

KONTROLLITEHTÄVIEN KÄYTTÖ TOIMINNANOHJAUKSEN ARVIOINNISSA

Kati Vasalampi

Pro Gradu – tutkielma
Jyväskylän yliopisto
Psykologian laitos
Kevät 2006

TIIVISTELMÄ

Kontrollitehtävien käyttö toiminnanohjauksen arvioinnissa

Tekijä: Kati Vasalampi
 Ohjaajat: Timo Ahonen, Vesa Närhi
 Psykologian pro gradu – tutkielma
 Kevät 2006
 Jyväskylän yliopisto
 24 s.

Tutkimuksessa tutkittiin Dencklan (1996a, 1996b, 2002, 2005) esittämää hypoteesia siitä, että kontrollitehtävien käyttö toiminnanohjauksen arvioinnin yhteydessä erottaisi perustason kognitiiviset toiminnot toiminnanohjauksesta, jolloin testit mittaisivat paremmin puhdasta toiminnanohjausta. Tutkimus toteutettiin osana Niilo Mäki Instituutin ja Kehitysvammaliiton hanketta ”Laaja-alaisiin oppimisvaikeuksiin liittyvän syrjäytymisen ehkäisy”. Aineisto koostui 124 oppilaasta, jotka kävivät peruskoulun kahdeksatta luokkaa. Heistä 71 oli koulussa heikosti menestyvää oppilasta ja 53 verrokkioppilasta. Tässä tutkimuksessa oppilaita tutkittiin yhtenä ryhmänä.

Toiminnanohjauksen eri osa-alueita mittaavina testeinä tutkimuksessa käytettiin Stroop testiä, NEPSY:n kielellisen sujuvuuden tehtävää, Wechlerin älykkyystestin numerosarjat osatehtävää, Reyn monimutkaisen kuvion tehtävää (Rey-Osterrieth Complex Figure) sekä Trail Making testiä. Kunkin mittarin kohdalla erotettiin siinä vaadittavat perustason kognitiiviset taidot toiminnanohjauksesta muodostamalla testeistä tehtäväpareja perustason kognitiivista kykyä mittaavien tehtävien kanssa. Tehtäväparit muodostettiin kahdella vaihtoehtoisella tavalla. Ensin lineaarisen regressioanalyysin avulla, jolloin toiminnanohjauksellisesti haastavampi tehtävä oli selitettävänä muuttujana ja samansisältöinen, mutta yksinkertaisempi testi selittävänä muuttujana. Toiseksi kontrollointi tehtiin vähentämällä toiminnanohjauksellisesti haastavamman testin standardoidusta pistemäärästä perustason kognitiivisen testin standardoitu pistemäärä. Regressioanalyysin avulla saatuja jäännöksiä ja vähentämällä saatuja erotuspistemääriä pidettiin toiminnanohjauksen indikaattoreina. Tutkimuksessa tutkittiin jäännösten tai erotuspistemäärien yhdenmukaisuutta keskenään ja referenssimittarina pidetyn Wisconsin Card Sorting testin (WCST) kanssa. Lisäksi testien ja WCST:n välisten korrelaatiokertoimien suuruuksia verrattiin tehtäväparien ja WCST:n välisten korrelaatiokertoimien suuruuksiin.

Tutkimuksessa havaittiin, että toiminnanohjauksen testien pistemäärät olivat yhdenmukaisempia suoraan mitattuna kuin tehtäväpareilla mitattuna. Reyn ja WCST:n välinen korrelaatiokerroin oli ainoa, jossa kontrollitehtävän käyttö muutti korrelaatiokerrointa tilastollisesti merkitsevästi. Kun Reyn tehtävän tuloksesta vähennettiin visuomotorisia taitoja arvioivan tehtävän tulos, olivat Rey ja WCST:n tulokset merkitsevästi yhdenmukaisempia kuin testien tulokset suoraan mitattuna. Tutkimuksen perusteella Dencklan esille nostama mahdollisuus kontrollitehtävien käyttämisestä toiminnanohjauksen arvioinnissa ei, ainakaan tutkimuksessa käytettyjen testien osalta, soveltunut arvioinnin lähtökohdaksi.

Avainkäsitteet: *toiminnanohjaus, toiminnanohjauksen arviointi, kontrollitehtävä, tehtäväparit*

JOHDANTO

Toiminnanohjaus (executive function, eksekutiiviset toiminnot) tarkoittaa taitoa ylläpitää toimivaa ratkaisumallia tilanteen vaatimusten mukaisesti ja jonkin lopputuloksen saavuttamiseksi (Welsh & Pennington, 1988; Denckla, 1994). Se on keskeinen taito ihmisen kyvyssä ajatella itseään, tulevaisuuttaan ja sosiaalisia suhteitaan (Eslinger, 1996). Viimeaikainen neuropsykologinen kirjallisuus on myös korostanut toiminnanohjauksen merkitystä kaikessa oppimisessa (Ahonen & Aro, 1999). Sen puutteet haittaavat lapsen koulutyötä ja oppimista ja siksi sen mittaamisesta onkin tullut olennainen osa neuropsykologista arviointia (Archibald & Kerns, 1999). Toiminnanohjauksen mittaaminen on kuitenkin haastavaa käsitteen monimutkaisuudesta johtuen (Gioia, Isquith, Kenworthy & Barton, 2002) ja puhtaasti toiminnanohjausta arvioivia mittareita on ollut vaikea kehittää (Eslinger, 1996). Tässä tutkimuksessa arvioidaan viiden erilaisen mittarin tapaa mitata toiminnanohjausta.

Toiminnanohjaus käsitteenä liitetään neuropsykologisiin teorioihin ja perinteisesti keskushermoston tasolla tarkasteltuna frontaalilohkolla on ajateltu olevan toiminnanohjauksessa keskeinen merkitys (Anderson, 1998). Käsitettä käytettiin alun perin otsalohkovaurioita saaneiden potilaiden vaikeuksien kuvaamiseen (Denckla, 1994, 1996a). Myöhemmin kuitenkin havaittiin, että toiminnanohjauksen puutteita esiintyi myös potilailla, joilla vaikeudet eivät olleet rajoittuneet frontaalilohkolle (esim. Gioia ym., 2002) ja että toiminnanohjauksen taidot ovat hyvin herkkiä myös muiden aivo-osien, kuten subkortikaalisten alueiden, vaurioille (ks. esim. Eslinger, 1996; Lezak, 1995; Gruber & Goschke, 2004). Muun muassa oppimisvaikeuksien, tarkkaavaisuushäiriöiden, traumaattisten aivovaurioiden, epilepsian ja autismin on todettu olevan yhteydessä toiminnanohjauksen heikentymiseen (esim. Gioia ym., 2002). Tutkimusten myötä onkin perusteltua sanoa, että vaikka frontaalilohkon toimintakyky on ratkaiseva toiminnanohjauksessa, ovat sille kaikki aivojen alueet välttämättömiä (Anderson, 1998).

Toiminnanohjauksen kompleksisuudesta johtuen pitkään on ollut kiistanalaista se, heijastaako toiminnanohjauksen sisältö yksittäistä kykyä vai ovatko toiminnanohjaukseen kuuluvat prosessit erillisiä toimintoja. Jotkut tutkijat pitävät toiminnanohjausta itsenäisenä ja jakamattomana toimintona (ks. esim. Duncan, Emslie, Williams, Johnson, & Freer, 1995), mutta yhä useammat pitävät sitä kokoavana yläkäsitteenä, joka sisältää tavoitteelliselle toiminnalle välttämättömiä erillisiä osa-

alueita (ks. esim. Anderson, 1998; Baddeley, 1996; Gioia, Isquith & Gyu, 2001). Nykyään yleisesti hyväksytyjä osa-alueita ovat ainakin *itsesäätely*, *käyttäytymisen suunnittelu* ja *organisointi*, *joustavuus* sekä *kilpailevan ärsykkeen tai toiminnon inhibitio* (Eslinger, 1996; Pennington & Ozonoff, 1996). Useimmat tutkijat myös pitävät näitä toisiinsa limittyneinä toimintoina (esim. Denckla, 1994, 1996; Anderson, 2002).

Keskeistä toiminnanohjauksen eri osa-alueiden toiminnalle on työmuisti, joka on saanut merkittävän roolin toiminnanohjauksen mallissa viimeisen kymmenen vuoden aikana (Eslinger, 1996). Baddeley (1992, 2000) jakaa työmuistin hetkellisesti informaatiota säilyttäviin osiin ja prosessoivaan yksikköön eli keskusyksikköön. Prosessoiva yksikkö on Penningtonin, Bennetton, McAleerin, & Robertsin (1996) mukaan olennainen silloin, kun täytyy noudattaa ohjeita, vaaditaan loogista päättelykykyä, suoritetaan useampivaiheisia tehtäviä ja valikoidaan tilanteeseen sopivia toimintamalleja. Työmuisti ja toiminnanohjaus ovatkin toisiinsa niin läheisesti liittyviä, että niitä on vaikea tarkasti mitata toisistaan riippumattomina (Eslinger, 1996).

Toiminnanohjauksen kompleksisuus vaikeuttaa myös sen arviointia (Anderson, 1998; Welsh & Pennington, 1988; Gioia ym., 2002). Toiminnanohjauksen taitoja vaaditaan uusissa ja monimutkaisissa tehtävissä, jotka vaativat suunnittelua ja uusia strategioita. Mitä rutiininomaisempi tehtävä on, sitä vähemmän se vaatii toiminnanohjausta. Tästä johtuen myös toiminnanohjausta arvioivan tehtävän tulee olla uusi, monimutkainen ja vaatia informaation yhdistämistä. Rutiininomaisen tai toisaalta monimutkaisen tehtävän määrittäminen ei ole kuitenkaan aivan suoraviivaista, sillä tehtävä, joka on toiselle uusi ja monimutkainen, voi toiselle olla hyvinkin rutiininomainen (Anderson, 2002).

Kutakin toiminnanohjauksen eri osa-alueita arvioimaan on kehitetty omia mittareita ja yleistä toiminnanohjauksen kyvykkyyttä arvioidaan yleensä useiden, eri osa-alueita arvioivien testien patteristolla (Lezak, 1996). Yhtenä toiminnanohjauksen arvioivana perusmittarina on kuitenkin pidetty Wisconsinin Card Sorting testiä (WCST; Grant & Berg, 1948), sillä sen on havaittu tuovan esille toiminnanohjauksen puutteet ainakin frontaalilohkon vaurioiden yhteydessä (esim. Pennington & Ozonoff, 1996; Powell ym., 2004; Reader, Harris, Schuerholz & Denckla, 1994). Tehtävässä tutkittava luokittelee kortteja eri kriteereiden mukaisesti. Luokittelukriteerit vaihtuvat tietyin väliajoin ja tutkittavan on oivallettava uusi strategia tutkijan oikein/väärin palautteen perusteella. Suoriutuminen tehtävässä vaatii erityisesti kognitiivisen strategian joustavuutta sekä inhibitiokykyä (Gioia ym., 2001).

WCST, kuten kaikki muutkin toiminnanohjauksen mittarit, sisältää toiminnanohjauksellisten prosessien lisäksi ei-toiminnanohjauksellisia prosesseja ja siksi se on herkkä kognitiivisille vaikeuksille (Anderson, 2002). Tehtävästä riippuen tarvittavia kognitiivisia perustaitoja voivat olla ainakin havainnointi, kieli, visuaaliset taidot, motoriikka, oppiminen ja muisti (Denckla, 1994; Gioia ym., 2001). Näiden prosessien vaikutuksien arvioiminen toiminnanohjauksen tehtävässä suoriutumiseen on kuitenkin vaikeaa, sillä heikko suoriutuminen tehtävässä saattaa johtua yhtäläillä puutteesta muissa taidoissa kuin toiminnanohjauksessa (Anderson, 2002). Gioian ym. (2001) mukaan toiminnanohjaus pitäisikin nähdä usean erilaisen taidon yhteisenä tekijänä, jolloin sen pitäisi vaikuttaa suoritukseen kahdella tai useammalla erityisalueella. Esimerkiksi organisointikyvyn puutteen pitäisi näkyä ainakin kielessä ja arjen toiminnoissa.

Kognitiivisten prosessien kokonaisvaltaisuus vaikeuttaa myös mittareiden valintaa, sillä toiminnanohjausta on vaikea mitata, jos henkilöllä ei ole testissä tarvittavia perustaitoja tai ne ovat puutteelliset (Denckla 1994, 1996a). Yleisimmille toiminnanohjauksen mittareille edellytyksenä on riittävä kielellinen kompetenssi, sillä tehtävissä vaadittavat säännöt ja rajoitukset annetaan kielellisesti. Dencklan (1996a) mukaan on luultavaa, että vaikka ihminen visualisoikin itselleen joitakin sääntöjä, verbaalisesti johdetut säännöt dominoivat työmuistia ja siksi myös toiminnanohjausta. Muun muassa Stroop testi, joka on toiminnanohjauksellisesti valikoivaa tarkkaavaisuutta ja inhibitiokyvykkyyttä mittaava tehtävä, vaatii myös lukutaitoa. Tehtävässä nimetään musteen väri riippumatta siitä, mikä väri sanassa lukee (Stroop, 1935; Jensen & Rohwer, 1966). Lukutaidoton ja huonot toiminnanohjaustaidot omaava ihminen voi suoriutua testistä hyvin, sillä silloin hän kykenee nimeämään värejä ilman, että tarvitsisi kyetä samalla myös lukemisen inhibitioon.

Jotta toiminnanohjauksen arviointi olisi luotettavampaa, Denckla tutkimusryhmineen (1994, 1996a, 1996b) on esittänyt perustason kognitiivisten toimintojen kontrollointia toiminnanohjauksen arvioinnin yhteydessä. Vasta kun perustason toiminnot olisi todettu riittäviksi, ongelman otaksuttaisiin olevan toiminnanohjauksessa (Denckla, 1996; Gioia ym., 2001).

Pilottitutkimuksessaan Denckla ja hänen tutkimusryhmänsä (1996b) erotivat perustason prosessit toiminnanohjauksesta arvioidessaan tarkkaavaisuushäiriöisten lasten suoriutumista toiminnanohjauksen tehtävissä. He muodostivat testeistä tehtäväpareja niin, että perustoimintoja mittaava tehtävä oli kontrollitehtävänä toiminnanohjauksen kandidaattitehtävälle. Tehtäväparina he käyttivät kielellisen sujuvuuden tehtävää ja

Wechslerin älykkyystestin (Wechsler Intelligence Scale for Children) sanavarastotehtävää. Kielellisen sujuvuuden testissä täytyy minuutin sisällä luetella mahdollisimman monta tiettyyn sanaluokkaan kuuluvaa sanaa (Lezak, 1996; Denckla, 1996b). Testi vaatii toimimaan tarkkojen sääntöjen puitteissa ja on aikarajoitettu (Reader ym., 1994). Sanavarastotehtävän tutkimusryhmä katsoi sen mittaavan vähemmän toiminnanohjausta, koska siinä on suurempi toiminnanvapaus. Tehtävän on kuitenkin luotettavasti todistettu mittaavan kielellistä kyvykkyyttä (Wechsler, 1999; Reader ym., 1994). Tehtävässä tutkittava määrittelee eri sanojen sisältöjä tutkijalle. Näiden tehtävien välille he muodostivat erotuspistemäärän vähentämällä samansisältöisen, mutta hypoteettisesti enemmän toiminnanohjausta sisältävän tehtävän eli kielellisen sujuvuuden tehtävän standardoidusta pistemäärästä vähemmän toiminnanohjausta tarvitsevan testin eli sanavarastotehtävän standardoitu pistemäärä. He havaitsivat, että ADHD pojilla yksilönsisäinen ero näiden tehtävien välillä oli 1.9 keskihajontaa. Tällaista yksilönsisäistä eroa ei löytynyt sanavarastotehtävän ja Bostonin nimeämistestin välillä, vaikka myös Bostonin nimeämistehtävä mittaa kielellistä kyvykkyyttä (Kaplan, Goodglass, Weintraub & Segal, 1997). Sanavarastotestin ja nimeämistestin yhteneväiset tulokset siis osoittivat, että ADHD pojilla ei ollut puutteita kielellisissä taidoissa. Tutkimusryhmä piti näin ollen heikkoa suoriutumista kielellisen sujuvuuden testissä toiminnanohjauksen puutteen indikaattorina.

Myöhemmissä artikkeleissaan on Denckla (1996b, 2002, 2005) tuonut esille myös vaihtoehtoisen tavan suorittaa kontrollointi sekä muita mahdollisia testipareja, muilla kognitiivisilla osa-alueilla. Vaihtoehtoiseksi kontrollointitavaksi Denckla (1996b) ehdotti regressioanalyysia, jolloin muodostettaisiin matemaattinen malli kuvaamaan kahden testin välistä riippuvuutta. Tässä tapauksessa toiminnanohjauksellisesti vaativampi testi toimisi selitettävänä muuttujana ja yksinkertaisempi testi selittäjänä. Analyysin jäännöksiä pidettäisiin siten puhtaamman toiminnanohjauksen indikaattoreina.

Visuospatiaalisen informaation prosessoinnin mittaamisen helpottamiseksi Denckla (1996b, 2002) ehdotti havaitsemis- ja mieleenpalauttamisen ongelmien sulkeamista pois toiminnanohjauksen testistä. Hän ehdotti vähennettäväksi Visual Motor Integration testin, joka on yksinkertainen visumotorisen tuottamisen testi (VMI; Beery, 1989), tuloksen Reyn monimutkaisen kuvion tehtävästä. Reyn monimutkaisen kuvion tehtävässä tutkittava kopioi monimutkaisen ja runsaasti yksityiskohtia sisältävän geometrisen kuvion. Tehtävä edellyttää toiminnanohjauksen taitojen, kuten organisointiky-

vyn ja inhibition lisäksi, myös havaitsemis- ja mieleen palauttamisen taitoja (Osterrieth, 1944; Rey, 1941). Työmuistin prosessoinnin kontrolloimiseksi Denckla taas (2005) ehdotti numerosarjat testin sisällä tehtävää erotuspistemäärää. Numerosarjat tehtävä on Wechslerin älykkyystestin osatehtävä, jossa henkilö toistaa numerosarjoja sekä eteenpäin että taaksepäin. Testi mittaa lyhytkestoista kielellistä muistia ja keskittymiskykyä sekä muistiaineksen käsittelyä (Wechsler, 1999). Vähentämällä numerosarjat taaksepäin osiosta numerosarjat eteenpäin osion, voisi erottaa hänen mukaansa prosessoivan ja hetkellisesti varastoivan työmuistin osat.

Dencklan esittelemää mahdollisuutta toiminnanohjauksen testien toimivuuden parantamiseksi ei ole hänen tutkimusryhmänsä pilottitutkimusta lukuun ottamatta testattu laajemmin (Denckla, 2005). Toimivien mittareiden kehittäminen toiminnanohjaukseen mittaamaan olisi kuitenkin ensiarvoisen tärkeää toiminnanohjauksen arvioinnin ollessa olennainen osa nykyistä neurologista arviointia. Tämän tutkimuksen päätavoitteena oli tutkia jäännösten ja erotuspistemäärien toimivuutta arvioinnin lähtökohtana. Viidestä erilaisesta toiminnanohjauksen mittarista kontrolloitiin perustason kognitiiviset prosessit pois kahdella vaihtoehtoisella tavalla (regressioanalyysillä sekä vähentämällä standardoidut pistemäärät toisistaan) ja tutkittiin, ovatko niiden antamat pistemäärät yhdenmukaisempia keskenään ja referenssimittariksi valitun WCST:n kanssa kuin testien suorat pistemäärät. Oletuksena oli, että kontrolloinnin jälkeen pistemäärät mittaisivat samaa asiaa ja olisivat siksi yhdenmukaisempia.

MENETELMÄT

Aineisto

Tutkimus toteutettiin osana Niilo Mäki Instituutin ja Kehitysvammaliiton toteuttamaa hanketta ”Laaja-alaisiin oppimisvaikeuksiin liittyvän syrjäytymisen ehkäisy”. Hankkeen tarkoituksena on selventää kuvaa laaja-alaisista oppimisvaikeuksista sekä kehittää entistä parempia tukimuotoja henkilöille, joilla on laaja-alaisia oppimisvaikeuksia.

Hanke aloitettiin syksyllä 2004, jolloin aineiston keräämiseksi tutkittiin kahdeksassa eri Jyvässeudun koulussa yhteensä 124 peruskoulun kahdeksatta luokkaa käyvää oppilasta. Koeryhmään eli ryhmään, jossa ajateltiin olevan laaja-alaisia oppimisvaikeuksia, kuului 71 oppilasta. Heistä poikia oli 55 %.

Koeryhmään valittiin ensin kussakin koulussa seitsemännen luokan keväällä lukuaineiden keskiarvon perustella arvioitu luokan heikoin 10 % sekä lisäksi ne oppilaat, joilla oli virallinen opetuksen yksilöllistämispäätös vähintään kahdessa oppiaineessa. Lisäksi ryhmään kuuluivat ne oppilaat, joilla opetus oli yksilöllistetty kaikissa aineissa. Koska poikien osuus ryhmässä oli huomattavasti suurempi, tasoitettiin sukupuolijakaumaa lisäämällä tyttöjen määrää ryhmässä niin, että saavutettiin myös tyttöjen kohdalla täysi 10 %. Jokaiselle koeryhmäläiselle valittiin verrokki, joka oli aakkosjärjestyksessä seuraavana oleva samaa sukupuolta ja samalla luokalla oleva oppilas kuin koehenkilö. Tähän ryhmään kuului yhteensä 53 oppilasta ja heistä poikien osuus oli 68 %.

Koulujen erityisopettajat lähettivät valituille oppilaille ja heidän vanhemmilleen tutkimuslupapyyntöt ja välittivät tutkimukseen suostuneiden oppilaiden tiedot tutkijoille. Koeryhmässä heikoimman kymmenen prosentin ryhmästä tutkimussuostumuksensa antoi 44 % oppilaista, vähintään kahdessa aineessa opetuksen yksilöllistämispäätöksen saaneista 79 % osallistui ja kokonaan yksilöllistettyä opetusta saavista osallistui 100 %. Verrokkiryhmään valituista oppilaista tutkimukseen suostui 44 %. Katoanalyysi voitiin salassapitovelvollisuuksien vuoksi toteuttaa vain tiedettyjen kouluarvosanojen perusteella. Seitsemännen luokan todistuksien keskiarvojen perusteella, ryhmittäin tarkasteltuna, poisjääneiden lukuaineiden keskiarvo ei poikennut tutkituista [heikoin 10 % ryhmä $t(90) = 1,07$, $p = .289$, opetuksen yksilöllistämispäätös vähintään kahdessa oppiaineessa $t(17) = -.106$, $p = .917$ ja verrokkiryhmä $t(103) = .336$, $p = .903$].

Tässä osatutkimuksessa koeryhmän alaryhmiin (heikoin 10 %, opetuksen yksilöllistämispäätös vähintään kahdessa aineessa, kokonaan yksilöllistetty opetus) kuuluneita oppilaita sekä verrokkiryhmää tutkittiin yhtenä ryhmänä. Tässä aineistossa tutkituista poikia oli 75 ja tyttöjä oli 49 ja heidän keski-ikänsä oli 14,4 vuotta (keskihajonta 5,1 kuukautta). Wechslerin älykkyystestillä mitattuna tutkittavien keskimääräinen älykkyysosamäärä oli 86 (keskihajonta 17).

Oppilaat arvioitiin yksilötutkimuksella syksyllä 2004 laajalla kognitiivisten ja neuropsykologisten testien patteristolla. Tutkimus kesti jokaisen oppilaan kohdalla koulupäivän ajan, taukoineen noin kuusi tuntia. Tässä tutkimuksessa arvioitiin oppilaiden suorituksia kuuden eri toiminnanohjauksen mittarin kohdalta.

Mittarit

WCST (Wisconsin Card Sorting Test; Grant & Berg, 1948) on kognitiivisen strategian joustavuutta sekä inhibitiokykyä mittaava testi (Gioia, Isquith & Guy, 2001). Tehtävässä oppilas luokitteli 128 vastauskorttia neljän eri avainkortin viereen eri kriteereiden mukaisesti. Kriteereitä olivat kortin kuvioden väri, niiden muoto ja niiden lukumäärä. Luokittelukriteerit vaihtuivat kymmenen kortin väliajoin, mutta vaihtumista ei kerrottu oppilaalle etukäteen, vaan hänen oli oivallettava uusi strategia tutkijan oikein/väärin palautteen perusteella. Testi keskeytettiin kun oppilas oli saavuttanut kuusi kategoriaa (väri, muoto, lukumäärä, väri, muoto, lukumäärä) tai käyttänyt kaikki 128 korttia. WCST on yleisesti luokiteltu toiminnanohjauksen perusmittariksi (esim. Pennington & Ozonoff, 1996; Powell & Kytjä, 2004; Reader, Harris, Schuerholz & Denckla, 1994) ja tässä tutkimuksessa testiä käytettiin referenssimittarina muille toiminnanohjauksen testeille. Tutkimuksessa muuttujana käytettiin perseveratiivisia virheitä. Tämän muuttujan kohdalla puuttuvia tietoja aineistossa oli 12.

Stroop (Stroop Test; Stroop, 1935; Jensen & Rohwer, 1966) Tehtävä edellyttää kognitiivista joustavuutta, valikoivaa tarkkaavaisuutta ja toiminnan inhibitiota (Denckla, 1994). Testissä oli kolme taulua, joista ensimmäisessä oli mustalla painettuja värien nimiä, jotka oppilas luki mahdollisimman nopeasti. Toisesta taulusta oppilas nimesi musteen värin väritäplästä. Kolmannesta taulusta oppilas nimesi musteen värin, jolla värisana oli kirjoitettu, riippumatta siitä mikä väri sanassa luki (esimerkiksi kun sana sininen oli painettu punaisella, oppilas nimesi punaisen). Kolmannen taulun on ajateltu var-

sinaisesti mittaavan toiminnanohjausta, sillä siinä täytyy pystyä ehkäisemään kilpaileva vastausmahdollisuus (Denckla, 1996b). Tutkimuksessa toiminnanohjauksen taitoja arvioitiinkin kolmannen taulun tuloksen pohjalta. Puuttuvia tietoja tämän tehtävän kohdalla oli 3. Toiminnanohjauksesta kontrolloitiin värien nimeämisnopeus poistamalla toisen taulun pistemäärän osuus kolmannen taulun pistemäärästä. Toisen taulun kohdalla puuttuvia tietoja aineistossa oli 4.

Trail Making Test (Reitan & Wolfson, 1992). Testi sisältää A ja B osatehtävät, joista osatehtävä A mittaa lukujonotietoutta ja etenemisnopeutta lukujonossa, osatehtävä B mittaa varsinaista toiminnanohjausta eli kykyä pysyä tehtävässä ja joustavasti vaihtaa toimintaa kategoriasta toiseen (Gioia ym., 2001; Lehto, Juujärvi, Kooistra & Pulkkinen, 2003; Pennington & Ozonoff, 1996). Lisäksi molemmissa osioissa vaaditaan myös visuaalista hahmottamista ja motorista toimintaa (Davison, 1974). Osatehtävässä A oppilas yhdisti mahdollisimman nopeasti paperilla satunnaisessa järjestyksissä olevia numeroita toisiinsa suuruusjärjestyksessä (numerot 1 – 25). Osatehtävässä B oppilas yhdisti mahdollisimman nopeasti numeroita ja kirjaimia toisiinsa järjestyksessä vuorotellen mennen kirjaimesta numeroon ja takaisin (A,1,B,2,C,3...). Tutkimusta varten tehtiin myös osatehtävä C eli aakkosversio, jossa tehtävänä oli yhdistää satunnaisessa järjestyksessä olevia kirjaimia toisiinsa aakkosjärjestyksessä. Tehtävä tehtiin muokkaamalla osatehtävää A ottamalla siitä käännetty peilikuva ja korvaamalla numeroärsykkeet aakkosilla. Tämä osio mittasi visuaalisen hahmottamisen ja motorisen toiminnan lisäksi etenemisnopeutta aakkosarjassa (Närhi, Räsänen, Metsäpelto & Ahonen, 1997). Tutkimuksessa kontrolloitiin A ja C osioissa vaadittavia perustason kognitiivisia taitoja poistamalla niiden osioiden keskiarvo osion B tuloksesta. Osioissa A ja C oli kummasakin 1 puuttuva tieto. Osiossa B puuttuvia tietoja ei ollut.

NEPSY: Kielellinen sujuvuus (Lasten neurologinen arviointi; Korkman, Kirk & Kemp, 1997). Kielellisen sujuvuuden testit ovat yleisessä käytössä toiminnanohjauksen mittaamisessa, koska ne ovat aikarajoitteisia, vaativat tutkittavalta kykyä pitäytyä säännöissä ja rajoitteissa, kykyä välttää toistoa sekä itseohjautuvuutta. Lisäksi kielellisen sujuvuuden testit vaativat tehokkuutta muistista etsimiseen sekä nopeaa reagointia aikarajoituksen vuoksi (Lezak, 1996; Denckla, 1996b). Tässä tutkimuksessa käytettiin NEPSY:n osatestiä kielellinen sujuvuus. Testissä oppilaan täytyi tuottaa mahdollisimman nopeasti tietyllä kirjaimella alkavia sanoja. Aikaa kutakin sisältöluokkaa kohden

oli 60 sekuntia ja kategorioita olivat s-kirjaimella alkavat sanat ja k-kirjaimella alkavat sanat. Pisteitä oppilas sai kaikista uusista sisältöluokkaan kuuluvista sanoista. Tulokset laskettiin suoritusten keskiarvo. Puuttuvia tietoja tehtävässä oli 2.

WISC-III: Sanavarasto osatehtävä (Wechsler Intelligence Scale for Children; Wechsler, 1999). Tehtävä mittaa sanatietoutta ja vastauksessa näkyy kyky määrittellä ja käyttää sanoja (Wechsler, 1999). Tehtävässä oppilaalle esitettiin sanoja ja hänen tuli määrittää mitä ne tarkoittavat. Sanavaraston laajuus vaikuttaa myös kielellisen sujuvuuden tehtävässä selviytymiseen (Reader ym., 1994). Tutkimuksessa kielellisen sujuvuuden testin tuloksesta kontrolloitiin sanavarastotehtävän raakapistemäärä, jolloin ajateltiin tulevan näkyviin sujuvuuden eli kyvyn valita tarkoituksenmukainen toimintatapa ja joustavasti kategorian sisällä etsiä erityyppisiä sanoja (Reader ym., 1994; Gioia ym., 2001). Puuttuvia tietoja ei ollut.

Rey-Osterrieth Complex Figure (Rey, 1941; Osterrieth, 1944) eli Reyn monimutkainen kuvio. Testi mahdollistaa moninaisten kognitiivisten prosessien, kuten suunnittelu- ja organisointitaitojen, määrittelyn (Gioia ym., 2001). Tehtävässä oppilasta pyydettiin kopioimaan monimutkainen geometrinen kuvio. Tärkeää tehtävässä oli hahmottaa mitä elementtejä kuvassa on ja miten ne on sijoitettu toisiinsa nähden. Värillisten kynien käyttö sarjassa (tutkijan ohjaamana 30 sekuntia kutakin kynää) auttoi rekonstruoimaan oppilaan käyttämän tyylin. Pisteitysjärjestelmänä tehtävässä käytettiin Taylorin Scoring System järjestelmää, jolloin oppilas sai sitä enemmän pisteitä mitä paremmin kuvion yksityiskohdat oli sijoitettu oikeaan kohtaan ja oikeassa suhteessa kokonaiskuvioon (Denckla, 1994; Lezak, 1996). Puuttuvia tietoja tässä tehtävässä oli 1.

VMI (Test of Visual Motor Integration; Beery, 1989). Tehtävä mittaa visuomotorisia taitoja. Tehtävässä oppilas piirsi yksitellen geometrisia kuvioita mallikorteista. Tässä tehtävässä ei ollut aikarajoitusta. Tutkimuksessa visuomotoristen taitojen osuus kontrolloitiin toiminnanohjauksesta poistamalla VMI:n tulos Reyn monimutkaisen kuvion pistemäärästä. Puuttuvia tietoja oli 1 kpl.

WISC-III: Numerosarjat osatehtävä (Wechsler Intelligence Scale for Children; Wechsler, 1999). Työmuistin osuutta toiminnanohjauksesta mittaamaan tässä tutkimuksessa käytettiin numerosarjat osatehtävää. Testi mittaa lyhytkestoista kielellistä muistia

ja keskittymiskykyä sekä muistiaineksen prosessointia (Wechsler, 1999; Gioia ym., 2001, Willcutt, 2005). Numerosarjat osatesti on kaksiosainen: numerosarjat eteenpäin ja numerosarjat taaksepäin. Osatestin osat mittaavat muistia hieman eri tavalla. Numerosarjat eteenpäin -tehtävässä tutkija luetteli ääneen numeroita alkaen kahden numeron sarjasta ja enimmillään yhdeksän numeron sarjaan. Oppilas painoi numerosarjan mieleensä ja toisti sen välittömästi tutkijan jälkeen. Numerosarjat taaksepäin -tehtävässä aines on pidettävä mielessä kauemmin ja sitä on pystyttävä käsittelemään, sillä numerosarja oli toistettava päinvastaisessa järjestyksessä kuin tutkija oli sen luetellut. Kummasakin osiossa oppilas sai pisteen jokaisesta oikein muistetusta sarjasta ja kokonaispistemäärä muodostui pisteiden kokonaissummasta osion sisällä. Tehtävä keskeytettiin kun oppilas oli tehnyt virheen kahdessa peräkkäisessä samanmittaisessa sarjassa. Tutkimuksessa varsinaista toiminnanohjausta mitattiin numerosarjat taaksepäin osatestin avulla. Lisäksi työmuistin hetkellisen varastoinnin osuus pyrittiin kontrolloimaan prosessoinnista poistamalla numerosarjat eteenpäin osion tulos numerosarjat taaksepäin osion tuloksesta. Kummassakaan osiossa ei ollut puuttuvia tietoja.

Tutkimuksessa käytetyt tehtäväparit on esitelty Taulukossa 1.

Taulukko 1. Analyyseissa käytetyt tehtäväparit.

Stroop 3. taulu	- Stroop 2. taulu
Trail Making osio B	- Trail Making osioiden A ja C keskiarvo
NEPSY, Kielellinen sujuvuus	- WISC-III sanavarasto osatehtävä
WISC-III, numerosarjat taaksepäin	- WISC-III numerosarjat eteenpäin
Reyn monimutkainen kuvio	- VMI (Test of Visual Motor Integration)

Aineiston analysointi

Tutkimuksen kaikki analyysit suoritettiin SPSS for Windows 11.0 -ohjelmalla. Ennen analysointia jokaisen käytetyn testin raakapistemäärät standardoitiin (keskiarvo = 0, keskihajonta = 1), jolloin pistemääriä voitiin vertailla keskenään. Positiiviset z -piste-

määrät merkitsivät keskiarvoa parempia suorituksia ja negatiiviset pistemäärät keskiarvoa heikompia suorituksia. Tutkimuksessa normaalijakauman mukaisia muuttujia olivat ainoastaan kielellisen sujuvuuden tehtävän muuttujat ja sanavarastotehtävän muuttujat. WCST:n perseveratiiviset virheet muuttujalle sekä Stroopin ja Trail Making tehtävien aika muuttujille tehtiin logaritmimuunnos ennen analysointia. Numerosarjat tehtävässä, Reyn monimutkaisen kuvion testissä ja VMI testissä oli taas yksittäisiä jakauman ulkopuolisia havaintoja, jolloin yli kolmen keskihajonnan päässä olevat havainnot siirrettiin jakauman jatkoksi.

Tutkimuksessa käytettiin kahta erilaista tapaa poistaa yksinkertaisemman testin tulos monimutkaisemman testin tuloksesta. Ensin kontrollointi tehtiin lineaarisen regressioanalyysin avulla, jonka tuloksena saatiin standardoidut jäännökset. Kontrollointi tehtiin myös vähentämällä kognitiivisesti monimutkaisemman testin standardoidusta pistemäärästä kognitiivisesti yksinkertaisemman testin standardoitu pistemäärä. Sekä jäännösten että erotuspistemäärien keskinäisiä korrelaatioita tutkittiin käyttäen apuna Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerrointa.

Jäännösten ja erotuspistemäärien yhdenmukaisuutta tutkittiin myös suhteessa WCST:iin, jota pidettiin tässä tutkimuksessa referenssimittarina. Lopuksi testattiin, että ovatko suorien testien ja WCST:n väliset korrelaatiokertoimet yhtäsuuria kuin tehtäväparien ja WCST:n väliset korrelaatiokertoimet. Korrelaatiokertoimien yhtäsuuruuksia testattiin seuraavan kaavan avulla (McNemar, 1969):

$$t = \frac{(r_{12} - r_{13})\sqrt{(N-3)(1+r_{23})}}{\sqrt{2(1-r_{12}^2-r_{13}^2-r_{23}^2+2r_{12}r_{13}r_{23})}}$$

jossa r_{12} = WCST:n ja toisen toiminnanohjausta mittaavan testin välinen korrelaatio, r_{13} = WCST:n ja jäännöksen/erotuspistemäärän välinen korrelaatio ja r_{23} = toiminnanohjauksen testin (standardoidun raakapistemäärän) ja jäännöksen/erotuspistemäärän välinen korrelaatio.

TULOKSET

Toiminnanohjauksen testien pistemäärien keskiarvot, keskihajonnat ja vaihteluvälit on esitetty Taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Tehtäväpareissa käytettyjen testien pistemäärien keskiarvot (ka), keskihajonnat (kh) ja vaihteluvälit.

	ka	kh	vaihteluväli
WCST (Wisconsin Card Sorting)			
Perseveratiiviset virheet	17,6	14,2	0-72
STROOP			
Taulu 2, aika sekuntia	88,0	18,0	58-154
Taulu 3, aika sekuntia	143,6	32,8	83-250
TRAIL MAKING			
Osioiden A ja C ka, aika sekuntia	44,8	18,9	20-167
Osio B, aika sekuntia	103,5	44,9	54-344
NEPSY, KIELELLINEN SUJUVUUS			
s ja k-kirjaimella alkavien sanojen ka	11,4	4,3	4-24
WISC-III, SANAVARASTO			
	34,2	9,7	8-60
WISC-III, NUMEROSARJAT			
Numerosarjat eteenpäin	7,4	1,7	4-13
Numerosarjat taaksepäin	5,4	1,7	2-11
REY:N MONIMUTKAINEN KUVIO, kopio			
	28,3	5,6	8-36
VMI (Test of Visual Motor Integration)			
	23,2	2,9	13-27

Verrattaessa mittareiden pistemääriä keskenään, havaittiin, että kaikkien muiden testien keskinäiset korrelaatiot olivat tilastollisesti merkitseviä ($p < .05$), paitsi Reyn testin ja kielellisen sujuvuuden välinen korrelaatio. WCST:n (Wisconsin Card Sorting Test; Grant & Berg, 1948) tuloksen kanssa korreloi sen sijaan tilastollisesti merkitsevästi ainoastaan Trail Making testi ja WISC-III numerosarjat tehtävä. Trail Making testi ja numerosarjat tehtävä olivat myös ainoita testejä, jotka korreloivat kaikkien muiden testien sekä referenssimittarin kanssa tilastollisesti merkitsevästi. Muut tutkimuksessa käytetyt testit ja referenssimittari eivät siis mitanneet analyysin perusteella samaa asiaa. Analyysin tulokset on esitelty Taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Toiminnanohjausta mittaavien testien keskinäiset korrelaatiot.

	1	2	3	4	5	6
1 WCST, perseveraatiovirheet	-	.08	.37**	.18	.19*	.16
2 Stroop Test, 3. taulu		-	.29**	.37**	.30**	.22*
3 Trail Making, osio B			-	.38**	.34**	.36**
4 Kielellinen sujuvuus				-	.29**	.10
5 Numerosarjat taaksepäin					-	.33**
6 Rey, kopio						-

HUOM. WCST = Wisconsin Card Sorting Test; Kielellinen sujuvuus = NEPSY:n kielellinen sujuvuus osatesti; Numerosarjat = WISC-III:n osatehtävä numerosarjat; Rey = Rey-Osterrieth Complex Figure. * $p < .05$. ** $p < .01$.

Tämän jälkeen toiminnanohjauksen mittareista ja kontrollitehtävistä muodostettiin tehtäväpareja lineaarisen regressioanalyysin avulla. Analyysissa toiminnanohjauksellisesti haastavampi tehtävä oli selitettävänä muuttujana ja yksinkertaisempi tehtävä selittäjänä. Standardoitujen jäännösten yhdenmukaisuutta tutkittaessa havaittiin, että ne eivät korreloineet keskenään tilastollisesti merkitsevästi ja referenssimittarin kanssa korreloi tilastollisesti merkitsevästi ainoastaan Stroopin osioista muodostettu jäännös. Jäännösten keskinäiset korrelaatiot sekä jäännösten ja WCST:n väliset korrelaatiot on esitetty Taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Regressioanalyysillä muodostettujen jäännösmuuttujien keskinäiset korrelaatiot sekä jäännösmuuttujien ja WCST:n väliset korrelaatiot.

	1	2	3	4	5	6
1 WCST, perseveraatiovirheet	-	.02	.27**	.07	.16	-.04
2 Stroop jäännösmuuttuja		-	.12	.07	.04	.03
3 Trail Making jäännösmuuttuja			-	-.07	.14	.11
4 Sujuvuus - sanavarasto jäännösmuuttuja				-	.05	-.02
5 Numerosarjat jäännösmuuttuja					-	.17
6 Rey - VMI jäännösmuuttuja						-

HUOM. WCST = Wisconsin Card Sorting Test; Stroop jäännösmuuttuja = Stroop Test 3. taulu - 2. taulu; Trail Making jäännösmuuttuja = Trail Making osio B - osioiden A ja C ka; Sujuvuus - Sanavarasto jäännösmuuttuja = NEPSY:n kielellinen sujuvuus osatesti - WISC-III:n sanavarasto osatesti; Numerosarjat jäännösmuuttuja = WISC-III:n osatehtävä numerosarjat taaksepäin - numerosarjat eteenpäin; Rey - VMI jäännösmuuttuja = Rey-Osterrieth Complex Figure - Test of Visual Motor Integration. *p < .05. **p < .01.

Perustason kognitiivisten taitojen osuus kontrolloitiin haastavammasta toiminnanohjauksen tehtävästä myös niin, että toisen z-asteikolle muunnetun testin tulos vähennettiin toisesta z-asteikolle muunnetusta testituloksesta. Vähentämällä laskettujen toiminnanohjauksen erotuspistemäärien keskinäiset korrelaatiot on esitetty Taulukossa 5. Myöskään näin mitattuna testien keskinäiset korrelaatiot eivät olleet yleisesti ottaen tilastollisesti merkitseviä, sillä ainoastaan Stroop testin erotuspistemäärä korreloi tilastollisesti merkitsevästi numerosarjat testin erotuspistemäärän kanssa. Erotuspistemäärillä mitattuna, kuten jäännöksillään mitattuna, testien yhdenmukaisuus referenssimittarin kanssa oli heikkoa, sillä ainoastaan Reyn monimutkaisen kuvion ja VMI testien erotuksesta muodostettu pistemäärä korreloi merkitsevästi WCST:n kanssa.

Analyysien perusteella kaikki tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot olivat verrattain alhaisia ($r < .4$) sekä suoraan että kontrollitehtävillä mitattaessa. Lisäksi testien yhdenmukaisuus referenssimittarin kanssa oli heikkoa sekä suoraan että jäännöksillä tai erotuspistemäärillä mitattuna.

TAULUKKO 5. Vähentämällä muodostettujen erotuspistemäärien keskinäiset korrelaatiot sekä erotuspistemäärien ja WCST:n väliset korrelaatiot.

	1	2	3	4	5	6
1 WCST, perseveraatiovirheet	-	-.02	.16	-.05	.08	-.20*
2 Stroop erotuspistemäärä		-	.08	-.12	-.19*	-.07
3 Trail Making erotuspistemäärä			-	-.14	-.01	-.01
4 Sujuvuus - sanavarasto erotuspistemäärä				-	-.04	-.01
5 Numerosarjat erotuspistemäärä					-	.07
6 Rey - VMI erotuspistemäärä						-

HUOM. WCST = Wisconsin Card Sorting Test; Stroop erotuspistemäärä = Stroop 3. taulu - 2. taulu; Trail Making erotuspistemäärä = Trail Making osio B - osioiden A ja C ka; Sujuvuus - Sanavarasto = NEPSY:n kielellinen sujuvuus osatesti - WISC-III:n sanavarasto osatesti; Numerosarjat erotuspistemäärä = WISC-III:n osatehtävä numerosarjat taaksepäin - numerosarjat eteenpäin; Rey - VMI erotuspistemäärä = Rey-Osterrieth Complex Figure - Test of Visual Motor Integration. *p < .05. **p < .01.

Tutkimuksen kokoavassa analyysissä tutkittiin suorien testien ja WCST:n välisten korrelaatiokertoimien yhtäsuuruuksia verrattuna jäännösten tai erotuspistemäärien ja WCST:n välisiin korrelaatiokertoimiin. Korrelaatiokertoimien vertailu on esitetty Taulukossa 6. Molemmilla laskentatavoilla kielellisen sujuvuuden tehtävä korreloi tilastollisesti merkitsevästi enemmän referenssimittarin kanssa kuin kielellisen sujuvuuden ja sanavarasto tehtävien välinen jäännös tai erotuspistemäärä korreloi. Vähentämällä laskettuna myös Trail Makingin ja WCST:n välinen korrelaatiokerroin oli tilastollisesti merkitsevästi erisuuri kuin Trail Makingin erotuspistemäärän ja WCST:n välinen korrelaatio. Näillä tuloksilla ei ollut kuitenkaan tulkinnallisesti merkitystä, sillä testien väliset korrelaatiot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (ks. Taulukot 3 ja 4).

Tilastollisesti merkitsevä ero molemmilla laskentatavoilla korrelaatiokertoimien suuruuksissa oli myös WCST:n ja Reyn välisessä korrelaatiossa verrattuna Reyn ja VMI:n jäännöksen tai erotuspistemäärän sekä WCST:n väliseen korrelaation. Vähentämällä laskettaessa Reyn ja WCST:n välinen korrelaatio oli tilastollisesti merkit-

sevä (ks. taulukko 5), kun taas regressioanalyysillä muodostettuna se ei ollut (ks. taulukko 4). Tutkimuksen päätuloksena voidaankin todeta, että ainoastaan Reyn sekä VMI:n erotuspistemäärän ja WCST:n välinen korrelaatiokerroin oli tilastollisesti merkitsevästi erisuuri kuin minkään muun testin ja WCST:n välinen korrelaatiokerroin.

TAULUKKO 6. Suorien testien ja WCST:n välisten korrelaatiokertoimien yhtäsuuruudet suhteessa tehtäväparien ja WCST:n välisiin korrelaatiokertoimiin

	Regressioanalyysillä muodostettu jäännösmuuttuja		Vähentämällä muodostettu erotuspistemäärä	
	WCST t(df)	p-arvo (yksisuunt.)	WCST t(df)	p-arvo (yksisuunt.)
Stroop	,81(109)	.21	,88(109)	.19
Trail Making	1,39(111)	.08	2,04(111)	.02
Kielellinen sujuvuus	2,09(110)	.02	2,43(110)	.01
Numerosarjat	,74(111)	.23	1,23(111)	.11
Rey	3,90(110)	.00	3,93 (110)	.00

HUOM. WCST = Wisconsin Card Sorting Test; Kielellinen sujuvuus = NEPSY:n kielellinen sujuvuus osatesti; Numerosarjat = WISC-III:n numerosarjat osatesti; Rey = Rey-Osterrieth Complex Figure.

POHDINTA

Tässä tutkimuksessa tutkittiin Dencklan (1996a, 1996b, 2002, 2005) esittämää hypoteesia siitä, että kontrollitehtävien käyttö toiminnanohjauksen arvioinnin yhteydessä erotaisi perustason kognitiiviset toiminnot toiminnanohjauksesta ja kontrolloinnin jälkeen testit mittaisivat paremmin samaa asiaa. Toiminnanohjauksen eri osa-alueita mittaavina testeinä tutkimuksessa käytettiin Stroop testiä (Stroop, 1935; Jensen & Rohwer, 1966), NEPSY:n kielellisen sujuvuuden tehtävää (Korkman, Kirk & Kemp, 1997), Wechlerin älykkyystestin numerosarjat osatehtävää (Wechsler, 1999), Reyn monimutkaisen kuvion testiä (Rey, 1941; Osterrieth, 1944) sekä Trail Making testiä (Reitan & Wolfson, 1992). Kunkin mittarin kohdalla erotettiin siinä vaadittavat perustason kognitiiviset taidot toiminnanohjauksesta muodostamalla testeistä tehtäväpareja kahdella vaihtoehdoisella tavalla. Ensin lineaarisen regressioanalyysin avulla, jolloin samansisältöinen, mutta toiminnanohjauksellisesti haastavampi tehtävä oli analyysissa selitettävänä muuttujana ja perustason kognitiivisia taitoja mittaava testi selittäjänä. Analyysin avulla saatuja jäännöksiä pidettiin toiminnanohjauksen indikaattoreina. Kontrollointi tehtiin myös vähentämällä toiminnanohjauksellisesti haastavamman testin standardoidusta pistemäärästä perustason kognitiivisen testin standardoitu pistemäärä. Näin saatujen erotuspistemäärien oletettiin myös osoittavan tehtävässä vaadittavia toiminnanohjauksen taitoja. Tutkimuksessa arvioitiin jäännösten ja erotuspistemäärien yhdenmukaisuutta keskenään ja referenssimittarina pidetyn Wisconsin Card Sorting testin kanssa (WCST; Grant & Berg, 1948) sekä verrattiin suorien testien ja WCST:n välisten korrelaatiokertoimien suuruuksia tehtäväparien ja WCST:n välisten korrelaatiokertoimien suuruuteen.

Lähes kaikki testit korreloivat keskenään tilastollisesti merkitsevästi suoraan mitattuna. Ainoastaan Reyn monimutkaisen kuvion testin ja kielellisen sujuvuuden tehtävän välinen korrelaatio ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Referenssimittarin kanssa tilastollisesti merkitsevästi korreloi sen sijaan vain Trail Making testi ja numerosarjat tehtävä. Jäännöksillä laskettaessa tehtäväparien keskinäinen korrelaatio oli heikkoa ja WCST:n kanssa korreloi merkitsevästi ainoastaan Trail Making testistä muodostettu jäännös. Tulos oli hyvin samansuuntainen molemmilla kontrollointitavoilla, sillä vähentämällä laskettaessa ainoastaan Reyn ja VMI:n (Test of Visual Motor Integration, Beery, 1989) välinen erotuspistemäärä korreloi tilastollisesti merkitsevästi WCST:n kanssa. Lisäksi myös erotuspistemäärien keskinäinen korrelaatio oli heikkoa. Huomat-

tavaa oli myös se, että referenssimittarin kanssa korreloivat heikosti sekä suorat testit että tehtäväparit.

Korrelaatiokertoimien yhtäsuuruuksia verrattaessa havaittiin molemmilla laskentatavoilla, että WCST:n ja Reyn tehtävän välinen korrelaatiokerroin oli merkittävästi erisuuri kuin Rey:sta ja VMI:sta muodostetun jäännöksen tai erotuspistemäärän ja WCST:n välinen korrelaation. Myös muutamien muiden tehtävien kohdalla korrelaatiokerroin oli tilastollisesti erisuuri kuin suoraan mitattuna, mutta näillä tuloksilla ei ollut tulkinnallisesti merkitystä, sillä testien väliset korrelaatiot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Tutkimuksen päätuloksena voidaankin todeta, että Reyn ja WCST:n välinen korrelaatiokerroin oli ainoa, jossa kontrollitehtävän käyttö muutti korrelaatiokerrointa tilastollisesti merkittävästi. Toisin sanoen kun Reyn tehtävän tuloksesta poistettiin VMI:n tulos, joka puhtaasti visuomotorisia taitoja arvioida tehtävä, mittasivat Rey ja WCST paremmin samaa asiaa. Tutkimuksen perusteella ei voida varmasti nimittää näiden tehtävien yhteistä tekijää, mutta toiminnanohjauksen teorian pohjalta näiden tehtävien voisi olettaa mittaavan samaa toiminnanohjauksen osa-alueita. Toiminnanohjauksellisesti molempien tehtävien on ajateltu vaativan erityisesti organisointikykyä ja inhibitiota (Grant & Berg, 1948; Osterrieth, 1944; Rey, 1941; Gioia ym., 2001).

Tutkimuksen tulokset eivät tukeneet Dencklan (1996a, 1996b) hypoteesia siitä, että kontrolloinnin jälkeen testit mittasivat paremmin samaa asiaa. Samansuuntainen tulos saatiin molemmilla kontrollointitavoilla. Koska testien tulokset suoraan verrattuna olivat yhdenmukaisempia kuin jäännökset tai erotuspistemäärät täytyy olettaa, että jotain oleellista toiminnanohjaukseen kuuluvaa tai mahdollisesti jotain taustalla vaikuttavaa, yleiseen kyvykkyyteen liittyvää, katosi kontrolloinnin yhteydessä. Tulokset taas puolsivat aiempia tuloksia siitä, että toiminnanohjaus sisältää toisiinsa limittyneitä, mutta osittain erillisiä osataitoja (ks. esim. Gioia ym., 2001; Lehto 1996a, 1996b; Pennington & Ozonoff, 1996).

Denckla (1996b) ja hänen tutkimusryhmänsä tutkimusasetelma oli erilainen kuin tämän tutkimuksen asetelma. He kontrolloivat kielelliset vaikeudet tarkkaavaisuuslasten kohdalla ja havaitsivat eron verrattuna sellaisiin lapsiin, joilla ei ollut tarkkaavaisuushäiriötä. He käyttivät siis vain yhtä tehtäväparia eivätkä verranneet eri testeistä saatavien pistemäärien yhdenmukaisuuksia kuten tässä tutkimuksessa. Heidän tuloksensa kuitenkin tuki useiden muiden tutkimusten tuloksia siitä, että tarkkaavaisuushäiriö on yhteydessä toiminnanohjauksen pulmiin (Gioia ym., 2001, 2002; Denckla,

1994; Pennington & Ozonoff, 1996; Willcutt ym., 2005). Saattaakin olla, että Dencklan tutkimusryhmän (1996b) esille saama ryhmäero johtui ainakin osittain juuri tarkkaavaisuushäiriöisillä esiintyvistä selkeämmistä toiminnanohjauksen puutteista.

Tämä tutkimus tuki myös aiempia havaintoja siitä, että pelkästään yhden testin käyttö toiminnanohjauksen arvioinnin mittana voi yleensäkin olla pulmallista. Eri testit näyttäisivät mittaavan toiminnanohjauksen eri osa-alueita, eikä yhden testin tulosta siten välttämättä voi yleistää arkielämään (esim. Denckla, 1994; Reader ym., 1994). Testien ohella voisikin olla aiheellista käyttää esimerkiksi käyttäytymisarvioita ekologisen validiteetin varmistamiseksi (Anderson, 2002).

Joissain aikaisemmissa tutkimuksissa, kuten Lehdon (1996a, 1996b) tutkimuksissa on havaittu tilastollisesti merkitsevä yhdenmukaisuus WCST:n ja työmuistia mittaavien tehtävien välillä. Myös tässä tutkimuksessa tämä näiden tehtävien välinen korrelaatio oli tilastollisesti merkitsevä. Lehdon tutkimukset liittyvät kokeellisen työmuistitutkimukseen, jossa on tutkittu ongelmanratkaisussa tarvittavien osataitojen yhteneväisyyksiä. Toiminnanohjausta voidaankin tarkastella neuropsykologian lisäksi myös kokeellisen kognitiivisen psykologian näkökulmasta. Tällöin lähtökohtana on useimmiten ollut Alan Baddeleyn työmuistimalli (Baddeley, 1992, 2000; Lehto, 1999). Tämän työmuistin tutkimustradition ja neuropsykologisen toiminnanohjaustutkimuksen käsitteistö on hyvin samantyyppistä (Lehto, 1996b, 1999).

Tutkiessaan ongelmanratkaisua työmuistin näkökulmasta Roberts & Pennington (1996) raportoivat, että suorituksessa työmuistiprosessit ovat välttämättömiä yleistämisessä ja oikean vastauksen aikaansaamisessa kun taas inhibitiota vaaditaan väärän kilpailevan vastauksen välttämiseksi (esimerkiksi Stroop testi). He huomasivat työmuistivaateen lisääntymisen tehtävässä vähentävän inhibitiota ja näin ollen lisäävän väärän vastauksen mahdollisuutta. Se, että inhibitiio-ongelmat johtuisivat työmuistin ongelmista, selittäisi hyvin prefrontaalialueiden toimintahäiriöille herkkien tehtävien yhteisiä piirteitä (Luotoniemi, 1999). Enemmän toiminnanohjausta vaativat tehtävät ovat myös enemmän työmuistia kuormittavia niissä esiintyvien sääntöjen ja rajoitusten vuoksi (Denckla, 1996a) ja silloin se samalla Robertsin & Penningtonin (1996) mukaan vähentäisi inhibitiota ja sen vuoksi tehtävien tulokset eivät olisi yhdenmukaisia. Näitä tutkimuksia yhdistävistä tekijöistä onkin tarpeen tehdä lisää tutkimusta toiminnanohjauksen arvioinnin lähtökohtien selvittämiseksi.

Tutkimuksessa on joitakin rajoituksia, jotka täytyy ottaa huomioon tuloksia yleistettäessä. Rajoituksena täytyy todeta toiminnanohjauksen mittaamisen ongel-

mat. Testaus- uudelleentestaus reliabiliteetti on keskeinen ongelma toiminnanohjauksen testeissä. Toiminnanohjauksen testeissä uutuus ja yllätyksellisyys ovat testeihin kuuluvia asioita, eikä esimerkiksi WCST testiä voi tehdä enää toiseen kertaan, niin että se mittaisi toiminnanohjausta (Denckla, 1994). Kaikki tutkimuksessa mukana olleista koe-ryhmään kuuluneista lapsista kävivät erityisopetusta ja monilla oli yksilöllistämispäätös. Näitä asioita varten lapset oli voitu arvioida jo aikaisemminkin joillain tutkimuksessa mukana olleilla testeillä ja se saattoi vaikuttaa lapsen suoriutumiseen.

Lisäksi täytyy pohtia WCST:n hyvyttä referenssimittarina sekä tutkimuksessa käytetyn pisteitystavan pätevyyttä. Testin käyttöä referenssimittarina horjuttaa tulos, jonka mukaan myöskään suoraan mitattaessa testi ei korreloinut vahvasti muiden mittareiden kanssa. Useimmissa tutkimuksissa WCST:n tulosta arvioidaan perseveraatioiden perusteella (mm. Denckla, 1994; Pennington & Ozonoff, 1996) ja niin myös tässä tutkimuksessa. Levin tutkimusryhmineen (1991) kuitenkin raportoi omasta tutkimuksestaan tuloksen, jonka mukaan perseveraatiovirheet vähenivät ikäryhmien 7-8 ja 9-12 välillä ja samalla kategoriset ja käsitteelliset taidot paranivat. Kategorisia ja käsitekykyä mittaavia osioita ei otettu tässä tutkimuksessa huomioon.

Tämän tutkimuksen tärkein ja aikaisemmista tuloksista poikkeava havainto oli se, että Dencklan (1996a, 1996b) esille nostama mahdollisuus kontrollitehtävien käyttämisestä toiminnanohjauksen arvioinnissa ei tämän tutkimuksen perusteella, ainakaan käytettyjen testien osalta, sovellu arvioinnin lähtökohdaksi. Lisäksi tutkimus vahvisti aiempia havaintoja siitä, että toiminnanohjaus koostuu osa-alueista, jolloin yhden testin käyttö toiminnanohjausta arvioitaessa ei kerro koko totuutta toiminnanohjauksen kyvyistä. Toiminnanohjauksen eri osataidoista ainakin työmuistin ja inhibition vuorovaikutuksen ongelmat selittäisivät erotuspistemäärien epäyhteneviä tuloksia. Tulevaisuuden tutkimuksissa olisikin hyvä pyrkiä yhdistämään kokeellisen kognitiivisen psykologian ja neuropsykologian tutkimusten menetelmiä toiminnanohjauksen arvioimiseksi.

LÄHTEET

- Ahonen, T., Aro, T. (1999). Neurokognitiivisen tiedon soveltaminen kehityksen tukemiseen. Teoksessa T. Ahonen & T. Aro (toim.), *Oppimisvaikeudet – kuntoutus ja opetus yksilöllisen kehityksen tukena*, (s. 14-23). Juva: Atena Kustannus Oy.
- Anderson, P. (2002). Assessment and Development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8, 71-82.
- Anderson, V. (1998). Assessing executive functions in children: Biological, psychological, and developmental considerations. *Neuropsychological Rehabilitation*, 8, 319-349.
- Archibald, S. J. & Kerns, K. A. (1999). Identification and description of new tests of executive functioning in children. *Child Neuropsychology*, 5, 115-129.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 5-28.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Beery, W. (1989). *Developmental Test of Visual Motor Integration –revised (VMI)*. Modern Curriculum Press, Cleveland.
- Davison, L. A. (1974). Current status of clinical neuropsychology. Teoksessa R. M. Reitan & L. A. Davison (toim.), *Clinical neuropsychology: current status and applications*, (s. 325-361). Washington, DC: V.H. Winston.
- Denckla, M. B. (1994). Measurement of executive function. Teoksessa G. R. Lyon (toim.), *Frames of reference for the assessment of learning disabilities*, (s. 117-142). Baltimore, MD, U.S.A.: Brookes Publishing.
- Denckla, M. B. (1996a). A theory and model of executive function. A neuropsychological perspective. Teoksessa G. R. Lyon & N. A. Krasnegor (toim.), *Attention, memory and executive function*, (s. 263-278). Baltimore: Brookes.
- Denckla, M. B. (1996b). Research on executive function in a neurodevelopmental context: Application of clinical measures. *Developmental Neuropsychology*, 12, 5-15.
- Denckla, M. B. (2002). The behavior rating inventory of executive function: commentary. *Child Neuropsychology*, 8, 304-306.

- Denckla, M. B. (2005). Executive function. Teoksessa D. Gozal & D. L. Molfese (toim.), *Attention deficit hyperactivity disorder*, (s. 165-183). Totowa: Humana Press Inc.
- Duncan, J., Emslie, H., Williams, P., Johnson, R., & Freer, C. (1996). Intelligence and the frontal lobe: The organization of goal-directed behavior. *Cognitive Psychology*, 30, 257-303.
- Eslinger, P. J. (1996). Conceptualizing, describing, and measuring components of executive function: A summary. Teoksessa G. R. Lyon & N. A. Krasnegor (toim.), *Attention, Memory and Executive Function*, (s. 367-395). Baltimore: Brookes.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K. & Guy, S. C. (2001). Assessment of executive functions in children with neurological impairment. Teoksessa R. J. Simeonsson & S. L. Rosenthal (toim.), *Psychological and developmental assessment: Children with disabilities and chronic conditions*, (s. 317-356). New York: Guilford Press.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Kenworthy, L., & Barton, R. M. (2002). Profiles of everyday executive function in acquired and developmental disorders. *Child Neuropsychology*, 8, 121-137.
- Grant, D. A. & Berg, E. A. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigtype cardsorting problem. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 404-411.
- Gruber, O., & Goschke, T. (2004). Executive control emerging from dynamic interactions between brain systems mediating language, working memory and attentional processes. *Acta Psychologica*, 115, 105-121.
- Jensen, A. R., & Rohwer, W. D. Jr. (1966). The Stroop Color-Word Test: A review. *Acta Psychologica*, 25, 36-93.
- Kaplan, E., Goodglass, H., Weintraub, S., & Segal, O. (1997). *Boston Naming Test*. Waverly Inc. Baltimore.
- Korkman, M., Kirk, U. & Kemp, S. L. (1997). *NEPSY - Lasten neuropsykologinen tutkimus*. Helsinki: Psykologien Kustannus Oy.
- Lehto, J. (1995). Working memory and school achievement in the ninth form. *Educational Psychology*, 15, 271-281.
- Lehto, J. (1996a). *Työmuistin yhteys tekstin tiivistämiseen, ongelmanratkaisuun ja koulumenestykseen*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Lehto, J. (1996b). Are executive function tests dependent on working memory capacity? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 29-50.

- Lehto, J. (1999). Toiminnan ohjauksen kehittyminen, suhde älykkyyteen ja metakognitioon. *Psykologia, 1*, 13-21.
- Lehto, J., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology, 21*, 59-81.
- Levin, H. S., Culhane, K. A., Hartmann, J. Evankovich, K., Mattson, A. J., Harward, H., Ringholz, G. Ewing-Cobbs, L. & Fletcher, J. M. (1991). Developmental changes in performance on test of purported frontal lobe functioning. *Developmental Neuropsychology, 7*, 377-395.
- Lezak, M. (1996). *Neuropsychological assessment*. New York Oxford, Oxford University Press.
- Luotoniemi, A. (1999). Lasten tarkkaavaisuushäiriöt – haaste tutkimukselle ja kuntoutukselle. *NMI-Bulletin, 9*, 9-21.
- McNemar, Q. (1969). *Psychological statistics*, (s. 154-187). Ne: John Wiley and sons, Inc.
- Närhi, V., Räsänen, P., Metsäpelto, R-L., & Ahonen, T. (1997). Trail Making test in assessing children with reading disabilities: A test of executive functions or content information. *Perceptual and Motor Skills, 84*, 1355-1362.
- Osterrieth, P. A. (1944). Le testi de copie d'une figure complexe. *Archives de Psychologie, 30*, 206-356. Englannin kielelle kääntäneet J. Corwin & F. W. Bylsma. (1993). *The Clinical Neuropsychologist, 7*, 4-9.
- Pennington, B., Bennetto, L., McAleer, O., & Roberts, R. J. (1996). Executive functions and working memory: Theoretical and measurement issues. Teoksessa G. R. Lyon & N. A. Krasnegor (toim.), *Attention, memory and executive function*, (s. 327-347). Baltimore: Brookes.
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Child Psychology and Psychiatry, 37*, 51-87.
- Powell, K. B., & Kytja K. S. (2004). Prefrontal executive function syndromes in children. *Journal of Child Neurology, 19*, 785-797.
- Reader, M. J., Harris E. L., Schuerholz, L. J., & Denckla M. B. (1994). Attention deficit hyperactivity disorder and executive dysfunction. *Developmental Neuropsychology, 10*, 493-512.
- Reitan, R. M., & Wolfson, D. (1992). *Neuropsychological evaluation of older children*. Tuscon, AZ: Neuropsychology Press.

- Rey, A. (1941). Psychological examination of traumatic encephalopathy. *Archives de Psychologie*, 28, 286-340. Englannin kielelle kääntäneet J. Corwin & F. W. Bylsma. (1993). *The Clinical Neuropsychologist*, 7, 9-15.
- Roberts, R. J., & Pennington, B. F. (1996). An interactive framework for examining prefrontal cognitive processes. *Developmental Neuropsychology*, 12, 105-126.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reaction. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Welcher, D. (1999). *WISC-III. Welcherin lasten älykkyyssasteikko*. Helsinki: Psykologien kustannus Oy.
- Welsh, M. & Pennington, B. (1988). Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology*, 4, 199-230.
- Welsh, M. C., Pennington, B. F., & Groisser, D. B. (1991). A normative-developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 7, 131-149.
- Willcutt, E. G. (2005). Executive function and ADHD. Teoksessa D. Gozal & D. L. Molfese (toim.), *Attention deficit hyperactivity disorder*, (s. 187-189). Totowa: Humana Press Inc.