

Laskemiskyvyn häiriö eli dyskalkulia

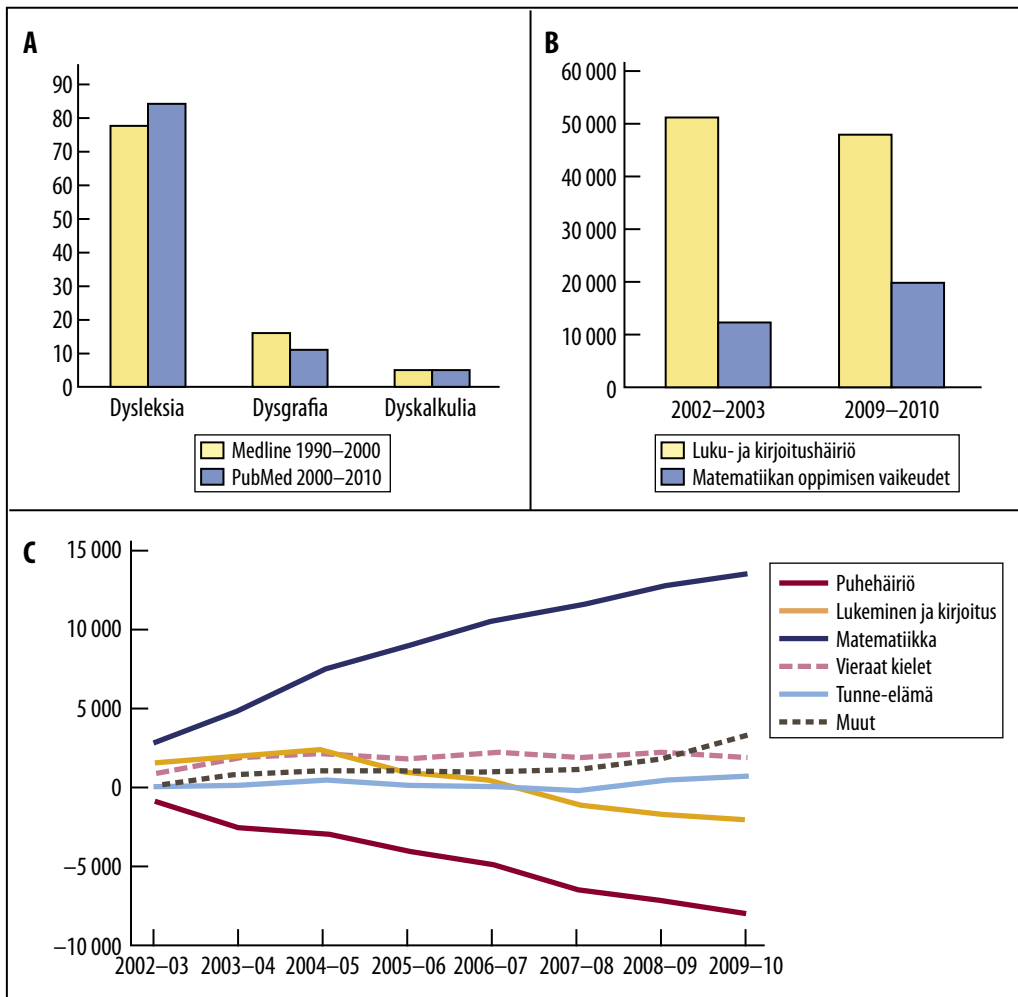
Laskutaidon merkitys lisääntyy koulutusintensiivisessä yhteiskunnassa. Tämä asettaa haasteen kouluille ja yhteiskunnalle, sillä yksilölliset erot jo kyvyissä hahmottaa lukumääriä ja oppia peruslaskutaitoja ovat suuret. Noin 5–7 %:lle koululaisista laskutaitojen oppiminen opetussuunnitelmien tavoitteiden mukaisesti on ylivoimaista. Tämä tarkoittaa keskimäärin yhtä oppilasta jokaisella koululuokalla. Usein näillä lapsilla on pulmia myös muilla oppimisen alueilla, mutta oppimisvaikeudet voivat myös rajautua ainoastaan laskutaitoihin. Diagnosoimattomista ja hoitamattomista laskemiskyvyn häiriöistä tulee helposti elinikäinen haitta, joka hankaloittaa sekä ammatillista kouluttautumista että kykyä selviytyä itsenäisesti arjen matemaattisista vaatimuksista. Siten ne ovat myös yhteiskunnallisesti merkittävä ongelma. Oppimisvaikeuksia voidaan helpottaa mahdollisimman varhain alkavan intensiivisen erityisopetuksen tai neuro psykologisen kuntoutuksen avulla.

Elämme matemaattisessa kulttuurissa. Heräämme kellonsoittoon, säädämme radiokanavan lempitaajuudellemme ja mittaamme ohjeen perusteella hiutaleiden määrän kiehuvan puuroveteen. Lueimme lehdestä uutisia, joissa useimmissa luvut, määrät tai niiden muutokset ovat tapahtumien ymmärtämisen kannalta keskeisessä roolissa – puhumattakaan urheilutuloksista tai päivän tarjouksista. Ennen töihin lähtöä tunnustelemme, että lompakko on taskussa, ja vilkaisemme kelloa, ettemme vain myöhästyisi bussista numero 14. Matematiikka täyttää arکمme, vaikka emme sitä edes ajattele.

Sellaiset työt ovat harvassa, joissa peruslaskutaitoja ei tarvittaisi. Useilla ammattialoilla on omat vaatimuksensa laskutaidoille (esim. lääkelaskenta, sähköoppi). Monilla oppialoilla koulutuksen vaatimukset laskutaidoille ovat itse työssä tarvittavia suurempia. Tekniikka on tullut monin tavoin laskemisen avuksi: kassakoneet laskevat summat ja pankkikorttia käytettäessä ei tarvitse laskea rahoja. Kun vaatimukset tarkan laskemisen osaamiselle ovat vähentyneet, ovat vaatimukset hahmottaa suuruusluokkia kasvaneet.

Heikko laskutaito kaksinkertaistaa toden näköisyyden joutua työttömäksi. Puutteet laskutaidoissa vaikuttavat enemmän kouluttautumiseen ja työllistymiseen kuin puutteet lukutaidossa (Parsons ja Bynner 2005). Laskutaidottomuudella on siten merkittäviä yhteiskunnallisia vaikutuksia. Gross ym. (2009) arvioivat, että Britanniassa heikon laskutaidon vuosittaiset kustannukset ovat lähes 2,4 miljardia puntaa, mikä aiheutuu lisääntyneistä opetuskustannuksista, koulupudokkuudesta, heikommasta tuottavuudesta, huonommista palkoista ja suuremmasta työttömyydestä. Suhteutettuna Suomen väkilukuun ja huomioiden meidän nuortemme huomattavasti paremmat oppimistulokset vastaava kustannus on meillä lähes 80 miljoonaa euroa vuodessa.

OECD:n PISA-tutkimusten mukaan Suomessa heikkoja laskijoita on vähemmän kuin muualla (OECD 2006). Kuitenkin lähes joka 20. kadulla kulkija ja yksi oppilas joka koululuokalta kokee yksinkertaistenkin laskutoimitusten suorittamisen ylivoimaiseksi (5–7 % ikäluokasta). Noin puolella heistä on laajalaisempia vaikeuksia oppimisessa, mutta toisella puoliskolla laskutaidottomuus on keskeisin tai jopa ainoa pulma muun oppimiskyvyn



KUVA 1. A) Neuropsykologisten oppimisvaikeustutkimusten osuudet (%) julkaistuissa tutkimuksissa kahden viime vuosikymmenen aikana (Räsänen ja Koponen 2010). **B)** Luku- ja kirjoitustaidon sekä matematiikan osa-aikaista erityisopetusta saaneiden oppilaiden määrät luokilla 1–6 lukuvuosina 2002–2003 ja 2009–2010. **C)** Osa-aikaista erityisopetusta saaneiden oppilaiden määrien muutokset perusopetuksessa 2000-luvulla ensisijaisen syyn mukaan jaoteltuna (Tilastokeskus 2011).

ollessa tavanomainen tai jopa keskimääräistä parempi (Räsänen ja Ahonen 1995, Räsänen ym. 2010).

Oppimisvaikeudet matematiikassa (dyskalkulia) ovat yhtä yleisiä kuin lukemisessa, mutta ne ovat jääneet huomattavasti vähäisemmälle huomiolle tutkimuksessa ja lääketieteellisessä kliinisessä käytännössä. Matematiikan oppimisvaikeuksista kärsiviä ei myöskään tueta koulussa samalla tavalla kuin lukemisen ongelmista kärsiviä (KUVA 1 A, B). Esimerkiksi ylioppilastutkintolautakunnalle tulee vuosit-

tain lähes tuhat pyyntöä ylioppilaskirjoitusten erityisjärjestelystä lukemisvaikeusdiagnosin perusteella – laskutaitojen oppimisvaikeuksien vuoksi ei yhtään.

Laskemiskyvyn häiriön diagnosointi

Tautiluokituksessa (Stakes 1995) dyskalkuliasta käytetään termiä laskemiskyvyn häiriö (F81.2, ICD-10). Sillä tarkoitetaan vaikeuksia oppia ja hallita peruslaskutaitoja (yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskuja). Kriteereihin

1+ **TAULUKKO.** Maassamme käytössä olevia matemaattisten taitojen arviointimenetelmiä ja tutkimusperustaisia kuntoutusohjelmia. Lisätietoja www.lukimat.fi, taulukon viitetiedot internetoheisaineistona.

Opettajien käyttöön tarkoitetut viiteaineistottomat arviointivälineet	
Esi- ja alkuopetus	Mavalka I ja II (Lampinen ym. 2007)
Luokat 1–9	Makeko, matematiikan keskeisen oppiaineen kokeet luokille 1–9 (Ikäheimo ym. 2002)
Luokat 8–10	ALVA, Ammattilaskennan valmiuksien kartoitus (Ikäheimo 2010)
Standardoidut testit	
4–7½-vuotaat	Lukukäsitetesti (van Luit ym. 2006)
Luokat 1–6	Lukilasse (Häyrinen ym. 1999)
Luokat 1–3	BANUCA, lukukäsitteen ja laskutaidon hallinnan testi (Räsänen 2005)
Luokat 3–5	Matte, matematiikan sanallisten tehtävien ratkaisutaidon ja laskutaidon arviointi (Kajamies ym. 2003)
Luokat 3–6	RMAT, laskutaidon testi 9–12-vuotiaille (Räsänen 2004)
Luokat 7–9	KTLT, laskutaidon testi luokka-asteille 7–9 (Räsänen ja Leino 2005)
Tutkimusperustaisia kuntoutusohjelmia	
4–5-vuotiaat	Nallematikka, varhaisten matemaattisten oppimisvalmiuksien kehittämisohjelma (Mattinen ym. 2010)
4–7-vuotiaat	Minäkin lasken! Lasten lukukäsitteen harjoitusohjelma 4–7-vuotiaille lapsille (van Luit ym. 2010)
5–8-vuotiaat	Ekapeli-matikka, tietokonepeli www.lukimat.fi
5–8-vuotiaat	Numerorata, tietokonepeli www.lukimat.fi
Alkuopetus	Selkis – Yhteenlaskua ymmärtämään (Koponen ym. 2011)

kuuluu, että vaikeudet eivät selity muiden kognitiivisten kykytekijöiden heikkouksilla, neurologisilla häiriöillä, aistivammoilla tai riittämättömällä tai muuten puutteellisella opetuksella. Oppimisen pulmia korkeammassa matematiikassa (esim. trigonometria, algebra) ei sisällytetä diagnoosiin. Laskemiskyvyn häiriön esiintyessä yhdessä muiden oppimisvaikeuksien kanssa se diagnosoidaan monimuotoiseksi oppimiskyvyn häiriöksi (F81.3).

Laskemiskyvyn häiriön arvioinnin lähtökohtana on yleensä heikko koulumenestys matematiikassa. Peruskouluiän jälkeen keskeisiä indikaattoreita ovat jatkuvat vaikeudet työn ja arjen laskuvaatimuksista suoriutumisessa tai ammatillisen koulutautumisen kariutuminen laskutaitojen puutteisiin. Lähes poikkeuksetta pulmia oppimisessa on kuitenkin ilmennyt koulun alusta alkaen. Toistuvat epäonnistumiset opinnoissa luovat negatiivisia asenteita matematiikan opiskeluun, itsetunto-ongelmia ja pahimmillaan ahdistuneisuutta ja pelkoja oppimis- ja koetilanteita kohtaan.

Ongelmien vaikeuden selvittämiseksi on **1170** kouluikäisille olemassa laajojen aineistojen

avulla standardoituja peruslaskutaitojen arvioinnin testejä (**TAULUKKO**). Aikuisille tarkoitettuja testejä ei ole tarjolla, mutta heidän osaltaan oppimishistorian ja soveltuvien osien kouluikäisille suunnattujen testien avulla voidaan koota luotettava kuva arvioinnin pohjaksi.

Vähintään psykologin mutta mieluummin neuropsykologin tutkimus on aiheellinen muiden oppimiseen vaikuttavien tekijöiden selvittämiseksi. Erotusdiagnostisesti on tärkeää sulkea pois muiden kognitiivisten häiriöiden, kuten kielen kehityksen tai tarkkaavuuden häiriön, tuottamat lisävaikeudet. Lisäksi tulee pitää mielessä psykososiaalisten tekijöiden tai esimerkiksi runsaiden koulupoissaolojen vaikutukset oppimiseen ja mahdollisuuksiin oppia. Diagnostinen arviointi ja yksilöllisen tuen suunnittelu ovat aiheellisia, jos alakouluikäisen lapsen suoriutuminen on noin kolmea vuotta ikätasoa heikompaa. Sitä vanhemmilla kriteerinä voidaan pitää kolmas–neljäsluokkalaisen (peruslaskutaitojen opetusvaihe) taitotasolle tai sen alle jäämistä. Vaikeuksien taustalla voi olla aivojen kehitykseen vaikuttavia sikiökehityksen aikaisia häiriöitä ja syn-

nytykskomplikaatioihin liittyviä tekijöitä. Ka-pea-alainen dyskalkulia on näissä tapauksissa harvinaisempaa ja moni-ilmeiset kognitiiviset vaikeudet tavanomaisempia.

Perintötekijöillä on merkittävä rooli matemaattisten taitojen taustalla. Samat perintötekijät näyttävät selittävän koko osaamisen kirjoa matemaattisista vaikeuksista lahjakkuuteen (Docherty ym. 2010). Osa perintötekijöistä vaikuttaisi liittyvän oppimiseen yleisemmin (Haworth ym. 2009). Tämä selittäisi osaltaan myös luku- ja laskutaitojen oppimisvaikeuksien suurta yhteisesiintyvyyttä (Kovas ym. 2007). Täysin yleisistä oppimistekijöistä ei kuitenkaan ole kyse. Esimerkiksi tarkkaavuuden vaikeuksien ja matemaattisten oppimisvaikeuksien perinnölliset mekanismit vaikuttavat olevan toisistaan erillisiä, vaikka tarkkaavuuden häiriöihin liittyy usein pulmia matematiikan oppimisessa (Monuteaux ym. 2005). Lisäksi näyttäisi olevan spesifisempiä dyskalkuliaan liittyviä geneettisiä tekijöitä, joita ei kuitenkaan tunneta vielä tarkemmin (Molko ym. 2003). Simon (2011) esitti, että näissä eri geneettisissä häiriöissä (esim. Turnerin oireyhtymä) yhdistävänä tekijänä olisi matemaattisten vaikeuksien linkittyminen spatiaalisen hahmottamisen vaikeuksiin. Matematiikka onkin usein yhdistetty avaruudelliseen hahmottamiseen. Matemaattinen osaaminen korreloi kuitenkin tätä enemmän muun muassa kielellisten taitojen kanssa. Spatiaalisuuteen ja määriin liittyvät kognitiiviset prosessit näyttävät kuitenkin jakavan osittain päällekkäisiä anatomisia alueita päälakilohkon alueella.

Päälakilohkon häiriö

Laskutoimitukset edellyttävät laajojen hermoverkkojen yhteistoimintaa, mutta aivojen molemmilla päälakilohkoilla on alueet, jotka poikkeuksetta ovat mukana, kun mielessä käsitellään lukumääriä tai lukuja tai suoritetaan laskutoimituksia. Päälakilohkojen toiminnan kannalta ei ole merkitystä, esitetäänkö tehtävä pistejoukkoina, sanoina vai numeroina. Olennaista on, että lukumäärillä on merkitystä ratkaisussa (Dehaene ym. 2003, Kaufmann ym. 2011). Makakiapinoilla tehdyt yksisolu-

aktiivisuustutkimukset ovat vahvistaneet, että kyseisiltä aivoalueilta löytyy lukumäärien käsittelyyn erikoistuneita hermosoluja (Nieder ja Miller 2004). Laskutaitojen menetys on tyypillisintä juuri päälakilohkon vaurioissa (Hécaen ym. 1961). Myös kehityksellisissä dyskalkulioissa on todettu sekä toiminnallisia (Price ym. 2008) (KUVA 2) että rakenteellisia poikkeamia (Rotzer ym. 2008) juuri päälakilohkon alueilla.

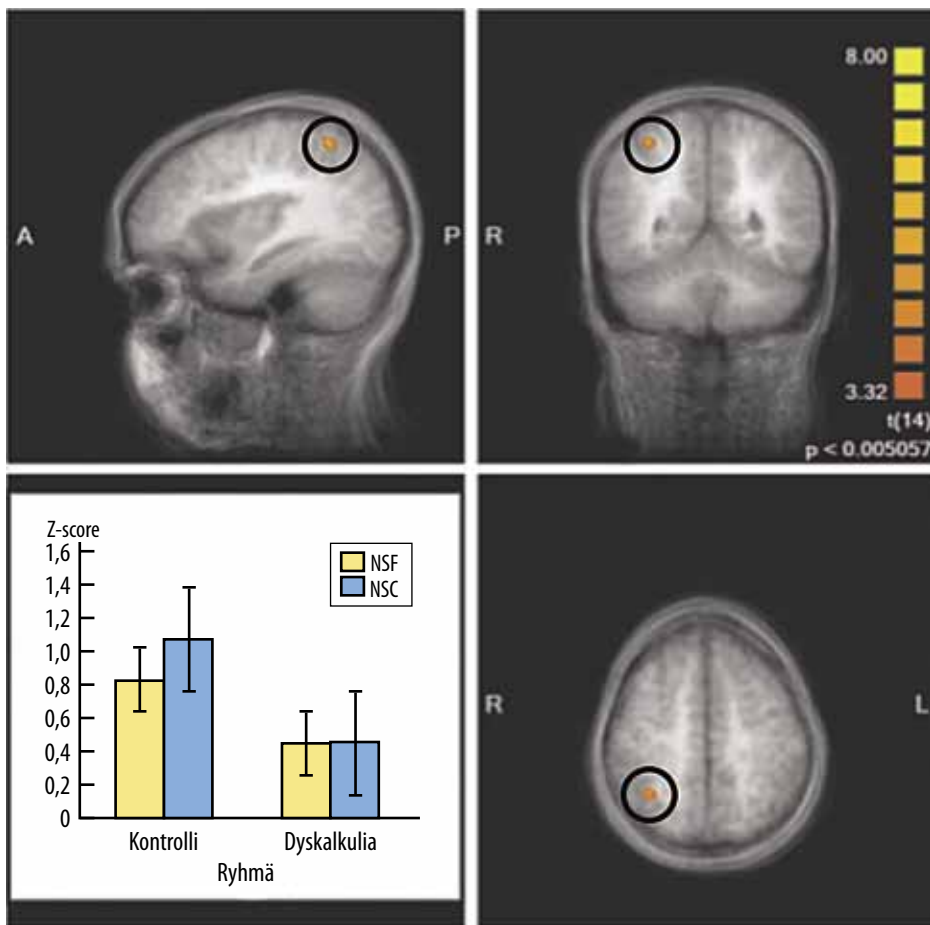
Oppiminen muuttaa laskutaitojen hermoverkkoa. Aloittelevalla laskijalla aivojen otsalohkon toiminnanohjauksen ja työmuistin hermoverkot ovat keskeisessä roolissa päälakilohkon määrien käsittelyalueiden lisäksi. Taitojen karttuessa aivojen etuosien merkitys vähenee, kun luvut ja niihin liittyvät laskusuoritukset aktivoivat korostuneemmin takaraivo-ohimolohkon muistirakenteita (Ischebeck ym. 2009).

Lukumääräisyyden taju

Laskutaitoja on tutkittu nisäkkäillä, linnuilla ja äskettäin kaloillakin. Linnut voidaan kouluttaa naputtamaan nokallaan tietty määrä (Koehler 1951) ja kädellisille, kuten simpanssille, voidaan opettaa lukusymboleja (Matsuzawa 1985). Luonnostaan eläinten laskutaito on luonteeltaan epätarkka. Kun lintu opetetaan naputtamaan kantta kymmenen kertaa, se naputtelee kymmenkunta kertaa – jotain seitsemän ja 13:n väliltä. Lukumäärien eron on oltava riittävän suuri, jotta eläimet hahmottaisivat, kummassa joukossa on enemmän (KUVA 3A, B). Esimerkiksi salamanderi erottaa kahdeksan esinettä 16:sta (suhde 1:2), muttei kahdeksaa 12:sta (suhde 2:3) (Uller ym. 2003).

Pienien lukumäärien (alle 5) suhteet erotuvat helpommin. Onkin esitetty, että pienten lukumäärien käsittely tapahtuisi eri hermostollisen mekanismin avulla kuin suurten määrien (Watson ym. 2007). Vain kolme päivää vanhat kananpojat kykenivät hahmottamaan määrien muutoksia pienillä lukumäärillä (Rugani ym. 2009) (KUVA 3C). Aivot on jo syntymässä viritetty äänien tai värien erottelun tapaan myös lukumäärien käsittelyyn.

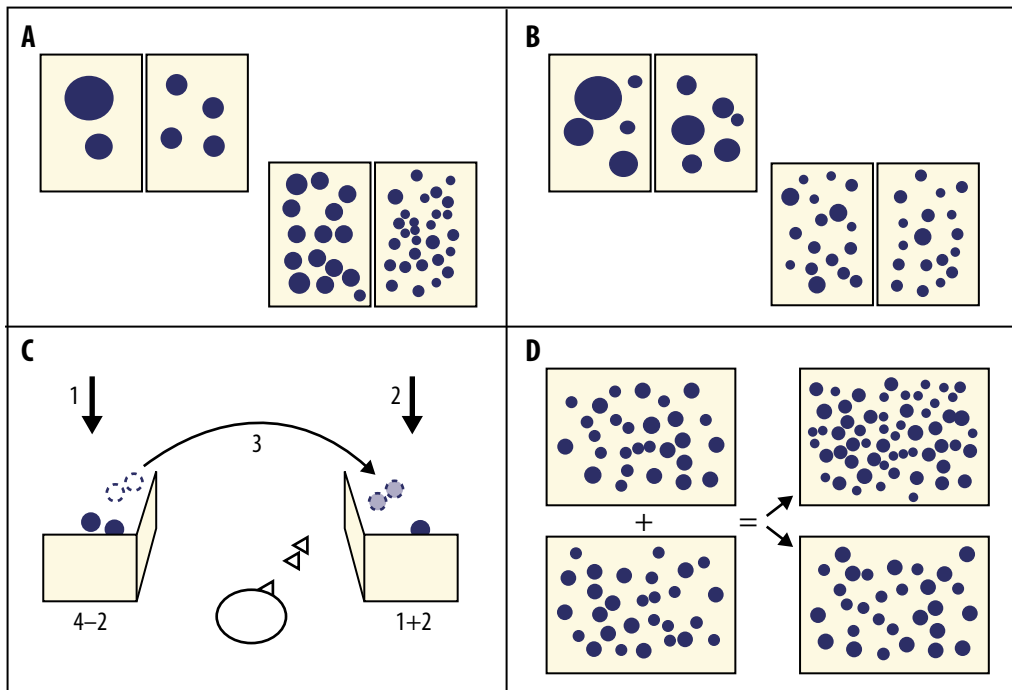
Eläintutkimuksissa tehdyt havainnot on toistettu ihmisaineistossa. Vauvat kykenevät



KUVA 2. Toiminnallisissa magneettikuvauksessa verrattiin tavanomaisesti matematiikassa suoriutuneiden ja laskemiskyvyn häiriöistä kärsivien 12-vuotiaiden suomalaislasten ryhmiä. Laskemiskyvyn häiriö ilmeni spesifisenä erona prosessoinnin muutoksessa päälakilohkon alueella lukumäärien hahmottamistehtävässä (Price ym. 2008). NSF = lukumäärien suhteellinen suuruusero on iso (ks. myös KUVA 3A), NSC = suhteellinen suuruusero on pieni (ks. myös KUVA 3B).

hahmottamaan lukumäärien eroja ja havaitsemaan pienten määrien osalta myös lisäämisen ja vähentämisen vaikutukset (Wynn 1992). Kuusikuukautiset vauvat erottavat toisistaan määrät kahdeksan ja 16; yhdeksänkuukautisilta onnistu jo kahdeksan ja 12:n erottaminen toisistaan (Lipton ja Spelke 2003). Lukumääräisyyden taju näyttäisi tarkentuvan aina kouluian alkuvuosiin asti (Piazza ym. 2010). Lukumäärien erojen ollessa riittävän suuria jo viisivuotiaat ja jopa tätä nuoremmat osaavat aikuisen tasoisesti arvioida lisäämisen ja vähentämisen tuloksia – myös määrillä, joita he eivät vielä lukuina tunne (Barth ym. 2006) (KUVA 3D).

Lukumäärien erojen ja niiden muutosten karkea hahmottaminen ei edellytä kieltä tai kielellisiä taitoja. Määrän tarkka laskeminen tuli mahdolliseksi vasta, kun kulttuureissa kehittyi määriä kuvaavat sanat ja luettelemisen taito. Vaikka vanhimmat havainnot laskutaidoista löytyvät 30 000 vuotta vanhoista kalentereista, on edelleen olemassa keräilykulttuureja, joissa ei ole ollut tarvetta kehittää sanoja tarkalle laskemiselle. Niissä lukumääräisyys ilmaistaan karkeasti suuruusluokkina (”paljon”, ”hyvin paljon”) aivan pieniä määriä lukuun ottamatta (Pica ym. 2004).



KUVA 3. A) Kummassa laatikossa on enemmän pisteitä: ihmisillä ja eläimillä lukumäärien erojen hahmottamisessa olennaista ei ole määrä vaan suhteellinen suuruusero. **B)** Kun määrien suhteellinen ero pienenee, molemmille tulee vaikeuksia hahmottaa lukumäärien ero. Ihmisellä kulttuurisesti opittava kielellinen laskutaito (luettelu) tarjoaa keinoja löytää ero. **C)** Lukumäärään 5 leimautettu kolmen päivän ikäinen kananpoika suuntasi kulkunsa kohti suurempaa piilotettua määrää 3 vs 2 -muunnostehtävässä (Rugani ym. 2009). **D)** Jo viisivuotiaat kykenivät hahmottamaan yhteenlaskun tuloksen, vaikeivat pystyneet määrittämään lukumääriä lukusanoin (Barth ym. 2006).

Osaamiserot syntyvät varhain ja kasvavat nopeasti

Lukumääräisyyden tajun päälle kasvaa kielenkehityksen myötä matemaattinen sanavarasto ja ymmärrys siitä. Tähän kuuluu suhdekäsitteitä kuten lisää, tyhjä, enemmän ja vähemmän sekä lukusanat. Tämä kielellis-kulttuurinen taito kehittyy hitaasti oppimisen ja kokemusten kautta. Lapsen ensimmäisistä lukusanoista kuluu 3–4 vuotta niiden merkityksen ymmärtämiseen. Yksilölliset erot kehityksessä ovat merkittäviä.

Yksi näiden erojen lähde on lasten erilaiset taipumukset huomata lukumääriä ympäristössään (Hannula ja Lehtinen 2005). Yksi ja sama leikki näyttäytyy kahdelle lapselle hyvin erilaisena: toinen näkee kaksi palikkaa, kun toiselle ne ovat keltainen ja punainen palikka. Tämä ero spontaanissa huomion kiinnittämi-

sessä lukumääriin ympäristössä on yhteydessä lasku- ja lukujonotaitojen kehitykseen (Hannula ym. 2007).

Kouluiässä erot osaamisessa jatkavat kasvamistaan. Koulumatematiikassa niin sanottu matteeusvaikutus on vahva: taitavat oppivat samasta opetuksesta enemmän kuin vähemmän taitavat. Jo esikoulun aikana taitoerot kasvavat huomattavasti (Aunola ym. 2004), ja 11-vuotiailla erojen on arvioitu olevan jo yli seitsemän vuotta (Brown ym. 2003).

Merkittävä tekijä tässä on matematiikan opetuksen kumulatiivinen luonne. Uusia, aiemmin opittuun sidottuja oppisisältöjä tuodaan oppilaille omaksuttavaksi lähes joka oppitunnilla. Lukualue kasvaa ensimmäisen luokan 20:stä kolmannella luokalla jo tuhansiin, ja laskutoimituksissa edetään kahdessa vuodessa yksinkertaisesta lisäämisestä moninkertaistamiseen. Oppimisvaikeuksia ennalta-

YDINASIAIAT

- ▶ Laskemiskyvyn häiriö eli dyskalkulia on erityinen peruslaskutaitojen heikkous, joka ei selity yleisten kykytekijöiden puutteilla, aistivammoilla tai opetuksen riittämättömyydellä.
- ▶ Laskemiskyvyn häiriö on yhtä yleinen kuin lukihäiriö (dysleksia), ja se koskettaa 5–7 %:a väestöstä.
- ▶ Häiriö hankaloittaa merkittävästi kouluttautumista, työllistymistä ja arkielämää. Lisäoireina ovat usein vahva käsitys itsestä heikkona oppijana sekä ”matikka-ahdistus”.
- ▶ Taustalla on aivojen rakenteellisia ja toiminnallisia poikkeavuuksia tyypillisimmin päälakilohkon alueella.
- ▶ Kuntoutuksen on oltava intensiivistä ja pitkäkestoisista. Kouluikäisillä kuntoutuksesta huolehtii erityisopettaja tai neuropsykologi ja aikuisilla neuropsykologi.

ehkäisevän viriketoiminnan olisikin alettava riskilapsilla jo huomattavasti ennen kouluikää, koska taitoerot ehtivät kasvaa useiksi vuosiksi jo ennen esikoulua.

Varhaiset ennusmerkit

Matemaattisiin oppimisvaikeuksiin puututaan koulussa herkästi vasta kolmannen luokan jälkeen. Sitä ennen oppimisen tuen lisäresurssit sijoitetaan lukutaidon varmistamiseen kaikille (Tilastokeskus 2011). Kyse ei ole siitä, ettei vaikeuksia kyettäisi koulun alkuvaiheessa tunnistamaan. Vaikeudet voitaisiin ennustaa varsin hyvin jo ennen koulun alkuakin.

Jo kaksivuotiailla lapsilla on sanavarastosaan lukusanoja, ja keskimäärin kolmen ja puolen vuoden iässä he osaavat yhdistää näitä sanoja lukumääriin. Nelivuotiaiden lasten taidoista voidaankin jo melko luotettavasti ennustaa laskutaitojen oppimisen sujuvuutta ja oppimisvaikeuksia ensimmäisten kouluvuosien aikana (Mazzocco ja Thompson 2005).

1174 Parhaimmat matemaattisten oppimisvaikeuk-

sien varhaiset ennustajat ovat lukumääräisyyden tajua mittaavat tehtävät (lukumäärien ja lukujen vertailu), luku- ja numerosymbolien tunteminen sekä lukujonotaidot (Gersten ym. 2005). Erityisesti esiopetusikäisenä lukujonotaidot (taito luotella sujuvasti ja virheettömästi lukuja annetun säännön mukaan eteen- ja taaksepäin) ennustavat erittäin hyvin laskutaitojen kehitystä koulun ensimmäisinä vuosina (Aunola ym. 2004).

Uusi perusopetuslaki ja erityisvaikeuksien huomioiminen

Vuoden 2011 alussa voimaan tulleeseen uuteen perusopetuslakiin on selkeästi kirjattu oppimisvaikeuksien varhaisen tunnistamisen ja tuen antamisen velvoite: ”Opetukseen osallistuvalla on työpäivinä oikeus saada opetus suunnitelman mukaista opetusta, oppilaan ohjausta sekä riittävää oppimisen ja koulunkäynnin tukea heti tuen tarpeen ilmetessä” (Perusopetuslaki, 30. §, korostus kirjoittajan).

Uudessa laissa oppimisen tuki jaetaan kolmeen eri tasoon: yleiseen, tehostettuun ja erityiseen tukeen. Yleinen tuki on kaikille oppilaille tarjolla olevaa tilapäistä tukea oppimiselle ja koulunkäynnille. Tukitoimina käytetään pääasiassa tukiopetusta, osa-aikaista erityisopetusta, ohjausta ja oppilashuollollista tukea. Mikäli oppilas ei hyödy näistä riittävästi, siirrytään tehostettuun tukeen.

Tehostettu tuki alkaa siitä, että opettaja tekee pedagogisen arvion oppilaan oppimistilanteesta. Oppilalle laaditaan myös oppimissuunnitelma, johon tukitoimet ja niiden seuranta kirjataan. Yleisen ja tehostetun tuen keinot ovat periaatteessa samoja, mutta tukitoimet toteutetaan laajamittaisemmin ja yksilöllisemmin. Lisäksi osaamisen edistymistä seurataan tarkemmin. Mikäli edistymistä ei ole tapahtunut siinä määrin, että oppilas kykenisi jatkamaan opintojaan opetussuunnitelman tavoitteiden mukaisesti, päädytään arvioimaan, onko oppilalle tehtävä erityisen tuen päätös.

Erityisen tuen päätös perustuu pedagogiseen selvitykseen. Sen tekee opetuksen järjestäjän määräämä toimielin, tavallisimmin koulun oppilashuoltoryhmä. Selvitys sisältää tie-

dot oppilaan oppimisen etenemisestä ja hänen saamastaan tehostetusta tuesta sekä kuvauksen kokonaistilanteesta. Erityisen tuen taso merkitsee sitä, että oppilaan oppimistavoitteita yksilöllistetään yhdessä tai useammassa oppiaineessa ja että hän tarvitsee erityisopetusta kokoaikaisesti. Tehdyt päätökset eivät ole pysyviä, vaan ne on tarkistettava määräajoin.

Lainmuutoksen seurauksena erityisen tuen päätös ei enää edellytä psykologin tai lääkärin lausuntoa tai sosiaalista selvitystä, mutta sitä voidaan tarvittaessa täydentää niillä. Erityisen tuen päätös voidaan tehdä myös ennen esi- tai perusopetuksen alkamista, jos psykologisen tai lääketieteellisen arvion perusteella ilmenee, että oppilaan opetusta ei vamma, sairauden, kehityksessä viivästymisen tai tunne-elämän häiriön taikka muun vastaavan erityisen syyn vuoksi voida muuten antaa. Kouluikäisillä lapsilla kolmiportaisesta tuen järjestelmästä voidaan poiketa psykologin tai lääkärin tekemän arvion pohjalta vain, mikäli oppilaan tilanteessa on tapahtunut jokin merkittävä äkillinen muutos.

Matematiikan tehostettu ja erityisopetus

Matematiikka on yksi keskeisimmistä oppiaineista koulussa. Koko peruskoulun aikana matematiikkaa opiskellaan yli 1 200 oppituntia eli keskimäärin 3,5 tuntia viikossa. Lähes poikkeuksetta opettajat antavat myös kotitehtäviä. Tästä panostuksesta huolimatta osalla oppilaista peruslaskutaidot jäävät puutteelliseksi. Tyypillisin tapa reagoida oppilaan heikkoon koulumenestykseen matematiikan opinnoissa on tarjota hänelle osa-aikaista tuki- ja erityisopetusta.

Suomessa ei ole olemassa virallisia opetussuunnitelmaan kuuluvia ohjeita tai malleja siitä, miten matematiikan tuki- tai erityisopetusta pitäisi toteuttaa. Tukiopetuksessa käydään yleensä läpi oppitunneilla äskettäin esitettyjä sisältöjä joko yksilöllisesti tai pienryhmässä. Osa erityisopettajista poikkeaa opetussuunnitelman seuraamisesta ja pyrkii vahvistamaan myös niitä heikosti opittuja perustaitoja, jotka yleisopetuksen sisällöissä on jo ohitettu. Ratkaisumallit poikkeavat toisistaan kouluittain

arvostuksien ja opettajien opetustaitojen mukaan. Edelleen lähes puolet matematiikassa erittäin heikosti suoriutuvista oppilaista ei näytä saavan alakoulun aikana tarvitsemaansa lisätukea oppimiselleen (Räsänen ym. 2010). Matematiikan osa-aikaisen erityisopetuksen määrä on kuitenkin kasvanut koko 2000-luvun ajan (KUVA 1C). Tuki- ja erityisopetuksen keinoista keskeisimmät liittyvät matematiikan sisältöjen konkretisointiin ja havainnollistamiseen. Matematiikan opetuksesta kiinnostuneet erityisopettajat ovatkin eri puolilla maata perustaneet erityisiä Matikkamaita (<http://matikkamaat.nettisivu.org/>), jotka tarjoavat kaikille opettajille malleja erilaisten havaintomateriaalien käyttöön osana luokka- ja erityisopetusta.

Laskemiskyvyn häiriön kuntoutusmenetelmät

Matematiikan oppimisvaikeuksien kuntoutuksesta on hyvin vähän tutkimustietoa (Wilson ja Räsänen 2008). Sen perusteella on vaikea tehdä vahvoja päätelmiä erilaisten kuntoutuksellisten menetelmien soveltuvuudesta yksittäisten lasten tukemiseen. Lisäksi pääosa erilaisista opetuksellisista interventiotutkimuksista on kohdistunut ennemminkin alempien sosiaaliluokkien lasten tukemiseen kuin niiden lasten kuntouttamiseen, joilla on diagnosoituja oppimisvaikeuksia. Suomessa sosiaaliluokan vaikutus oppimistuloksiin on kuitenkin vähäinen.

Suomessa on muutaman viimeisen vuoden aikana kehitetty ja käännetty kuntoutusmenetelmiä (TAULUKKO), joiden vaikuttavuudesta on myös julkaistu tutkimuksellista tietoa (www.lukimat.fi).

Lopuksi

Laskutaitojen oppimiseen kiinnitetään kouluissa entistä enemmän huomiota. Enää laskemisen kanssa takkuava lapsi ei saa suoraan tyhmän ja laiskan leimaa otsaansa. Lisääntyvä ymmärryksemme taitojen kypsymisestä ja niiden varhain kehittyvistä hermostollisista mekanismeista korostaa ehkäisevän työn merkitystä oppimisvaikeuksien lieventämiseksi. Tämä luo paineita matemaattisen maailmam-

me laajempaan huomioimiseen jo päivähoitokäisten kasvatuksessa. Laskutaitojen kehityksen arviointi tulisi ottaa järjestelmällisesti

mukaan myös neli- ja viisivuotisneuvolatarkastuksiin vahvana oppimisvalmiuksia ennakoivana mittarina. ■

PEKKA RÄSÄNEN, PsL, neuropsykologian erikoispsykologi, tutkija
Niilo Mäki Instituutti, Jyväskylä

SIDONNAISUUDET

Kirjoittaja toimii tutkijana ja varatoiminnanjohtajana Niilo Mäki Instituutissa.

KIRJALLISUUTTA

- Aunola K, Leskinen E, Lerkkanen M, Nurmi J. Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Br J Educ Psychol* 2004;96:699–713.
- Barth H, La Mont K, Lipton J, Dehaene S, Kanwisher N, Spelke E. Non-symbolic arithmetic in adults and young children. *Cognition* 2006;98:199–222.
- Brown M, Askew M, Hodgen J, Rhodes V, William D. Individual and cohort progression in learning numeracy ages 5–11: Results from the Leverhulme 5-year longitudinal study. The International Conference on Mathematics and Science Learning. Taipei, National Taiwan Normal University 2003.
- Dehaene S, Piazza M, Pinel P, Cohen L. Three parietal circuits for number processing. *Cogn Neurosci* 2003;20:487–506.
- Docherty SJ, Davis OS, Kovas Y, ym. A genome-wide association study identifies multiple loci associated with mathematics ability and disability. *Genes Brain Behav* 2010;9:234–47.
- Gersten R, Jordan NC, Flojo JR. Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *J Learn Disabil* 2005;38:293–304.
- Gross J, Hudson C, Price D. The long term costs of numeracy difficulties. *Every Child a Chance Trust and KPMG*. London 2009.
- Hannula MM, Lehtinen E. Spontaneous focusing on numerosity and mathematical skills of young children. *Learning and Instruction* 2005;15:237–56.
- Hannula MM, Räsänen P, Lehtinen E. Development of counting skills: Role of spontaneous focusing on numerosity and subitizing-based enumeration. *Math Think Learn* 2007;9:51–7.
- Haworth CM, Kovas Y, Harlaar N, ym. Generalist genes and learning disabilities: a multivariate genetic analysis of low performance in reading, mathematics, language and general cognitive ability in a sample of 8000 12-year-old twins. *J Child Psychol Psychiatry* 2009;50:1318–25.
- Hécaen H, Angelergues R, Houllier S. Les variétés cliniques des acalculies au cours des lésions retro-rolandiques: Approche statistique du problème. *Revue Neurologique* 1961;105:85–103.
- Ischebeck A, Zamarian L, Schocke M,

- Delazer M. Flexible transfer of knowledge in mental arithmetic – an fMRI study. *Neuroimage* 2009;44:1103–12.
- Kaufmann L, Wood G, Rubinsten O, Henik A. Meta-analyses of developmental fMRI studies investigating typical and atypical trajectories of number processing and calculation. *Dev Neuropsychol* 2011;36:763–87.
- Koehler O. The ability of birds to count. *Bull Animal Behav* 1951;1:41–5.
- Kovas Y, Haworth CM, Harlaar N, Petrill SA, Dale PS, Plomin R. Overlap and specificity of genetic and environmental influences on mathematics and reading disability in 10-year-old twins. *J Child Psychol Psychiatry* 2007;48:914–22.
- Lipton JS, Spelke ES. Origins of number sense. London: Blackwell Publishing Limited 2003.
- Matsuzawa T. Use of numbers by a chimpanzee. *Nature* 1985;315:57–9.
- Mazzocco MM, Thompson RE. Kindergarten predictors of math learning disability. *Learn Disabil Res Pract* 2005;20:142–55.
- Molko N, Cachia A, Riviere D, ym. Functional and structural alterations of the intraparietal sulcus in a developmental dyscalculia of genetic origin. *Neuron* 2003;40:847–58.
- Monuteaux MC, Faraone SV, Herzig K, Navsaria N, Biederman J. ADHD and dyscalculia: Evidence for independent familial transmission. *J Learning Disabil* 2005;38:86–93.
- Nieder A, Miller EK. A parieto-frontal network for visual numerical information in the monkey. *Proc Natl Acad Sci USA* 2004;101:7457–62.
- OECD. PISA Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA. OECD 2006;11:1–192.
- Parsons S, Bynner J. Does numeracy matter more? National Research and Development Centre for adult literacy and numeracy. London: Institute of Education, University of London 2005.
- Piazza M, Facoetti A, Trussardi AN, ym. Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia. *Cognition* 2010;116:33–41.
- Pica P, Lemer C, Izard V, Dehaene S. Exact and approximate arithmetic in

an Amazonian indigene group. *Science* 2004;306:499–503.

- Price G, Holloway I, Räsänen P, Vestergaard M, Ansari D. Impaired parietal magnitude processing in Developmental Dyscalculia. *Curr Biol* 2008;17:R1024.
- Rotzer S, Kucian, K, Martin E, von Aster M, Klaver P, Loenneker T. Optimized voxel-based morphometry in children with developmental dyscalculia. *Neuroimage* 2008;39:417–22.
- Rugani R, Fontanari L, Simoni E, Regolin L, Vallortigara G. Arithmetic in newborn chicks. *Proc Biol Sci* 2009;276:2451–60.
- Räsänen P, Ahonen T. Arithmetic disabilities with and without reading difficulties: A comparison of arithmetic errors. *Dev Neuropsychol* 1995;113:275–95.
- Räsänen P, Koponen T. Matemaattisten oppimisvaikeuksien neuropsykologisesta tutkimuksesta. *NMI-Bulletin* 2010(3)39–53.
- Räsänen P, Närhi V, Aunio P. Matematiikka heikosti suoriutuvat oppilaat perusopetuksen 6. luokan alussa. Kirjassa: Niemi EK, Metsämuuronen J, toim. Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008. Helsinki: Opetushallitus 2010, s. 165–203.
- Simon TJ. Clues to the foundations of numerical cognitive impairments: Evidence from genetic disorders. *Dev Neuropsychol* 2011;36:788–805.
- Stakes. Tautiluokitus ICD-10. Helsinki: Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskus 1995.
- Tilastokeskus. Erytyisopetus 2010. Helsinki: Tilastokeskus 2011. www.stat.fi/til/erop/
- Uller C, Jaeger R, Guidry G, Martin C. Salamanders (*Plethodon cinereus*) go for more: Rudiments of number in an amphibian. *Anim Cogn* 2003;6:105–12.
- Watson DG, Maylor EA, Bruce LA. The role of eye movements in subitizing and counting. *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 2007;33:1389–99.
- Wilson A, Räsänen P. Effective interventions for numeracy difficulties/disorders. Kirjassa: Encyclopedia of language and literacy development. The University of Western Ontario 2008. www.literacyencyclopedia.ca/
- Wynn K. Addition and subtraction by human infants. *Nature* 1992;358:749–50.

Summary

Dyscalculia

The information society has raised the value of numeracy. This is a challenge to schools and societies, because individual differences are large already in basic number sense and calculation skills. Approximately 5–7 % of school children have extensive difficulties to keep with the speed of curricular demands, i.e. one child in every classroom. These children often have difficulties in other areas of learning too, but disorders in learning can also manifest only in mathematics. Undiagnosed and untreated mathematical disorders become a lifelong handicap creating a barrier to vocational education. They also hinder independent management of mathematical activities of daily living. Low numeracy is a measurable social problem. Intensive and early special education or neuropsychological rehabilitation can diminish the negative effects of the disorders.