toiminnalle ja hyvinvoinnille. Liike on läsnä kaikkialla, se kietoutuu olemassaoloon monella eri tasolla ja lukuisalla eri tavalla. Esimerkiksi monet arkipäiväiset termit kuten välittää, käsittää, kuvitella ja arvata pohjautuvat liikkeisiin. Liike on vahvasti mukana myös emootioissa, jotka näkyvät eleinä, ilmeinä ja kehon jänteveyden vaihteluina. Tavoitteellisessa toiminnassa kuljetaan kohti päämäärää, joka saavutetaan liikkeen avulla.

Liikkuminen edellyttää kehon ja aivojen saumatonta yhteistyötä. Yhteistyön tavoitteena on toteuttaa ympäristön vaatimuksia vastaavia liikemalleja. Liike tapahtuu aina suhteessa aistihavaintoihin, sillä ne saavat liikkeen aikaiseksi ja ne myös ohjaavat sitä. Kun aistihavaintojen ja liikkeiden välisiä yhteyksiä toistetaan, niitä yhdistävät informaatioimpulssit alkavat kulkea lähes itsestään ja toiminta automatisoituu. Liikesarjojen automatisoitumisen seurauksena suhde ulkomaailmaan rakentuu uudella tavalla. Ilman aistihavaintojen antamaa jatkuvaa palautetta on käytännössä mahdotonta oppia yhä monipuolisemmiksi muotoutuvien liikesarjojen säätelyä (Fuster, 2003).

Kehityksen alussa havaintojen ja liikkeen väliset yhteydet ovat nopeita, suoria ja estottomia. Kun pieni lapsi ilahtuu, pelästyy tai tuntee olonsa epä mukavaksi, hän osoittaa sen välittömästi kokonaisvaltaisella liikehdinnällä ja ääntelyllään. Turvallinen aikuinen tyynnyttää tarvittaessa, ja tyynnyttämisessä kosketuksella on suuri merkitys. Aikuisen kosketuksen ja hoivan avulla lapsi oppii tulkitsemaan kehonsa viestejä yhä tarkemmin. Kehon viestit kulkeutuvat aivoihin, ja toistuvien yhteisten kokemusten kautta lapsi saa omat ruumiinrajansa hallintaansa. Ruumiinrajat piirtyvät kehon sisäiseksi kartaksi, jota apuna käyttäen ihminen oppii täsmentämään suhdettaan ulkomaailmaan (Fuster, 2003). Tavoitteeseen pääseminen edellyttää tietoa siitä, miten kehoa käytetään, minkälaisia liikesarjoja tarvitaan ja millä tavalla liikettä on korjattava. Liikunnan jäljet painuvat kehon karttaan sisäisiksi koordinaateiksi, joiden avulla lapsi oppii suunnittelemaan ja ohjaamaan omaa toimintaansa. Oman kehon koordinaatit ovat välttämättömiä monessa muussakin asiassa kuten suunnan, etäisyyden ja kolmiulotteisuuden hahmottamisessa. Havainto- ja liiketoimintojen kehitys ovat elämän ensi hetkistä lähtien toisiinsa kietoutuneita ja toisistaan riippuvaisia prosesseja, joilla on merkittävä vaikutus niin emotionaaliseen, sosiaaliseen kuin älylliseenkin kehitykseen (Fuster, 2003).

Kun lapsi on saanut riittävästi turvallisuuden tunnetta vahvistavia kokemuksia, hänellä on rohkeutta tutkia ulkomaailmaa uteliaana. Mitä monipuolisemmalla tavalla lapsi uskaltaa toimia, sitä erilaisempia liikekokemuksia hänelle kertyy, ja sitä täsmällisemmäksi tulevat koordinaatit. Kehon hallinnan vahvistuminen on merkki aivojen terveestä kehityksestä, ja kehon toiminnasta huolehtiminen edistää aivojen suotuisaa kehitystä.

Aivot saavat jatkuvasti viestejä kehosta, sen asennosta, jäntevyydestä ja kestävyyydestä. Jämähä lihasten hallinta lähettää aivotoimintaa virkistäviä ja valppautta lisääviä viestejä. Ponnettomasta ja passiivisesta olemuksesta lähtee taas heikkoja tietoliikennevirtoja, jotka eivät riitä pitämään ajatuksia aktiivisina. Fyysiseen olemukseen puuttumisella voidaan lisätä vireyttä ja herättää tarkkaavaisuutta. Sanonta ”kohottaa mieltä” kuvaa osuvalla tavalla tätä kehon ja aivotoiminnan läheistä suhdetta.

### **Aktiivinen liikkuminen edistää oppimista**

Liikkumalla aktiivisesti lapset vahvistavat kehoaan, aivojaan ja hyvinvointiaan (Biddle ym., 2011). Tutkimukset ovat osoittaneet, että tarmokas ja energinen päivittäinen liikunta vahvistaa kouluikäisten lasten kognitiivisia taitoja (Sibley ym., 2003). Eräässä tutkimuksessa joukko liikunnallisesti passiivisia lapsia ohjattiin päivittäiseen noin puolen tunnin mittaiseen fyysiseen aktiviteettiin. Jo kolmen kuukauden harjoittelu paransi merkittävästi tarkkaavaisuutta, toiminnanohjausta ja matemaattisia valmiuksia (Davis ym., 2007). Aktiivinen liikunta näyttää yhä useamman tieteellisesti korkeatasoisen tutkimuksen mukaan edistävän nimenomaan toiminnanohjausta ja tarkkaavaisuutta.

Häiriöt tarkkaavaisuudessa ja toiminnanohjauksessa ovat lisääntyneet koululaisilla vuosi vuodelta. Samanaikaisesti lasten liikunnallinen aktiivisuus on vähentynyt ja tietokoneiden ääressä vietetty aika lisääntynyt. On helppo uskoa, että oppimisvaikeuksien määrän kasvaminen ja liikunnan määrän väheneminen ovat yhteydessä toisiinsa.

### **Miten liikunta vaikuttaa aivoihin?**

Aivotutkimuksen menetelmillä on saavutettu yhä vahvempaa näyttöä liikunnan ja kognitiivisen suoriutumisen välisestä yhteydestä. Fyysinen toiminta lisää esimerkiksi hermoston kasvutekijän (neurotrofiinin) määrää, joka vaikuttaa aivojen muovautumiseen. Kasvutekijä herkistää hermosolut muodostamaan yhteyksiä toisiinsa, minkä ansiosta informaatioimpulssien välittyminen nopeutuu (Praag, 2008).

Liikunta jouduttaa myös aivojen verenkiertojärjestelmän kypsymistä, jolloin aivojen hapenotto kyky paranee. Aktiivisesti liikkuvan ihmisen etuotsalohkon hermosolutiheyden on osoitettu olevan suurempi kuin passiivisesti liikkuvan. Etuotsalohkon alueiden aktiivisuus on välttämätöntä toiminnanohjauksessa, käyttäytymisen säätelyssä ja päätöksenteossa. Alueiden neurobiologinen kypsyminen on hidasta, ja se kestää aikuisuuteen asti. Liikunta näyttää vahvistavan etuotsalohkon kypsymistä ja liikkumisen vähäisyys puolestaan hidastaa toiminnallista kypsymistä (Praag, 2008).

Fyysisen harjoittelun avulla aivot viritetään vastaanottamaan ja käsittelemään tietoa. Liikkuvalla lapsella on hyvät mahdollisuudet oppia. Liikunta ei kuitenkaan itsestään aiheuta oppimista, vaan lasta on ohjattava käyttämään aivojaan tavoitteiden suuntaisesti.

## Emootiot ja oppiminen

Oppimisen ja muistin tutkimuksella on pitkät perinteet, mutta emootioiden tieteellinen huomioiminen on suhteellisen tuore ilmiö. Käsite ”affective neuroscience” eli tunteiden neurotiede esiteltiin vasta 1990-luvun alussa. Myös sosiaalinen neurotiede on vasta tutkimuksen alkutaipaleella (Panksepp, 1998).

Opittavan (mieleen painettavan) aineksen muistettavuuteen vaikuttavat sen emotionaalinen sisältö sekä se, missä emotionaalisisessa tilassa oppija on. Viimeisimpien tutkimusten mukaan aines opitaan ja muistetaan paremmin, jos se muuttaa oppijan emotionaalista tilaa. Toisaalta, jos jonkin emootioita herättävän aineksen jälkeen esitetään uutta ja neutraalia materiaalia, voi sen oppiminen olla työläämpää. Positiivinen ja negatiivinen oppiminen on erilaista: positiivisesti opitut asiat unohtuvat hitaammin kuin negatiivisesti opitut (mutta esimerkiksi masennuksessa tätä efektiä ei aina ole).

Emootioiden vaikutus muistamiseen ja oppimiseen riippuu niiden voimakkuudesta; voimakkaisiin emootioihin kytkeytyneet muistot ovat kaikista pysyvimpiä. Stressihormoni kortisoli on yhteydessä manteliumakkeen toimintaan, ja se taas vaikuttaa muihin aivoalueisiin, mm. vahvistamalla muistijälkiä etenkin hippokampuksessa. Tunteet vaikuttavat muistiin työmuistin kautta: esimerkiksi ahdistuneisuudessa osa työmuistikapasiteetista siirtyy pelon ja huolten tiedostamiseen, jolloin muistiprosesseille jää vähemmän resursseja (LeDoux, 1998; Dalglish ym., 1999).

Positiivisten emootioiden hyödyntäminen oppimisessa on alkanut kiinnostaa tutkijoita yhä laajemmin. Positiivisella virittymisellä on myös käytännön merkitystä: se vahvistaa oppimiskokemuksia ja suoritustehokkuutta (Walker ym., 2003; D’Argenbaum ym., 2002). Ihminen voi itse vaikuttaa virittymiseensä esimerkiksi ajattelemalla hänelle mieluisia asioita ennen koesuoritusta. Myös opettaja voi tarvittaessa virittää oppilaille positiivisia mielikuvia ennen haastavia tilanteita.

## Lopuksi

Elinikäinen oppiminen on aivojen toiminnan jatkuvaa sopeutumista muuttuvaan ympäristöön. Suurin osa tästä sopeutumisesta tapahtuu tiedostamattomasti. Viimeinen draamatilinen muutos aivojen rakenteessa tapahtui kymmeniä tuhansia vuosia sitten. Kulttuurirevoluutio on sen sijaan viime vuosikymmeninä ollut räjähdysmäistä. Tämä ristiriita on erittäin haasteellinen aivojen kehitykselle, toiminnalle ja hyvinvoinnille. Tässä artikkelissa olemme painottaneet inhimillisen kanssakäymisen merkitystä. Kuitenkin paradoksaalisesti tänä päivänä korostetaan virtuaalista kanssakäymistä ja tietokoneen välityksellä tapahtuvaa oppimista. Sillä voi olla kohtalokkaita seurauksia aivojen toiminnalle ja koko ihmisen hyvinvoinnille. Kasvavalle ja kehittyvälle yksilölle tunnevaltainen, inhimillinen vuorovaikutus on paras tapa vahvistaa kestävyyttä, elämäntilannetta ja elinikäisen oppimisen mahdollisuuksia.

## Lähteet

- Biddle, S. & Asare, M. 2011. Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 886–895.
- Calvo-Merini, B., Glasier, D., Crezes, J., Passingham, R. & Haggart, P. 2005. Action observation and acquired motor skills: an fMRI study with expert dancers. *Cerebral Cortex*, 15 (8), 1243–1249.
- Dalgleish, T. & Power M. 1999. *Handbook of Cognition and Emotion*. John Wiley & Sons Ltd, Sussex, UK.
- D'Argenbaum, A., Comblain, C. & van der Linden, M. 2002. Phenomenal characteristics of autobiographical memories for positive, negative, and neutral events. *Applied Cognitive Psychology*, 17(3), 281–294.
- Davis, C., Tomporowski, C., Boyle, C., Waller, J., Miller, P., Nagliere, A. & Gregoski, M. 2007. Effects of aerobic exercise on overweight children's cognitive functioning. *Res Q Exercise Sport*, 78 (5) 510–519.
- Dudai, Y. 1989. *The neurobiology of memory: Concepts, findings, trends*. New York, NY, US: Oxford University Press.
- Easton, A. & Emery, N. 2005. *The cognitive neuroscience of social behaviour*. Hove and New York: Psychology Press.
- Eichenbaum, H. 2002. *The cognitive neuroscience of memory: an introduction*. New York: Oxford University Press.
- Farrant, B., Maybery M. & Fletcher, J. 2011. Socio-emotional engagement, joint attention, imitation, and conversation skill: Analysis in typical development and specific language impairment. *First language*, 31 (1), 23–46.
- Fonagy, P., Bateman, A. & Bateman, A. 2011. The widening scope of mentalizing: A discussion. *Psychology and Psychotherapy: Theory, Research and Practise*, 84 (1), 98–110.
- Fuster, J. 2003. *Cortex and Mind*. Oxford University Press.
- Glenberg, A. 2010. Embodiment as a unifying perspective for psychology, 1 (4), 586–596.
- Gunnar, M. 2007. The neurobiology of stress and development. *Annual Review of Psychology*, 58 (1), 145.
- Hari, R., Forss, N., Avikainen, S., Kirveskari, E., Salenius S. & Rizzolatti G. 1998. Activation of human primary motor cortex during action observation: a neuromagnetic study. *Proc Natl Acad Sci USA*.
- Hari, R. & Kujala, M. V. 2009. Brain basis of human social interaction: from concepts to brain imaging. *Physiol Rev*.
- Hari, R. & Nishitani, N. 2004. From viewing of movement to imitation and understanding of other persons' acts: MEG studies of the human mirror-neuron system. Teoksessa N. Kanwisher & J. Duncan (toim.), *Functional Neuroimaging of Visual Cognition. Attention and Performance*. Oxford: Oxford University Press.
- Higuchi, S., Chamidane, T., Imamizu, H. & Kawato, M. 2009. Shared neural correlates for language and tool use in Broca's area. *Neuroreport*, 20 (15), 1376–1381.
- Hrdy, S. 2009. *Mothers and Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding*. Cambridge: Harvard University Press.
- LeDoux, J. 1996. *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional life*. New York: Simon & Shuster.

- Lupien, S. J., McEwen, B. S., Gunnar, M. R. & Heim, C. 2009. Effects of stress throughout the lifespan on brain, behavior and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 10, 434–445.
- Meaney, M. 2010. Epigenetics and the biological definition of gene x environment interactions. *Child Development*, 81 (1), 41–79.
- Melzoff, A. & Decety, J. 2003. What imitation tells us about social cognition. A rapprochement between developmental psychology and cognitive neuroscience. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 358, 491–500.
- Moss, E., Beliveau, M.-J., Zbebek, M. & Lepine, S. 2009. Links between children's attachment behavior at early school age, their attachment-related representations, and behavior problems in middle childhood. *International Journal of Behavioral Development*, 33 (2), 155–166.
- Panksepp J. 1998. *Affective Neuroscience: the Foundation of Human and Animal Emotions*. New York: Oxford University Press.
- Parker, A., Wilding, E. L. & Bussey, T. J. 2002. *The cognitive neuroscience of memory: encoding and retrieval*, Psychology Press.
- Praag, H. 2008. Exercise and the brain: something to chew on. *Trends on Neurosciences*, 32 (5), 283–289.
- Rizzolatti, G. 2004. A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in cognitive sciences*, 8, 396–403.
- Schore, A. N. 2001. Effects of a secure attachment relationship on right brain development, affect regulation, and infant mental health. *Infant Mental Health Journal*, 22 (1–2), 7.
- Schore, J. & Schore, A. 2008. *Modern Attachment Theory: The Central Role of Affect Regulation in Development and Treatment*. *Clinical Social Work Journal*, 36 (1), 9–20.
- Sibley, B. & Etnier, J. 2003. The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Ped Exerc Sci*, 15, 243–256.
- Siegel, D. 2009. Mindful awareness, mindsight and neural integration. *The Humanistic Psychologist*, 32 (2), 137–158.
- Squire, L. R. & Kandel, E. R. 1999 *Memory: From Mind to Molecules*. W.H. Freeman & Co., New York.
- Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T. & Moll, H. 2005. Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 1–60.
- Trevarthen, C. 1995. The child's need to learn a culture. *Children and Society*, 9 (1), 5–19.
- Trevarthen, C. 2011a. What is like to be a person who knows nothing? Defining the active intersubjective mind of a newborn human being. *Infant and Child Development* 20 (1), 119–135.
- Trevarthen, C. 2011b. What young children give to their learning, making education work to sustain a community and its culture. *European Early Childhood Education Research Journal*, 19 (2), 173–193.
- Walker, W. R., Skowronski, J. J. & Thompson, C. P. 2003. Life Is Pleasant – and Memory Helps to Keep It That Way! *Review of General Psychology*, 7 (2), 203–210.
- Willems, R., Benn Y., Hagoort, P., Toni, I. & Varley, T. 2011. Communicating without a functional language system: Implications for the role of language in mentalizing. *Neuropsychologia*, 49 (11), 3230–3135.

# Aivotutkimuksen näkökulma oppimisen haasteisiin erityisryhmiin kuuluvilla lapsilla

*Teija Kujala*

## Lapsi oppijana

Ikä vaikuttaa siihen, miten opimme. Oppimisen hermostollinen perusta on hyvin erilainen kehittyvällä lapsella ja aikuisella, ja he oppivat esimerkiksi vierasta kieltä aivan eri tavoin. Varsinkin lapsen aivojen ollessa herkimmillään kielen oppimiselle hän oppii vierasta kieltä sängen vaivattomasti ja ilman formaalia opetusta (Kuhl & Rivera-Gaxiola, 2008). Oppiminen tapahtuu leikin ja mallioppimisen myötä. Aikuisen aivot eivät toimi vastaavalla tavalla, vaan opiskelu on päämäärätietoista ja opittavaan materiaaliin keskittyvää. Aikuiset voivat uuden opettelussa hyödyntää jo oppimiaan tietoja ja taitoja ja integroida uuden tiedon niihin.

Lasten ja aikuisten oppimiserojen taustalla ovat sekä eri kypsyysvaiheessa oleva keskushermosto että sen pitkäkestoiseen muistiin taltioitunut aines. Aivojen muovautuvuus muuttuu ihmisen elinkaaren aikana (Kalat, 2009). Lasten aivot ovat kaiken kaikkiaan aikuisten aivoja muotoutuvammat. Tämä tekee lapsesta tehokkaan ja nopean oppijan. Samanaikaisesti tietyt aivojen keskukset ja osat ovat kehityksessään vielä keskeneräisiä.

Toimintaa ohjaava ja tarkkaavaisuutta säätelevä yksikkö, aivojen etuotsalohkot, kehittyi muita aivokuoren osia huomattavasti myöhemmin. Se saavuttaa kypsyysikänsä vasta murrosiässä, aikuisuuden kynnyksellä. (Zillmer ym., 2008.) Tarvitsemme aivojen etuotsalohkoja kaikessa tavoitteellisessa toiminnassa. Niiden avulla voimme suunnitella tulevaa, edetä suunnitelmassa systemaattisesti, ehkäistä impulsiivisia reaktioita, keskittyä hankaliinkin tehtäviin ja hoitaa epämieluisia tehtäviä silloin, kun pidämme sitä jonkin päämäärän vuoksi tarpeellisena. Tämän ovat osoittaneet mm. tutkimukset potilailla, joilla etuotsalohkot ovat vaurioituneet. Heillä esiintyy poikkeavuuksia juuri näissä toiminnoissa.

Lapsen etuotsalohkojen kehittymisen keskeneräisyys on tärkeää ottaa huomioon suunniteltaessa erityisryhmien opetusta ja opetusta ylipäänsä. Lapsi elää tässä ja nyt. Varsinkin pienempien lasten motivoinnissa tämä on otettava huomioon. Lasta ei innosta hypoteettinen virka aikuisuudessa, vaan oppimisen on oltava kiinnostavaa ja hauskaa juuri sillä hetkellä. Tämän huomioon ottaminen on äärimmäisen tärkeää, koska oppimiseen vaikuttavat oleellisesti motivaatio ja kiinnostus.

Motivaatio ja kiinnostus oppia ovat perustavanlaatuisia hermoston muotoutuvuuden taustalla olevia tekijöitä, mikä on osoitettu jopa hyvin kontrolloiduissa eläinkokeissa. Esimerkiksi Jenkins kollegoineen (1990) tutki passiivisen sekä toisaalta tehtävään keskittyneen harjoittelun vaikutusta sormenpäiden edustusalueisiin apinan tuntoaivokuorella. Edustusalue tarkoittaa hermosolujoukkoa, joka reagoi tietyn kehon osan kautta tuleviin aistimuksiin. Esimerkiksi sormista tulevaa tietoa käsittelevät hermosolujoukot ovat vierekkäisillä alueilla aivojen tunto- ja liikeaivokuorella. Tutkimuksessa apinoiden keskisormen tuntoa harjaannutettiin kahdella eri tavalla. Osa apinoista sai tuntoaärsytystä keskisormeen siten, että ne vain passiivisesti istuivat stimulaation ajan. Osa apinoista puolestaan teki



tuntoärsyksiin liittyvää tehtävää, jonka oikein suorittamisesta annettiin ruokapalkkio. Näillä apinoilla keskisormen edustusalue laajeni eli aiempaa suurempi hermosolujoukko alkoi käsitellä siitä tulevaa tietoa. Vastaavaa ilmiötä ei havaittu passiivista stimulaatiota saaneilta apinoilta. Tämä tulos osoittaa, että aivot eivät muotoudu, ellei toiminnalla ole tärkeää merkitystä tekijälle.

Koska lapsi ei otsalohkojen kehityksen keskeneräisyyden vuoksi motivoitu tulevaisuudessa saatavasta palkkiosta tai hyödystä, pitää käyttää välitöntä palkkiota. Tehokkainta oppimisen kannalta olisi, jos itse oppimistapahtuma olisi kiinnostava ja mukaansatempaava.

## Erityisryhmät oppijoina

Erityisryhmillä tarkoitetaan tässä yhteydessä lapsia, jotka aivojen tiettyjen ominaisuuksien vuoksi oppivat valtavirrasta poikkeavalla tavalla. Oppiminen voi olla normaalia hankalampaa esimerkiksi lukivaikeuden tai keskittymishäiriön vuoksi. Ongelmia syntyy myös silloin, kun lapsi on poikkeuksellisen lahjakas. Hän saattaa tällöin menettää mielenkiintonsa opetukseen, mikä johtaa keskittymisvaikeuksiin ja häiriökäyttäytymiseen. Lapsi ei silloin saavuta parasta oppimispotentialiaan.

## Lukivaikeus

Ongelmat lukemaan oppimisessa eivät välttämättä johdu riittämättömästä opetuksesta tai oppimiskyvystä, vaan niiden taustalla voi olla kehityksellinen lukihäiriö (engl. developmental dyslexia). Tällöin sujuvan lukutaidon saavuttamisen esteenä ovat perinnöllisistä tekijöistä johtuvat poikkeamat aivojen toiminnassa. Kehityksellisen lukivaikeuden määritelmä on, että lukeminen on virheeltistä ja/tai hidasta huolimatta riittävästä opetuksesta, motivaatiosta ja normaaleista kognitiivisista kyvyistä (Shaywitz, 2003). Se on yleisin oppimishäiriö, ja arviolta 5–18 prosenttia väestöstä kärsii siitä (Shaywitz, 1998). Sitä esiintyy erilaisissa sosioekonomisissa ryhmissä, kulttuureissa ja kielissä. Sen esiintyvyyteen eri kieliryhmissä vaikuttaa kuitenkin kielten ortografinen rakenne (Paulesu ym., 2001).

Lukivaikeuden taustatekijöitä on tutkittu runsaasti, mutta koska lukemiseen osallistuu laaja hermoverkko (Gabrieli, 2009) ja siihen tarvittavia kykyjä säätelevät useat geneettiset tekijät (Galaburda ym., 2006), yhtenäistä kuvaa lukivaikeuden taustatekijöistä on ollut vaikeaa muodostaa. Lukivaikeuteen liittyy monenlaisia tiedonkäsittelyhäiriöitä. Niin näkö-, kuulo- kuin tuntoaistinkin on esitetty olevan poikkeuksellisia, samoin aistienvälisen hermostollisen prosessoinnin (Farmer & Klein, 1995). Ongelmia on havaittu myös työmuistin toiminnassa (Lyytinen ym., 2007). On ilmeistä, että osa näistä epätyypillisistä aivoprosesseista liittyy jollain tavoin kehitykselliseen lukihäiriöön mutta ei varsinaisesti selitä niitä. Useat tutkijat katsovat keskeiseksi lukihäiriön taustatekijäksi fonologisen prosessoinnin eli äänteiden käsittelyn ongelman.

Lukihäiriöihin liittyy hyvin monenlaisia poikkeamia aivojen rakenteessa ja toiminnassa. Aivomuutoksia on havaittu erityisesti vasemman aivopuoliskon taaemmissa ohimo-, pääläen- ja takaraivonlohkon alueissa (Shaywitz & Shaywitz, 2005; Shaywitz ym. 2001). Näiden alueiden muutokset vaikeuttavat erityisesti kielen ääni- ja äänne-elementtien käsittelyä. Tästä seuraa vaikeuksia hahmottaa riimejä ja ääntää ääniteitä sekä taipumusta sekoittaa toisiinsa samalta kuulostavia sanoja. Lukutaitoon nämä ongelmat vaikuttavat siten, että kuultujen ääniteiden yhdistäminen niiden kirjoitettuun asuun vaikeutuu (Lyytinen ym., 2007). Tämä taito taas on hyvin tärkeä opittaessa lukemaan.

Aivotutkimuksella on voitu osoittaa, että lukihäiriöisillä näiden alueiden aineenvaihdunta (mm. hapen tai glukoosin kulutus) on keskimääräistä vaimeampaa (Gabrieli, 2009). Asiaa on tutkittu esimerkiksi toiminnallisella magneettikuvauksella (engl. functional magnetic resonance imaging, fMRI) fonologista prosessointia mittaavien tehtävien aikana. Tällaiset tutkimukset osoittavat, että alueet eivät aktivoidu normaalilla tavalla vaan niiden hermo-solutoiminta on normaalia vaimeampaa.

Aivosähkökäyräkisteröinteihin (engl. electroencephalography, EEG) perustuvalla herätevastetutkimuksella puolestaan on saatu täsmällistä tietoa siitä, minkä äänteiden tai äänten erottelu on lukihäiriössä vaikeaa. Herätevasteilla saadaan millisekuntien tarkkuudella tietoa siitä, miten kutakin koehenkilölle esitettyä ärsyketyyppiä käsitellään aivoissa. Esitettäessä esimerkiksi äännesarjaa i i i e i e i i i voidaan tutkia, miten aivot reagoivat kahteen erilaiseen äänteeeseen. Lisäksi saadaan selville, erottelevatko aivot nämä äänneet toisistaan. Mikäli äänneelle /e/ syntyy erilainen vaste kuin äänneelle /i/, aivojen kuulojärjestelmä pystyy erottamaan ne toisistaan.

Herätevastetutkimuksilla on osoitettu lukihäiriöisten kuulojärjestelmän toimivan normaalista poikkeavalla tavalla, ja se voi olla keskeinen tekijä fonologisen prosessoinnin ongelmassa. Lukihäiriössä lyhyiden konsonanttien eroille syntyy normaalia pienempiä aivovasteita; aivot siis eivät erota niitä yhtä tarkasti kuin ihmisillä keskimäärin (Schulte-Körne ym. 1998; Lachmann ym., 2005). Myös äänten korkeuden erottelu on lukihäiriöisillä heikkoa (Baldeweg ym., 1999; Kujala ym., 2003), erityisesti aivojen vasemmalla kuuloai-vokuorella (Renvall & Hari, 2003). Vastaavasti aivojen reagointi monimutkaisten äänien pieniin ajallisiin muutoksiin on poikkeavaa (Kujala ym., 2000).

Vaikuttaa siis siltä, että lukivaikeuteen liittyy laaja-alainen häiriö äänten ja äänteiden käsittelyssä. Tätä tukee myös tutkimus, jossa tutkittiin esikouluikäisiä lapsia, joilla oli perinnöllinen alttius lukihäiriöön (Lovio ym., 2010). Tutkimuksessa seurattiin tavujen muutosten aiheuttamia herätevasteita. Tulosten mukaan lapset erottivat normaalia epätarkemmin paitsi konsonanttien, vokaalien ja vokaalin keston muutoksia, myös tavujen esitysvoimakkuuden muuttumista. Tämä ääntenerotteluhäiriö näkyy jopa vauvoilla, joilla on perinnöllinen riski saada lukihäiriö (Leppänen ym., 2002). Heillä vaste lyhyen konsonantin kestromuutokselle (/ata/ vs. /atta/) oli pienempi kuin vauvoilla, joilla ei ollut suvussaan lukivaikeutta.

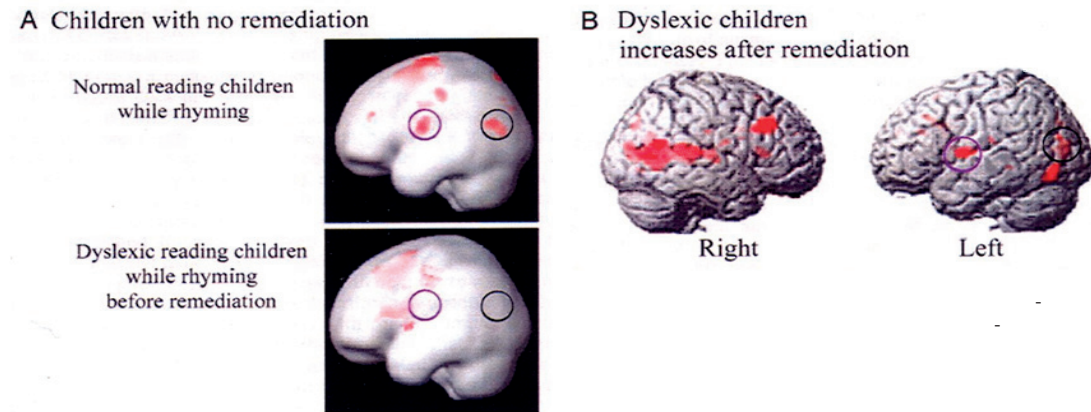
Opetuksessa osataan nykyisin suhtautua lukivaikeuteen aivan toisin kuin joitain kymmeniä vuosia sitten. Silloin lukivaikeudesta ei ollut tietoa ja siitä kärsivä saatettiin leimata laiskaksi. Nyt lukihäiriön tiedetään johtuvan useimmiten fonologisen järjestelmän tai työmuistin ongelmista. Tiedon karttumisen myötä on myös parannettu oppimisolo-suhteita, annetaan erityisopetusta ja otetaan lukivaikeus huomioon esimerkiksi kokeissa.

Lukutaitoa voidaan vahvistaa erityisopetuksen lisäksi kuntouttamalla lukivaikeuden taustalla olevaa aivojen poikkeavaa toimintaa. Temple ja muut (2003) teettivät kielellisiä harjoituksia 8–12-vuotiailla lukivaikeuslapsilla ja tarkastelivat niiden vaikutusta lukutaitoon sekä aivojen kielelliseen järjestelmään. Harjoitusjakso oli hyvin intensiivinen. Noin 28 päivän aikana lapset harjoittelivat sata minuuttia päivässä viitenä päivänä viikossa. *Fast For Word Language* -ohjelmalla tehdyissä harjoituksissa ärsykkeinä oli ääniä ja akustisesti muokattua puhetta. Ennen harjoitusjaksoa tehdyssä fMRI-kuvantamistutkimuksessa lukivaikeuslapsilla havaittiin vasemman aivopuoliskon kielellisten alueiden aktivaation olevan kielellisen tehtävän aikana vaimeaa. Harjoitusjakson jälkeen aktivaatio oli lähem-



pänä normaalia. Kuten normaalisti lukevilla lapsilla, myös näillä koeryhmän lapsilla aktivoituivat sekä aivojen etumaiset että taaemmat kielelliset alueet (kuva 1). Heillä aktivoitui lisäksi myös oikean aivopuoliskon alueita. Myös heidän kielelliset taitonsa sekä lukutaito (mm. sanojen tunnistus, tekstin ymmärtäminen) paranivat harjoitusten myötä.

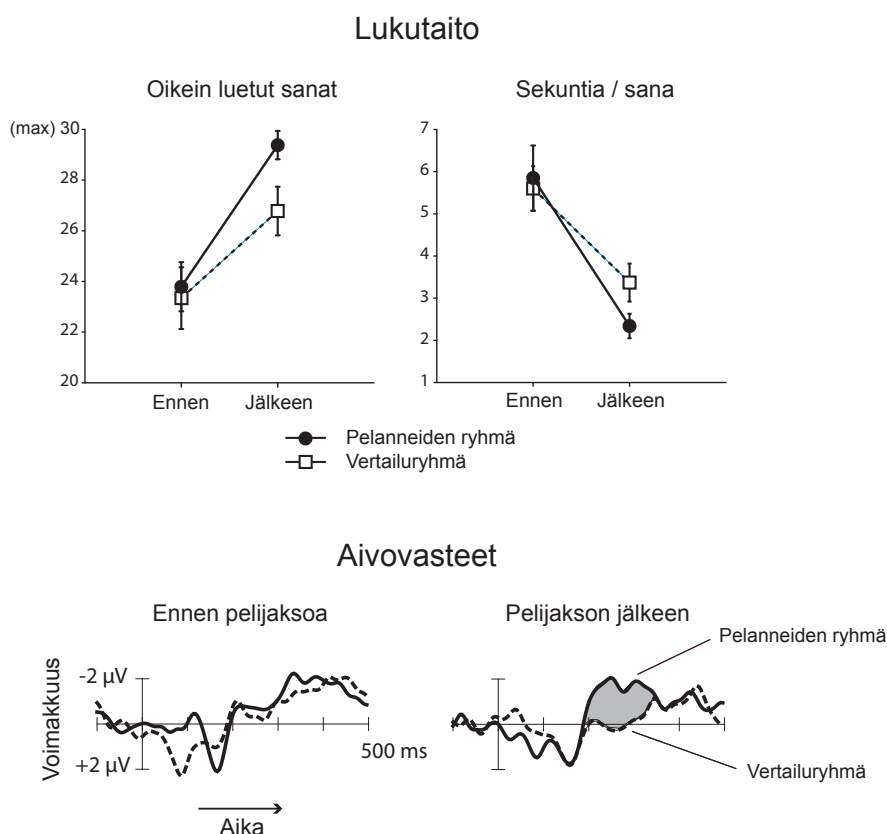
#### Kielellisen kuntouttamisen vaikutus lukihäiriöön



**Kuva 1.** Kuuntelu- ja kielellisten harjoitusten vaikutus aivojen kielelliseen järjestelmään lukihäiriöisillä 8-12 -vuotiailla lapsilla. Kuvassa vasemmalla (A) ovat aivojen aktivoituneet alueet fonologisen tehtävän aikana normaalisti lukevilla lapsilla (vasen kuva) ja lukihäiriöisillä lapsilla ennen kuntoutusta (oikea kuva). Normaalisti lukevilla lapsilla aktivoituvat aivojen etumaiset ja taaemmat kielelliset alueet (ympyröity) vasemmassa aivopuoliskossa, kun taas vastaavaa aktivaatiota ei nähdä lukihäiriöisillä lapsilla. Noin kuukauden kestäneen intensiivisen kuntoutusjakson jälkeen myös lukihäiriöisten lasten kielelliset alueet aktivoituvat (B) vasemmassa aivopuoliskossa (oikealla) fonologisen tehtävän aikana. Lisäksi heidän oikean aivopuoliskonsa alueita aktivoituu (keskellä). Kuva tutkimuksesta Temple ym. (2003).

Lukutaitoa on kohennettu myös hyvin toisenlaisilla lähestymistavoilla. Kujala ja kollegat (2001) käyttivät täysin ei-kielellistä materiaalia harjoittaessaan *Audilex*-tietokoneohjelmalla (Karma, 1999) noin 7-vuotiaita lapsia, joilla oli vaikeuksia oppia lukemaan. Ohjelmassa on harjoituksia, joissa esitetään erilaisia palkeista koostuvia kuvioita tietokoneruudulla ja äänisarjoja, joiden vastaavuutta kuvioihin tulee verrata. Esimerkiksi ruudulla voi olla kaksi kuviosarjaa ja lapsen tulee päättää, kumpaa soitettu äänisarja vastaa. Osassa harjoituksia esitetään vain yksi kuviosarja ja lapsen tulee painaa välilyöntinäppäintä, kun hänen mielestään viimeisen äänen tulisi alkaa. Harjoituksia tehtiin seitsemän viikon ajan 10–15 minuuttia kerrallaan kahdesti viikossa. Lasten lukutaito parani siten, että harjoitusjakson jälkeen he lukivat sanoja oikein merkitsevästi enemmän kuin vertailuryhmä, kun lähtötilanteessa ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa (kuva 2). Vastaavasti ääniparin järjestyksen muuttamisen (matala–korkea → korkea–matala) herättämissä aivovasteissa ei ennen harjoitusjaksoa ollut eroa, mutta sen jälkeen oli. *Audilexiä* pelanneiden lasten vaste oli voimistunut, mikä osoittaa heidän aivojensa alkaneen erotella tarkemmin äänten elementtien järjestystä (kuva 2).

## Audiovisuaalisen kuntouttamisen vaikutus lukihäiriöön



**Kuva 2.** Aistitoimintojen kuntouttaminen tietokonepelillä parantaa lukutaitoa (kuvan yläosa) ja tehostaa äänten erottelukykyyä aivoissa (kuvan alaosa). Lukihäiriöisten ensiluokkalaisten lasten lukutaitoja ja aivojen vasteita verrattiin ennen kuin toinen ryhmistä (Pelanneiden ryhmä) harjoitteli seitsemän viikon ajan tietokonepelillä ja sen jälkeen. Pelanneiden lukusuorituksen muutos on esitetty ympyrällä ja vertailuryhmän neliöllä. Ryhmät eivät eronneet ennen harjoittelujaksoa oikein luettujen sanojen määrässä eivätkä lukunopeudessa. Jakson jälkeen pelanneiden ryhmä luki vertailuryhmää enemmän oikein sanoja ja oli hiukan nopeampi lukemaan. Äänten erottelutarkkuutta heijastavat aivovasteet eivät eronneet ennen pelijaksoa (alhaalla vasemmalla). Jakson jälkeen peliä pelanneiden ryhmän vaste voimistui mutta vertailuryhmän ei (alhaalla oikealla). Vasteen voimistuminen osoittaa äänten erottelutarkkuuden parantuneen aivoissa. Kuva tutkimuksesta Kujala ym. (2001).

Nämä molemmat tutkimukset osoittavat, että aivojen toimintaa voidaan tehostaa ja kuntouttaa lukivaikeudessa. Kuntouttavien ohjelmien käytön myötä myös lukutaitoa saadaan parannettua. Lapsen kannalta olisi parasta, jos hyvät valmiudet lukemaan oppimiseen olisivat olemassa jo kouluun mentäessä. Epäonnistumisen kokemukset voivat saada aikaan noidankehän, jossa huonommuuden tunne alentaa motivaatiota. Se vie pohjaa lukutaidon oppimiselta, joka taas estää muuta edistymistä koulussa. Näin ollen olisi ensiarvoisen tärkeää selvittää, voidaanko lukuvalmiuksia parantaa ennen kouluikää.

Onneksi jopa esikouluikäisten lukemaan oppimista voidaan tukea sopivilla tietokonepeleillä. Graphogame-tietokonepeli (Lyytinen, 2007) tukee lukemaan oppimisen ensimmäisiä vaiheita, jolloin lapsen tulee oppia kirjoitettujen kirjainten ja äänneiden yhteys. Pelissä tietokoneen näyttöön ilmestyy kirjaimia, tavuja tai sanoja, joista lapsen tulee valita se, joka hänen mielestään vastaa hänen kuulemaansa ääniärsykettä. Pelin on osoitettu

tukevan koulua aloittavien lasten lukemaan oppimista (Saine ym., 2010). Se parantaa myös lukiriskilasten lukuvalmiuksia ennen kouluikää.

Lovio ja muut (lähetetty julkaistavaksi) vertasivat Graphogamen ja vastaavassa peliympäristössä tehtyjen matemaattisten harjoitusten vaikutusta lukuvalmiuksiin esikouluikäisillä lapsilla, jotka suoriutuivat heikosti lukuvalmiustesteissä. Graphogamea pelanneet lapset edistyivät merkittävästi kaikissa lukuvalmiuksiin liittyvissä testeissä (fonologinen prosessointi, kirjaintietoisuus, kirjainten tunnistus, tavujen ja epäsanon kirjoittaminen, sanojen ja epäsanon kirjoittaminen), kun taas vertailulapset edistyivät vain osassa (kirjaintietoisuus, kirjainten tunnistus, tavujen ja epäsanon kirjoittaminen). Kuntoutus näkyi myös aivojen toiminnassa puheäänteiden erottelutarkkuuden tehostumisena. Toisin kuin kontrollilapsilla, Graphogamea pelanneilla lapsilla äänteiden erottelutarkkuutta heijastava aivovaste voimistui pelijakson jälkeen.

## **Tarkkaavaisuushäiriö**

Lukivaikeuden lisäksi tarkkaavaisuushäiriöt ovat yksi yleisimmistä kouluvaikeuksien aiheuttajista. Niitä esiintyy noin 9 prosentilla lapsista (Pastor & Reuben, 2008). Tarkkaavaisuushäiriö (engl. attention deficit hyperactivity disorder, ADHD) koostuu heterogeenisestä ongelmaryhmästä, johon kuuluvat tarkkaamattomuus, ylivilkkaus, impulsiivinen käytös, levottomuus ja ympäristöä häiritsevää käyttäytyminen (DSM-IV). Osalla lapsista on tarkkaavaisuushäiriö ilman ylivilkkausta (engl. attention deficit disorder, ADD).

Tarkkaavaisuushäiriötä esiintyy suvuittain, ja sen katsotaan olevan osittain periytyvä (Tannock, 1998). Se voi ilmetä jo ennen kouluikää, mutta erityisen selkeästi vaikutukset näkyvät kouluympäristössä, ja se voi jatkua aikuisuuteen. Sen neurobiologista perustaa ei tunneta vielä tarkasti, mutta on löydetty näyttöä siitä, että taustalla on sekä rakenteellisia että toiminnallisia aivojen muutoksia (Bush ym., 2005; Paloyelis ym., 2007; Seidman ym., 2005; Luman ym., 2010). Poikkeavuuksia ajatellaan olevan toiminnanohjaukseen liittyvissä aivojen rakenteissa, mm. etuotsalohkojen alueilla ja niiden yhteyksissä mm. tunnesäätelyyn osallistuviin alueisiin sekä aivojen palkitsevuusjärjestelmään. Neurokemiallisissa mekanismeissa poikkeavuutta on esitetty olevan erityisesti dopamiinijärjestelmässä, jolla on keskeinen rooli mielihyvän ja palkitsevuuden kokemisessa.

Oppimisen välttämätön edellytys on kyky ylläpitää pitkäjänteisesti tarkkaavaisuutta kohteessa, josta olisi saatava informaatiota muistiin taltioitavaksi, olipa kohde sitten luettavaa materiaalia tai opettaja. On olemassa joitain oppimisen muotoja, joissa hermosto muotoutuu tarkkaavaisuudesta riippumattomasti (Kujala & Näätänen, 2010), mutta uuden tiedon taltiointi ei kuulu niihin. Tarkkaavaisuushäiriö asettaa siten vakavan uhan koulussa menestymiselle. Tarkkaavaisuus-ylivilkkaushäiriö puolestaan voi vaarantaa koko luokan työskentelyn. Keskittymiskyvytön, ylivilkas ja impulsiivinen lapsi voi viedä huomion itse opetukselta, kuormittaa opettajaa ja häiritä muiden lasten keskittymistä.

Tarkkaavaisuus-ylivilkkaushäiriössä on siis kyse ongelmasta, joka paitsi on siitä kärsivälle yksilölle vakava ja kauaskantoinen, myös vaikuttaa laajasti ympäröiviin ihmisiin ja vaarantaa jopa kokonaisten luokkien edistymistä ja oppimista. Tehokkaat keinot auttaa tästä häiriöstä kärsivää lasta ovat näin ollen ensiarvoisen tärkeitä. Hyviä tuloksia on saatu sekä lääkehoidolla että tietyillä käyttäytymistä ohjaavilla interventioilla (Halperin & Healey, 2011).

Lääkehoitona käytetään yleensä ns. stimulanttihoitoa (Conners, 2002; Greenhill ym., 1999; Spencer ym., 1996). Hoidossa annetaan pieniä pitoisuuksia lyhytkestoisesti vaikuttavaa amfetamiinijohdannaisista, joka poistuu elimistöstä iltaan mennessä. Hoidon on osoitettu vaikuttavan ADHD:n ydinongelmiin. Sen on osoitettu parantavan huomattavasti sopeutuvuutta ja koulumenestystä sekä vähentävän aggressiivisuutta.

Tämän tyyppistä lääkitystä ei pidä antaa kevein perustein varsinkaan lapsille. Huoli sen sivu- ja pitkäaikaisvaikutuksista on ymmärrettävä. Voiko lääkitys mahdollisesti johtaa myöhemmin stimulanttien väärinkäyttöön, johon ylivilkkaushäiriöstä kärsivillä ihmisillä on keskimääräistä suurempi taipumus muutenkin (Murray ym., 2008). Muun muassa eläintutkimukset ovat tuoneet tähän huojentavaa lisävalaistusta. Stimulanttilääkitystä nuorena (ihmisellä murrosikää edeltävää vaihetta vastaavassa iässä) saaneet koe-eläimet ovat vähemmän kiinnostuneita stimulanteista kuin verrokkieläimet, jotka eivät ole lääkitystä saaneet (Andersen ym., 2001). Myöskään ihmisillä varhain aloitetun stimulanttihoiton ei todettu pitkittäistutkimuksessa lisäävän päihteiden käyttöä vaan ennemminkin tuovan positiivisia pitkäaikaisia vaikutuksia (Mannuzza ym., 2008). Stimulanttihoiton sivuvaikutuksia ovat mm. ruokahalun heikkeneminen sekä kasvun hidastuminen, joka saattaa korjautua lopetettaessa stimulanttihoito ennen nuoruuden kasvuvaihetta (Murray ym., 2008).

Lääkkeettömissä terapioiden tehokkaimmiksi on havaittu lähestymistavat, joissa pyritään vaikuttamaan paitsi lapsen, myös vanhempien, perheen ja luokan toimintaan. Moniin toiminnan ongelma-alueisiin voidaan vaikuttaa vanhempien intervention avulla ja puuttamalla oppituntien dynamiikkaan (Halperin & Healey, 2011). Kognitiivisen terapian avulla on puolestaan voitu parantaa ADHD-lasten työmuistia, kontrollikykyä (impulsiivisuuden inhiboimista), tarkkaavaisuutta ja ei-kielellistä päättelykykyä sekä vähentää käyttäytymisen ongelmia (Halperin & Healey, 2011). Erityisyydet lähestymistavat vaikuttavat ongelmien eri osa-alueisiin, joten tehokkainta voisi olla erilaisten terapioiden yhdistäminen. Kuntoutustulokset eivät aina ole pysyviä, joten jatkuvampi tukea antava terapia voi olla tarpeellinen. Lääkkeettömät terapiat voivat myös olla työläitä ja aikaa vieviä.

Laajassa eri hoitomuotojen vaikutuksia vertailevassa tutkimuksessa (Murray ym., 2008) lääkehoito havaittiin tehokkaammaksi ADHD:n oireiden lievittäjäksi kuin lääkkeetön terapia. Kaikkein tehokkaimmaksi havaittiin kuitenkin lääkehoidon ja monipuolisen behavioraalisen hoidon (myös vanhempien ja koulun tukemisen) yhdistelmä. Lääkkeetön hoito havaittiin tärkeäksi lisäksi lääkehoidon rinnalle, koska tällöin lääkityksen määrää voitiin pienentää samalla kun hoitotulokset olivat edelleen hyviä.

## **Erityislahjakkuus**

Yksi erityisryhmä, jonka opiskeluolosuhteisiin tulee kiinnittää huomiota, ovat erityislahjakkaat oppilaat. Heidän ongelmansa on pitkästyminen oppitunneilla, joilla heidän näkökulmastaan edetään liian hitaasti. Erityislahjakkaista 15–40 prosenttia ei saavuta täyttä potentiaaliaan koulussa, vaikka he lahjakkuutensa puolesta kykenisivät pärjäämään luokkansa parhaimmista (Seeley, 1993). Tällaista alisuoriutumista on hankalaa selkeästi määritellä. Alisuoriutumisesta on esitetty olevan kyse silloin, kun koulussa pärjääminen ei yllä standardoitujen kykytestien tulosten viittaamalle tasolle (Colangelo ym., 1993). Yleisesti ottaen alisuoriutuminen on sitä, että koulussa suoriutuminen ei vastaa oppilaan kykyä ja potentiaalia (Baum ym., 1995).

Erityislahjakkaiden alisuoriutumisesta on useita hypoteeseja. On esitetty, että siihen vaikuttavat niin koululaisen henkilökohtaiset persoonallisuuspiirteet kuin koti ja koulukin (Baker ym., 1998). Alisuoriutuminen saattaa myös johtua ristiriidasta lapsen oppimistyylin ja tarpeiden sekä kouluympäristön välillä (Redding, 1990; Whitmore, 1986). Erityislahjakkaat voivat kokea peruskoulun tylsänä ja haasteettomana, jolloin laimea mielenkiinto koulua kohtaan heikentää keskeisten, myöhemmin tarvittavien taitojen hankkimista (Diaz, 1998).

Oppimisen perusedellytyksiä ovat motivaatio ja kiinnostus, ja niiden puute voi heijastua alisuoriutumisena (Davis & Rimm, 1998). Näihin puolestaan vaikuttaa se, miten haastavaa oppiminen on (Hoekman ym., 1999). Sen tulisi olla optimaalisella tasolla. Oppimista haittaavat sekä liian haasteellinen että liian helppo oppimistapahtuma tai -materiaali. Erityislahjakkaat kärsivät jälkimmäisestä. Heidän näkökulmastaan opetus voi edetä liian hitaasti ja olla epäkiinnostavaa. Alisuoriutumisen lisäksi tästä voi seurata hyvin monenlaisia ongelmia, kuten heikkoa itsetuntoa, sosiaalista sopeutumattomuutta sekä käytöshäiriöitä (Rogers, 2007).

Varsinkin alemmilla koululuokilla erityislahjakkaiden pitkästyminen saattaa purkautua häiriökäyttäytymisenä. Lapsen aivojen vielä kehittymässä olevat kontrollikeskukset, kuten toimintaa ohjaava etuotsalohko (Zillmer ym., 2008), eivät anna valmiuksia tällaisessa tilanteessa oman toiminnan säätelyyn. Lapsen voi olla vaikeaa olla aloillaan ehdittyään esimerkiksi tehdä tehtävän muita nopeammin tai kun käsiteltävä asian etenee lapsen näkökulmasta liian hitaasti tai yksinkertaisella tasolla.

Lahjakkaiden lasten koulusuoriutumista, oppimismotivaatiota ja sopeutuvuutta on voitu parantaa vaikuttamalla opiskelun haasteellisuuteen ja virikkeellisyyteen eri tavoin (Rogers, 2007). Lupaavia tuloksia on saatu mm. aikaistamalla koulun aloitusta, antamalla lapselle ylempien luokkien oppimateriaalia hänen lahjakkuusalueeltaan, tarjoamalla ylimääräisiä kursseja television ja internetin kautta sekä mentoroinnilla, jossa aihealueen asiantuntija ohjaa oppimista tietyn ajan. Osalle erityislahjakkaista on mielekästä itsenäinen opiskelu. Hyviä tuloksia on myös saatu antamalla erityislahjakkaille mahdollisuuksia opiskella kaltaistensa oppilaiden kanssa.

## Lopuksi

Suuri haaste opettaessa suuria tai suurehkoja lapsiryhmiä luokissa on valtavirrasta eroavien yksilöiden huomioon ottaminen. Erityiset tukitoimet näiden yksilöiden auttamiseksi ovat tärkeitä sekä siksi, että he voisivat saavuttaa oppimispotentiaalinsa mahdollisimman hyvin, että myös koko luokan työrauhan takaamiseksi.

Yksilöt, joiden on syystä tai toisesta vaikeaa seurata opetusta muiden tahtiin, eivät ensinnäkään saavuta omaa oppimispotentiaaliaan. Oppimisvaikeudet tai tarkkaavaisuuden säätelyn puutteellinen toiminta voivat johtaa siihen, että lapsi ei hyödy opetustilanteesta riittävästi edistykseen. Nämä samat ongelmat voivat myös haitata läksyjen tekoa. Oppiminen heikkenee ja viivästyy jo näiden seikkojen vuoksi. Lisäksi näillä ikävillä kokemuksilla voi olla hyvin voimakaskin vaikutus motivaatioon, joka on oppimisen keskeinen kulmakivi. Onnistumisen kokemusten puuttuminen ja huonommuuden tunne luokkatovereihin nähden tekevät koulusta ja oppimisesta epämiellyttävää.

Varsinkin lapsen on vaikeaa pakottaa itseään toimintaan, josta ei saa välitöntä mielihyvää. Päämäärätietoiseen toimintaan ja toiminnanohjaukseen tarvitaan erityisesti etuotsalohkoja, jotka kehittyvät aivorakenteista viimeisimpinä (Zillmer ym., 2008). Tämän ”kontrollikeskuksen” epäkypsyys kouluiässä asettaa erityisen haasteen opettajille ja vanhemmille. Miten saadaan sellainen lapsi innostumaan koulutyöstä, joka joutuu ponnistelemaan kovemmin kuin toiset tai joka voisi opiskella paljon nopeamminkin ja pitkästyä?

Toiminnanohjaukseen osallistuvien aivorakenteiden keskeneräisyys johtaa myös siihen, että turhautuneisuus koulussa saa lapsen häiritsemään opetustilannetta. Lähtökohdat tähän voivat olla oppimisvaikeudesta riippuen erilaiset mutta lopputulos on sama. Lasten, joilla on ADHD, voi olla lähes mahdotonta pysyä aloillaan, ja heillä on usein impulsiivisuutta, jolloin keskittyneesti ja muita häiritsemättä toimiminen on lähes mahdotonta. Lapsella, jolla on oppimisvaikeuksia mutta ei hyperaktiivisuutta, turhautuminen ja huonommuuden tunne voivat johtaa häiriköintiin. Turhautuminen voi olla häiriökäyttäytymisen syynä myös erityislahjakkailla lapsilla. Jos lapsi oppii asiat koulutovereitaan huomattavasti nopeammin, oppimistilanne käy pitkästyttäväksi, mikä voi purkautua häiritsevänä käyttäytymisenä.

On oleellista, että oppimis- ja käyttäytymisongelmien taustatekijöihin puututaan ja ongelmien syyt selvitetään mahdollisimman hyvin. Edellisiin esimerkkeihin sopivat hyvin erilaiset tuki- ja kuntoutustoimet. Esimerkiksi lukivaikeudessa tulisi jo ennen kouluikää harjaannuttaa ja automatisoida havaintotoimintoja, joita tarvitaan sujuvaan lukemiseen. Tarkkaavaisuus-ylivilkkaushäiriössä tehokkaimmaksi on osoittautunut lääkehoidon ja käyttäytymiseen vaikuttavan terapian sekä koulun ja kodin tukemisen yhdistelmä. Erityislahjakkaille puolestaan tulee tarjota lisävirikkeitä heidän lahjakkuusalueeltaan, ja heitä voidaan tukea erilaisin vaihtoehtoisin opetusmuodoin.

Oppimis- ja aivotutkimuksen kautta saatu tieto on oppimisen erityisryhmiä ajatellen rohkaisevaa, koska se osoittaa aivojen toiminnan tehostamisen olevan mahdollista (katsaus: Kujala & Näätänen, 2010). Lasten oppimisen tukemiseen on mielekästä panostaa myös siksi, että lapset ovat kehitysvaiheensa puolesta parhaimmillaan oppimaan uutta, kunhan vain heidän motivaationsa on kohdallaan. Oppimiseen ja aivoihin keskittyvässä tutkimuksessa tulisi jatkossa selvittää yksityiskohtaisemmin, miten erityyppisiä oppimisvaikeuksia voidaan tehokkaimmin hoitaa ja ehkäistä. Erilaisten hoitomuotojen pitkäaikaisvaikutuksia tulisi myös selvittää pitkittäistutkimuksilla.



## Lähteet

- Andersen, S. L., Arvanitogiannis, A., Pliakas, A. M., LeBlanc, C. & Carlezon, W. A. Jr. 2001. Altered responsiveness to cocaine in rats exposed to methylphenidate during development. *Nature Neuroscience* 5, 13–14.
- Baldeweg, T. 1999. Impaired auditory frequency discrimination in dyslexia detected with mismatch evoked potentials. *Annals of Neurology* 45, 495–503.
- Baum, S. M., Renzulli, J. S. & Hebert, T. P. 1995. Reversing underachievement: Creative productivity as a systematic intervention. *Gifted Child Quarterly* 39, 224–235.
- Bush, G., Valera, E. M. & Seidman, L. J. 2005. Functional neuroimaging of attention-deficit/hyperactivity disorder: a review and suggested future directions. *Biological Psychiatry* 57, 1273–1284.
- Colangelo, N., Kerr, B., Christense, P. & Maxey, J. 1993. A comparison of gifted underachievers and gifted high achievers. *Gifted Child Quarterly* 37, 155–160.
- Conners, C. K. 2002. Forty years of methylphenidate treatment in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Attention Disorders* 6, 17–30.
- Davis, G. A. & Rimm, S. B. 1998. *Education of the gifted and talented* (4<sup>th</sup> ed.). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Diaz, E. I. 1998. Perceived factors influencing the academic underachievement of talented students of Puerto Rican descent. *Gifted Child Quarterly* 42, 105–122.
- Farmer, M. E. & Klein, R. M. 1995. The evidence for a temporal processing deficit linked to dyslexia: A review. *Psychonomic Bulletin & Reviews* 2, 460–493.
- Gabrieli, J. D. E. 2009. Dyslexia: A new synergy between education and cognitive neuroscience. *Science* 325, 280–283.
- Galaburda, A. M., LoTurco, J., Ramus, F., Fitch, R. H. & Rosen, G. D. 2006. From genes to behavior in developmental dyslexia. *Nature Neuroscience* 9, 1213–1217.
- Greenhill, L. L., Halperin, J. M. & Abikoff, H. 1999. Stimulant medications. *Journal of the American Academic of Child & Adolescent Psychiatry* 38, 503–512.
- Halperin, J. M. & Healey, D. M. 2011. The influences of environmental enrichment, cognitive enhancement, and physical exercise on brain development: Can we alter the developmental trajectory of ADHD? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 35, 621–634.
- Hoekman, K., McCormick, J. & Gross, M. U. 1999. The optimal context for gifted students: a preliminary exploration of motivational and affective considerations. *Gifted Child Quarterly* 43, 170–193.
- Jenkins, W. M., Merzenich, M. M., Ochs, M. T., Allard, T. & Guic-Robles, E. 1990. Functional organization of primary somatosensory cortex in adult owl monkeys after behaviorally controlled tactile stimulation. *Journal of Neurophysiology* 63, 82–104.
- Kalat, J. W. 2009. *Biological Psychology*, Vol 10. Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.
- Karma, K. 1999. Auditory structuring in explaining dyslexia. *Proceedings of the Eighth International Workshop on the Cognitive Sciences on Natural Language Processing*. Galway: Information Technology Centre, National University of Ireland.
- Kuhl, P. & Rivera-Gaxiola, M. 2008. Neural substrates of language acquisition. *Annual Reviews of Neuroscience* 31, 511–534.
- Kujala, T., Belitz, S., Tervaniemi, M. & Näätänen, R. 2003. Auditory sensory memory disorder in dyslexic adults as indexed by the mismatch negativity. *European Journal of Neuroscience* 17, 1323–1327.

- Kujala, T., Karma, K., Ceponiene, R., Belitz, S., Turkkila, P., Tervaniemi, M. & Näätänen, R. 2001. Plastic neural changes and reading improvement caused by audiovisual training in reading-impaired children. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98, 10509–10514.
- Kujala, T., Myllyviita, K., Tervaniemi, M., Alho, K., Kallio, J. & Näätänen, R. 2000. Basic auditory dysfunction in dyslexia as demonstrated by brain-activity measurements. *Psychophysiology, Special Report* 37, 262–266.
- Kujala, T. & Näätänen, R. 2010. The adaptive brain: A neurophysiological perspective. *Progress in Neurobiology*, 91, 55–67.
- Lachmann, T., Berti, S., Kujala, T. & Schröger, E. 2005. Diagnostic subgroups of developmental dyslexia have different deficits in neural processing of tones and phonemes. *International Journal of Psychophysiology* 56, 105–120.
- Leppänen, P. H. T., Richardson, U., Pihko, E., Eklund, K. M., Guttorm, T. K., Aro, M. & Lyytinen, H. 2002. Brain responses to changes in speech sound durations differ between infants with and without familial risk for dyslexia. *Developmental Neuropsychology* 22, 407–422.
- Lovio, R., Halttunen, A., Lyytinen, H., Näätänen, R. & Kujala, T. Reading skill and neural processing accuracy improvement after a 3-hour intervention in preschoolers with difficulties in reading-related skills. Submitted.
- Lovio, R., Näätänen, R. & Kujala, T. 2010. Abnormal pattern of cortical speech feature discrimination in six-year-old children at-risk for dyslexia. *Brain Research*, 1335, 53–62.
- Luman M., Tripp, G. & Scheres, A. 2010. Identifying the neurobiology of altered reinforcement sensitivity in ADHD: A review and research agenda. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 34, 744–754.
- Lyytinen, H., Ronimus, M., Alanko, A., Poikkeus, A. & Taanila, M. 2007. Early identification of dyslexia and the use of computer game-based practice to support reading acquisition. *Nordic Psychology* 59, 109–126.
- Mannuzza, S., Klein, R. G., Truong, N. L., Moulton III, J. L., Roizen, E. R., Howell, K. H. & Castellanos, F. X. 2008. Age of methylphenidate treatment initiation in children with ADHD and later substance abuse: Prospective follow-up into adulthood. *American Journal of Psychiatry* 165, 604–609.
- Murray D. W., Arnold L. E., Swanson, J., Wells, K., Burns, K., Jensen, P., Hechtman, L., Paykina, N., Legato, L. & Strauss, T. 2008. A clinical review of outcomes of the Multimodal Treatment Study of children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (MTA). *Current Psychiatry Reports* 10, 424–431.
- Paloyelis, Y., Mehta, M. A., Kuntsi, J. & Asherson, P. 2007. Functional MRI in ADHD: a systematic literature review. *Expert Review of Neurotherapy* 7, 1337–1356.
- Pastor, P. N. & Reuben, C. A. 2008. Diagnosed attention deficit hyperactivity disorder and learning disability: United States, 2004–2006. *Vital Health Statistics* 10, 1–14.
- Paulesu, E., Demonet, J. F., Fazio, F., McCrory, E., Chanoine, V., Brunswick, N., Cappa, S. F., Cossu, G., Habib, M., Frith, C. D. & Frith, U. 2001. Dyslexia: cultural diversity and biological unity. *Science* 291, 2165–2167.
- Redding, R. E. 1990. Learning preferences and skill patterns among underachieving gifted adolescents. *Gifted Child Quarterly* 34, 72–75.
- Renvall, H. & Hari, R., 2003. Diminished auditory mismatch fields in dyslexic adults. *Annals of Neurology* 53, 551–557.
- Rogers, K. B. 2007. Lessons learned about educating the gifted and talented: A synthesis of the research on educational practice. *Gifted Child Quarterly* 51, 382–396.
- Saine, N. L., Lerkkanen, M.-K., Ahonen, T., Tolvanen, A. & Lyytinen, H. 2010. Predicting word-level reading fluency outcomes in three contrastive groups: Remedial and computer-assisted remedial reading intervention, and mainstream instruction. *Learning and Individual Differences* 20, 402–414.



- Schulte-Körne, G., Grimm, T., Nothen, M. M., Müller-Myhsok, B., Cichon, S., Vogt, I. R., Propping, P. & Renschmidt, H. 1998. Evidence for linkage of spelling disability to chromosome 15. *American Journal of Human Genetics* 63, 279–282.
- Seeley, K. R. 1993. Gifted students at risk. Teoksessa L. K. Silverman (toim.) *Counselling the gifted and talented*. Denver, CO: Love Publishing, 263–276.
- Seidman, L. J., Valera, E. M. & Makris, N. 2005. Structural brain imaging of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry* 57, 1263–1272.
- Shaywitz, S. E. 1998. Dyslexia. *The New England Journal of Medicine* 338, 307–312.
- Shaywitz, S. E. 2003. *Overcoming dyslexia*. New York: Vintage books.
- Shaywitz, S. E. & Shaywitz, B. A. 2005. Dyslexia (specific reading disability). *Biological Psychiatry* 57, 1301–1309.
- Spencer, T., Biederman, J., Wilens, T., Harding, M., O'Donnell, D. & Griffin, S. 1996. Pharmacotherapy of attention-deficit hyperactivity disorder across the life cycle. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 35, 409–432.
- Tannock, R. 1998. Attention deficit hyperactivity disorder: advances in cognitive, neurobiological, and genetic research. *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines* 39, 65–99.
- Temple, E., Deutsch, G. K., Poldrack, R. A., Miller, S. L., Tallal, P., Merzenich, M. M. & Gabrieli, J. D. E. 2003. Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: evidence from functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 100, 2860–2865.
- Whitmore, J. R. 1986. Understanding a lack of motivation to excel. *Gifted Child Quarterly* 30, 66–69.
- Zillmer, E. A., Spiers, M. V. & Culbertson, W. C. 2008. *Principles of Neuropsychology, Vol 2*. Belmont, CA: Thomson Wadsworth.

# Varhaiset kielellisen kehityksen, lukutaidon ja itsesätelytaidon ennusmerkit yksi- ja kaksikielisillä lapsilla

*Maarit Silvén*

## Sosiaalinen vuorovaikutus kouluvalmiuksien perustana

Vanhempien huoli lapsen koulunkäynnistä herää viimeistään silloin, kun lapsella ilmenee vaikeuksia ilmaista itseään sekä säädellä tunteitaan ja käyttäytymistään aikuis- ja toverisuhteissa. Minkälaisia taitoja lapsen tulisi hallita esikouluikässä, jotta koulun aloitus sujuisi mahdollisimman hyvin niin lapsen, perheen kuin alakouluyhteisön kannalta? Kasvatuksen alan asiantuntijat erottavat *kognitiiviset valmiudet*, kuten tarkkaavaisuuden, toiminnanohjauksen, kieli-, luku- ja laskutaidon, *sosiaalisista valmiuksista*, joihin sisältyvät muun muassa lapsen vuorovaikutustaidot, käsitys itsestä ja muista sekä itsetunto ja tunne-elämän hyvinvointi (Pianta, Cox & Snow, 2007). Monissa tutkimuksissa on osoitettu, että näiden valmiuksien iänmukainen hallinta ennakoii lapsen koulumenestystä ja sopeutumista kouluun (esim. Ladd, Birch & Buhs 1999).

Perinteisesti on ajateltu, että lapsen valmiudet juontavat juurensa synnynnäisiin ominaisuuksiin (”Mira on muita herkempi muutoksille”) tai opittuihin taitoihin (”Jani oppii hitaasti ilmaisemaan itseään”). Tiukka ”lapsikeskeinen” näkökulma kehityksen kulusta antaa vain vähän keinoja tukea lapsen suotuisaa kehitystä ja ennaltaehkäistä ongelmien kasautumista. Uudemman näkemyksen mukaan kouluvalmiudet kehittyvät erilaisissa vuorovaikutussuhteissa syntymästä saakka (Konold & Pianta, 2005). Niin suotuisa kuin epäsuotuisakin käyttäytyminen rakentuisi lapsen kaikissa kohtaamisissa muiden ihmisten kanssa. Tästä näkökulmasta katsottuna kukaan ei ole (eikä edes saisi olla) yksin vastuussa lapsen kehityksestä, vaan sitä vahvistaa koko kasvuympäristö, vanhemmat, sukulaiset ja sisarukset kodin piirissä, samoin kuin toverit ja opettajat päivähoitossa ja esikoulussa.

Sosiaalisesti taitava lapsi osaa esi- ja alakouluikänsä mennessä ilmaista toiveitaan ja tavoitteitaan toveri- ja aikuissuhteissa samalla säilyttäen myönteisen suhteen toiseen osapuoleen (ks. tarkemmin Aro & Laakso, 2011; Salmivalli, 2005). Sosiaalisten taitojen ja tavoitteiden oletetaan olevan keskeisiä lapsen käyttäytymiseen vaikuttavia tekijöitä, jotka ennakoivat sopeutumista kouluyhteisöön. Perinteisesti vuorovaikutusta vertaissuhteissa on selitetty sosiaalisilla taidoilla eli sillä, mitä lapset osaavat tehdä ollessaan yhdessä kavereiden kanssa. Sittemmin tutkimuksissa on siirrytty tarkastelemaan toiminnan motiivaatioperustaa eli sitä, mitä lapset pyrkivät saavuttamaan. Toiset lapset pyrkivät muita voimakkaammin säilyttämään hyvät suhteet tovereihin, kun taas toiset yrittävät saada oman tahtonsa läpi.

Jotta kasvattajat voisivat seurata ja tarvittaessa puuttua tilanteisiin, joissa lapsi eristäytyy tai kiusaa muita, on tiedettävä, miksi lapset käyttäytyvät tietyllä tavalla. Asianmukaiset tavat puuttua ongelmallisiin tilanteisiin ovat erilaisia, mikäli ajatellaan, että ongelmat johtuvat esimerkiksi kielen kehityksen vaikeuksista, sosiaalisten taitojen puutteesta tai tietynlaisista sosiaalisista tavoitteista. Nykyään tiedetään, että perhe- ja vertaissuhteet parhaim-

millaan suojaavat kehityksen kulkua lapsuus- ja nuoruusiässä. Näyttää myös siltä, että epäsuotuisan kehityksen ennusmerkit ovat sitä haavoittavampia, mitä enemmän varhaisia riskitekijöitä kasautuu samalle lapselle.

Perheen varhaisen vuorovaikutuksen ajatellaan muodostavan perustan lapsen myöhemmälle psyykkiselle kehitykselle ja ihmissuhteille (Maccoby, 1992; Parke, 1995). Ensimmäisen sukupolven perhetutkijat havaitsivat jo 1970- ja 1980-luvuilla, että isät harrasivat vauvan kanssa kehollisesti ja liikunnallisesti virittäviä leikkejä, kuten hyppyttämistä ja painimista, kun taas äidit pyrkivät rauhallisempaan lelujen tutkimiseen ja sanallisiin leikkeihin. Tuon ajan tutkimukset keskittyivät tyypillisesti joko lapsen tai vanhemman ominaisuuksiin ja toimintaan. Uudemmissa lähestymistavoissa on kuitenkin osoitettu, että osapuolet vaikuttavat toistensa toimintaan jo varhaisissa kasvokkais- ja leikkituokioissa. Lapsen ja vanhemman yksittäiset teot – asennot, liikkeet, ilmeet, eleet, katseen suunta, puhe, ääntely ja tunnelmaukset – sekä yksittäisten tekojen kesto ja voimakkuus saavat merkityksensä vasta osana kokonaisuutta (Fogel, 2003).

Suurin osa alan tutkimuksesta on keskittynyt äiti-vauvaparien toimintaan, ja vain harvoissa tutkimuksissa on tarkasteltu kumpaakin vanhempaa. Toistaiseksi on osoitettu, että isä-vauvapareilla esiintyy yhtä paljon yhteisesti säädeltyä toimintaa kuin äiti-vauvapareilla viiden (Feldman, 2003) ja seitsemän kuukauden iässä (Haapakoski & Silvén, 2009). Vaikka havainnot on tehty eri kulttuureissa, tutkitut perheet edustavat nykyaikaista vanhemmuutta, toisin sanoen kahta työssäkäyvää vanhempaa, jotka jakavat vastuun lastenhoidosta. Suomalaisessa seurannassa jo 7-kuisten vauvojen leikkikokemukset äidin ja isän kanssa ennustivat, kuinka paljon sanoja lapset ymmärsivät 14-kuisina ja kuinka taitavasti he viestivät sanattomasti (Lundén & Silvén, 2011). Perhetasolla näitä kieli- ja kommunikaatiotaitoja ennakoi yhteissäätelyn tapa, jossa molemmat vanhemmat vahvistivat lapsen itsenäistä tutkimista, mutta pyrkivät myös silloin tällöin tekemään leikistä yhteistä ja vastavuoroista.

Tasapaino sekä äidiltä että isältä saadun huomion ja lapsen itsenäisen toiminnan välillä näyttäisi edistävän lapsen kehitystä parhaiten myös toisella ikävuodella. Tutkimukset kaksivuotiaiden lasten leikkituokioista tukevat näkemystä, että lapsen tarpeista lähtevä kannustava vuorovaikutus kummankin vanhemman kanssa ennakoi suotuista kognitiivista kehitystä kolmivuotiaana (Ryan, Brooks-Gunn & Martin, 2006) ja hyviä kouluvalmiuksia – kieli- ja laskutaitoa – viisivuotiaana (Martin, Ryan & Brooks-Gunn, 2007). Kannustava eli sensitiivinen vanhempi huomioi lapsen viestit ja ilmaisee rakkautta, kunnioitusta ja ihailua sekä tukee lapsen älyllistä toimintaa leikin aikana (tällaisten piirteiden vastakohtia ovat välinpitämättömyys, vihamielisyyys ja kontrolloivuus). Erityisen merkittävä oli havainto, että kaksi kannustavaa vanhempaa oli parempi kuin yksi vanhempi ja yksi vanhempi oli parempi kuin ei yhtään kannustavaa vanhempaa.

Näyttöä löytyy myös siitä, miten vanhemmat toisiaan täydentäen tukevat lapsen kouluvalmiuksien kehitystä. Martin, Ryan ja Brooks-Gunn (2010) observeroivat äiti- ja isä-lapsipariin leikkituokioita lapsen viidennen ikävuoden aikana. Heitä kiinnosti erityisesti vanhemman taito tukea lapsen oppimista ja tunteiden säätelyä. Myöhemmin opettajat esikoulussa ja ensimmäisellä luokalla arvioivat lapsen kognitiivisia taitoja (kieli-, luku- ja laskutaitoa) ja sosiaalisia taitoja (tunne-elämän ja käyttäytymisen ongelmia sekä yhteistyö- ja itsensäätelytaitoja opetustilanteissa). Isän antama tuki leikin aikana myötävaikuttanut lapsen myöhempiin kouluvalmiuksiin ainoastaan niissä perheissä, joissa äiti tuki lasta keskimääräistä heikommin. Sitä vastoin äidin antama tuki leikin aikana myötävai-

kutti lapsen kognitiivisiin taitoihin niissäkin perheissä, joissa isän antama tuki oli keskimääräistä parempaa. Kaiken kaikkiaan äitien tasapainottavat vaikutukset olivat merkittävämpiä lapsen kognitiivisen kehityksen osalta ja isien vastaavasti lapsen sosiaalisen kehityksen osalta. Martinin ja kollegoiden mukaan äidit ovat ajallisesti enemmän tekemisissä lapsensa kanssa, joten on ymmärrettävää, että äidit useammin kuin isät täydentävät toistensa vaikutuksia pohjoisamerikkalaisissa perheissä.

Kiintymyssuhdetutkijoiden mukaan vanhempien herkkyys vastata lapsen tarpeisiin (sensitiivisyys) näyttäisi tukevan lapsen turvallisuuden tunteen kehittymistä. Kun lapsi voi luottaa siihen, että hän saa tarvittaessa tukea, hoivaa ja lohdutusta, hän voi rauhassa tutustua ympäröivään maailmaan, hankkia uusia kokemuksia ja oppia niistä. Lasten sosiaalisten vuorovaikutustaitojen, kuten tunne-ilmaisujen säätelyn ja kanssakäymisen taitojen, on osoitettu juontavan juurensa näistä varhaisista kokemuksista (Sroufe, Egeland, Carlson & Collins, 2005). Näin ollen lapsen turvallisuuden tunteen tukemisen pitäisi olla kasvattajien keskeisimpiä tehtäviä niin kotona kuin kodin ulkopuolella. Tällaisten kokemusten kasautuminen lapsuus- ja nuoruusiässä näyttää antavan hyvät eväät elämälle.

Laadukkaan kasvatuksen tunnistaa siitä, *mitä* vanhempi tekee ja *miten* hän toimii lapsensa kanssa. Tunnusomaista on lämmin ja hoivaava vuorovaikutus, samoin kuin jämäkkyys ja johdonmukaisuus rajojen asettamisessa (Maccoby, 1992; Steinberg, 2001). Sama pätee ammattikasvattajiin: lämpö ja rajat asettava vuorovaikutus kahdenkeskisissä suhteissa ja (pien)ryhmissä sekä lapsen itsenäistymispyrkimysten tukeminen ennustavat myönteistä kehityksen kulkua (Ladd ym., 1999; Rutter, 1983). Hoivaavia kokemuksia saanut lapsi ottaa myös herkemmin vastaan kasvattajan asettamat rajat omalle käyttäytymiselleen ja tunteiden ilmaisulle. Kun iän myötä lapsen itsesäätelytaidot vähitellen kehittyvät, toisen osapuolen vastuu lapsen älyllisten ja sosiaalisten toimintojen säätelystä vähenee ja hänen tulisi tukea lapsen itsenäistymispyrkimyksiä (autonomisuus). Tällainen kasvattajan tapa sitoutua lapseen ennustaa suotuisaa kehitystä niin lapsuus- kuin nuoruusiässä: parempaa itsetuntoa ja koulumenestystä sekä vähemmän tunne-elämän ongelmia.

Vanhempien sensitiivisyyden ja päivähoidon laadun vaikutukset voivat olla hyvinkin dramaattisia lapsilla, jotka luontaisen stressinhallintatapansa vuoksi reagoivat ympäristön muutoksiin voimakkaasti. Pluessin ja Belskyn (2010) mielenkiinnon kohteena oli, miten synnynnäinen temperamentti ja varhaislapsuuden hoivakokemukset (0–52 kuukautta) yhdessä ennustavat hyvinvointia nuoruusiässä. Varhaislapsuuden hoivakokemukset eivät olleet yhteydessä tunne-elämän ongelmien määrään nuorissa, joiden temperamentti oli vauvaiässä arvioitu helpoksi. Tutkijat eivät yllättyneet nuorista, joiden temperamentti oli arvioitu vaikeaksi ja joilla oli ollut epäsensitiiviset vanhemmat ja heikkotasoinen päivähoito varhaislapsuudessa: heillä oli ikätovereita enemmän tunne-elämän ongelmia. Sen sijaan nuorilla, joiden temperamentti oli arvioitu vauvaiässä vaikeaksi, oli ikätovereita vähemmän ongelmia, mikäli he olivat saaneet hyvää hoivaa kotona ja kodin ulkopuolella. Tämä tulos kertoo lapsen synnynnäisestä herkkyydestä – muun muassa autonomisen hermoston toiminnasta – niin häiriintyä huonosta hoidosta kuin hyötyä hyvästä.

## **Hermostollinen kehitys ennen ja jälkeen syntymän**

Kaikki inhimillinen käyttäytyminen perustuu hermoston toimintaan (katsauksia aiheeseen: Hämäläinen, Laine, Aaltonen & Revonsuo, 2006, Rosenzweig, Leiman & Breedlove, 1999). Jo pienen lapsen valmius havaita tutusta poikkeavia tapahtumia ja reagoida niihin mielekkäällä tavalla näyttäisi olevan peräisin lajien kehityksestä. Keskushermosto

muodostuu aivoista ja selkäytimestä, joka on yhteydessä ääreishermostoon. Kädellisten ja muiden nisäkkäiden hermostot muistuttavat suuresti toisiaan. Ihmisellä *isot aivot* ja erityisesti sen kuorikerros edustavat tietoisuutta ja tahdonalaista toimintaa, kun taas keskushermoston muut osat toimivat tahdosta riippumatta. *Pikkuaiivot* ohjaavat liikesarjojen oppimista ja toteuttamista, ja *aivorunko* säätelee aisti- ja liiketoimintoja, eloonjäämisen kannalta keskeisten elinten toimintoja ja perusvireystilaa.

Neurobiologisten tutkimusten mukaan vauvalla on synnynnäinen valmius havaita, oppia ja muistaa, koska keskus- ja ääreishermosto ovat syntymän hetkellä rakenteellisesti ja toiminnallisesti riittävän kehittyneitä. Tästä syystä vastasyntynyt lapsi tuntee nälkää ja vilua ja hän myös itkee ollessaan nälissään ja kylmissään. Vauva aistii toisen kosketuksen ja äänitelee mielihyvää hellästä silytyksestä. Hän kuulee, kun vanhempi puhuu, ja näkee tämän kasvojen ilmeet ja kehon liikkeitä ja yrittää jopa jäljitellä tämän suun ja käden liikkeitä. Esimerkiksi kuuleminen ja näkeminen perustuvat siihen, että ääniaallot kulkeutuvat sisäkorvan kuuloreseptorien ja valoallot verkkokalvon näköreseptorien kautta ääreishermostosta keskushermostoon. Erilaiset ympäristön energiat muuttuvat reseptoreissa hermojärjestelmän sähköisiksi viesteiksi, jotka siirtyvät kemiallisesti välittäjäaineiden saattelemana synapsien kautta solun viejähaarakeesta (aksoni) toisen solun tuojahaarakkeisiin (dendriitit).

Keskushermoston keskeisten aivorakenteiden kehityskulku etenee yllättävän nopeasti. Hermoston (neuraalinen) kehitys saa alkunsa kolmen viikon ikäisessä alkiossa, kun neuraalinen putki sulkeutuu, kääntyy pääuurteiksi ja isojen aivojen oikea ja vasen puolisko alkavat muotoutua. Aivokuoren kuusikerroksinen rakenne kehittyy solutasolla raskauden ensimmäisellä kolmanneksella. Kehitysvaiheet seuraavat toisiaan mutta tapahtuvat myös osittain samaan aikaan. Kantasoluista syntyy kuudennella ja seitsemännellä raskausviikolla noin 250 000 solun minuuttivauhdilla hermosoluja (neuroneja), jotka lähtevät vaeltamaan aivojen pintakerrokseen. Määränpäässään ne erikoistuvat esimerkiksi aisti- tai liikehermosoluiksi. Hermosoluihin kasvaa haarakkeita, joihin syntyy runsain mitoin synapseiksi kutsuttuja biokemiallisia liitoksia. Tässä vaiheessa peräti 20–80 prosenttia soluista kuolee, kun solujen haarakkeet eivät kohtaa ja synapsit surkastuvat. Aksonien ympärille alkaa kerrostua rasvasoluja yhä paksummaksi myeliinitupeksi, minkä tiedetään tehostavan ja nopeuttavan hermojärjestelmän toimintaa. Vähitellen eri tehtäviin erikoistuneet solut verkostoituvat toisiinsa limittäin ja perättäin toiminnallisiksi kokonaisuksiksi.

Aivopuoliskojen poimullinen rakenne alkaa näkyä noin 7 kuukauden ikäisessä sikiössä, ja syntymän hetkellä poimutus näyttää jo aikuismaiselta. Siitä huolimatta, että keskus- ja ääreishermosto ovat toimintakykyisiä syntymästä asti, näkemisen, kuulemisen ja muun aistitoiminnan kehitys jatkuu syntymän jälkeen. Hermosolujen verkostoituminen heijastaa eri aivoalueiden yhteistyötä, toisin sanoen aistien järjestelmän, liikkumisen ja mielen perustoimintojen järjestäytymistä, minkä kehitys on nopeinta elämän alussa. Synapseissa tapahtuu taukoamatonta uudistumista, aksonien myelinisaatio etenee, ja uusia hermosoluja syntyy. Nämä prosessit muuttavat hermojärjestelmän toimintaa vielä aikuisiässäkin.

Kehityksen kulun ennen syntymää ajatellaan olevan pitkälti geneettisesti ohjelmoitua. Nykyään kuitenkin tiedetään, että myös kasvuympäristö ohjaa kehitystä jo kohdunsäisen elämän aikana. Aivojen hermosolujen kehitystä ja järjestäytymistä säätelevät äidin raskaudenaikainen ravitsemus, kemialliset aineet ja pahimmassa tapauksessa alkoholi, muut päihteet tai ympäristömyrkyt, jotka vaurioittavat lapsen normaalia kasvua. Toistai-

seksi ei vielä tunneta kovin tarkasti, mistä aivojen poikkeava kehitys juontaa juurensa. Esimerkiksi kehityshäiriöt aivokuoren solurakenteessa ja poimuuntumisessa johtavat poikkeamiin aistitoiminnoissa sekä eriasteiseen liikunta- ja kehitysvammaisuuteen ja lisäävät riskiä sairastua esimerkiksi skitsofreniaan ja dysleksiaan.

Vastasyntyneet eivät ole viritettyjä pelkästään erottelemaan ääntä, muotoa, liikettä, makuja ja hajuja, vaan vauvoilla on myös valmius oppia ja muistaa syntymästään saakka. Neurobiologisella tasolla *oppiminen* on kasautuvaa biokemiallista muutosta hermosolujen välisissä yhteyksissä (synapseissa). Kasvuympäristö nousee merkittäväksi kehitystä sääteleväksi tekijäksi heti syntymän jälkeen. Kohdun oppimisympäristö muuttuu kertaheitolla rajattoman rikkaaksi, alati muuttuvaksi kasvuympäristöksi. Ensimmäisinä elinkuukausina vauvan valveillaolojaksot pitenevät selvästi, mikä tarkoittaa sitä, että oppimistuokioiden kesto pitenee. Altistuminen kodin arkeen lisää rajusti niin fysikaalisia kuin sosiaalisia virikemääriä. Vastaavasti aivokuorella tapahtuu hyvin nopeaa kasvua synaptisissa yhteyksissä ensimmäisen elinvuoden aikana. Rajun muutoksen ajatellaan osoittavan, että vauvan *kokemukset* – visuaaliset, auditiiviset ja motoriset – muovaavat hermoverkkojen toimintaa monimuotoisemmaksi.

Useimmat lapset sanovat ensisanansa ja ottavat ensiaskeleensa noin yhden vuoden iässä. Kehityksen kulku näkyy synapsien tiheyden kasvuna. *Näköaivokuorella* se saavuttaa huippunsa ensimmäisen elinvuoden lopussa, minkä jälkeen ylimääräiset synapsit, jotka eivät päädy osaksi toiminnallisia yhteyksiä, karsiutuvat vähitellen pois. Toisen ja kolmannen elinvuoden aikana puheen ja liikkumisen kehitys etenee huimasti: taapero oppii äidinkieltänsä perusrakenteet, hän juoksee, kiipeeä ja liikkuu jo sujuvasti tutkimassa ympäristöään ja osaa kertoa muille ajatuksistaan ja kokemuksistaan. Nämä virstanpylväät näkyvät myös aivokuorella. Synaptisten yhteyksien kasvu jatkuu *kuuloaivokuorella* ja aivojen *otsalobkossa*, joka vastaa päättelystä ja toimintojen itsesäätelystä. Lapsen kehittyvät valmiudet säädellä omaa toimintaansa ja tunnetilojaan näkyvät selvästi arjen vuorovaikutustilanteissa aikuisten ja lasten kanssa. Kasvu huipentuu kolmanteen ikävuoteen, minkä jälkeen synapsien tiheyden kasvu kääntyy laskuun ja merkityksettömät yhteydet karsiutuvat pois.

## Lapsen yksikielinen varhaiskehitys ja vuorovaikutus

Suurimmalle osalle aikuisista on itsestään selvä asia, että äidinkieli välittyy sukupolvelta toiselle. Enemmistö lapsista oppii äidinkieltänsä perusrakenteet ennen koulun alkua, joskin iänmukaisessa kehityksen kulussa on havaittu paljon yksilöllistä vaihtelua. Taulukoon 1 on koottu kehityksen virstanpylväitä ja niiden alkamisajankohtia varhaislapsuudessa. Vaikka lasten kielellinen kehitys etenee tietyssä järjestyksessä, he opettelevat eri osa-alueita myös samaan aikaan. Nykyään tiedetään, että puheen ja kielen kehityksen osa-alueet muodostavat jatkumon (Lyytinen & Lyytinen, 2004; Silvén, Poskiparta, Niemi & Voeten, 2007). Kehityskulku näyttää vielä monimuotoisemmalta, kun ajatellaan kaikkia maailman kieliä. Esimerkiksi suomen kieli poikkeaa rakenteellisesti useimmista muista Euroopan kielistä. Suomen kielen äänneet ja äänneiden yhdistelmät ovat yksinkertaisia, kun taas sanataivutukset tekevät siitä haastavan eritoten kieltä toisena tai vieraana kielenä opettelevalle (ks. lisää Kunnari & Savinainen-Makkonen, 2003).



**Taulukko 1.** Suomen kielen oppimisen tasot (tieteenalan haara)

<p><b>Syntymä</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• puheen sävelkulku, painotus ja rytmi (prosodiikka)</li><li>• äänteet ja äänteiden yhdistelmät (fonologia)</li></ul> <p><b>Toinen ikävuosi</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• sanojen ja lauseiden merkitykset (semantiikka)</li><li>• sanojen taivutus ja lauseiden muodostus (morfosyntaksi)</li></ul> <p><b>Kolmas ikävuosi</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• puheen ja kielen käyttö eri tilanteissa ja erilaisten ihmisten kanssa (pragmatismi)</li><li>• puheen ja kielen tietoinen havainnointi ja erittely (metalingvistiikka)</li></ul>
--

**Ensimmäinen ikävuosi.** Kielen kehitys alkaa usein toistuvien puheen piirteiden havaitsemisesta. Vastasyntyneen hermosto on heti alkuun viritetty käsittelemään puhetta, samoin kuin muita sosiaalisen kanssakäymisen piirteitä, joskin kokemukset arjen hoiva- ja leikkituokioissa muuttavat puheen havaitsemista nopeasti (Kuhl, 2004). Nykytietämyksen mukaan jo sikiö tulee tutuksi äidin äänen ja puheen rytmin kanssa. Puheen rytmi määräytyy osin painollisten ja painottomien tavujen vaihteluista. Suomessa sanan paino osuu aina ensimmäiselle tavulle, kun taas esimerkiksi venäjässä paino voi asettua mille tahansa tavulle ja vaihdella jopa sanataivutuksen mukaan. Vastasyntynyt vauva erottaa jopa merkityksiä ilmaisevat sanat (esim. substantiivit ja verbit) kieliopillisista sanoista (esim. artikkelit ja prepositiot), koska ne painottuvat puheessa voimakkaammin. Kun vauva on kuullut puhetta neljä, viisi kuukautta, hän jo erottaa äidinkieltä toisesta rytmiltään samanlaisesta kielestä, mutta ei vielä erota toisistaan kahta vierasta kieltä, joiden rytmi on samanlainen. Kielen prosodiset piirteet helpottavat myös sanojen erottumista puheen virrasta. Noin 7–9 kuukauden ikäiset vauvat tunnistavat äänteellisesti tuttuja sanoja, joiden merkityksiä he eivät kuitenkaan vielä ymmärrä.

Vastasyntynyt vauva havaitsee myös eroja puheen äänteellisissä yksiköissä. Vanhemman tapa ääntää ja korostaa vokaalien /i/, /a/ ja /u/ eroja, kun hän puhuu vauvalle, näyttäisi olevan yhteydessä siihen, että vauvakin erottaa ne tarkemmin toisistaan. Puheen kuuleminen muuttaa havaitsemista niin, että vauva herkistyy niille kielikohtaisille äänteille, jotka erottavat sanojen merkityksiä äidinkielessä. Tutkimusten mukaan vokaalien osalta erottelukyky tarkentuu puolen vuoden ikään mennessä ja konsonanttien osalta ensimmäisen ikävuoden loppuun mennessä (Kuhl, 2004).

Altistuminen yhdelle kielelle ei sulje pois vieraan kielen oppimista, mikäli vauva kuulee ”uutta” kieltä leikin ja yhdessäolon aikana, eikä pelkästään altistu kielelle katsomalla videota. Jo viiden tunnin vieraskielinen ”kylvetys” voi parantaa 11 kuukauden ikäisen vauvan tavuhavaintoja vieraasta kielestä (Kuhl, 2004). Äänteellinen kehitys on tärkeätä niin semanttisen kuin syntaktisen kehityksen kannalta, koska yksittäinen äänne (esim. *kukko* – *lukko*) tai äänneen kesto voi muuttaa merkitystä (esim. *kukka* – *kukkaa*). Päinvastoin kuin suomen kielessä, jossa äänteiden määrä on pieni ja konsonanttiyhtymiä esiintyy lähinnä sanan keskellä (esim. *porkkana*), esimerkiksi venäjän kielessä konsonanttien määrä on suuri ja konsonanttiyhtymiä on niin sanan alussa kuin lopussakin.

Alusta pitäen vauva havaitsee toisen sanattomia viestejä, eleitä sekä kosketuksia, ja pian hän suosii tutun vanhemman kasvoja ja syliä (ks. Silvén, 2010). Vauva seuraa varhain, mihin toisen osapuolen huomio ja toiminta kohdistuvat. Jo imetyksen aikana vauva harjoittelee, miten vuorovaikutusta toiseen ihmiseen ylläpidetään ja säädellään: kun

pahin nälkä on tyydytetty, voi pitää tauon ja katsoa äitiä silmiin kunnes tämä hymyilee. Yhdessäolo kehittää vauvan tahdonalaista tarkkaavaisuutta. Ensi alkuun vanhempi ylläpitää tapahtumien kulkua: hän yksinkertaistaa puhettaan, ilmehtii ja elehtii hitaammin ja tulkitsee vauvan pienetkin viestit vastavuoroisiksi. Arjen hoivatuokioissa vauva vähitellen oppii kommunikoimaan ja säätelemään tapahtumien kulkua yhä taitavammin. Aikanaan vauvakin vastaa toimeliaammin toisen tekemiseen, jäljittelee toisen ääntelyä ja ilmeitä. Puolivuotias vauva tekee usein aloitteita, ottaa taitavasti vuoroja, seuraa katseellaan toisen osoittamaa kohdetta ja sovittaa toimintansa toisen tunneilmaisuihin. Jos jompikumpi ei mukaudu toisen huomion kohteeseen tai tunnetilaan, toinen osapuoli saattaa esimerkiksi vetäytyä tai yrittää entistä enemmän. Näin kumpikin vaikuttaa tapahtumien kulkuun laajentaen ja rikastuttaen sitä.

Yhdessäolon aikana vastavuoroisuus näyttää olevan tärkeämpää kuin se, millä aistilla viesti välittyy. Vauva jokeltaa enemmän ja äänneellisesti rikkaammin, jos vanhempi ajoittaa hymynsä ja kosketuksensa lapsen viesteihin. Puolen vuoden ikään mennessä puheenomaisen ääntelyn on havaittu lisääntyvän hetkinä, jolloin vauva tutkii leluja ja vanhempi seuraa lasta, ja vastaavasti vähentyvän vastavuoroisten hetkien aikana. Ensimmäisen ikävuoden lopussa vauva tunnistaa ja ilmaisee monipuolisesti erilaisia tunnetiloja ja osaa jopa säädellä omaa tunnetilaansa seuraamalla toisen tunnetiloja. Vauva lopettaa itkemisen, jos isäkään ei näytä huolestuneelta, tai pelästyy, jos äiti säikähtää. Nämä ja monet muut sosiaaliset taidot ovat osoitus lapsen kehittyvästä taidosta osallistua vuoro-vaikutukseen (ks. lisää Aro & Laakso, 2011).

**Toinen ja kolmas ikävuosi.** Esikielellisessä vaiheessa vauva on oppinut yhä taitavammin lukemaan toisen sanattomia viestejä; hän seuraa katseellaan toisen huomion kohdetta ja suuntaa toisen huomion osoittamalla kohdetta. Tällainen ennakointi yhdessäolon aikana ennustaa myöhempää kielellistä kehitystä (Lundén & Silvén, 2011). Sen, miten usein vanhempi ja puolivuotias vauva jakavat saman huomion kohteen leikin aikana, on osoitettu ennustavan lapsen ensisanojen oppimista. Aiemmin oli puhetta, että 7–9 kuukauden iässä vauva tunnistaa sanoja, joita vanhempi on toistanut puheessaan, vaikkei hän vielä hallitse niiden merkitystä. Vuoden iässä moni vauva jo ymmärtää, mihin toinen osapuoli viittaa puheellaan, ja osoittaa sen katsomalla tai osoittamalla kohdetta. Tästä oivalluksesta alkaa semanttinen kehitys eli sanojen ja lauseiden merkitysten opettelu, joka jatkuu läpi elämän.

Tavallisesti vauva sanoo ensisanansa vuoden iässä. Sujuva puhe vaatii paljon harjoittelua, koska äänenmuodostus ääntöelimissä edellyttää yli sadan lihaksen yhteistyötä (Kunnari & Savinainen-Makkonen, 2003). Alussa vauvan ”juttelusta” vanhemman kanssa voi erottaa mielihyvän ja mielipahan ilmauksia. Myöhemmin vauvan ääntelystä tulee rikkaampaa jokeltelua. Vokaalimainen ääntely muuttuu tavupohjaiseksi puolen vuoden iässä, jolloin lapsi alkaa harjoitella vaativampia liikesarjoja, konsonantti-vokaalisarjojen sanomista. Tutkijat ovat myös havainneet jokeltelussa kielikohtaisia eroja (de Boysson-Bardies, 1999). Suomelle tyypilliset kestoiltaan pitkät vokaalit kuuluvat jo yhdeksänkuuisen vauvan jokeltelussa. Venäläisen yksivuotiaan jokeltelua luonnehtivat monimutkaiset tavarakenteet, kun taas suomea oppivan jokeltelussa konsonantti-vokaalitavujen osuus on suuri. Suomessa vauvan ensisanat ovat pidempiä kuin englannissa, mikä sekin on luonnollista, koska suomen sanojen kaksi- tai monitavuinen perusmuoto on selvästi pidempi kuin englannin.



Lukuisissa tutkimuksissa on osoitettu lapsen omaksuvan niitä sanamuotoja, joita hän kuulee muiden käyttävän (esim. Barrett, Harris & Chasin, 1991). Ensi alkuun vanhemmat käyttävät yksinkertaista nominisanastoa: substantiiveja, kuten lelujen, ruoan ja juoman, vaatteiden ja muiden esineiden nimiä, sekä verbejä. Tällaisten sanojen merkityksiä lapsi mieltää helpommin kuin adjektiivien (*kaunis, iloinen, punainen*), numeraalien (*kolme*) tai pronomien (*tämä, hän*). Ihan pienen lapsen ensisanasto sisältääkin pääasiassa nomineja, mutta alun hitaan kasvun jälkeen sanasto pyrkii kasvuun, ja jo toisena ikävuotena muiden sanaluokkien osuus sanastossa alkaa lisääntyä (Stolt ym., 2007). Vaikka lapset omaksuvat kaikissa maailman kielissä sanoja, jotka kuvaavat arkitoimintoja, kulttuuri säätelee osittain jo leikki-ikässä, mistä lapset puhuvat. Pohjoisamerikkalainen lapsi käyttää enemmän esineiden nimiä puheessaan ja ranskalaislapsi ruokaan ja vaatteisiin liittyvää sanastoa kuin muiden maiden ikätoverit (de Boysson-Bardies, 1999).

Puolitoistavuotiaan lapsen sanasto on niin laaja, että hän yhdistää sanoja toisiinsa ja pystyy näin ilmaisemaan itseään monipuolisemmin ("Anna" – "Anna maitoo!"). Monissa Euroopan kielissä syntaksin eli lauseopin kehitys lasketaan alkavaksi, kun lapsi käyttää kaksisanaisia ilmauksia. Tässä suhteessa suomea oppivan kehitys poikkeaa muista. Suomessa sanojen väliset kieliopilliset suhteet ilmaistaan pikemminkin taivutusmuodoilla kuin sanojen järjestyksellä ja prepositioilla. Lauseopin kehitys alkaa tavallaan ensisanoista, koska lapsi käyttää sanamuotoja (*anna, mehu*), joita hän on kuullut muiden käyttävän. Lapsi tosin alkaa tietoisemmin keskittyä sanataivutuksiin vasta toisen ikävuoden jälkeen, kun hän harjoittelee monisanaisia ilmaisuja. Kasvupyrähdys sanataivutusten opettelussa näkyy kolmannen ja neljännen ikävuoden aikana (Lyytinen & Lyytinen, 2004; Silvén ym., 2007). Kasvavaa tietoisuutta osoittaa taito taivuttaa sanoja, jotka eivät ole lapselle aivan tuttuja (*purmu, purmusta, purmuihin*). Taivutetut sanat ovat verrattain vaihtelevia niin muodon kuin merkityksenkin suhteen (*kotonakin, kodeissamme, kodilta*), eikä siksi ole ihmeellistä, että lapset opettelevat harvoin kuultuja taivutusmuotoja vielä kouluikänsäkin.

Lapsi oppii päivittäin uusia sanoja kaikissa arjen touhuissa, vaikkapa istuessaan auton takapenkillä sisaruksen kanssa matkalla kauppaan. Silti lukutuokioilla ajatellaan olevan erityisen suotuisa vaikutus kielenkehitykseen. Monen lapsen mielenkiinto kuvakirjoihin herää varhain. On jopa osoitettu, että 14-kuisen lapsen kiinnostus kuvakirjan katseluun ennustaa tavanomaista kehittyneempää sanastoa puolentoista vuoden iässä (Laakso, Poikkeus & Lyytinen, 1999). Yhdessäolon aikana vanhempi toistaa dialogia, joka muuntuu ajan myötä siten, että kieltä oppiva ottaa yhä taitavammin osaa yhteisesti säädelyyn toimintaan (Ninio & Bruner, 1978). Aluksi vanhempi osoittaa sormella ja innostaa lasta: "Kato, siin on KISSA." Toisena kertana hän saattaa kysyä: "Missä KISSA on?" ja kehua oikeaa kohtaa osoittanutta lastaan: "Hyvä, siin on KISSA." Jonain päivänä, kun vanhempi taas kerran kääntää sivua ja kysyy ihmetellen: "Mikä tässä on?", lapsi läpsyttää kädellään kuvaa äännellen innoissaan: "Kih-kih-ki!"

Vanhempi ottaa tyypillisesti vastuun lukutuokion etenemisestä, kun lapsi opettelee ensisanoja. Hän suuntaa lapsen huomion kirjan kuviin ja nimeää hahmoja, esineitä ja tapahtumia. Leikki-ikäisen vanhempi käyttää jo kielellisesti haastavampia ohjauskeinoja. Lapsivanhempiparien toiminnassa esiintyy paljon vaihtelua tällä ikätasolla. Sen lisäksi, että vanhempi lukee kuvakirjan tekstiä, hän nimeää ja pyytää lasta nimeämään, sitoo kuvien esittämiä tapahtumia lapsen kokemuksiin, toistaa ja muotoilee uudelleen lapsen ilmauksia (Silvén, Ahtola & Niemi, 2003).

Suotuisaa kehityksen kulkua ennustaa *laajenna ja kysele* -lukutapa: vanhempi esittää lapselle kysymyksiä, jotka edellyttävät vastaukseksi lauserakenteeltaan monipuolisia ilmauksia, joita vanhempi taas omalla vuorollaan laajentaa ("Niin, siinä Tompalla on paha mieli, koska tyttö vei Tompan lapion"). Tällainen lukutapa on tyypillinen, kun kaksivuotias hallitsee laajan sanaston ja monimuotoisia lauserakenteita. Lapsen kiinnostus lukemista kohtaan näyttääkin liittyvän sanavaraston laajuuteen. Laajempi sanasto helpottaa ymmärtämistä ja lapsi jaksaa paremmin kuunnella ja pysyä mukana, kun vanhempi lukee kirjan tekstiä. Sanaston ja suoran lukemisen määrä yhdessä ennustivat myöhempää sanataivutusten kehitystä.

Kielitaito kahden vuoden iässä ennakoi sanataivutusten hallintaa kolmen ja osin vielä viiden vuoden iässä, mikä on tärkeä havainto kielessä, jossa lähes kaikki sanat taipuvat. Jotkut vanhemmat lukevat kaksivuotiaalle samalla tavalla kuin yksivuotiaalle. He nimeävät runsaasti sekä korjaavat lapsen ilmauksia. *Nimeä ja korjaa* -lukutapa on tavallinen, kun lapsen sanasto on suppea ja hän käyttää yksinkertaisia lauseita (Silvén ym., 2003).

Heikko puhekielen taso ennakoi sanataivutusten hidasta omaksumista. Lukutuokion aika hupenee siihen, että vanhempi säätelee lapsen tarkkaavaisuutta, nimeää ja korjaa runsaasti, mutta lukee vähemmän ja laajentaa ja kyselee harvemmin. Kuvakirjan lukutapa näyttää ennakoivan kielellisen kehityksen kulkua, koska lapsen puhe ja kielitaito rakentuu osana yhdessäoloa.

## Kielen kehitys lapsen lukutaidon ennusmerkinä

Euroopassa suurin osa kouluikäisistä oppii lukemaan ensimmäisellä luokalla, mutta poikkeamia keskiarvosta esiintyy. Esimerkiksi englantia puhuvat lapset omaksuvat lukutaidon kaksi kertaa muita hitaammin, kun taas suomalaiset lapset oppivat muita eurooppalaisia nopeammin. Englantiin verrattuna kirjain-äännevastaavuus on kielessämme lähes täydellinen, ja vaikka äänteiden keston erottelu voi aluksi tuottaa oppijalle päänvaivaa, sanat kirjoitetaan juuri niin kuin ne lausutaan. Kaikki suomalaislapset eivät suinkaan opi helposti lukemaan. Joidenkin arvioiden mukaan jopa joka kymmenennellä koululaisella on oppimisvaikeuksia.

Jyväskyläläinen seurantatutkimus osoittaa, että lapsen varhainen kehitys ennakoi luku- ja kirjoitustaidon oppimista (esim. Lyytinen ym., 2004). Tutkimuksessa seurataan lapsia, joiden suvussa esiintyy lukivaikeutta ja joilla on perhetaustan vuoksi dysleksiariski. Jo kuuden kuukauden iässä äänteiden keston havaitseminen tuotti enemmän vaikeuksia riskiryhmän kuin verrokkiryhmän vauvoille (Richardson, Leppänen, Leiwo & Lyytinen, 2003), mikä vahvisti tutkijoiden oletusta siitä, että lukihäiriö liittyy muun muassa vaikeuteen hahmottaa puheäänteitä ja -rytmiä. Lisäksi motorisen kehityskulun ja myöhemmän kieli- ja lukutaidon välinen yhteys havaittiin juuri riskiryhmän lapsissa (Viholainen ym., 2006). Ne lapset, joiden hieno- ja karkeamotorinen kehitys viivästy ensimmäisenä ikävuotena, hallitsivat muita heikommin sanastoa ja sanataivutuksia kolmi- ja viisivuotiaina. Nämä lapset myös lukivat muuta riskiryhmää hitaammin ensimmäisen luokan keväällä.

Seurasimme turkulaisessa väestöpohjaisesti poimitussa otoksessa ( $N = 61$ ) olevien esikouluisten kehitystä vuosittain ensimmäisestä ikävuodesta lähtien (Silvén, Poskiparta & Niemi, 2004). Kaikki lapset muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta osallistuivat esiopetukseen. Esikouluiässä peräti yksi lapsi kolmesta osasi lukea sanoja (30 %) ja moni lapsi osoitti alkavaa lukutaitoa (43 %). Ennusteet lukutaidosta juonsivat juurensa kielen varhaiskehitykseen. Lukutaitoisilla esikoululaisilla oli jo kaksivuotiaina muita laajempi sanasto, ja he

olivat kolmivuotiaina muita taitavampia taivuttamaan sanoja (ks. arviointi taulukosta 2). Nämä kielen osa-alueet ennustivat kielellistä tietoisuutta. Jotkut lapset osoittivat tietoisuutta sanojen äännerakenteista jo kolmivuotiaina, kun heitä pyydettiin tunnistamaan sanojen alkusointuja (esim. *linna tutti lintu*) ja loppusointuja (esim. *pallo sukka kukka*). Kuitenkin vasta nelivuotiaiden tietoisuus sanojen äännerakenteista ennakoivat tulevaa lukuaitoa. Seuranta paljasti, että sanaston laajuus ja sanataivutusten hallinta ovat ensimmäisiä virstanpylväitä, jotka erottelevat lukijat ei-lukijoista esikouluikässä.

### **Taulukko 2. Kielitaidon kehityksen arviointi**

#### **Sanasto**

Arviot substantiivi-, verbi- ja adjektiivisanastosta perustuvat kuuteen puolistrukturoituun leikkituokioon, jossa aiheina olivat pienille lapsille tutut asiat (eläimet, ihmiset, huonekalut) ja toiminnot (leikki, pukeminen, ruokailu). Tutkija asetti lapsen eteen neljä esinettä (esim. kissa, koira, lehmä, hevonen) ja viritti leikin kuluessa lapsen puhetta kyselemällä esineistä: "Missä on lehmä? Mikä tämä on?". Toiminnoista kysyttiin "Mitä kissa tekee?" ja ominaisuuksista "Mikä näistä on punainen?".

#### **Sanataivutukset**

Substantiivi-, verbi- ja adjektiivitaivutusta arvioitiin morfologiatestillä (Lyytinen, 1988). Tutkija näytti lapselle kuvia ja nimesi kuvista esineitä ja toimintoja: "Tässä on purmu" ja "Tämä haluaa lotkea". Lapsi tuli taivutaneeksi oudot sanat, kun häneltä kysyttiin "Mistä leijona ottaa pullon?" ja "Mitä se teki eilen?"; lapsi vastasi "Purmusta" ja "Se lotki".

Koska halusimme mallintaa kehityksen kulkua kouluikästä asti, tutkimme lasten lukuaitoa vielä ensimmäisen luokan keväällä (Silvén ym., 2007). Tarkoituksena oli löytää kielikohtainen kehityspolku ensisanojen tuottamisesta sanojen lukemiseen. Suomen kielessä kehitys näyttäisi etenevän sanaston oppimisesta sanataivutusten hallinnan ja kasvavan kielellisen tietoisuuden kautta lukutaitoon. Keskimääräistä suurempi ensisanasto yksivuotiaana ennakoivat laajempaa sanavarastoa kaksivuotiaana. Vaihtelu sanojen määrässä selitti 45 prosenttia lasten välisistä eroista sanojen taivutusmuotojen hallinnassa kolmen vuoden iässä. Sanojen taivutuksessa ilmeni puolestaan suurta pysyvyyttä kolmannesta ikävuodesta neljenteen.

Vaihtelu kehityksen kulussa leikki-ikästä asti ennusti, kuinka tietoisia lapset olivat sanojen äännerakenteista viiden vuoden iässä. Mallinnus paljasti tärkeän näkökohdan: varhainen kielitaito vaikutti lukutaitoon kouluikässä kielellisen tietoisuuden kautta. Toisin sanoen sanojen ja sanataivutusten määrä ei suoraan ennustanut, kuinka hyvin lapsi luki sanoja kouluikässä. Tästä voidaan päätellä, että kotona ja päivähoitossa kannattaa ennen viidettä ikävuotta vahvistaa sanojen ja sanataivutusten oppimista pikemminkin kuin harjoitella kielellistä tietoisuutta.

Tutkijat ovat melko yksimielisiä kielellisen tietoisuuden ja lukutaidon oppimisen välisistä yhteyksistä. Suomalaisia lapsia koskeva mallinnus osoitti, että viidennestä ikävuodesta eteenpäin tietoisuus etenee laajempien sanarakenteiden – alku- ja loppusointujen – tunnistamisesta sanojen äänneiden tunnistamiseen. Tietoisuus äänneistä käy ilmi, kun lapselta kysytään: "Mikä ääni kuuluu sanan rapu alussa?" Lasten väliset erot äännetietoisuudessa kuuden vuoden iässä ennustivat vaihtelua äänneiden yhdistämisessä sanoiksi vuotta myöhemmin juuri ennen koulun alkua. Tämä taito on jo lähellä lukemista, ja sitä voi tutkia kysymällä: "Mitä sanaa tarkoitan, kun sanon s-u-u?" Kaiken kaikkiaan kielikohtainen kehityskulun mallinnus ensisanoista esikouluikästä ennusti 45 prosenttia vaihte-

lusta sanojen lukutaidossa ensimmäisen luokan keväällä. Kielen varhaiskehitys vaikutti suoraan kielelliseen tietoisuuteen, ja kasvava tietoisuus puolestaan ennusti lukutaidon oppimista kouluikässä.

Kun tiedämme, miten lasten varhainen kielikohtainen kehitys etenee eri ikäkausina, kasvattajat voivat tukea suotuisaa kehitystä ja ennaltaehkäistä ongelmia kielellisessä kehityksessä kuntoutuksen keinoin. Arjen yhteiset hetket vaikkapa luku- ja kirjoitustaidon aikana muodostavat lapsen varhaisen oppimisympäristön, jota taitavat kasvattajat kotona ja päivähoitossa voivat hyödyntää yhdessäolon aikana. Aiemmin oli puhetta, että luku- ja kirjoitustaidossa kannattaa keskittyä asioihin, joihin lapsen tarkkaavaisuus on suuntautunut, ja käyttää lasta haastavia keskustelutapoja. Yhdessäolon piirteet leikkituokion aikana näyttävät myös ennustavan lapsen kielitaitoa. Aiemmin oli puhetta myös siitä, että moni äiti ja isä on taitava motivoimaan lastaan yhteiseen leikkiin, samoin kuin ajoittamaan tukensa ja tarjoamaan monipuolista ohjausta leikin aikana (Ryan ym., 2006; Martin ym., 2007; Martin ym., 2010). Tällaisten äitien lapset käyttävät ikätovereihin verrattuna enemmän sanoja yksivuotiaana, hallitsevat monipuolisia lauserakenteita kaksivuotiaana ja ovat tietoisempia sanojen alku- ja loppusoinnuista kolmivuotiaana (Silvén, Niemi & Voeten, 2002). Hidas kielen kehitys voi olla varhainen merkki tulevista oppimisvaikeuksista ja itsesääntelyn ongelmista erityisesti, jos lapselle vuosien varrella kasautuu perhe- ja toverisuhteissa pulmia, jotka haavoittavat lapsen kokemusta omasta arvostaan ja kyvykkyydestään.

## Ulkomaalaistaustaisten lasten kouluvalmiudet

Valtaosa maailman lapsista kasvaa kaksi- ja monikielisessä ympäristössä. Toistaiseksi tiedämme kuitenkin varsin vähän siitä, miten näin rikas kieliympäristö vaikuttaa lasten kehitykseen. Tutkimus kun on lähes yksinomaan kohdistunut lapsiin, jotka altistuvat vain yhdelle kielelle. Tavallisesti lapset oppivat vanhemmiltaan ensimmäisen kielensä. Suomessa ensikieli on useimmiten suomi, ruotsi tai muu alkuperäiskieli kuten saame tai viittomakieli taikka venäjä, jos lapsella on ulkomaalaistausta. Jotkut lapset oppivat toisen kielensä kodin ulkopuolella tai päivähoitossa, mutta kaikki lapset altistuvat viimeistään koulussa yhdelle tai useammalle uudelle kielelle. Jos vanhemmat ovat muuttaneet Suomeen toisesta kulttuurista, lasta kasvatetaan kotona vähemmistön ja kodin ulkopuolella enemmistön tapoihin ja arvoihin.

Kaikesta tästä päätellen perättäinen kaksikielisyys näyttää olevan Suomessa pikemminkin sääntö kuin poikkeus. Ihan pienikin lapsi voi tietysti myös altistua samanaikaisesti kahdelle kielelle jo kodin piirissä, mikäli vanhemmat puhuvat lapselle eri kieltä. Kun kulttuurinen ja sosiaalinen kasvuympäristö on näin monimuotoinen, lapsen kielellisen kehityspolun ennustaminen on haastavaa jopa asiantuntijalle.

Ulkomaalais- eli maahanmuuttajataustaisten perheiden lapset kasvavat sekä vähemmistö- että valtakielen vaikutuspiirissä. Yhdysvalloissa on osoitettu, että ulkomaalaistaustaisilla lapsilla on (esi)koulussa enemmän ongelmia luku- ja kirjoitustaidon oppimisessa kuin yhdysvaltalaisista syntyperää olevilla lapsilla (Tabors & Snow, 2001). Tätä havaintoa ei voi kuitenkaan suoraan yleistää suomalaiseseen kulttuuriin. Suomessa ulkomaalaistaustaiset lapset omaksuvat lukutaidon yhtä nopeasti kuin suomalaista syntyperää olevat ikätoverinsa. Tämä tapahtuu Lehtisen (2002) mukaan noin neljän, viiden kuukauden kuluttua alakoulun aloittamisesta. Näin nopea oppiminen voi johtua suomen kielen ortografisesta säännöllisyydestä. Lapset oppivat nopeasti ja helposti lukemaan kirjain kirjain-

melta suomen kaltaisissa kielissä, joissa kirjainmerkit vastaavat lähes täydellisesti äänneitä. Seuranta ensimmäisen kouluvuoden lopussa kuitenkin paljasti, että ulkomaalaistaustaisilla lapsilla ilmeni ikätovereita enemmän ongelmia luetun ymmärtämisessä (Lehtinen, 2002). Näiltä osin tulokset vastaavat pohjoisamerikkalaisia havaintoja.

Tabors ja Snow (2001) osoittavat vakuuttavasti, että lasten vaikeudet juontavat juurensa puutteelliseen kielitaitoon: ulkomaalaistaustaiset lapset hallitsevat englannin kielen heikommin kuin yksikieliset ikätoverinsa (esi)kouluiässä. Jos kielellinen valmius ei vastaa ikätasoa, lapsi ei parhaista yrityksistä huolimatta voi täysin ymmärtää opettajan tunnilla käyttämiä tai oppikirjassa esiintyviä sanoja, mikä puolestaan heikentää uusien käsitteiden ja ilmiöiden oppimista. Kotonakaan lapsi ei välttämättä saa apua läksyjen tekemisessä, jos hän sattuu olemaan ainoa perheenjäsen, joka puhuu suomea. Kun lapsi ei saa muilta tarvitsemaansa tukea, ongelmat voivat kasautua ja johtaa keskittymisvaikeuksiin ja lopulta siirtoon erityisopetuksen piiriin. Tätä päättelyketjua tukee hiljakkoin julkaistu Laaksosen (2007) tutkimus, jossa ulkomaalaistaustaiset lapset ja nuoret arvioivat suurimmaksi ongelmakseen yleisopetuksessa suomen kielen taidon. Tämä viittaa siihen, että niin ala- kuin yläkoulussa tarjotun tiedon runsaus kuormittaa erityisesti niitä koulu- laisia, joilla on muita heikompi kielitaito ja vähäisimmät tiedot valtakulttuurista.

## Lapsen kaksikielinen varhaiskehitys ja vuorovaikutus

Mitkä tekijät säätelevät kaksikielisyyteen kasvamista ennen kouluikää? Mitä tapahtuu lapsen kielitaidolle kaksikielisessä ympäristössä? Oppiiko lapsi riittävästi valtakieltä ennen koulun aloittamista? Entä miten käy vähemmistökielen? Näihin kysymyksiin haen seuraavaksi vastausta tutkimuksista, joissa lapset ovat altistuneet kahdelle kielelle pienestä pitäen. Tällaisesta kaksikielisyydestä löytyy jo jonkin verran tieteellisesti tutkittua tietoa. Viimeaikainen tutkimus osoittaa, että varhainen altistuminen yhdelle tai kahdelle kielelle ei näytä muuttavan aivotoimintaa, kun tarkastellaan, mitkä aivoalueet aktivoituvat, kun vauvat kuulevat puhetta (Petitto, 2009).

**Ensimmäinen ikävuosi.** Kaksikieliseen kotiin syntyvä vauva erottaa toisistaan kaksi kotikieltään, mikäli kielten puherytmi on erilainen. Jos kotikielten puherytmi on hyvin samanlainen, vauva oppii erottamaan kielet vasta noin neljän kuukauden altistumisen jälkeen. Hiljakkoin on osoitettu, että jos vauvalle puhutaan kotona kahta puherytmiltään erilaista kieltä, englantia ja ranskaa, vauva osaa pilkkoa sanoja kummastakin kielestä yhtä varhain kuin yhdelle kotikielelle altistunut ikätoveri (ks. tarkemmin Werker & Byers-Heinlein, 2008). Kielikohtaisten vokaalien oppiminen saattaa viivästyä muutamilla kuukausilla, jos kotikielien äänneellisesti samanlaisia (Bosch & Sebastián-Gallés, 2003). Mikäli kielet ovat erilaisia, vauva herkistyy kielikohtaisiin konsonantteihin ensimmäisen ikävuoden lopussa, siis samassa iässä kuin yksikielinen ikätoveri (Burns, Yoshida, Hill & Werker, 2007). Näiden havaintojen perusteella voisi olettaa, että esimerkiksi suomalais-venäläisessä perheessä kasvava vauva erottaisi kotikielensä syntymästä alkaen, koska kielten prosodiset piirteet poikkeavat selvästi toisistaan, ja tunnistaisi sanoja kummastakin kielestä yhtä varhain kuin yksikielinen ikätoveri. Myös fonologinen varhaiskehitys etenisi suurin piirtein samalla tavalla kuin lapsen, jolle on puhuttu pelkästään yhtä kotikieltä.

**Toinen ja kolmas ikävuosi.** Viime vuosisadalla tietämys kaksikielisestä kehityksestä perustui pääasiassa yksittäisten lasten seurantaan. Perinteisesti kielitieteilijä tarkkaili ja piti päiväkirjaa oman lapsensa kehityspoluista. Vasta 1990-luvulla Pearsonin tutkimus-

ryhmä julkaisi seurannan muutamasta kymmenestä lapsesta (esim. Pearson, Fernández, Lewedeg & Oller, 1997). Tutkimus toteutettiin Miamiassa, jossa yli puolet väestöstä puhui espanjaa (57 %) ja vähemmistö vastaavasti englantia. Seuranta osoitti, että miamilaislapset oppivat ensisanastonsa samassa iässä kuin yksikieliset ikätoverinsa. Lapset olivat altistuneet vaihtelevasti kahdelle kielelle kotona ja kodin ulkopuolella kahden ensimmäisen ikävuotensa aikana. Toisilla lapsilla sanojen määrä pyrähti kasvuun (epälineaaraisesti), kun taas joillakin lapsilla sanavarasto kasvoi tasaisesti (lineaarisesti). Samat sanaston oppimista kuvaavat kasvukäyrät on havaittu myös yksikielisillä lapsilla toisen ikävuoden aikana. Näistä ja muista havainnoista tutkijat päättelivät, että kahdelle kielelle altistuvien lasten semanttinen kehitys ei juurikaan poikkea yksikielisten lasten varhaiskehityksestä (vrt. myös Petitto, 2009).

Tässä yhteydessä on syytä muistuttaa, että useimmat tutkimukset ovat kohdistuneet germaanisiin ja romaanisiin kieliin. Siksi edellä esitettyä näyttöä ei voi varauksetta yleistää muita kieliä opettelevien lasten kehitykseen. Kielten rakenteelliset erot vaikuttavat kielten oppimiseen, samoin lapsen sosiaalinen ja kulttuurinen ympäristö, kuten esimerkiksi vanhempien ja opettajien asenne kaksikielisyyteen ja lapsen mahdollisuus käyttää ja harjoitella kieliä. Nykyään monet kasvattajat ajattelevat, että kaksikieliseksi kasvaminen etenee suotuisasti, jos vanhemmat puhuvat eri kieltä lapselleen syntymästä saakka (engl. one-parent-one-language). Toistaiseksi ei ole riittävästi tieteellistä tutkimusta, jonka perusteella tietäisimme, missä määrin tämä tapa kasvattaa tukee lapsen kaksikielistä kehitystä.

Johdan Turun yliopistossa tutkimusryhmää, joka hakee vastausta juuri tähän kysymykseen. Tavoitteenamme on seurata, miten kahden kotikielen kuuleminen syntymästä asti vaikuttaa puheen kehitykseen, ja verrata näiden lasten kehityspolkuja pelkästään suomea opetteleviin lapsiin. Kaikkien kaksikielisten perheiden äidit ovat syntyperältään venäläisiä ja isät suomalaisia. Yksikielisissä perheissä vanhemmat puhuivat lapselleen suomea. Seurannan alkaessa yksi- ja kaksikieliset perheet eivät eronneet toisistaan isän ja äidin koulutustason, lapsen esikoisuuden, sukupuolen ja dysleksiariskin osalta.

Ensimmäisillä tutkimuskäynneillä, lapsen ollessa seitsemän ja yhdentoista kuukauden ikäinen, vanhemmat kertoivat puhuvansa lapselleen omaa äidinkieltään. Odotusten mukaisesti lapset eivät vielä yhdentoista kuukauden iässä käyttäneet kuin korkeintaan muutamaa ensisanaa, mutta monet ymmärsivät jo joitakin sanoja ja ilmauksia. Vanhempia pyydettiin uudestaan arvioimaan lapsensa esikielellistä kommunikaatiota ja kielen kehitystä, kun lapset täyttivät 14, 18, 24 ja 36 kuukautta. Lähetimme perheille täytettäväksi Varhaisen kommunikaation ja kielen kehityksen arviointilomakkeen (Lyytinen, 1999) sekä venäjänkielisen käännöksen samasta lomakkeesta. Vanhemmat rastittivat sanoja, joita he olettivat lapsen ymmärtävän ja joita he olivat kuulleet lapsensa käyttävän. He merkitsivät myös ne toiminnot ja eleet, joita he olivat nähneet lapsensa tekevän, esimerkiksi ”osoittaa kiinnostavaa esinettä tai tapahtumaa” tai ”ojentaa käsivartensa ylös, jotta hänet otettaisiin syliin”.

Yksi- ja kaksikielisessä kodissa kasvavien lasten toimintojen ja eleiden määrässä ei juuri havaittu eroja 14 kuukauden iässä (Lundén & Silvé, 2011). Lapset olivat yhtä taitavia viestimään sanattomasti (esim. ”osoittaa sormella”), käyttämään esineitä tarkoituksenmukaisesti (esim. ”juo mukista”) ja jäljittelemään aikuisten askareita (esim. ”siivoaa”), joskin kaksikielisissä perheissä esiintyi enemmän leikkitoimintoja (esim. ”kukkuu”) kuin yksikielisissä perheissä. Tulokset sanojen oppimisesta olivat myös odotustenmukaisia:



yhdelle kielelle altistuneet lapset ymmärsivät ja tuottivat enemmän suomenkielisiä sanoja kuin kahdelle kotikielelle altistuneet ikätoverinsa.

Kiinnostavaa kyllä, kun yhdistimme lapsen suomen- ja venäjänkieliset sanastot, kaksikieliset lapset ymmärsivät enemmän sanoja 14-kuisina kuin yksikieliset lapset. Näistä tulok- sista voi päätellä, että kieliympäristö näkyy jo varhain lapsen semanttisessa kehityksessä. Rikas kaksikielinen ympäristö ilmeisesti harjaannuttaa lasta suuntaamaan huomionsa sanamuotoihin ja sanojen merkityksiä erottaviin äänteisiin. Sen sijaan sanojen tuottami- ssa ei näkynyt eroja lapsiryhmien välillä. Kahden kotikielen kuuleminen syntymästä alkaen ei siis näytä hidastavan eikä edistävän ensisanojen tuottamista. Tämä voi johtua siitä, että sanojen sujuva ja oikea ääntäminen pohjautuu ennen kaikkea hienomotoriik- kaan ja puhe-elimistön liiketoimintojen harjoittelu vie oman aikansa.

Seurannan kuluessa kävi ilmi, että jo 18 kuukauden iässä kahdelle kielelle altistuneiden lasten puhesanasto (suomi ja venäjä) oli laajempi ja kasvoi nopeammin kuin yksikielisten lasten puhesanasto toisen ja kolmannen vuoden aikana (Silvén, Voeten, Kouvo, Lundén & Kuhl, 2011). Kun tarkastelimme kasvua erikseen suomen ja venäjän osalta, lapset oppivat uusia sanoja yksikielisiä hitaammin kummassakin kotikielessä. Suomenkielinen sanasto pyrähti kasvuun toisen ikävuoden keskivaiheilla kummassakin lapsiryhmässä. Sanaston epälineaarinen kasvu on jo osoitettu yksikielisillä lapsilla, mutta me havait- simme nyt ensimmäistä kertaa, että kaksikielisissä lapsissa kasvupyrähdys tapahtui aino- astaan valtakielessä, kun taas vähemmistökielessä sanaston kasvu noudatti lineaarista kaavaa. Toisin sanoen kaksikieliset lapset oppivat leikki-iässä enemmän uusia sanoja suomen kuin venäjän kielessä.

Yllättävän harva on pohtinut, miten varhainen fonologinen kehitys voisi ennustaa vaihtelua sanojen oppimisessa. Eräs yhdysvaltalainen tutkija kuitenkin esitti tämän kysy- myksen (esim. Kuhl, 2004). Kuhl in tutkimusryhmä testasi lasten herkkyyttä erotella äännteitä puolen vuoden iässä. Vanhempia puolestaan pyydettiin valitsemaan lomakkeesta, mitä sanoja lapsi käytti vauvaiän jälkeen. Tutkitut ikätasot edustavat tärkeitä virstanpylväitä kielen kehityksessä: 14-kuisena lapsi tuottaa ensisanansa, 16-kuisena sanasto on laajen- tunut 50 sanaksi ja 18-kuisena lapsi tuottaa sanayhdistelmiä. Kuhl onnistui osoittamaan, että herkkyyys havaita äännteitä selittää jossain määrin vaihtelua sanaston tuottamisessa.

Me teimme saman havainnon suomen kielen osalta (Silvén ym., 2011): tavuparin erotte- luherkkyys 7-kuisena ennusti vaihtelua sanaston määrässä 18-kuisena. Varhaisen fonolo- gisen ja semanttisen kehityksen yhteys tuli ilmi niin yksikielisissä lapsissa kuin kaksikie- listen kotien lapsissa, jotka olivat kuulleet suomen kieltä pääasiassa isältään. Joidenkin tutkimusten mukaan kielen oppiminen sujuu juohevammin yksikielisissä perheissä, mikäli vanhemmat ovat koulutettuja, lapsi syntyy perheen esikoisena tai on tyttö. Päähavain- tomme säilyivät samoina, vaikka otimme tilastollisissa analyyseissa huomioon näidenkin tekijöiden mahdolliset vaikutukset.

**Neljäs ikävuosi.** Kuten jo aiemmin oli puhetta, englantia opettelevien lasten lauseopin (syntaksin) kehitys lasketaan alkavaksi, kun lapsi käyttää kaksisanaisia ilmauksia puolen- toista vuoden iässä. Suomea tai venäjää opettelevan lapsen morfosyntaktinen kehitys alkaa tavallaan jo ensisanoista, koska lähes kaikki sanat taipuvat näissä kielissä. Tosin kasvupyrähdys sanataivutusten opettelussa näkyy vasta toisen ikävuoden jälkeen.



Otimme uudestaan yhteyttä kaikkiin yksi- ja kaksikielisiin perheisiin ( $N = 25+25$ ) ja kutsuimme heidät tutkimuksiin, kun lapset täyttivät neljä vuotta (Silvén & Rubinov, 2010). Tässä vaiheessa asiantuntijat arvioivat lasten kielitaidon. Kehitimme kaksikielisiä lapsia varten mahdollisimman samanlaiset suomen- ja venäjänkieliset tehtävät. Lasten testaajina toimi kaksi tutkijaa, joista toinen oli suomalaista ja toinen venäläistä syntyperää. Neljäntenä ikävuotena yksi- ja kaksikielisessä kodissa kasvaneet lapset menestyivät keskimäärin yhtä hyvin useimmissa suomen kielen tehtävissä. He olivat yhtä taitavia äänteellisen tietoisuuden tehtävissä (fonologia), sanojen merkityksen tunnistamisessa (semantiikka) ja sanojen taivuttamisessa (morfologia). Näiden tulosten valossa kaksikielisessä kodissa kasvamisesta ei näytä olevan haittaa eikä sen puoleen etuakaan lapsen suomen kielelle, joka on useimpien lasten tuleva koulukieli. Ainoastaan vaikeammissa suomen kielen taivutusmuodoissa kahdelle kielelle altistuneet lapset suoriutuivat heikommin kuin yksikieliset lapset. Tämä havainto saattaa olla varhainen ennusmerkki suomen kielen pulmista.

Nelivuotiaina suurin osa lapsista puhui venäjää, vähemmistökieltä, huonosti. Myös tasapainoinen kaksikielisyys osoittautui yllättävän harvinaiseksi: ainoastaan joka viides (20 %) lapsi hallitsi kummatkin kotikielensä yhtä hyvin. Nämä havainnot herättävät kysymyksen, miksi kahden kotikielen semanttiset kehityspotit etenevät eri tavalla leikki-ikässä. Miksi sama lähtökohta johti vuosien varrella näin suureen kaksikielisen kehityksen kirjoon? Tuloksia eivät selitä perheen kielteiset asenteet, koska lähes kaikki vanhemmat kertoivat haastattelussa lapsen neljäntenä ikävuotena arvostavansa kaksikielisyyttä ja pyrkineensä kasvattamaan lapsensa kaksikieliseksi. Kun tutkimme prospektiivisesti, miten vauva toimi kahden kesken isän ja äidin kanssa seitsemän kuukauden iässä, suuressa osassa yksi- ja kaksikielisiä perheitä yhteissäätely leikin aikana näytti suhteellisen samanlaiselta (Lundén & Silvén, 2011). Kaksikielisissä perheissä oli kuitenkin odotettua yleisempää, että vauvan leikki oli erilaista äidin ja isän kanssa ja että nämä erot liittyivät hitaampaan kielen kehitykseen.

Itse asiassa seuranta osoittaa, kuinka haasteellista on kasvattaa lapsi kaksikieliseksi. Esimerkiksi Ruotsissa ja Yhdysvalloissa valtakieli näyttäisi myös välittyvän lapselle helpommin kuin vähemmistökieli. Laajassa kyselytutkimuksessa de Houwer (2007) kysyi belgialaisilta vanhemmilta, puhuiko lapsi valtakieltä, vähemmistökieltä vai kumpaakin. Todennäköisyys, että vähintään yksi perheen lapsista oppi puhumaan vähemmistökieltä, oli pienin (1/3), jos ainoastaan toinen vanhemmista puhui kumpaakin kieltä ja toinen valtakieltä. Mahdollisuudet kasvoivat rajusti, jos kumpikin vanhempi puhui kumpaakin kieltä (8/10) tai yksinomaan vähemmistökieltä (9/10).

Vanhempien nelivuotishaastattelussa yritimme retrospektiivisesti selvittää, missä määrin lapset olivat kuulleet ja käyttäneet kahta kotikieltään perheenjäsenten kesken ja kodin ulkopuolella (Silvén & Rubinov, 2010). Lähes joka kolmannella lapsella (28 %) valtakielen taito oli keskimääräistä parempaa, mutta vähemmistökielen taito heikkoa. Nämä lapset olivat altistuneet arjessa enemmän suomen (86 %) kuin venäjän (14 %) kielelle. He olivat osallistuneet eniten suomenkieliseen päivähoitoon vauvaiän jälkeen, ja he myös puhuivat muita useammin kotona suomea isän ja äidin kanssa. Tämä havainto osoittaa varhaisen päivähoiton merkityksen valtakielen oppimisessa. Osa kaksikielisissä kodeissa kasvaneista lapsista kuroi umpeen yksikielisten etumatkan, kun heille avautui tilaisuus harjoitella toista kotikieltään ikätovereiden ja kasvattajien kanssa suomenkielisessä yhteisössä. Valitettavasti vähemmistökielen kehitys jäi kuitenkin valtakielen jalkoihin.

Nelivuotiaana joka viides lapsi (20 %) hallitsi valta- ja vähemmistökielen yhtä hyvin. Nämä lapset olivat altistuneet tasaisesti kummallekin kielelle (49 % ja 51 %). Tämä ei kuitenkaan yksin selittänyt tasapainoista kehityksen kulkua, koska kummallekin kotikielille altistumisen suhteelliset osuudet eivät eronneet sen ryhmän lapsista, jotka hallitsivat kahta kotikieltään muita heikommin. Itse asiassa aktiivinen vuorovaikutus vanhempien ja ikätovereiden kanssa osoittautui käänteentekeväksi kahden kotikielen tasapainoiselle kehitykselle. Venäjän kielen hallinta oli yhteydessä siihen, että lapsille luettiin enemmän venäjäksi ja heillä oli muita enemmän tilaisuuksia leikkiä venäjänkielisten tovereiden kanssa. Toisin sanoen pelkkä kielten kuuleminen ei riitä, vaan lapsen tulee saada tilaisuuksia käyttää kumpaakin kotikieltään.

Noin puolella lapsista (52 %) valtakielen taito oli keskimääräistä heikompaa ja myös vähemmistökielen taito oli heikkoa. Onkin mahdollista, että kahden kotikielen heikko hallinta voi olla varhainen merkki tulevista ongelmista. Tätä päätelmää tukee myös naapurimaassa tehty tutkimus lapsista, jotka altistuivat ruotsin ja arabian kielille. Yhdenkin kotikielen hallinta nimittäin osoittaa, että lapsella ei geneettisistä syistä ole kohonnutta riskiä puheen- ja kielenkehityksen ongelmiin. Jos tämä kieli on koulussa puhuttu kieli, lapsella ei todennäköisesti tule olemaan ongelmia luku- ja kirjoitustaidon oppimisessa. Mikäli riskitekijät tiedostetaan ajoissa, kasvattajilla olisi vielä vuosia aikaa tukea lapsen kielellistä kehitystä ja kaksikielistä identiteettiä kotona ja päivähoidossa ja näin ennaltaehkäistä mahdollisia oppimisvaikeuksia kouluikässä, mikä parhaimmassa tapauksessa vähentäisi jopa syrjäytymisriskiä.

## Lähteet

- Aro, T. & Laakso, M.-L. 2011. Taaperosta taitavaksi toimijaksi. Itsesäätelytaitojen kehitys ja tukeminen. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Barrett, M., Harris, M. & Chasin, J. 1991. Early lexical development and maternal speech: A comparison of children's initial and subsequent uses of words. *Journal of Child Language* 18, 21–40.
- Bosch, L. & Sebastián-Gallés, N. 2003. Simultaneous bilingualism and the perception of language-specific vowel contrast in the first year of life. *Language and Speech* 46, 217–243.
- Burns, T. C., Yoshida, K. A., Hill, K. & Werker, J. F. 2007. The development of phonetic representations in bilingual and monolingual infants. *Applied Psycholinguistics* 28, 455–474.
- de Boysson-Bardies, B. 1999. How language comes to children. From birth to two years. Cambridge, MA: MIT Press.
- de Houwer, A. 2007. Parental language input patterns and children's bilingual use. *Applied Psycholinguistics* 28, 411–424.
- Feldman, R. 2003. Infant–mother and infant–father synchrony: The coregulation of positive arousal. *Infant Mental Health Journal* 24, 1–23.
- Fogel, A. 1993. *Developing through relationships: Origins of communication, self, and culture.* London: Harvester Wheatsheaf.
- Haapakoski, M. & Silvén, M. 2009. Families, not parents, differ: Development of communication in Finnish infants. *Infancy* 14, 195–221.
- Hämäläinen, H., Laine, M., Aaltonen, O. & Revonsuo, A. (toim.). 2006. *Mieli ja aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja.* Jyväskylä: Gummerus.
- Konold, T. R. & Pianta, R. C. 2005. Empirically-derived, person-oriented patterns of school readiness in typically-developing children: Description and prediction to first-grade achievement. *Applied Developmental Science* 9, 174–187.
- Kuhl, P. K. 2004. Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience* 5, 831–843.
- Kunnari, S. & Savinainen-Makkonen, T. 2003. *Mistä on pienten sanat tehty. Lasten äänteellinen kehitys.* Helsinki: Werner Söderström.
- Laaksonen, A. 2007. Maahanmuuttajaoppilaat erityiskouluissa. *Annales Universitatis Turkuensis, ser. C, Tom. 262, s. 206.*
- Ladd, G. W., Birch, S. H. & Buhs, E. S. 1999. Children's social and scholastic lives in kindergarten: Related spheres of influence? *Child Development* 70, 1373–1400.
- Lehtinen, T. 2002. Oppia kieli kaikki – Maahanmuuttajalasten suomen kielen kehitys ja kaksikielisyys peruskoulun ensimmäisellä luokalla. *Annales Universitatis Turkuensis, ser. C, Tom. 181, s. 235.*
- Lundén, M. & Silvén, M. 2011. Balanced communication in mid-infancy promotes early vocabulary development: Effects of play with mother and father in mono- and bilingual families. *International Journal of Bilingualism*, 15, 535–559.
- Lyytinen, H., Ahonen, T., Eklund, K., Guttorm, T., Kulju, P., Laakso, M.-L., Leiwo, M., Leppänen, P., Lyytinen, P., Poikkeus, A.-M., Richardson, U., Torppa, M. & Viholainen, H. 2004. Early development of children at familial risk for dyslexia – Follow-up from birth to school age. *Dyslexia* 10, 146–178.
- Lyytinen, P. 1988. Morfoloגיעתי. Taivutusmuotojen hallinnan mittausmenetelmä lapsille. *Jyväskylän yliopiston psykologian laitoksen julkaisuja, Jyväskylän yliopisto* 298.

- Lyytinen, P. 1999. Varhaisen kommunikaation ja kielen kehityksen arviointimenetelmä. Jyväskylän yliopiston Lapsitutkimuskeskus ja Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino.
- Lyytinen, P. & Lyytinen, H. 2004. Growth and predictive relations of vocabulary and inflectional morphology in children with and without familial risk for dyslexia. *Applied Psycholinguistics* 25, 397–411.
- Maccoby, E. E. 1992. The role of parents in the socialization of children: An historical overview. *Developmental Psychology* 28, 1006–1017.
- Martin, A., Ryan, R. M. & Brooks-Gunn, J. 2007. The joint influence of mother and father parenting on child cognitive outcomes at age 5. *Early Childhood Research Quarterly* 22, 423–439.
- Martin, A., Ryan, R. M. & Brooks-Gunn, J. 2010. When fathers' supportiveness matters most: Maternal and paternal parenting and children's school readiness. *Journal of Family Psychology* 24, 145–155.
- Ninio, A. & Bruner, J. 1978. The achievement and antecedents of labelling. *Journal of Child Language* 5, 1–15.
- Parke, R. D. 1995. Fathers and families. Teoksessa M. H. Bornstein (toim.), *Handbook of parenting*, Vol. 3: Status and social conditions of parenting. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 27–63.
- Pearson, B. Z., Fernández, S. C., Lewedeg, V. & Oller, D. K. 1997. The relation of input factors to lexical learning by bilingual infants. *Applied Psycholinguistics* 18, 41–58.
- Petitto, L. A. 2009. New discoveries from the bilingual brain and mind across the life span: Implications for education. *International Journal of Mind, Brain, and Education* 3, 185–197.
- Pianta, R. C., Cox, M. J. & Snow, K. L. 2007. *School readiness and the transition to kindergarten in the era of accountability*. Baltimore, Md: Paul H. Brookes.
- Pluess, M. & Belsky, J. 2010. Differential susceptibility to parenting and quality child care. *Developmental Psychology* 46, 379–390.
- Richardson, U., Leppänen, P. H. T., Leiwo, M. & Lyytinen, H. 2003. Speech perception of infants with high familial risk for dyslexia differ at the age of 6 months. *Developmental Neuropsychology* 23, 385–397.
- Rosenzweig, M. R., Leiman, A. L. & Breedlove, S. M. 1999. *Biological psychology. An introduction to behavioral, cognitive, and clinical neuroscience*. Sunderland, MA: Sinauer.
- Rutter, M. 1983. School effects on pupil progress: Research findings and policy implications. *Child Development* 54, 1–29.
- Ryan R. M., Martin A. & Brooks-Gunn, J. 2006. Is one good parent good enough? Mother and father parenting and child cognitive outcomes in the Early Head Start Research and Evaluation Project. *Parenting: Science and Practice* 6, 211–228.
- Salmivalli, C. 2005. *Kaverien kanssa. Vertaissuhteet ja sosiaalinen kehitys*. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Silvén, M. (toim.) 2010. *Varhaiset ihmissuhteet – polku lapsen suotuisaan kehitykseen*. Helsinki: Minerva.
- Silvén, M., Ahtola, A. & Niemi, P. 2003. Early words, multiword utterances and maternal reading strategies as predictors of mastering word inflections in Finnish. *Journal of Child Language* 30, 253–279.
- Silven, M., Niemi, P. & Voeten, M. 2002. Do maternal interaction and early language predict phonological awareness in 3- to 4-year-olds? *Cognitive Development* 17, 1133–1155.
- Silvén, M., Poskiparta, E. & Niemi, P. 2004. The odds of becoming a precocious reader of Finnish. *Journal of Educational Psychology* 96, 152–164.

- Silvén, M., Poskiparta, E., Niemi, P. & Voeten, M. 2007. Precursors of reading skill from infancy to first grade in Finnish: Continuity and change in a highly inflected language. *Journal of Educational Psychology* 99, 516–531.
- Silvén, M. & Rubinov, E. 2010. Language and preliteracy skills in bilinguals and monolinguals at preschool age: Effects of exposure to richly inflected speech from birth. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal* 23, 385–414.
- Silvén, M., Voeten, M., Kouvo, A., Lundén, M. & Kuhl, P. 2011. Language Exposure and Early Speech Perception Predict Vocabulary Growth of Mono- and Bilingual Children. *Käsikirjoitus arvioitavaana*.
- Sroufe, L. A., Egeland, B., Carlson, E. & Collins, W. A. 2005. *The development of the person: The Minnesota study of risk and adaptation from birth to adulthood*. New York: Guilford Press.
- Steinberg, L. 2001. We know some things: Parent-adolescent relationships in retrospect and prospect. *Journal of Research on Adolescence* 11, 1–19.
- Stolt, S., Klippi, A., Launonen, K., Munck, P., Lehtonen, L., Lapinleimu, H., Haataja, L. & The Pipari Study Group 2007. Size and composition of the lexicon in prematurely born very-low-birth-weight and full-term Finnish children at two years of age. *Journal of Child Language* 34, 283–310.
- Tabors, P. O. & Snow, C. E. 2001. Young bilingual children and early literacy development. Teoksessa S. B. Neuman & D. K. Dickinson (toim.), *Handbook of early literacy research*, Volume 1. New York: The Guilford Press, 159–179.
- 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 & Child Neurology* 48, 367–373.
- Werker, J. F. & Byers-Heinlein, K. 2008. Bilingualism in infancy: first steps in perception and comprehension. *Trends in Cognitive Sciences* 12, 144–151.

# Liikunta ja koulumenestys

*Timo Jaakkola*

## Johdanto

Liikunnan terveysvaikutuksista on ollut jo pitkään vakuuttavaa tutkimustietoa. On selvää, että liikunta ehkäisee monia pitkäaikaissairauksia, kuten diabetesta, sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksia sekä erilaisia syöpiä (Bouchard, Blair & Haskell, 2007). Terveysvaikutukset ovatkin olleet keskeisimpiä tavoitteita erilaisissa interventioissa, joissa on tutkittu liikunnan määrän vaikutuksia. Terveyden edistäminen on ollut keskeinen peruste jo niinkin aikaisin kuin 1800-luvulla, jolloin liikunta tuli kouluihin oppiaineeksi. Tämän jälkeen terveydelliset vaikutukset ovat olleet kaikissa opetussuunnitelmissa liikunnan opetuksen ydintavoitteita.

Terveysvaikutusten lisäksi liikunnalla on myös muita positiivisia seurauksia. Kouluikäisten lasten ja nuorten kannalta merkittävä positiivinen yhteys löytyy liikunnan harrastamisen ja koulussa menestymisen väliltä. Aihetta koskeva tutkimus on kasvanut räjähdysmäisesti viime vuosikymmenen aikana, ja tutkimusraportit ovat systemaattisesti tukeneet liikunnan ja aivojen kehittymisen välistä yhteyttä. Samoin aivojen tutkimusvälineet ovat kehittyneet, mikä on mahdollistanut asioiden perusteellisemmän tarkastelun.

Tämän artikkelin tarkoituksena on tehdä yhteenvetoa liikunnan harrastamisen ja akateemisen suoriutumisen välisistä yhteyksistä. Artikkelin perustuu suurelta osin Yhdysvaltain terveyspalveluiden laitoksen (U.S. Department of Health and Human Services) (2010) laajaan katsaukseen, jossa on koottu yhteen liikuntaa ja koulumenestystä tarkastelleet ja kansainvälisissä tiedelehdissä julkaistut tutkimukset. Luonteeltaan tutkimukset ovat pääsääntöisesti interventiotutkimuksia, jotka pitävät sisällään koe- ja kontrolliasetelman. Tässä artikkelissa liikuntaa ja oppimista tarkastellaan neuro- ja kognitiotieteellisestä näkökulmasta.

## Liikunnan ja akateemisen suoriutumisen yhteys ja siihen liittyvät vaikutusmekanismit

Aivot tarvitsevat normaalin kehityksen tueksi vettä, ravintoa, unta ja liikuntaa. Näistä neljästä useat aivotutkijat pitävät liikunnan osuutta erityisen merkittävänä (ks. Ratey, 2008). Tutkimus onkin osoittanut, että motoriset ja kognitiiviset taidot kehittyvät rinnakkain (esim. Davis ym., 2011; Davis ym., 2007; Hillman, Ericson & Kramer, 2008; Smith ym., 1999; Themanson, Pontifex & Hillman, 2008). Aktiivisilla lapsilla ja nuorilla näyttää olevan passiivisia lapsia paremmat lähtökohdat selviytyä erilaisista kognitiivista kapasiteettia vaativista tehtävistä ja haasteista (Rosenbaum, Carlson & Gilmore, 2001; Trudeau & Shephard, 2008; U.S. Department of Health and Human Services, 2010).

Liikunnan ja aivojen kehittymisen väliltä on havaittu useita vaikutusmekanismeja (Rosenbaum, Carlson & Gilmore, 2001; Trudeau & Shephard, 2008). Osa liikunnan ja kognitiivisten toimintojen yhteydestä perustuu muutoksiin aivojen aineenvaihdunnassa. Liikunta lisää aivojen verenkiertoa, parantaa hapensaantia, lisää välittäjäaineiden tasoa sekä kasvattaa neurotrofinien (kemikaali, joka tukee hermosolujen toimintaa) tuotantoa. Osa

liikunnan ja kognitiivisten toimintojen yhteyksistä perustuu aivojen rakenteiden kehittymiseen. Säännöllinen liikunta kasvattaa aivoissa olevien hiussuonten määrää ja synnyttää uusia hermosoluja erityisesti hippokampukseen, joka on oppimisen ja muistin keskus. Lisäksi liikunta lisää aivosolujen ja rakenteiden välisiä yhteyksiä, tihentää olemassa olevia hermoverkkoja sekä lisää aivokudoksen tilavuutta.

Edelliset mekanismit lisäävät ihmisen oppimispotentiaalia: ne kehittävät tarkkaavaisuutta ja keskittymistä sekä parantavat tiedonkäsittely- ja muistitoimintoja. Lisäksi muutokset aivoissa kehittävät positiivisia selviytymismenetelmiä ja myötävaikuttavat oppimisen kannalta edullisten tunteiden syntymiseen. (Hillman, Castelli & Buck, 2005; Rosenbaum, Carlson & Gilmore, 2001; Sibley & Etnier, 2003; Trudeau & Shephard, 2008.)

## **Fyysinen kunto, motoriset taidot ja kognitiivinen suoriutuminen**

Hyvä fyysinen toimintakyky, eli fyysinen kunto sekä motoriset taidot, luovat pohjan kognitiiviselle suoriutumiselle. Esimerkiksi lasten ja nuorten hyvä kunto näyttää olevan yhteydessä heikkokuntoisempia parempaan koulumenestykseen (esim. Castelli, Hillman, Buck & Erwin, 2007; Grissom, 2005; Trost, 2007). Hyvä fyysinen kunto lisää oppimisvalmiuksia, sillä se kehittää muisti- ja muita kognitiivisia prosesseja (Buck, Hillman & Castelli, 2008; Castelli ym., 2007; Chaddock ym., 2010; Davis ym., 2007; Pontifex ym., 2009). Parhaiten aivotoimintojen kehittymistä näyttäisi tukevan kävelystä vastaava kevyt liikunta sekä aerobis-anaerobinen ”hikiliikunta”, kuten lenkkeily, hiihto, uinti, erilaiset jumput ja kuntoharjoitteet sekä pallopelit (Coe ym., 2006; Ratey, 2008; Taras, 2005).

Fyysisen kunnon lisäksi myös motoristen taitojen hallitseminen vaikuttaa aivojen kehittymiseen, sillä samat keskushermoston mekanismit vastaavat rinnakkain sekä motoristen että kognitiivisten taitojen ohjauksesta. Vauvaiässä ja lapsuudessa motoristen perustaitojen oppiminen – konttaaminen, käveleminen, kieriminen, riippuminen, hyppääminen, pallon heittäminen ja kiinniottaminen sekä vartalon keskilinjan ylitys – luo mahdollisuuden kehittää kognitiivisia taitoja. Motorisen kehityksen kautta lapsi pääsee tehokkaampaan vuorovaikutukseen ympäristönsä kanssa (Haywood & Getchell, 2008). Kehittyneempien liikkumistapojen myötä lapset kohtaavat elinympäristössään haasteita, joita he eivät ole aiemmin kohdanneet. Näiden haasteiden ratkaiseminen vaatii lapsilta kognitiivista kapasiteettia, kuten ajattelua ja ongelmanratkaisua. Liikkumisen kautta lapset hankkivat uusia kokemuksia, jotka kehittävät heidän kognitiivista kapasiteettiaan (Viholainen, 2006).

Motoristen taitojen harjoittelu ja oppiminen tarjoaa väylän kehittää myös niitä aivojen osia ja yhteyksiä, jotka ilman liikkumista jäisivät kehittymättä. Mikäli aivojen kehittymisen kannalta oleellisia motorisia taitoja ei ole lapsuudessa opittu luonnostaan, pitää niitä harjoitella myöhemmin. Erilaisista oppimisen ongelmista kärsivien lasten ja nuorten tukemiseksi kehitetyissä motoriikkakerhoissa yksi keskeisimmistä tavoitteista onkin harjoitella kyseisiä aivojen kehittymisen kannalta tärkeitä taitoja. Valitettavasti kaikilla oppimis- tai tarkkaavaisuusongelmista kärsivillä lapsilla ei ole mahdollisuutta osallistua kerhoihin. Tämä tarkoittaa sitä, että koulun tehtävä motoristen taitojen opettamisessa on korostunut (McKenzie, 2007). Varsinkin liikunnanopetus nousee tärkeäksi. Liikuntatunneilla lapsilla on mahdollisuus asiantuntijan johdolla harjoitella ja kehittää monipuolisesti motorisia taitojaan.



## **Yhteenveto liikunnan ja akateemisen suoriutumisen tuloksista**

Yhdysvaltain terveystieteiden laitoksen (U.S. Department of Health and Human Services) (2010) katsauksessa liikunnan ja koulumenestyksen tutkimukset jaettiin neljään luokkaan sen mukaan, missä kontekstissa ne oli tehty. Ensimmäinen tutkimusten luokka käsitteli koulun liikuntatunteja, toinen välitunteja, kolmas luokkahuoneessa pidettäviä ”akateemisia” tunteja ja neljäs opetussuunnitelman ulkopuolista koulun järjestämää liikuntaa. Neljänteen luokkaan kuuluivat esimerkiksi koulun liikuntakerhot ja joukkueet sekä kilpailut.

Katsauksessa akateeminen suoriutuminen jaettiin kolmeen ryhmään. Ensimmäisen luokan muodosti ”akateemisissa kouluaineissa suoriutuminen”, joka piti sisällään todistuksen arvosanat matematiikasta, lukemisesta ja kirjoittamisesta sekä koulussa yleisesti tehtävien testien ja kokeiden tulokset. Toinen luokka oli ”koulussa käyttäytyminen”, johon luettiin esimerkiksi käyttäytyminen ja tunneille osallistuminen. Kolmannen luokan muodostivat ”kognitiiviset taidot ja asenteet”, ja siihen kuuluivat esimerkiksi tarkkaavaisuus, keskittyminen, muisti sekä asenteisiin ja motivaatioon liittyvät tekijät.

Katsaus sisälsi yhteensä 50 koulussa toteutettua tutkimusta, joissa raportoitiin yhteensä 251 liikunnan ja koulumenestyksen välistä tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Näistä yhteyksistä 50,4 prosenttia oli positiivisia, 48 prosenttia ei-merkitseviä ja ainoastaan 1,5 prosenttia negatiivisia. Positiivisia yhteyksiä löytyi kaikissa yhteenvedon tutkimuskategorioiden – ”akateemisissa kouluaineissa suoriutumisessa”, ”koulussa käyttäytymisessä” ja ”kognitiivisissa taidoissa ja asenteissa”. Katsauksen tilastot osoittavat, että liikuntaan annettu panos ei ole pois opintomenestyksestä. Samoin raportti osoittaa, että liikunnallinen koulu tukee oppilaiden oppimisvalmiuksia akateemisissa aineissa.

## **Liikuntatuntien vaikutus koulumenestykseen**

Suuri osa koululiikuntatutkimuksista on ollut interventiotutkimuksia, joissa koeryhmän liikuntatuntien määrää on lisätty ja sitten verrattu heidän oppimistuloksiaan ryhmään, jolla liikuntatuntien määrä on pysynyt samana. Yhdysvaltain terveystieteiden laitoksen (2010) katsaukseen otetut 14 tutkimusta käsitteli koululiikunnan ja koulumenestyksen välistä yhteyttä. Niistä kaikkiaan 11:ssä oli havaittu liikunnan ja koulumenestyksen välinen positiivinen yhteys. Positiivisia yhteyksiä löytyi kaikissa kolmessa akateemisen suoriutumisen luokassa (akateemisissa aineissa suoriutuminen, käyttäytyminen, kognitiiviset taidot ja asenteet).

Ericssonin (2008) tutkimuksessa ensi–kolmasluokkalaisten oppilaiden liikuntatuntien määrää lisättiin kahdesta viikkotunnista viiteen; liikuntaa oli joka päivä. Tulokset osoittivat, että liikuntatuntien lisääminen paransi tuloksia matematiikassa, lukemisessa ja kirjoittamisessa. Samoin se vahvisti oppilaiden tarkkaavaisuutta ja keskittymistä akateemisten aineiden tunneilla luokkahuoneessa. Myös Sallis ja kollegat (1999) tutkivat liikunnan määrän lisäämisen vaikutusta. Tulokset osoittivat, että kahden vuoden intensiivinen terveystieteiden keskittynyt liikuntakasvatusohjelma paransi 9-vuotiaiden oppilaiden menestystä lukemisessa ja kielissä. Edelleen samankaltaisia havaintoja tehtiin Carlsonin ryhmän (2008) pitkittäistutkimuksessa: alakouluikäiset tytöt, joille järjestettiin tavanomaista suurempi määrä koululiikuntaa (70–300 minuuttia viikossa), menestyivät paremmin lukemisessa ja matematiikassa kuin tytöt, joille koululiikuntaa järjestettiin 0–35 minuuttia viikossa.

Liikunnan määrän lisäämistä puolustaa edelleen Davisin ja muiden (2011) tutkimus, jossa 13 viikon liikuntaohjelma (20–40 min kerrallaan) paransi 7–11-vuotiaiden lasten aivotointoja ja suoriutumista matematiikassa. Myös Kanadassa kokeiltiin yhden päivittäisen liikuntatuntin lisäämistä toiselta luokalta kuudennelle luokalle. Tämän tutkimuksen tulokset osoittivat, että oppilaat, jotka osallistuivat ”ylimääräiseen” liikuntaan, saavuttivat alakoulun lopulla parempia arvosanoja ranskan ja englannin kielissä, matematiikassa sekä luonnontieteissä (Shephard, 1996). Myös Tremarche, Robinson ja Graham (2007) huomasivat, että koululiikunnan määrän lisääminen paransi neljäsluokkalaisten oppilaiden oppimistuloksia englannin kielessä sekä äidinkielessä. Oppilaat, joille järjestettiin 56 tuntia tai enemmän koululiikuntaa vuodessa, menestyivät kyseisissä aineissa paremmin kuin oppilaat, joilla vuosittaisen koululiikunnan määrä oli 28 tuntia.

Tutkimusten mukaan myös liikuntatuntien sisältö vaikuttaa akateemiseen suoriutumiseen. Hyvä esimerkki tästä löytyy Budden ja kumppaneiden (2008) tutkimuksesta, jossa seurattiin 13–16-vuotiaita oppilaita: liikuntatunnit, jotka sisälsivät erilaisia koordinaatioharjoitteita, kuten tasapainoilua, reagoitua ja voimansäätelyä, paransivat oppilaiden keskittymistä ja tarkkaavaisuutta enemmän kuin ainoastaan perinteisiä liikuntalajeja sisältävät liikuntatunnit.

Liikuntatuntien määrän ja laadun vaikutusta akateemiseen suoriutumiseen tutkittiin myös Dwyerin ja kumppaneiden (1996) tutkimuksessa, jossa yhdelle ryhmälle järjestettiin päivittäin 75 minuuttia koululiikuntaa ja tuntien sisältönä oli fyysisen kunnon kehittäminen. Myös toiselle ryhmälle opetettiin liikuntaa päivittäin 75 minuuttia kerrallaan. Tämän ryhmän pääasiallisena tavoitteena ja sisältönä oli harjoitella motorisia taitoja. Kolmannelle ryhmälle liikuntaa järjestettiin 30 minuuttia kolmesti viikossa. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että sekä kunto- että motoristen taitojen ryhmällä luokkahuonekäyttäytyminen parani verrattuna kolmanteen ryhmään, jolle liikuntaa opetettiin vähiten. Dwyerin ja kumppaneiden (1996) tutkimus osoitti myös, että vaikka kahdelle ensimmäiselle ryhmälle liikuntaa järjestettiin huomattavasti enemmän kuin kolmannelle, eivät ryhmät poikenneet toisistaan akateemisissa kouluaineissa. Lisätty liikunta ei siis heikentänyt muissa aineissa menestymistä.

Yhteenvetona koululiikuntaan liittyvistä tutkimuksista voidaan todeta, että koululiikunnan määrän lisääminen ja sisältöjen kehittäminen näyttäisivät parantavan oppilaiden menestymistä myös akateemisissa oppiaineissa. Lisäksi osa tutkimuksista viittaa siihen, että koululiikunnan määrän lisääminen parantaa myös oppilaiden keskittymistä ja tarkkaavaisuutta sekä vähentää käyttäytymiseen liittyviä ongelmia luokkahuoneessa. Tosin tässä yhteydessä pitää huomata, että koululiikunnan ja koulumenestyksen positiivinen yhteys havaittiin puolessa niistä tutkimuksista, jotka olivat mukana Yhdysvaltain terveyspalveluiden laitoksen (2010) katsauksessa; noin puolessa tutkimuksista yhteyttä ei havaittu. Toisaalta myös tämä tulos puoltaa liikuntaoppiaineen tärkeyttä koulumaailmassa. Yhdysvalloissa ja monissa muissa maissa vallitsee huoli siitä, että koululiikunta ja erityisesti sen lisääminen heikentäisivät akateemisten aineiden oppimistuloksia. Yhdysvaltain terveyspalveluiden laitoksen (2010) katsaus osoittaa, että koululiikunnalla tai sen lisäämisellä ei ole negatiivista yhteyttä koulumenestykseen.

## **Välitunneille osallistuminen, välitunti liikunta ja koulumenestys**

Yhdysvaltain terveyspalveluiden laitoksen (2010) katsauksessa tarkasteltiin myös tutkimuksia, joiden tarkoitus oli analysoida välituntiliikunnan sekä koulumenestyksen välistä

yhteyttä. Välituntiliikuntaa tarkasteltiin yhteensä kahdeksassa tutkimuksessa, joista jokaisessa raportoitiin positiivinen yhteys välituntien aikaisen liikunnan ja koulumenestyksen väliltä.

Caterinon ja Polakin (1999) tutkimuksen mukaan ohjattuun liikuntaan (venyttelyä ja kävelyä) välitunneilla osallistuneet neljäsluokkalaiset oppilaat keskittyivät oppitunneilla paremmin kuin muut oppilaat. Jarretin työryhmän (1998) tutkimuksessa vertailtiin neljäsluokkalaisia oppilaita, joista osalla oli tuntien välillä välitunti ja toisilla ei. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että välitunneille osallistuneet oppilaat keskittyivät tunneilla paremmin, osallistuivat tunnin tehtäviin intensiivisemmin ja olivat tunnilla vähemmän levottomia kuin oppilaat, joilla ei ollut välituntia.

Pellegrinin ryhmän (1995) tutkimus puolestaan osoitti, että toisen ja neljännen luokan oppilaiden tarkkaavaisuus oli parempi välitunnin jälkeen kuin ennen sitä. Samoin he havaitsivat, että oppilaiden tarkkaavaisuus pysyi parempana, mikäli luokkahuonetyöskentelyjaksot eivät venyneet liian pitkiksi. Välitunneille osallistumisella ja välituntien aikaisella liikunnalla on myös todettu olevan yhteys oppilaiden käyttäytymiseen luokkahuoneessa. Myös Barros ja kollegat (2009) huomasivat tutkimuksessaan, että opettajat arvioivat 8–9-vuotiaiden oppilaiden toimivan luokkahuoneessa rauhallisemmin, jos he olivat olleet välitunnilla. Välitunneille osallistumisen todettiin Pellegrinin (2002) tutkimuksessa vaikuttavan ensimmäisen luokan oppilaiden sopeutumiseen kouluun sekä poikien sosiaalisen toiminnan laatuun.

Yhteenvedona välitunneille osallistumista, välituntiliikuntaa ja koulumenestystä analysoineista tutkimuksista voidaan todeta, että välitunneille osallistuminen parantaa oppilaiden suoriutumista luokkahuoneessa, sillä niiden jälkeen oppilaiden tarkkaavaisuus ja keskittyminen ovat paremmat. Lisäksi välituntien jälkeen oppilaat osallistuvat akateemisten aineiden tehtäviin intensiivisemmin sekä käyttäytyvät luokassa paremmin. Näyttäisi myös siltä, että välituntien ”tehoa” akateemisen oppimisen kannalta voidaan parantaa järjestämällä koululaisille mahdollisuuksia erilaiseen liikuntaan välituntien aikana. Yhdysvaltain terveystieteiden laitoksen (2010) katsauksessa tutkimuksia ei ollut kovin monta (n = 8), mutta niiden näyttö välituntien ja välituntiliikunnan tehosta on vakuuttava. 60 prosentissa tutkimuksista oli havaittu selvä positiivinen yhteys välitunneille osallistumisen, välituntiliikunnan ja akateemisen suoriutumisen välillä. Ainoastaan 40 prosentissa tutkimuksista ei huomattu minkäänlaista yhteyttä muuttujien välillä.

## **Luokkahuoneen liikunnallistaminen**

Kolmannessa Yhdysvaltain terveystieteiden laitoksen (2010) katsauksen luokassa oli tutkimuksia, joissa tarkasteltiin luokkahuoneessa oppituntien aikana tehtyjen liikuntatehtävien sekä koulumenestyksen yhteyttä. Luokkahuoneen liikunnalliset tuokiot kestivät viidestä kahteenkymmeneen minuuttiin. Kaikkiaan raportissa huomioitiin yhdeksän tutkimusta, joista yhteensä kahdeksassa oli havaittu, että luokkahuoneliikunnan ja koulumenestyksen välillä on positiivinen yhteys.

Maeda ja Randall (2003) totesivat toisluokkalaisia koskevassa tutkimuksessaan, että oppilaat, jotka osallistuivat oppitunnin aikana viiden minuutin mittaiseen reippaaseen liikuntatuokioon, keskittyivät tunnilla ja menestyivät matematiikan tehtävissä paremmin kuin muut oppilaat. Liikuntatuokio pidettiin tunti lounastauon jälkeen. Vastaavia tuloksia on saatu Maharin ja kumppaneidenkin (2006) tutkimuksessa. Siinä opettaja antoi kolmas- ja

neljäsluokkalaisten oppilaiden tehdä liikunnallisia tehtäviä (esim. hyppyjä, kierimistä, kinkkaamista, naruhyppelyä) luokkahuoneytyöskentelyn lomassa. Tulokset osoittivat, että oppilaat, jotka osallistuivat tähän 10 minuutin liikuntatuokioon, noudattivat paremmin luokan sääntöjä kuin muut lapset. Huomionarvoista tässä tutkimuksessa on se, että liikuntatuokion vaikutus oli erityisen vahva koulussa heikoiten menestyneillä oppilailla.

Myös Norlander kollegoineen (2005) havaitsi ala- ja yläkoulussa suoritettussa tutkimuksessa vastaavan positiivisen yhteyden: päivittäinen venyttelytuokio auttaa oppilaita keskittymään. Samansuuntaisiin tuloksiin päätyivät myös Frederics ja muut (2006), jotka huomasivat, että päivittäin oppitunneilla tehdyt havaintomotoriset tehtävät kehittivät ensimmäisen luokan oppilaiden avaruudellista hahmottamista sekä lukemisen ja matematiikan taitoja. Myös Uhrichin ja Swalmin (2007) tutkimus tuki aiempia tuloksia ja osoitti, että viidesluokkalaisten päivittäisten koordinaatiotehtäviä sisältävien liikuntatuokioiden ja koulumenestyksen välillä on positiivinen yhteys. Liikuntatuokioiden kehittivät lukemisen ymmärtämistä. Mollayn ryhmän (1989) tutkimuksessa viiden minuutin kevyt oppitunnin aikainen liikunta edisti oppilaiden suorituksia matemaattisissa tehtävissä. Liikuntatuokio paransi myös alakouluikäisten hyperaktiivisten oppilaiden tarkkaavaisuutta ja käyttäytymistä.

Yhdysvaltain terveystieteiden laitoksen (2010) katsauksen tutkimuksista kaikkiaan 40 prosenttia osoitti, että luokkahuoneessa tapahtuneen liikuntatuokion ja koulumenestyksen välillä on positiivinen yhteys. 60 prosentissa tutkimuksista yhteys oli neutraali, mikä tarkoittaa, ettei muutaman minuutin uhraaminen luokkahuoneessa liikuntatehtäville ainakaan heikennä oppilaiden oppimistuloksia. Useissa tutkimuksissa lyhyet oppitunnin aikaiset liikuntatehtävät sen sijaan näyttivät parantavan sekä oppimistuloksia että käyttäytymistä.

## **Koulun järjestämä liikunta opetussuunnitelman ulkopuolella**

Viimeinen osio Yhdysvaltain terveystieteiden laitoksen (2010) katsauksesta käsitteli sellaista koulun järjestämää liikuntaa, joka ei kuulu opetussuunnitelmaan, esimerkiksi liikunnallisia kerhoja ja urheilujoukkueita. Tutkimusraporteja oli yhteensä 19. Mukana olleiden tutkimusten mukaan opetussuunnitelman ulkopuolisella koulun järjestämällä liikunnalla näyttäisi myös olevan positiivinen vaikutus koulumenestykseen. 52 prosenttia tutkimustuloksista osoitti, että liikuntakerhoihin ja joukkueisiin osallistuminen näkyy koulumenestyksessä positiivisesti. 46 prosenttia yhteyksistä oli neutraaleja ja ainoastaan 2 prosenttia negatiivisia.

Koulun järjestämään liikuntaan osallistuminen oli suurimmassa osassa tutkimuksia positiivisesti yhteyksissä kouluarvosanoihin, tunneille osallistumiseen, itsetuntoon (Darling, 2005; Darling, ym., 2005; Harrison & Narayan, 2003), verbaalisiin ja kognitiivisiin taitoihin (Reynolds & Nicolson, 2007), asenteisiin koulua ja opiskelua kohtaan (Darling, 2005; Darling, ym., 2005) sekä kotitehtävien tekemiseen (Harrison & Narayan, 2003). Kaikkiaan opetussuunnitelman ulkopuolista koulun järjestämää liikuntaa ja akateemista suoriutumista analysoineista tutkimuksista on saatu hieman ristiriitaisempia tuloksia kuin koulu liikunnan sekä välitunti- ja luokkahuoneliikunnan tutkimuksista. Kuitenkin useat tutkimukset ovat osoittaneet, että opetussuunnitelman ulkopuolisella liikunnalla on voitu vahvistaa oppilaiden koulumenestystä.

## Pohdintaa

Tässä raportissa referoidut tutkimukset osoittavat, että liikunnallinen koulu tukee oppilaiden akateemisia oppimisvalmiuksia. Huomattavaa on, että yhteenvedon tutkimuksissa analysoitiin ainoastaan yhtä koulun liikunnan osaa kerrallaan: liikuntatunteja, välitunteja, luokkahuoneliikuntaa tai opetussuunnitelman ulkopuolista liikuntaa. Liikunnan ja koulumenestyksen yhteydet olivat silti suurimmassa osassa tutkimuksia vahvasti positiivisia. Tässä yhteydessä kannattaa pohtia, voitaisiinko koulumenestystä tukea entisestään, jos useampi koulun osa-alue ”liikunnallistettaisiin” yhtä aikaa. Valtakunnan tasolla koulun liikunnallistamiseen ei olekaan yhtä ratkaisua, vaan se koostuu monesta yksityiskohtaisemmasta päätöksestä ja toimesta. Niitä ovat mm. liikuntatuntien määrän lisääminen, liikuntatuntien sisältöjen kehittäminen, välituntiliikunnan ja koulujen kerhotoiminnan edistäminen sekä kannustaminen kulkemaan koulumatkat jalan tai pyörällä.

Positiivinen näyttö koulun liikunnan ja koulumenestyksen välisestä yhteydestä nostaa vahvasti esiin liikunnan merkityksen tulevaisuuden koulussa. Lapset ja nuoret ovat tänä päivänä liikunnallisesti passiivisempia kuin koskaan aiemmin, ja yhä harvemman kouluikäisen liikunta-annos vastaa liikunnan terveys-suosituksia (Currie, Gabhainn & Godeau, 2008). Suositus on kaksi tuntia liikuntaa päivässä alakouluikäisille ja puolitoista tuntia yläkouluikäisille oppilaille (Nuori Suomi, 2008). Koulu on ainoa paikka, joka tavoittaa koko ikäluokan, ja sen vuoksi se on ympäristö, jonka kautta aikuiset pystyvät vaikuttamaan lasten ja nuorten liikunnan harrastamiseen.

Vahvat näytöt liikunnan sekä koulussa menestymisen, käyttäytymisen ja oppilaiden kognitiivisten taitojen yhteydestä olisi tarkoituksenmukaista ottaa huomioon poliittisessa päätöksenteossa esimerkiksi tuntikehyksestä päätettäessä sekä koulujen ja kouluympäristöjen suunnittelussa. Koulujen rehtoreiden asenteet ovat avainasemassa mietittäessä, miten kussakin koulussa voitaisiin lisätä liikkumista ja kannustaa oppilaita liikkumaan. Yksi mielenkiintoisimmista Yhdysvaltain terveyspalveluiden laitoksen (2010) katsauksen tuloksista on se, että kaikenlaisen liikunnan lisääminen koulussa parantaa oppilaiden käyttäytymistä luokkahuoneessa. Erityisen voimakas positiivinen vaikutus liikunnalla oli ylivillkkaiden oppilaiden käyttäytymiseen. Tämä on huomionarvoista erityisesti juuri nykypäivänä, jolloin kouluissa kerrotaan olevan enemmän käyttäytymisongelmia kuin koskaan aikaisemmin.

Liikuntaoppiaineella on oppimisvalmiuksien vahvistamisessa keskeinen tehtävä, sillä asiantunteva opettaja opettaa koululaisille myös liikunnallisesti aktiivisen elämäntavan perusteita. Samoin hän opettaa lapsille ja nuorille motorisia perustaitoja, jotka luovat perustaa kognitiivisten taitojen oppimiselle. Tutkimustulokset koululiikunnan oppimisvalmiuksia vahvistavasta vaikutuksesta kannustavat lisäämään liikunnanopetuksen tuntimäärää perusopetukseen tuntikehykseen. Tämänkin yhteenvedon tutkimukset osoittivat, että koululiikunnan määrän lisääminen paransi oppilaiden koulumenestystä monilla tavoin.

Pääministeri Jyrki Kataisen hallituksen ohjelman yksi tavoite on parantaa liikunnan asemaa koulussa. Tämän raportin tulokset puoltavat tuota tavoitetta. Liikuntatuntien lisäämisen ohella tärkeää olisi jatkossa varmistaa se, että päteviä liikunnanopettajia koulutetaan Suomessa riittävästi ja että heidän koulutuksensa vastaa tehokkaammin nykypäivän oppijoiden erityishaasteisiin. Erityisen tärkeää olisi saada päteviä opettajia alakoulun liikunnanopetukseen. Perusta liikunnallisuudelle luodaan jo nuorena.

Liikunnanopetuksen tuntimäärän lisäämisen lisäksi välituntiliikunnan kehittäminen on yksi keino koulun liikunnallistamiseen. Yläkoulussa on keskimäärin 30 oppituntia viikossa, mikä tarkoittaa noin 90 minuutin päivittäistä välituntiaikaa (Perusopetusasetus, 20.11.1998/852, 3 §). Tämän ajan osittainkin hyödyntäminen lisäisi merkittävästi oppilaiden ”liikunta-annosta” ja tukisi heidän koulumenestystään. Laajemmin ajateltuna välituntien liikunnallistaminen on suuri tulevaisuuden koulun mahdollisuus ja haaste. Vaikka perusopetusasetus määrittää koulujen välituntien keston ja rytmityksen, vaihtelevat opetuksen järjestäjien käytänteet välituntien organisoinnissa. Useissa erilaisissa koulupäivän liikunnallistamiseen tähdänneissä hankkeissa on paikallisesti kokeiltu välituntiliikunnan aktivointia. Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittamassa Liikkuva koulu -hankkeessa useat pilottikoulut ovat edelleen kehittäneet ja soveltaneet aikaisempia hyviä käytäntöjä koulujen välituntiliikuntaan (16 pilottihanketta 21:stä) (Liikkuva koulu -hankkeen väliraportti, 3/2011).

Koulupäivän liikunnallistaminen on usein helpointa aloittaa välituntiliikunnasta. Välituntiliikunnan aktivointi onnistuu esimerkiksi hankkimalla oppilaille liikuntavälineitä ja kouluttamalla oppilaita, opettajia tai koulunkäyntiavustajia välituntiliikunnan vetäjiksi. Parhaimmillaan hyvin pienet olosuhteisiin ja välineisiin tehtävät parannukset – välineiden pitäminen saatavilla, koulunpihan maalaaminen peleihin sopivaksi – voi saada paljon liikettä aikaan. Erityisesti yläkouluikäisille suunnatussa välituntiliikunnassa on tärkeää ottaa huomioon oppilaiden tarpeet ja toiveet. Koulujen kokemukset ovat osoittaneet, että erityisesti yläkouluissa nuoret sitoutuvat paremmin, jos voivat itse olla mukana suunnittelussa.

Välituntiliikuntaa voi lisäksi tukea koulupäivän rakenteen muuttamisella, yhden välituntin pidentämisellä. Pitkä välitunti keskellä koulupäivää luo paremmat mahdollisuudet välituntiaktiivisuuteen. (Taustaselvitys koulupäivän liikunnallistamisesta, 2009.) Pienillä konkreettisilla lasten liikkumista tukevilla muutoksilla on mahdollista myös muokata koulun henkilökunnan asenteita avoimemmiksi muille liikunnallisuutta tukeville toimenpiteille.

Tulevaisuuden koulussa myös luokkahuoneen liikunnallistamista voidaan pitää mielenkiintoisena ja kokeilemisen arvoisena haasteena. Useiden tutkimusten mukaan lyhyet liikuntatuokioiden ja -tehtävien perinteisen opiskelun lomassa edistävät koulumenestystä. Tavoitteen toteutuminen vaatii opettajien koulutusta ja täydennyskoulutusta, kehittämissuunnitelmia sekä materiaalien valmistamista.

Tämän luvun tutkimustulokset perustuvat pitkälti Yhdysvaltain terveyspalveluiden laitoksen (2010) katsauksessa referoituihin kansainvälisiin tutkimuksiin. Kantomaan (2010) väitöskirjatutkimus on kuitenkin hyvä osoitus siitä, että liikunnan ja koulumenestyksen suhde on yleismaailmallinen. Kantomaan (2010) tutkimuksessa liikunnallinen aktiivisuus oli yhteyksissä 15–16-vuotiaiden nuorten koulumenestykseen sekä opinto-suunnitelmiin. Tutkimus osoittaa, että liikunnallisuus lisää oppimista.



## Lähteet

- Barros, R. M., Silver, E. J. & Stein, R. E. 2009. School recess and group classroom behavior. *Pediatrics*, 123, 431–436.
- Bouchard, C., Blair, S. N. & Haskell, W. L. 2007. *Physical activity and Health*. Champaign, Ill: Human Kinetics.
- Buck, S. M., Hillman, C. H. & Castelli, D. M. 2007. The relation of aerobic fitness to Stroop task performance in preadolescent children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40, 166–172.
- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietraszyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P. & Tidow, G. 2008. Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letters*, 441, 219–223.
- Carlson, S. A., Fulton, J. E., Lee, S. M., Maynard, M., Brown, D. R., Kohl, I. H. W. & Dietz, W. H. 2008. Physical education and academic achievement in elementary school: Data from the early childhood longitudinal study. *American Journal of Public Health*, 98, 721–727.
- Castelli, D. M., Hillman, C. H., Buck, S. M. & Erwin, H. E. 2007. Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29, 239–252.
- Caterino, M. C. & Polak, E. D. 1999. Effects of two types of activity on the performance of second-, third-, and fourth-grade students on a test of concentration. *Perceptual and Motor Skills*, 89, 245–248.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2010. The association between school based physical activity, including physical education, and academic performance. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. [http://www.cdc.gov/healthyyouth/health\\_and\\_academics/pdf/pa-pe\\_paper.pdf](http://www.cdc.gov/healthyyouth/health_and_academics/pdf/pa-pe_paper.pdf).
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., VanPatter, M., Voss, M. W., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Hillman, C. H. & Kramer, A. F. 2010. Basal ganglia volume is associated aerobic fitness in preadolescent children. *Developmental Neuroscience*, 32, 249–256.
- Coe, D. P., Pivarnik, J. M., Womack, C. J., Reeves, M. J. & Malina, R. M. 2006. Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38, 1515–1519.
- Currie, C., Gabhainn, S. N. & Godeau, E. 2008. Inequalities in young people's health. Health behaviour in school-aged children. International report from the 2005/2006 survey. Health policy for children and adolescents no. 5. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 105–112.
- Darling, N. 2005. Participation in extracurricular activities and adolescent adjustment: cross-sectional and longitudinal findings. *Journal of Youth and Adolescence*, 34, 493–505.
- Darling, N., Caldwell, L. L. & Smith, R. 2005. Participation in school-based extracurricular activities and adolescent adjustment. *Journal of Leisure Research*, 37, 51–76.
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., Boyle, C. A., Waller, J. L., Miller, P. H., Naglieri, J. A. & Gregoski, M. 2007. Effects of aerobic exercise on overweight children's cognitive functioning: A randomized controlled trial. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78, 510–519.
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P. H., Yanasak, N. E., Allison, J. D. & Naglieri, J. A. 2011. Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: A randomized, controlled trial. *Health Psychology*, 30, 91–98.
- Dwyer, T., Blizzard, L. & Dean, K. 1996. Physical activity and performance in children. *Nutrition Reviews*, 54, 27–31.



- Ericsson, I. 2008. Motor skills, attention and academic achievements – an intervention study in school year 1–3. *The British Educational Research Journal*, 34, 301–313.
- Fredericks, C. R., Kokot, S. J. & Krog, S. 2006. Using a developmental movement programme to enhance academic skills in grade 1 learners. *South African Journal of Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 28, 29–42.
- Grissom, J. B. 2005. Physical fitness and academic achievement. *Journal of Exercise Physiology Online*, 11–25.
- Harrison, P. A. & Narayan, G. 2003. Differences in behavior, psychological factors, and environmental factors associated with participation in school sports and other activities in adolescence. *Journal of School Health*, 73, 113–120.
- Haywood, K. & Getchell, N. 2009. *Life span motor development* (5<sup>th</sup> ed.). Champaign, Ill: Human Kinetics.
- Hillman, C. H., Castelli, D. M. & Buck, S. M. 2005. Aerobic fitness and neurocognitive function in healthy preadolescent children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 1967–1974.
- 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., Pontifex, M. B., Raine, L., Castelli, D. M., Hall, E. E. & Kramer, A. F. 2009. The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159, 1044–1054.
- Jarrett, O. S., Maxwell, D. M., Dickerson, C., Hoge, P., Davies, G. & Yetley, A. 1998. Impact of recess on classroom behavior: Group effects and individual differences. *Journal of Educational Research*, 92, 121–126.
- Kantomaa, M. 2010. The role of physical activity on emotional and behavioural problems, self-rated health and educational attainment among adolescents. Faculty of Medicine, Institute of Health Sciences, University of Oulu, Finnish Institute of Occupational Health, Oulu. *Acta Universitatis Ouluensis D Medica* 1043.
- Kartoitus koulupäivän liikunnallistamiseksi tehdyistä hankkeista. 2009. Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiö, Lasten ja nuorten elämäntavan tutkimusyksikkö: Jyväskylä. [http://www.edu.fi/download/125914\\_Taustaselvitys\\_koulupaivan\\_liikunnallistamisesta.pdf](http://www.edu.fi/download/125914_Taustaselvitys_koulupaivan_liikunnallistamisesta.pdf)
- Liikkuva koulu -hankkeen väliraportti. 2011. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 245. Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiö: Jyväskylä. [http://www.edu.fi/download/132526\\_valiraportti.pdf](http://www.edu.fi/download/132526_valiraportti.pdf)
- Maeda, J. K. & Randall, L. M. 2003. Can academic success come from five minutes of physical activity? *Brock Education*, 13, 14–22.
- Mahar, M. T., Murphy, S. K., Rowe, D. A., Golden, J., Shields, A. T. & Raedeke, T. D. 2006. Effects of a classroom-based program on physical activity and on-task behavior. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38, 2086–2094.
- McKenzie, T. L. 2007. The Preparation of Physical Educators: A Public Health Perspective. *Quest*, 59, 346–357.
- Molloy, G. N. 1989. Chemicals, exercise and hyperactivity: a short report. *International Journal of Disability, Development and Education*, 36, 57–61.
- Norlander, T., Moas, L. & Archer, T. 2005. Noise and stress in primary and secondary school children: noise reduction and increased concentration ability through a short but regular exercise and relaxation program. *School Effectiveness and School Improvement*, 16, 91–99.
- Nuori Suomi 2008. Fyysisen aktiivisuuden suositus kouluikäisille 7–18-vuotiaille. Toim. T. Tammelin ja J. Karvinen. Helsinki: Opetusministeriö ja Nuori Suomi ry.
- Pellegrini, A. D., Huberty, P. D. & Jones, I. 1995. The effects of recess timing on children's playground and classroom behaviors. *American Educational Research Journal*, 32, 845–864.

- Pellegrini, A. D., Kato, K., Blatchford, P. & Baines, E. 2002. A short-term longitudinal study of children's playground games across the first year of school: implications for social competence and adjustment to school. *American Educational Research Journal*, 39, 991–1015.
- Perusopetusasetus. 20.11.1998/852.
- Pontifex, M. B., Hillman, C. H., Fernhall, B., Thompson, K. M. & Valentini, T. A. 2009. The effect of acute aerobic and resistance exercise on working memory. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41, 927–934.
- Ratey, J. & Hagerman, E. 2008. *Spark. The revolutionary new science of exercise and the brain*. New York: Little, Brown and Company.
- Reynolds, D. & Nicolson R. I. 2007. Follow-up of an exercise-based treatment for children with reading difficulties. *Dyslexia* 2007; 13 (2): 78–96.
- Rosenbaum, D. A., Carlson, R. A. & Gilmore, R. O. 2001. Acquisition of intellectual and perceptual-motor skills. *Annual Review of Psychology*, 52, 453–470.
- Sallis, J. F., McKenzie, T. L., 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, 127–134.
- Shephard, R. J. 1996. Habitual physical activity and academic performance. *Nutrition Reviews*, 54, 32–36.
- Sibley, B.A. & Etnier, J. L. 2003. The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15, 243–256.
- Smith, L. B., Thelen, E., Titzer, R. & McLin, D. 1999. Knowing in the context of acting: the task dynamics of the A-not-B error. *Psychological Review*, 106, 235–260.
- Taras, H. 2005. Physical activity and student performance at school. *Journal of School Health*, 75, 214–218.
- Themanson, J. R., Pontifex, M. B. & Hillman, C. H. 2008. Fitness and action monitoring: evidence for improved cognitive flexibility in young adults. *Neuroscience*, 157, 319–328.
- Tremarche, P., Robinson, E. & Graham, L. 2007. Physical education and its effects on elementary testing results. *Physical Educator*, 64, 58–64.
- Trost, S. 2007. *Active Education: Physical Education, Physical Activity and Academic Performance*. San Diego, CA: Active Living Research.
- Trudeau, F. & Shephard, R. J. 2008. Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5.
- Uhrich, T. A. & Swalm, R. L. 2007. A pilot study of a possible effect from a motor task on reading performance. *Perceptual and Motor Skills*, 104, 1035–1041.
- Viholainen, H. 2006. Suvussa esiintyvän lukemisvaikeusriskin yhteys motoriseen ja kielelliseen kehitykseen. Tallaako lapsi kielensä päälle? *Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research* 282. University of Jyväskylä.

# Johtopäätöksiä

*Nina Sajaniemi, Christina M. Krause, Teija Kujala, Maarit Silvén, Timo Jaakkola & Kari Nyysölä*

Tilannekatsauksessa on tuotu monitasoisesti esille oppimiseen liittyviä ilmiöitä neuro- ja kognitiotieteellisestä näkökulmasta. Esille nousseet teemat liittyvät aivojen biologisen kehityksen eri vaiheisiin, emotionaalisen säätelyyn, vuorovaikutustaitojen oppimiseen ja kielelliseen kehitykseen. Tarkastelun kohteena ovat myös olleet oppimiseen liittyvät ongelmat luki- ja tarkkaavaisuushäiriöiden muodossa, erityislahjakkaiden koulunkäyntivaikeudet sekä liikunnan myönteinen yhteys oppimiseen. Tässä loppuluvussa kootaan yhteen keskeisiä havaintoja sekä ajatuksia siitä, miten tulokset pitäisi ottaa huomioon varhaiskasvatuksen ja koulutuksen kehittämisessä.

Kokemukset kasvuympäristöstä ja sosiaalinen vuorovaikutus ohjaavat yksilön oppimista ja kehittymistä. Yleisesti ottaen oppimisen biologiset perusperiaatteet ovat yksinkertaiset; oppiminen aiheuttaa pysyviä muutoksia hermoston toiminnassa. Sen sijaan elinikäinen oppiminen on monimutkainen prosessi, jossa aivot muotoutuvat jatkuvasti aistien kautta välittyvän informaation myötä. Oppiminen on henkilökohtainen tapahtuma, jossa yksilö muodostaa havaintojensa ja kokemustensa perusteella kuvan maailmasta.

Oppiminen on koko elinkaaren ajan jatkuva prosessi, jota kasvuympäristöstä saatavat kokemukset säätelevät. Oppimisen keskiössä ovat aivot, jotka kehittyvät vaihe vaiheelta ja jatkuvasti niiden vastaanottaman informaation mukaisesti. Biologinen kehitysaikataulu asettaa joitakin rajoja sille, mitä informaatiota aivot kykenevät käsittelemään erilaisissa kehitysvaiheissa. Aivojen kypsyminen noudattaa alhaalta ylöspäin ja takaa eteenpäin kulkevaa järjestystä; aivojen yksilönkehityksessä toistuu lajien kehityksen evoluutio. Vaikka aivojen kehitys on nopeinta lapsen kolmen ensimmäisen ikävuoden aikana, aivot ovat neurobiologisesti kypsät vasta aikuisuuden kynnyksellä. Viimeisimpänä kypsyvät etuotsalohkon toiminnanohjauksesta ja ajatteluprosessin säätelämisestä vastaavat alueet.

Nykytietämyksen mukaan lapsi aistii, tuntee ja oppii jopa ennen syntymää. Varhaiset kokemukset kasvuympäristössä muovaavat jatkuvasti aivojen hermoverkkoja, joiden varassa lapsen myöhempi puhe- ja liiketoiminta, käyttäytymisen ja tunteiden säätely sekä ajattelun ohjaus tapahtuvat. Toistuvista kokemuksista toisten ihmisten kanssa jää muistijälkiä, jotka parhaimmillaan vahvistavat lapsen turvallisuuden tunnetta ja käsitystä itsestä, luottamusta suhteen toiseen osapuoleen ja myönteisten perhesuhteiden kehittymistä. Vuorovaikutus perheessä luokien pohjan lapsen kehitykselle kodin ulkopuolella. Sosiaaliset taidot ovat keskeisessä roolissa, kun ennakoitaan lapsen sopeutumista kouluyhteisöön.

Oppimisen lähtökohtana pidetään lapsen synnynnäistä valmiutta inhimilliseen kanssakäymiseen ja tavoitteellisen toiminnan omaksumiseen. Vuorovaikutuksen ja emotionaalisen säätelyn merkitys on aivojen kehityksessä keskeinen. Samalla inhimillinen kontakti on välttämätön oppimisen edellytys. Laadukas kasvatus ja koulupedagogiikka ymmärtää kasvattajan ja opettajan herkkyydeksi havaita lapsen kehityksellisiä tarpeita ja vahvistaa hänen aloitteitaan. Esimerkiksi peilisolujärjestelmän toimintaan kuuluvien peri-

aatteiden mukaan opettajan kannustava ja hyväksyvä tapa katsoa lasta saattaa virittää oppilaassa myönteisen ja oppimiseen kannustavan tuntemuksen. Lisäksi assosiatiiviseen oppimiseen liittyy aikaisempien oppimistapahtumien vaikutusten kumuloituminen: mitä enemmän lapsella on myönteisiä kokemuksia oppimisesta, sen myönteisemmin hän suhtautuu tulevaan oppimiseen.

Lapset muodostavat oppijoina heterogeenisen ryhmän, ja osalle oppiminen perinteisen kouluopetuksen puitteissa on haasteellista. Koska luokkamuotoinen opetus on pakko sovittaa valtaosalle oppilaista, esimerkiksi oppimis- ja tarkkaavaisuushäiriöistä kärsivästä sekä erityislahjakkaat lapset eivät välttämättä saavuta potentiaaliaan oppilaina.

Yksi keskeisimmistä oppimisvaikeuksia aiheuttavista häiriöistä on lukivaikeus, jossa lukeminen on virheeltistä ja hidasta, vaikka oppilas muuten olisi kognitiivisilta kyvyiltään normaali. Lukihäiriöisillä aivojen hermoverkot, jotka käsittelevät ääniteitä ja niiden yhdistämistä kirjaimiin, toimivat poikkeavasti. Toinen keskeinen oppimisvaikeuksista kärsivä ryhmä ovat lapset, joilla on tarkkaavaisuusongelmia sekä mahdollisesti ylivillikautta. Heillä aivojen tarkkaavaisuutta ja toiminnanohjausta säätelevät keskukset toimivat poikkeavasti. Sekä lukivaikeudessa että tarkkaavaisuushäiriössä oppimistulokset voivat jäädä heikoiksi. Vaikeus seurata opetusta ja huono koulumenestys puolestaan heikentävät itsetuntoa ja motivaatiota, mikä voi johtaa oppimista heikentävään noidankehään sekä häiriökäyttäytymiseen.

Myös erityislahjakkaiden lasten voi olla vaikeaa motivoitua koulutyöhön, joka heidän mielestään etenee liian hitaasti. Tällöin heidän eivät saavuta potentiaaliaan oppimisessa, ja he voivat turhautuessaan häiritä luokan työskentelyä. On arvioitu, että 15–40 prosenttia erityislahjakkaista ei saavuta täyttä oppimispotentiaaliaan koulussa.

Näiden erityisryhmien oppimista ja pärjäämistä kouluyhteisössä on onneksi mahdollista tukea erilaisin opetusjärjestelyin, hoidoin ja terapiain. Näitä suunniteltaessa on otettava huomioon oppimisvaikeuksien taustalla olevien tekijöiden laatu ja huomioitava oppilas yksilönä.

Esimerkiksi tarkkaavaisuushäiriöiden hoidossa hyviä tuloksia on saatu sekä lääkehoidoilla että joillakin käyttäytymistä ohjaavilla terapiamuodoilla. Tutkimustulokset antavat viitteitä siitä, että kaikkein tehokkain hoitomuoto olisi lääkehoidon ja monipuolisen behavioraalisen hoidon – joihin myös vanhemmat osallistuvat – yhdistelmä.

Lahjakkaiden oppilaiden koulusuoriutumista ja sopeutumista voidaan puolestaan edistää vaikuttamalla opiskelun haasteellisuuteen ja virikkeellisyyteen. Tähän voidaan päästä muun muassa aikaistetulla koulun aloittamisella, käyttämällä ylempien luokkien oppimateriaaleja sekä hyödyntämällä tieto- ja viestintäteknologiaa.

Kieli on keskeinen osa kouluvalmiutta: se on ajattelun ja itsesäätelyn väline yhdessä leikkimisen ja työskentelyn aikana. Tiedämme jo varsin paljon suomalaisten lasten iänmukaisesta kielenkehityksestä, samoin kuin kielellisen kehityskulun yhteyksistä luku- ja kirjoitustaidon oppimiseen.

Varhainen kielellinen osaaminen heijastuu myöhemmin lukutaidon oppimisessa. On esimerkiksi todettu, että lukutaitoisilla esikoululaisilla on jo kaksivuotiaina muita ikätovereitaan laajempi sanavarasto, ja kolmivuotiaina he osaavat taivuttaa sanoja muita taita-

vammin. Toisaalta kouluin lukutaitoon vaikuttaa ennen kaikkea niin sanottu kielellinen tietoisuus eli esimerkiksi taito kohdistaa huomio eroihin sanojen äännerakenteissa.

Vaikka yhdenkin kielen oppimisessa on todettu suurta vaihtelua, altistuminen kahdelle kielelle ei suoraan johda kaksikielisyyteen. Tutkittaessa nelivuotiaita lapsia, joiden äidit ovat puhuneet venäjää ja isät vastaavasti suomea lapsen syntymästä saakka, on esimerkiksi todettu, että kaksikielisessä kodissa kasvamisella ei näytä olevan valtakielen kehitykseen sen koommin myönteistä kuin kielteistäkään vaikutusta. Samalla nousi esille, että kahden kotikielen tasapainoinen hallinta on yllättävän harvinaista, eikä se selity vanhempien kielteisillä asenteilla kaksikielisyyttä kohtaan. Sen sijaan jo vauvaiäisen kokemukset yhteisen leikkitoiminnan säätelystä isän ja äidin kanssa näyttivät liittyvän nopeampaan kielelliseen kehitykseen. Vauvaiän jälkeen lapsen mahdollisuudet käyttää kieltä vanhempien ja tovereiden kanssa sekä kodin piirissä että päivähoitossa selittivät kotikielten oppimista. Tulokset osoittavat osaltaan, kuinka haasteellista lasta on kasvattaa kaksikieliseksi.

Päivähoitossa ja esi- ja alkuopetuksessa olisi mahdollista tukea lapsia, joilla on muita heikommat kielelliset ja sosiaaliset taidot tai vähäisimmät tiedot valtakulttuurista. Kouluvalmiuksia voisi tukea niin kotona kuin päivähoitossa keskittymällä leikki- ja lukutuokioiden aikana asioihin, joihin lapsen tarkkaavaisuus on suuntautunut, vahvistamalla sanojen merkitysten ja sanataivutusten oppimista sekä tukemalla lapsen kasvavaa kielellistä tietoisuutta.

Kaiken kaikkiaan lapsen varhaiskehitys ja kasvuympäristö muovaavat kielenkehityksen kulkua ennen kouluikää. Tämä on tärkeää silloin, kun halutaan tunnistaa erityistä tukea tarvitsevat lapset sekä turvata heidän kehitystään niin päivähoitossa kuin esi- ja alkuopetuksessa.

Liikunta vaikuttaa merkittävästi aivojen hyvinvointiin ja sitä kautta myös oppimiseen. Liikunnan ja kognitiivisten toimintojen yhteys perustuu osaltaan aivojen aineenvaihduntaan. Fyysisen liikunnan on todettu lisäävän aivojen verenkiertoa, parantavan hapensaantia ja lisäävän välittäjäaineiden tasoa sekä hermosoluja tukevan kemikaalin (neurotrofiinin) tuotantoa. Toisaalta liikunnalla on yhteyttä aivojen rakenteellisiin muutoksiin. Säännöllinen liikunta kasvattaa aivojen hiussuonten määrää ja synnyttää uusia hermosoluja. Liikunta lisää myös aivosolujen yhteyksiä, tihentää hermoverkkoja ja lisää aivokudoksen tilavuutta. Yhdessä nämä tekijät lisäävät yksilön oppimispotentiaalia.

Viimeaikaiset tutkimukset ovat antaneet viitteitä siitä, että hyvä fyysinen kunto ja motoriset perustaidot luovat pohjan kognitiivisten taitojen oppimiselle ja koulumenestykselle. Olennaista on koulujen liikunnallinen luonne; liikunnallinen koulu tukee oppilaiden menestymistä akateemisissa oppiaineissa (matematiikka, lukeminen, luetun ymmärtäminen).

Liikunnallisuus ulottuu monella tavalla koulun arkeen. Ulkovälitunneille osallistuminen parantaa oppilaiden oppimistuloksia, sillä heidän tarkkaavaisuutensa ja keskittymisensä paranevat. Ulkovälitunneille osallistuminen vähentää myös oppilaiden häiriökäyttäytymistä luokkahuoneessa.

Välitunneille organisoitu liikunta parantaa entisestään oppilaiden keskittymistä ja käyttäytymistä luokkahuoneessa. Myös lyhyiden liikuntatuokioiden pitäminen oppituntien

aikana parantaa oppilaiden suoriutumista akateemisissa aineissa, käyttäytymisessä sekä kognitiivisissa taidoissa (tarkkaavaisuus, keskittyminen). Liikuntatuokioiden positiivinen vaikutus on erityisen voimakas oppimistuloksiltaan heikoimmilla sekä ylivilkkailla oppilailta. Myös koulujen liikuntakerhoilla saattaa olla positiivinen vaikutus oppilaiden todistusarvosanoihin, käyttäytymiseen, osallistumiseen, asenteisiin koulunkäyntiä kohtaan sekä kotitehtävien tekemiseen.

Myös varsinaisen koululiikunnan määrän lisääminen vahvistaa oppilaiden akateemista suoriutumista. Positiivisia vaikutuksia on todettu myös käyttäytymisessä sekä kognitiivisissa taidoissa. Lisäksi on syytä todeta, että koululiikunnan määrän lisääntyminen ei heikennä oppilaiden oppimistuloksia muissa aineissa.

Koulutuksen kehittämisen kannalta edellä mainituista havainnoista voidaan nostaa esille joitakin näkökohtia. Ensinnäkin on korostettava inhimillisen kanssakäymisen merkitystä oppimistilanteessa. Laadukas pedagogiikka voidaan näin määrittää herkkyudeksi havaita lapsen tarpeita eri kehitysvaiheissa sekä vahvistaa lapsen aloitteita. Toiseksi on laajemmin tiedostettava, että käyttäytymisongelmilla saattaa olla neurobiologinen tausta. Oppimis- ja käyttäytymisongelmiin tulee puuttua siten, että voidaan tunnistaa ongelmien takana olevat tekijät.

Kolmanneksi lasten vuorovaikutustaitojen ja sosiaalisten taitojen kehittymiseen on kiinnitettävä huomiota. Kieli on ihmisten välisen kommunikaation tärkein väline. Varhainen kielellinen kehittyminen ennakoi lukutaidon kehitystä ja tätä kautta mahdollisesti myös koko oppimisuraa. Tämän vuoksi lapsen kielellisen kehityksen seuraaminen ja tukeminen sekä kotona että päivähoitossa varhaiskasvatuksen keinoin on tärkeää lapsen kouluvalmiuksien kehityksen kannalta. Liikunnan merkitys kognitiiviselle kehitykselle ja sitä kautta oppimiselle on kiistaton. Oleellista on kuitenkin tarkastella asiaa ei vain liikunnan, vaan myös liikunnallisuuden kautta, jolloin liikunnan edistäminen kytkeytyy koulun arkeen esimerkiksi välituntien, taukoliikunnan tai kerhotoiminnan kautta.

Lopuksi on syytä tuoda esille neuro- ja kognitiotieteellisen tutkimuksen aseman vahvistaminen koulutuspoliittisen päätöksenteon tukena. Tarvitaan lisää yhteistyötä päättäjien, tutkijoiden ja arjen koulutyötä tekevien välillä. Neuro- ja kognitiotieteen tulosten käytännön soveltaminen on vielä alkuvaiheessa, mutta tietoisuuden lisääminen ja yhteistyön vahvistaminen voivat tuoda uudenlaisia innovaatioita ja tuoreita näkökulmia koulutuksen kehittämiseen.

## Kirjoittajat

Timo Jaakkola, liikuntapedagogiikan lehtori, dosentti, Jyväskylän yliopisto

Teija Kujala, professori, Helsingin yliopisto

Christina M. Krause, professori, Helsingin yliopisto

Kari Nyssölä, opetusneuvos, dosentti, Opetushallitus

Nina Sajaniemi, yliopistonlehtori, dosentti, Helsingin yliopisto

Maarit Silvén, professori, Turun yliopisto



Verkojulkaisu  
ISBN 978-952-13-5039-9  
ISSN 1798-890X