

Elina Hakkarainen
Tuire Koponen
Jaana Ahonniska-Assa

Peruslaskutaidon sujuvuus 9–17-vuotiaille CP-vammaisilla lapsilla

CP-vamman taustalla on neurologinen vaurio, joka aiheuttaa motoriikan vaikeuksien lisäksi erilaisia kognitiivisia ongelmia. Vaikeudet kognitiivisissa taidoissa heijastuvat myös oppimiseen. CP-vammaisilla lapsilla oppimisvaikeudet ovat tavanomaista yleisempiä ja matematiikan oppimisvaikeudet ovat vielä lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuksia yleisempiä. Tutkimuksessamme pyrimme selvittämään, miten sujuvia CP-vammaisten perusopetusikäisten lasten peruslaskutaidot ovat. Peruslaskutaidoilla tarkoitetaan yhteen- ja vähennyslaskutaitoja lukualueella 1–20. Peruslaskutaitojen sujuvuus määriteltiin laskemisen nopeuden ja tarkkuuden avulla. Lisäksi olimme kiinnostuneita siitä, onko yhteenlaskutaito ja vähennyslaskutaito sujuvaa samoilla koehenkilöillä. Kolmanneksi selvitimme, onko peruslaskutaidon sujuvuus yhteydessä CP-vamman tyyppiin. Tutkimukseen osallistui 32 iältään 9–17-vuotiasta lasta, joilla on diagnosoitu CP-vamma. Lapset suorittivat laskutehtävät tietokoneella, ja laskunopeudessa huomioitiin kunkin lapsen yksilöllinen perusreaktioaika. Havaitsimme, että yhteenlaskutaidon ja vähennyslaskutaidon sujuvuus olivat yhteydessä toisiinsa. Lapset voitiin jakaa peruslaskutaito-

jen sujuvuuden mukaan sujuviin (nopeat ja tarkat), hitaisiin (tarkat, mutta hitaat) ja epäsujuviin (hitaat ja epätarkat) laskijoihin. CP-vamman tyyppi tai lapsen ikä eivät olleet yhteydessä peruslaskutaidon sujuvuuteen.

Asiasanat: CP-vamma, peruslaskutaito, sujuvuus

JOHDANTO

CP-vamma määritellään yleisesti pysyväksi liikuntavammaksi, joka on saanut alkunsa varhain aivojen kehityksessä tapahtuneesta, ei-etenevästä vauriosta. CP-oireyhtymään liittyy usein toimintakyvyn rajoituksia kuten näön, kuulon, kognition ja kommunikaation ongelmia (Bax, Goldstein, Rosenbaum, Leviton & Paneth, 2005). CP-oireyhtymä voidaan jakaa liikuntavamman ilmenemismuotojen perusteella alatyyppeihin. Nämä alatyypit on suositeltu jaettavaksi seuraavasti raajojen spastisuuden, lihasjäykkyyden ja ataksisuuden mukaan: hemiplegia, spastinen diplegia, atetoottinen ja ataktinen CP-oireyhtymä (Cans, ym., 2006). Noin kahdella lapsella tuhannesta todetaan CP-vamma,

ja Suomessa syntyy vuosittain noin 100–120 lasta, jolla on CP-oireyhtymä.

Lapsilla, joilla on CP-oireyhtymä, on tutkimuksissa havaittu ikäverrokkeja enemmän oppimisvaikeuksia. CP-vammaisilla lapsilla lukivaikeuksia on todettu noin 19 %:lla tutkituista ja matematiikan oppimisvaikeuksia ainakin 25%:lla (Frampton, Yude & Goodman, 1998). CP-vammaisten lasten peruslaskutaitoa koskevissa tutkimuksissa on enimmäkseen tutkittu laskutaidon tarkkuuden kehittymistä suhteessa ikäverrokkeihin (Jenks ym., 2009). Toisen luokan lopussa CP-vammaisilla erityisopetuksessa opiskelevilla lapsilla peruslaskujen suorittaminen on vähemmän tarkkaa ja reaktioajat ovat hitaampia kuin ikäverrokeilla. CP-vammaisten lasten ryhmässä peruslaskutaitojen hallinta selittyi ei-kielellisen älykkyyden tasolla ja epilepsia-diagnoosilla.

Aikaisemmat tutkimukset ovat rajoittuneet tarkastelemaan lähinnä alkuopetusikäisten CP-vammaisten lasten laskutaitoa. Näin ollen on niukasti tietoa siitä, miten yleisiä laskutaidon ongelmat ovat vanhemmissa ikäryhmissä. Ei myöskään ole tietoa siitä, ilmenevätkö laskutaidon ongelmat enemmän laskemisen tarkkuudessa vai nopeudessa vai esiintykö ongelmia molemmilla osa-alueilla.

CP-vammaisen oppilaan kanssa työskenteleminen tarjoaa opettajalle, erityisopettajalle ja koulupsykologille haasteita, sillä opetuksen ja kuntoutuksen suunnittelun kannalta lapsen osaamisen ja tuen tarpeen tunnistaminen on tärkeää motoriikan ja kommunikaation pulmien aiheuttamista rajoituksista huolimatta. Motorisen vamman vaikeusaste ja kognitiivisen suoriutumisen taso vaihtelevat paljon, eikä motorisen suoriutumisen tasosta voida tehdä päätelmiä kognitiivisesta suoriutumiskyvystä.

Tässä tutkimuksessa pyritään sel-

vittämään peruslaskutaitojen sujuvuutta perusopetusikäisillä CP-vammaisilla lapsilla ja nuorilla. Sujuvalla laskutaidolla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa nopeaa ja virheetöntä tai lähes virheetöntä laskeamista. Olemme kiinnostuneita siitä, miten hyvin 9–16-vuotiaat CP-vammaiset lapset hallitsevat peruslaskutoimitukset eli yhteen- ja vähennyslaskut lukualueella 1–20. Lisäksi olemme kiinnostuneita siitä, onko yhteenlaskutaidon sujuvuus yhteydessä vähennyslaskutaidon sujuvuuteen. Tarkastelemme myös CP-vamman alaryhmien ja lapsen iän yhteyttä peruslaskutaidon sujuvuuteen.

TUTKIMUSMENETELMÄT

Osallistujat

Tutkimukseen osallistui 32 CP-vammaista lasta ja nuorta, iältään 9–17 vuotta (ka. 13 v 2 kk, kh 2 v 6 kk). Tyttöjä oli 15 ja poikia 17. Tutkittavat lapset asuivat eri puolilla Suomea siten, että mukaan oli kutsuttu Keski-Suomen ja Pirkanmaan sairaanhoitopiirin alueella vuosina 1992–2002 syntyneet CP-vammaiset lapset ja nuoret. Sairaanhoitopiireiltä saatiin eettinen lupa tutkimusten toteuttamiseen. Lisäksi tutkimukseen kutsuttiin valtion erityiskouluissa opiskelevia CP-vammaisia lapsia ja nuoria samasta ikäryhmästä. Kaikilta tutkimukseen osallistuneilta lapsilta ja heidän huoltajiltaan saatiin kirjallinen suostumus tutkimukseen osallistumisesta. Tutkimukseen osallistumisen poissulkukriteerinä oli kehitysvammadiagnoosi tai näkövamma. Lasten lähinäkökyky tarkistettiin Lea-riivitestillä (Lea-Test Ltd) tutkimuksen yhteydessä tai lapsen kanssa työskentelevää ammattihenkilöä konsultoimalla. Tutkimukseen osallistuvien lasten diagnoosit on esitetty taulukossa 1. Tutkimukset suoritettiin Niilo Mäki Instituutin, erityiskoulujen

sekä Tampereen ja Jyväskylän yliopistojen tiloissa.

Mittarit

Perusreaktioaikatehtävä ja yhteen- ja vähennyslaskutehtävät lukualueella 1–20 esitettiin tietokoneella Neure-ympäristössä. Neure-tietokoneohjelmisto (<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/neure/>) on tarkoitettu kehityksellisten häiriöiden, erityisesti oppimisvaikeuksien tutkimukseen, arviointiin ja kuntoutukseen. Neure-materiaalit ovat vapaasti kaikkien rekisteröityneiden käyttäjien käytettävissä. Neure-tehtävät ja niillä arvioitavat taitoalueet on kuvattu taulukossa 2.

Perusreaktioajan mittaaminen. Perusreaktioaika mitattiin yksinkertaisella päätöksentekotehtävällä, jossa lapsen tuli vastata sen mukaan, olivatko tietokoneen näytölle ilmestyneet kaksi kuviota samantyyppiset vai erilaiset. Kuvioina olivat keltainen kolmio ja sininen neliö taustalla. Teh-

tävässä käytettiin kahta halkaisijaltaan 11,5 cm:n painiketta, joista vihreää painettiin silloin, kun vastaus oli ”sama” (kaksi kolmiota tai kaksi neliötä) ja punaista silloin, kun vastaus oli ”eri” (kolmio ja neliö). Vastausten antamiseen käytettiin dominoivaa kättä, joka pantiin painallusten välillä painikkeiden väliin merkitylle alueelle. Kullekin lapselle laskettiin perusreaktioaikojen mediaani. Mittarin reliabiliteetti tässä tutkimusjoukossa oli .87.

Laskunopeuden ja -tarkkuuden mittaaminen. Lapselle esitettiin 20 yhteenlaskua ja 20 vähennyslaskua lukualueella 1–20 erillisinä tehtäväsarjoina. Laskutehtävät ilmestyivät näytölle yksi kerrallaan, ja lapsen tuli ratkaista ne mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. Kun vastaus oli tiedossa, lapsi painoi vihreää painiketta ja laskutehtävä poistui näytöltä. Ratkaisuaikasi tallentui laskutoimituksen prosessointiin käytetty aika eli laskutoimituksen ilmestymisestä näytölle painikkeen painamiseen

Taulukko 1. Tutkittavat lapset diagnooseittain.

Diagnoosi	N	%
Vasen hemiplegia	6	18,8
Oikea hemiplegia	3	9,4
Spastinen diplegia	14	43,8
Monoplegia	1	3,1
Tetraplegia	4	12,5
Atetoottinen	4	12,5
Yhteensä	32	100

Taulukko 2. Tutkimuksessa käytetyt mittarit.

Mittari	Arvioitava taitoalue
Yhteenlasku (Koponen ym., Neure-ympäristö)	Yhteenlaskun sujuvuus lukualueella 1 - 20
Vähennyslasku (Koponen ym., Neure-ympäristö)	Vähennyslaskun sujuvuus lukualueella 1 - 20
Reaktionopeus (sama - eri) (Koponen ym., Neure-ympäristö)	Yksinkertainen päätöksentekotilanne ja vastausnopeus

kulunut aika. Laskun ratkaisemisen jälke-
 keen lapsella oli rajoittamaton aika antaa
 vastaus tietokoneen näppäimistöllä joko
 itsenäisesti tai avustettuna, kuitenkin niin
 että lapsen ei tänä aikana enää sallittu rat-
 kaista laskua tai tarkistaa sitä.

Kullekin lapselle laskettiin yhteen-
 ja vähennyslaskuajan mediaanit, joista
 vähennettiin perusreaktioajan mediaani.
 Mediaaniarvoja käytettiin aritmeettisen
 keskiarvon sijaan, koska tutkimusjouk-
 ko oli pieni ja aritmeettiseen keskiarvoon
 vaikuttavat herkemmin yksittäiset lyhyet
 tai pitkät vastausajat. Näin muodostettuja
 erotusmuuttujia voidaan pitää kokonais-
 laskuaikaa tarkempuna arviona laskutoi-
 mituksen kognitiiviseen prosessointiin
 käytetystä ajasta. Yhteen- ja vähennyslasku-
 suorituslaskutarkkuus määräytyi
 oikeiden vastausten prosentiosuutena kai-
 kista 20 tehtävästä. Reliabiliteetti oli mo-
 lempien mittareiden osalta hyvä, yhteen-
 laskussa .92 ja vähennyslaskussa .91.

Laskusujuvuus. Laskusujuvuus mää-
 riteltiin laskunopeuden ja -tarkkuuden
 suhteen. Laskeminen on nopeaa silloin,
 kun peruslaskutaidot ovat automatisoitu-
 neita. Tutkimuskirjallisuudessa on käytetty
 tyypillisesti kahta tai kolmea sekuntia auto-
 matisoituneen laskusuorituksen rajana (ks.
 esim. Koponen ym., 2006). Tähän tarkas-
 teluun valitsimme keskiarvon näistä eli 2,5
 sekuntia (2500 ms). Sujuvan laskutarkkuu-
 den raja-arvoksi määriteltiin vähintään 80
 prosentin oikeellisuus 20 laskutehtävästä.

TULOKSET

Perusreaktioajat sekä yhteen- ja vähennys-
 laskuajat, joista perusreaktioajan mediaani
 on vähennetty, on kuvattu taulukossa 3.
 Laskuaika on negatiivinen silloin, kun las-
 kunopeuden mediaani on ollut nopeampi
 kuin perusreaktioajan mediaani, eli lapsi
 on ratkaissut laskutehtävän nopeammin
 kuin yksinkertaisen vertailutehtävän.

Lapset tekivät yhteenlaskutehtävissä
 keskimäärin 2,5 virhettä (kh 3,3) ja vä-
 hennyslaskuissa 3,9 (kh 4,6). Yhteenlas-
 kutehtävien oikeellisuusprosentti oli 87,7
 ja vähennyslaskutehtävien 79,9. Aluksi
 tarkastelimme, onko yhteenlaskutaito su-
 juvaa eli sekä tarkkaa että nopeaa samoilla
 lapsilla kuin vähennyslaskutaito ja päin-
 vastoin. Kuviossa 1 esitetään lasten teke-
 mien virheiden määrä yhteen- ja vähen-
 nyslaskuissa.

Kuviosta 1 voidaan havaita, että ne
 lapset, jotka tekivät paljon virheitä yh-
 teenlaskuissa, tekivät myös paljon virheitä
 vähennyslaskuissa. Toisaalta samat lapset,
 jotka tekivät vähän virheitä yhteenlaskuis-
 sa, suoriutuivat myös vähennyslaskuista
 hyvin.

Kuviosta 2 voidaan havaita, että no-
 peat laskijat suoriutuvat nopeasti sekä yh-
 teen- että vähennyslaskuista ja hitaampi
 laskunopeus yhteenlaskuissa näkyi hitau-
 tena myös vähennyslaskuissa (ks. kuvio 2).
 Pearsonin korrelaatio vahvasti havainnot:
 virheiden määrät yhteenlaskuissa ja vä-

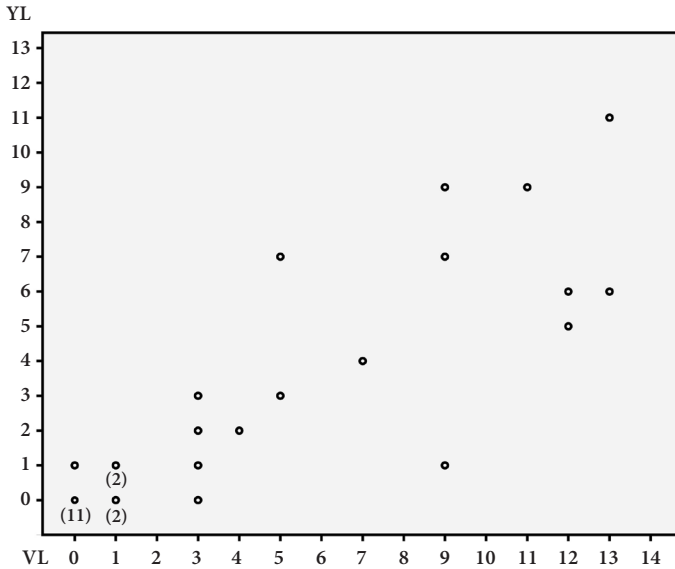
Taulukko 3. Perusreaktioajat ja laskuajat.

RT	Min	Max	Ka (kh)
Perusreaktioaika (ms)	1017	4996	1908 (946)
Yhteenlaskuaika (ms)*	-289	10441	3323 (3151)
Vähennyslaskuaika (ms)*	-192	20493	4681 (5342)

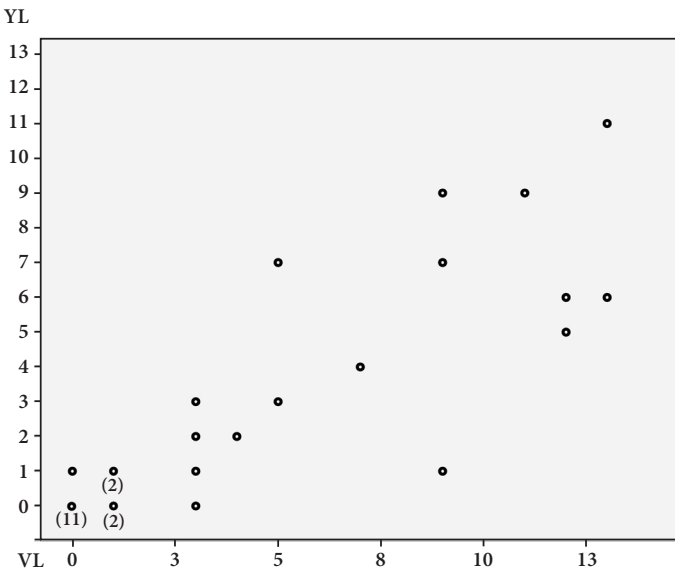
*erotusmuuttuja, jossa yhteen- ja vähennyslaskuaikojen mediaanista vähennetty perusreaktioajan mediaani

hennyslaskuissa ($r = .86$, $p < .001$) ja yhteenlaskunopeus ja vähennyslaskunopeus ($r = .71$, $p < .001$) korreloivat merkitsevästi keskenään.

Koska lasten suoriutuminen oli samankaltaista nopeuden ja tarkkuuden suhteen sekä yhteen- että vähennyslaskuissa, tarkastelimme seuraavaksi laskusujuvuutta



Kuvio 1. Yhteenlaskusuoritusten virheiden määrä (y-akselilla) ja vähennyslaskusuoritusten virheiden määrä (x-akselilla) kuvattuna kullekin lapselle. Kun useampi lapsi on tehnyt saman verran virheitä, päällekkäisten tapausten määrä on merkitty sulkuihin.



Kuvio 2. Yhteenlaskunopeus (y-akselilla) ja vähennyslaskunopeus (x-akselilla) suoritusten laskunopeus. Laskunopeudesta on vähennetty perusreaktioajan mediaani.

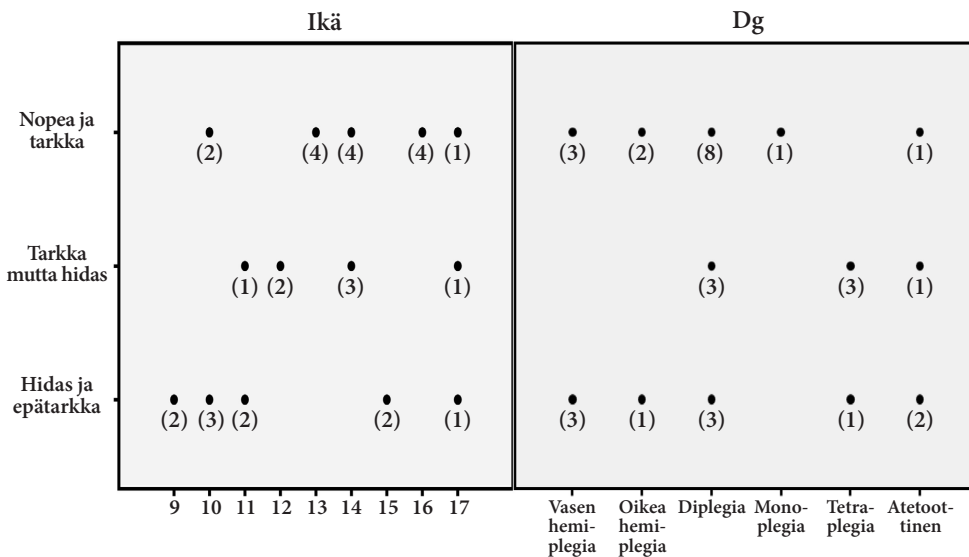
yhdistämällä yhteen- ja vähennyslaskuajat ja oikeellisuusprosentit. Koko ryhmän yhdistetty laskunopeus oli 4 004 ms (kh 3 949 ms) ja yhdistetty oikeellisuusprosentti oli 83,8 (kh 19,2).

Hieman alle puolet (47 %) tutkimukseen osallistuneista CP-vammaisista lapsista ja nuorista suoriutui laskutehtävistä nopeasti ja tarkasti (laskunopeus alle 2 500 ms ja laskutarkkuus yli 80 %). Heidän peruslaskutaitonsa on sujuvaa ja automatisoitunutta. Hieman yli viidenneksellä (22 %) yhteen- ja vähennyslaskut sujuivat tarkasti, eli virheitä oli vähän tai ei lainkaan (laskutarkkuus yli 80 %). Tällä ryhmällä laskunopeus oli kuitenkin verrattain hidasa (alle 2 500 ms), jolloin peruslaskutaitojen ei voida sanoa olevan automatisoituneita. Kolmannen ryhmän muodostivat ne laskijat, joiden suoriutuminen oli sekä hidasta että epätarkkaa (laskusujuvuus yli 2 500 ms, laskutarkkuus alle 80 %). Heitä

oli noin kolmasosa (31 %) koko tutkimusryhmästä. Tässä ryhmässä laskuajat vaihtelivat 5 084 millisekunnin ja 15 392 millisekunnin välillä ja oikeellisuusprosentti oli 40–72,5 (ka 57,8, kh 9,7).

Seuraavaksi halusimme tarkastella, miten laskusujuvuus jakautui eri-ikäisten ja eri diagnoosiluokkiin kuuluvien lasten ja nuorten kesken. Kuviossa 3 esitetään kuhunkin laskusujuvuusryhmään kuuluvien iät ja diagnoosiluokitukset.

Kuviosta 3 nähdään, että laskusujuvuus ei ollut yhteydessä ikään. Jokaisessa kolmessa ryhmässä on eri-ikäisiä laskijoita melko tasaisesti jakautuneena. Edelleen tarkastelimme, onko laskusujuvuus yhteydessä diagnoosiluokkaan. Kuvion 3 oikealta puolelta voidaan havaita, että laskusujuvuus jakautui melko tasaisesti myös CP-vamman alatyypin kesken.



Kuvio 3. Laskusujuvuus iän (vasen puoli) ja diagnoosin (oikea puoli) mukaan tarkasteltuna. Tapausten määrä on merkitty sulkuihin.

POHDINTA

Tässä tutkimuksessa pyrittiin kuvaamaan CP-vammaisten lasten ja nuorten peruslaskutaitojen sujuvuutta laskemisen nopeuden ja tarkkuuden suhteen. Yhteenvetona voidaan todeta, että noin puolella tutkimukseen osallistuneista 9–17-vuotiaista CP-vammaisista lapsista laskutaito ei ollut sujuvaa. Kolmasosalla oli laskunopeuden lisäksi pulmia myös laskemisen tarkkuudessa. Kiinnostava havainto oli, että tutkimusjoukosta ei muodostunut ryhmää, jossa laskunopeus olisi ollut hyvä, mutta tarkkuus huono. Virheiden tekeminen ei siis näyttäisi tässä ryhmässä liittyvän impulsiiviseen reagoititapaan tai nopeaan arvailuun. Laskutaidon sujuvuus ei eronnut yhteen- ja vähennyslaskuissa, eli laskeminen oli sujuvaa samoilla lapsilla sekä yhteen- että vähennyslaskuissa. Koska erot laskutaidon sujuvuudessa eivät selittyneet lapsen iällä tai CP-vamman diagnoosiluokalla, on jatkossa tärkeää pohtia laskutaidon erojen mahdollisia syitä.

Matematiikan opettamiseen käytetyn ajan määrällä saattaa olla merkittävä vaikutus CP-vammaisten lasten matematiikan taitojen kehittymiseen. Jenks ja muut (2007, 2009) havaitsivat tutkimuksessaan, että matematiikan opettamiseen käytetty aika selitti yhteen- ja vähennyslaskutaitojen hallintaa vahvimmin, kun suoriutumista verrattiin ikäverrokkeihin ja matematiikan taidoiltaan samalla tasolla oleviin nuorempiin verrokkeihin. Tutkijoiden mielestä koulupäivän aikana tapahtuva kuntoutus saattaa vähentää lasten saaman opetuksen määrää, ja he ehdottavat, että matematiikan opetukseen käytetään nykyistä enemmän aikaa koulupäivän aikana tai sen ulkopuolella.

Myös työmuistin erot saattaisivat selittää eroja CP-vammaisten lasten peruslaskutoimitusten oikeellisuudessa ja suju-

vuudessa. Työmuistilla on havaittu olevan merkittävä rooli päässä-laskun suorittamisessa (Fürst & Hitch, 2000). Jenks ja muut (2012) osoittivat, että erityisopetukseen osallistuvat CP-lapset suoriutuvat ikäverrokkeihin ja yleisopetuksessa opiskeleviin verrattuna heikommin sanallisista matematiikan ongelmanratkaisutehtävistä. Eikielinen älykkyys ja kyky päivittää työmuistin sisältöä ennustivat suoriutumista sekä sanallisissa ongelmanratkaisutehtävissä että lukemisessa. Koska työmuistin osuutta laskusujuvuudessa ei ole selvitetty, jatkossa onkin tärkeää saada tutkimustietoa siitä, millaisessa yhteydessä työmuisti ja laskusujuvuus ovat CP-vammaisilla lapsilla ja nuorilla.

Erityiskouluissa opiskelevien CP-vammaisten lasten henkilökohtaisissa opetussuunnitelmissa ei aina määritellä riittävän tarkasti ja mitattavasti matematiikan taitotavoitteita (Jenks ym., 2010). Tavoitteet tulisi tutkijoiden mukaan määritellä kunkin oppilaan kohdalla perusteellisen vahvuuksien ja heikkouksien arvioinnin pohjalta. Tässä tutkimuksessamme käytetyt tietokonepohjaiset arviointimenetelmät mahdollistavat laskunopeuden ja -tarkkuuden yksityiskohtaisen tarkastelun. Oppimisen tukemisen näkökulmasta on tärkeää saada uutta tietoa siitä, miten peruslaskutaidon sujuvuutta voidaan luotettavasti arvioida ja mihin osa-alueisiin tukitoimia voidaan kohdistaa.

CP-oireyhtymä on motoriikan ja kognitiivisten vaikeuksien osalta varsin heterogeeninen. Tämän tutkimuksen perusteella näyttää siltä, että lapsen diagnoosin alatyypin tai ikä ei ole yhteydessä peruslaskutaitojen sujuvuuteen. Jokaisella lapsella on siis omat haasteensa ja vahvuutensa laskutaidossa. Nämä olisi tärkeää tunnistaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa koulussa, jolloin tukitoimet voitaisiin kohdentaa oikein ja peruslaskutaitojen pohjal-

le rakentuvat monimutkaisemmat matematiikan taidot pääsisivät kehittymään.

Jatkossa olisi tärkeää selvittää, mitkä tekijät ovat yhteydessä laskutaidon sujuvuuteen. Motoriikan ja oppimisen välisten suhteiden selvittämiseksi olisi kiinnostavaa tarkastella lapsen motorisen vammaman vaikeusasteen yhteyttä laskutaitoihin. Gross Motor Function Classification System (GMFCS) -luokittelu (Rosenbaum ym., 2002) kuvaa liikuntavamman vaikeusastetta karkeamotoriikan osalta ja on myös yhteydessä aivojen valkean aineen vaurion laajuuteen (Lee ym., 2011). Saataisi olla mahdollista, että GMFCS korreloi voimakkaammin laskutaidon kanssa kuin perinteinen CP-vamman diagnosointiluokitus. Lisäksi olisi kiinnostavaa selvittää, miten kognitiiviset taustamuuttujat, kuten yleinen kykytaso, visuaalinen havaitseminen tai työmuisti ovat yhteydessä laskutaidon sujuvuuteen.

Tutkimuksemme rajoituksena on verrattain pieni tutkittavien määrä. Havainnot tulisikin vahvistaa suuremmalla otoskoolla.

Kirjoittajatiedot:

Kirjoittaja Elina Hakkarainen (PsM, KM) toimii tutkijana Suomen CP-liitto ry:n tutkimus- ja kehittämishankkeissa.

Kirjoittaja Tuire Koponen (PsT) toimii tutkijana Niilo Mäki Instituutissa SELDI-, LukiMat- ja Mukaan-hankkeissa sekä neuropsykologina Onervan oppimis- ja ohjauskeskuksessa.

Kirjoittaja Jaana Ahonniska-Assa (PsT) toimii neuropsykologisen yksikön vastaavana psykologina Shafran lastensairaalan kuntoutusosastolla Tel Hahomerissa Israelissa.

LÄHTEET

- Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A. & Paneth, N. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 571–576.
- Cans, C., Dolk, H., Platt, M. J., Colver, A., Prasauskiene, A. & Krägeloh-Mann, I. K. (2006). Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, April, 35–38.
- Frampton, I., Yude, C. & Goodman, R. (1998). The prevalence and correlates of specific learning difficulties in a representative sample of children with hemiplegia. *British Journal of Educational Psychology* 68, 39–51.
- Fürst, A. & Hitch, G. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory & Cognition*, 28, 774–782.
- Jenks, K.M., de Moor, J., van Lieshout, E.C.D.M., Maathuis, K.G.B., Keus, I. & Gorter, J.W. (2007). The Effect on Cerebral Palsy on Arithmetic Accuracy is Mediated by Working Memory, Intelligence, Early Numeracy, and Instruction Time. *Developmental Neurophysiology*, 32, 861–879.
- Jenks, K.M., de Moor, J., van Lieshout, E.C.D.M. & Withagen, F. (2010). Quality of arithmetic education for children with cerebral palsy. *International Journal of Rehabilitation Research*, 33, 19–25.
- Jenks, K.M., van Lieshout E.C. & de Moor, J. (2009). Arithmetic achievement in children with cerebral palsy or spina bifida meningomyelocoele. *Remedial and Special Education*, 20, 323–329.
- Jenks, K.M., van Lieshout E.C. & de Moor, J. (2012). Cognitive correlates of mathematical achievement in children with cerebral palsy and typically developing children. *British Journal of Educational Psychology*, 82, 20–35.
- Koponen, T., Mononen, R., Räsänen, P. & Ahonen, T. (2006). Basic numeracy in children with specific language impairment: Heterogeneity and connections to language. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49, 58–73.
- Lee, J.D., Park, H.-J., Park, E.S., Oh, M.-K., Park, B.,

Rha, D.-W., Cho, S.-R., Kim, E.-Y., Park, J.Y., Kim, C.H., Kim, D.G. & Park, C.I. (2011). Motor pathway injury in patients with periventricular leucomalacia and spastic diplegia. *Brain*, 134, 1199–1210.

Rosenbaum, P.L., Walter, S.D., Hanna, S.E., Palisano, R.J., Russell, D.J., Raina, P., Wood, E., Bartlett, D.J. & Galuppi, B.E. (2002). Prognosis for Gross Motor Function in Cerebral Palsy. Creation of Motor Development Curves. *Journal of American Medical Association*, 288, 1357–1363.