

Irene Munter
Minna Kyttälä
Kaisa Kanerva

Työmuisti ja työskentelytaidot – kuinka yhdenmukaisia ovat työmuistitestien tulokset ja opettajan havaintoihin perustuvat arviot?

Kohokohdat

- Työmuisti on oppimisen edellytys.
- Heikot työmuistitaidot on tärkeä tunnistaa mahdollisimman ajoissa, jotta oppilas voi saada tarvitsemansa tuen.
- Opettajan opetustilanteissa tekemät havainnot ovat testiarvioinnin lisäksi tärkeä osa oppilaan työmuistitaitojen arviointia.

Työmuisti on osa ihmisen muistijärjestelmää, ja sen tehtävänä on vastaanottaa, prosessoida ja varastoida lyhytaikaisesti informaatiota (Baddeley, 1992). Työmuisti on tutkimusten mukaan yksi akateemiseen suoriutumiseen vaikuttavista tekijöistä. Työmuistitaidot vaikuttavat oppimis- ja opetustilanteissa työskentelyyn ja oppimiseen. On esimerkiksi todettu, että oppilailla, joilla on heikot työmuistitaidot, on vaikeuksia seurata moniosaisia ohjeita. He eivät pysty samanaikaisesti suorittamaan ohjeiden edellyttämiä tehtäviä ja pitämään mielessään ohjeistuksen yksityiskohtia. Heikot työmuistitaidot tulisi tunnistaa mahdollisimman varhain, jotta niiden

aiheuttamiin haasteisiin voitaisiin puuttua oppimisympäristöä muokkaamalla.

Työmuistin kapasiteettia voidaan mitata erilaisilla testeillä ja tehtävillä. Testituloksien tarjoamaa tietoa voidaan täydentää opettajien havainnoilla lapsen toiminnasta ja käyttäytymisestä oppimistilanteissa. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin, miten yhdenmukaisia työmuistitestiarviot ja opettajahavaintoihin perustuvat arviot oppilaan työmuistitaidoista ovat. Opettajahavainnot kerättiin käyttäen opettajille kehitettyä työmuistivaikeuksien seulontatyövälinettä (Working Memory Rating Scale; Alloway, Gathercole & Kirkwood, 2008). Tulokset osoit-

tavat, että lomakkeen avulla kerätyt opettajien arviot lasten työmuistitaidoista ovat yhteydessä työmuistitesteissä suoriutumiseen mutta yhteys ei ole kovin voimakas.

Asiasanat: työmuisti, oppiminen, työskentelytaidot

JOHDANTO

Työmuistilla tarkoitetaan tiedon lyhytkestoiseen varastointiin ja aktiiviseen käsitteilyyn keskittynyttä muistijärjestelmän osaa (Baddeley, 1986; 2000). Työmuistia voidaan pitää eräänlaisena työtilana, joka mahdollistaa uuden informaation ja vanhan säilömuistista palautetun informaation yhdistämisen. Työmuisti ei ole yksittäinen paikka aivoissa, vaan tiedon lyhytaikaiseen varastointiin ja prosessointiin osallistuvat monet aivoalueet, erityisesti aivojen etuotsalohkon ja päälaenlohkon alueet (ks. Miyake & Shah, 1999). Baddeleyn (1986, 2000) monikomponenttimalli on yksi empiirisesti testatuimmista työmuistimalleista. Mallin mukaan työmuistiin sisältyy sekä tiedon lyhytkestoinen varastointi että vaativampi, toimintaa ohjaava tiedonkäsittely, kuten toimintastrategioiden valinta ja tarkkaavaisuuden suuntaaminen.

Toisaalta työmuistia pidetään myös yhtenä eksekutiivisten toimintojen eli toiminnanohjauksen osa-alueena (Diamond, 2013). Eksekutiivisten toimintojen ytimen muodostavat työmuistin lisäksi häiritsevän tiedon ehkäiseminen ja kognitiivinen joustavuus. Erilaisissa teoreettisissa malleissa työmuisti, toiminnanohjaus ja tarkkaavaisuus ovatkin tiiviisti yhteydessä toisiinsa (Gray ym., 2017; Jarrod, 2016), ja jois-

sain tapauksissa ne luokitellaan siis jopa toistensa osatoiminnoiksi.

Oppimisen ja oppimistilanteiden näkökulmasta on oleellista, että työmuisti on kapasiteetiltaan rajallinen (Baddeley, 2000) ja että ihmisten työmuistin tehokkuudessa on suuria eroja (Kyttälä, Aunio & Hautamäki, 2010). Oppimisvaikeudet ja työmuistin heikkoudet ilmenevät usein samanaikaisesti, ja tutkimukset osoittavat, että laajojen oppimisen vaikeuksien taustalta löytyy usein myös laajoja työmuistiongelmia (Kyttälä, 2008; Pickering & Gathercole, 2004; Siegel & Ryan, 1989).

Työmuistin avulla ihminen pystyy samanaikaisesti käsittelemään ja varastoimaan informaatiota (Baddeley, 2000). Luokkahuonetyöskentelyssä työmuisti on usein suuressa roolissa – erityisesti silloin, kun oppilaan on samanaikaisesti seurattava opettajan ohjeistusta ja suoritettava jotain tehtävää. Oppilas, jolla on heikot työmuistitaidot, saattaa unohtaa osan annetuista ohjeista, koska samalla suoritettava tehtävä tai jokin muu toiminta kuormittaa liikaa kapasiteetiltaan rajallista työmuistia. Jo pelkkä lukeminen rasittaa työmuistia (Vellutino, Fletcher, Snowling & Scanlon, 2004). Myös lauseiden kirjoittaminen kuormittaa työmuistia, kun on keskityttävä samanaikaisesti sekä jokaisen sanan oikeinkirjoitukseen että lauseen merkityksen ja johdonmukaisuuden säilyttämiseen (Morken & Helland, 2013).

Heikot työmuistitaidot saattavat näkyä kirjoitetun tekstin virheellisyytenä, kuten esimerkiksi sanojen kirjoittamisena kahdesti samaan lauseeseen tai sanojen puuttumisena (Gathercole, Lamont & Alloway, 2006). Tämä johtuu kirjoittamisprosessin aiheuttamasta työmuistin kuormittumisesta ja siihen liittyvästä kes-

kittymisen herpaantumisesta. Informaation menetys työmuistista voi johtaa tehtävän keskeytymiseen, mikäli ohjeistusta tai tehtävänantoa ei toisteta. Joillakin lapsilla informaation unohtuminen ja keskittymisen herpaantuminen johtavat arvailuun, mikä taas voi johtaa vääriin vastauksiin ja opittavan asian kannalta sopimattomiin työskentelystrategioihin.

Oppimisympäristön suunnittelussa on tärkeää huomioida oppilaat, joiden työmuisti on tavanomaista heikompi. Toistuva tehtävän keskeytyminen ja virheellinen suorittaminen voivat johtaa heikkoihin oppimistuloksiin, ja vaikutukset voivat laajentua akateemisiin taitoihin ja koulumenestykseen. Oppilas, jolla on heikko työmuisti, voi vaikuttaa tarkkaamattomalta. Opettaja saattaakin pitää työmuistitaitoiltaan heikon lapsen huonon luokkahuonekäyttämisen syynä puutteita tarkkaavaisuudessa ja motivaatiossa (esimerkiksi ”hän ei kuuntele lainkaan, mitä puhun” tai ”hän ei kiinnosta asia ollenkaan”) (Alloway, 2006). Arosen, Vuontelan, Steenarin, Salmen ja Carlsonin (2005) suomalaisaineistossa lasten heikon työmuistin havaittiin olevan yhteydessä opettajan huomaamiin tarkkaavaisuuden ongelmiin. Perimmäinen ongelma ei useinkaan ole siinä, etteikö oppilas kuuntelisi, vaan siinä, että oppilas ei pysty sisäistämään kaikkea kuulemaansa, saati seuraamaan kuulemiaan ohjeita työmuistin heikon kapasiteetin vuoksi. Oppilas saattaa esimerkiksi unohtaa kesken tehtävän, mitä hän on tekemässä, ja näin tehtävät jäävät häneltä kesken.

Ohjeiden noudattamisen lisäksi heikko työmuisti voi vaikeuttaa uuden oppimista. Työmuisti toimii välineenä, joka yhdistelee uutta, juuri saatua informaatiota säilömuistista tuotuun aikaisempaan, jo

varastoituu tietoon. Tämä uuden ja vanhan tiedon yhdistäminen on keskeinen osa oppimisprosessia. Allowayn (2006) mukaan oppilaat, joilla on heikot työmuistitaidot, eivät pysty yhdistelemään uutta ja vanhaa tietoa yhtä tehokkaasti kuin muut. Tämän takia oppilas jää työmuistitaitoiltaan hyvistä oppilaista jälkeen yhä enemmän mitä pidemmälle koulussa edetään. Heikot työmuistitaidot on tärkeä tunnistaa mahdollisimman ajoissa, jotta oppilas voi saada tarvitsemansa tuen. Oppimisympäristö voidaan järjestää sellaiseksi, että heikko työmuisti ei aseta oppilaita eriarvoiseen asemaan. Luokkahuone työskentelyssä voidaan hyödyntää erilaisia työmuistia tukevia menetelmiä, jotka edistävät oppimista (Alloway, 2006). Jotta opettaja voi ottaa oppimisympäristön suunnittelussa huomioon oppilaiden heikot työmuistitaidot, hänen pitää tietää, mitä heikko työmuisti käytännössä tarkoittaa eli minkälaiset tilanteet ja olosuhteet ovat erityisen ongelmallisia työmuistiltaan heikkojen lasten oppimisen kannalta. Opettajan tulisi myös tunnistaa oppilaat, jotka tarvitsevat työmuistia tukevia opetus- ja työskentelymenetelmiä.

Työmuistia on perinteisesti mitattu erilaisilla testeillä ja tehtävillä, jotka perustuvat joko auditiivis-fonologisen tai visuaalis-spatiaalisen informaation lyhytkestoiseen säilyttämiseen tai samanaikaiseen informaation lyhytkestoiseen säilyttämiseen ja käsittelyyn muistissa. Näiden testien ja tehtävien käyttämiseen ja tulkitaan tarvitaan teoreettista, metodologista ja tilastollista asiantuntemusta, ja ne on perinteisesti mielletty psykologien työvälineeksi. Vaikka erilaisia työmuistitestejä on käytetty paljon ja vaikka vallitsee eräänlainen konsensus siitä, että niiden mittaama

taito on juuri työmuistin toimintaa, ne tarjoavat sangen yksipuolista tietoa oppimisympäristön suunnittelun näkökulmasta.

Luokan-, aineen- ja erityisopettajien vahvuutena on mahdollisuus havainnoida oppilaiden toimintaa erilaisissa arkipäivän oppimisympäristöissä ja -tilanteissa. Opettajan havainnot ovat tärkeässä asemassa työmuistin vaikeuksia arvioitaessa, sillä niiden perusteella on ensinnäkin helpompaa nähdä todelliset ongelmat ja toiseksi suunnitella oppimisympäristö niiden mukaisesti. Kyse ei ole siitä, että opettajan havaintojen perusteella pyrittäisiin diagnosoimaan työmuistivaikeuksia, vaan siitä, että pyritään tunnistamaan ongelmalliset tilanteet, jotka saattavat johtua heikosta työmuistista ja joihin voidaan suunnata tukea. Tämä on linjassa myös perusopetuslain uudistuksen sisältämän kolmiportaisen tuen mallin hengen kanssa. Siinä olennaista ei ole diagnosointi vaan tuen tarjoaminen silloin ja siinä muodossa kuin sitä tarvitaan.

Working Memory Rating Scale (WMRS) on työmuistivaikeuksien seulontakysely (Alloway ym., 2008). Se perustuu oppimistilanteissa tehtäviin havaintoihin ja sisältää lapsen toimintaa koskevia väittämiä. Opettaja arvioi, pitävätkö väittämät lapsen kohdalla paikkansa. Tarkoituksena on ollut kehittää väline, joka auttaa opettajaa jäsentämään ja tiivistämään omia havaintojaan (Alloway, Gathercole, Kirkwood & Elliott, 2009). Vaikka kyselylomakkeen on osoitettu olevan reliaabeli ja validi työmuistitaitojen mittari (Alloway, ym., 2009), myös vastakkaisia näkemyksiä on esitetty, ja on myös osoitettu, että alkuperäisen lomakkeen 20 väittämän sijaan viisi väittämää riittäisi muodostamaan johdonmukaisemman ja toimivan mittarin (Normand & Tannock, 2014).

WMRS:ää on verrattu muihin lapsen käyttäytymistä ja toiminnanohjausta laajemmin selvittäviin kyselymenetelmiin, kuten CTRS (Conners' Teacher Rating Scale) ja BRIEF (Behavior Rating Inventory of Executive Function), ja WMRS-mittarin on osoitettu tunnistavan muita tehokkaammin nimenomaan työmuistin heikkouksia (Alloway, Gathercole, Holmes, Place, Elliott & Hilton, 2009). Kaikilla kolmella kyselylomakkeella kerättyjen arvioiden on osoitettu olevan jossain määrin yhteydessä toisiinsa, ja tulokset viittaavat siihen, että yhteinen tekijä eri kyselymenetelmien taustalla on tarkkaavaisuus (Alloway ym., 2009). WMRS-lomaketta ei ole standardoitu Suomessa, mutta se käännettiin tutkimushanketta varten suomen kielelle. Tässä tutkimuksessa selvitettiin, ovatko luokkatilanteissa ilmenevät, opettajan havaintoihin perustuvat oppilaan työskentelytavat ja -taidot (WMRS) yhteydessä testien mitattuun työmuistisuoriutumiseen (AWMA; Automated Working Memory Assessment; Alloway, 2007). Käytössä oli alkuperäinen WMRS-kyselylomakkeen pitkä versio.

TUTKIMUSMENETELMÄT

Tähän tutkimukseen osallistui 64 lasta (27 tyttöä ja 37 poikaa). Lapset olivat testaushetkellä 8–9-vuotiaita, ja he kävivät testausajankohtana alakoulun toista luokkaa Turun seudulla. Kaikki tähän tutkimukseen osallistuneet lapset ovat mukana myös pitkittäistutkimuksessa (tulokset raportoidaan erikseen), jonka ensimmäinen mitausvaihe oli kaksi vuotta aiemmin. Ensimmäiseen vaiheeseen valikoitui Turun seudulta yhdeksän vapaaehtoista esikou-

luryhmää (N = 99), ja tämän tutkimuksen aineiston muodostavat ne lapset, jotka tavoitettiin kahden vuoden seuranta-ajan jälkeen. Kaikki ne lapset, joiden huoltajat tavoitettiin tässä toisessa vaiheessa, osallistuivat tutkimukseen. Suurin osa lapsista oli äidinkieleltään suomenkielisiä. Kaikkien osallistuneiden lasten opettajat olivat arvioineet, että lasten suomen kielen taito riittää kielellisten ohjeiden ymmärtämiseen.

Testaukset suoritettiin kahden kuu-kauden aikana (huhtikuu–toukokuu 2014). Lapset tekivät tehtävät tutkimusavustajan kanssa erillisessä rauhallisessa tilassa. Kaikki työmuistitehtävät tehtiin peräkkäin samassa järjestyksessä. Testitilanne kesti noin 45 minuuttia. Opettajat täyttivät WMRS-lomakkeen joko työmuistitestauksen aikana tai välittömästi sen jälkeen. Lomakkeita palautettiin 61, ja tämä oli myös lopullinen aineistokokonaisuus.

Tutkimuksen mittarit

Työmuistitaitoja mitattiin Automated Working Memory Assessment -testiin (AWMA) (2007: Alloway, 2007) kuuluvilla osatesteillä. AWMA (2007) on tietokoneavusteinen työmuistitaitoja mittaava testi, joka sopii 4–22-vuotiaiden henkilöiden työmuistin testaamiseen. AWMA koostuu 12:sta eri osatestistä, jotka mittaavat lyhytkestoista visuaalis-spatiaalista varastointia, visuaalis-spatiaalista varastointia ja prosessointia, kielellistä varastointia ja kielellistä varastointia ja prosessointia. Tässä tutkimuksessa esitettiin kolme visuaalis-spatiaalista osatestiä, joilla mitattiin visuaalis-spatiaalista varastointia ja/tai prosessointia. Lisäksi esitettiin kolme auditiivis-fonologista osatestiä, joilla mitattiin auditiivis-fonologista varastointia

ja/tai prosessointia. Kielelliset osatehtävät on mukautettu Suomen oloihin toisen tutkimuksen yhteydessä (**kirjoittajat, painossa**), ja ne esitettiin tietokoneella. Kaikissa työmuistitehtävissä muistettavien ärsykkeiden määrää kasvatetaan tehtävän edetessä, jolloin muistaminen vaikeutuu. Sarjan pituutta kasvatetaan, kunnes testattava ei pysty enää pitämään sarjaa työmuistissa. Testattavan saama pistemäärä lasketaan oikein muistettujen ärsykkeiden perusteella.

Visuaalis-spatiaalista lyhytkestoista varastointia mitattiin AWMA:n ruudukkotehtävällä (engl. Matrix task) ja Corsin kuutiotehtävällä (engl. Corsi blocks). Ruudukkotehtävissä testattavalle esitetään 16 ruudun ruudukko (4 x 4 ruutua). Yhteen ruutuun ilmestyy punainen pallo, jonka sijainti testattavan tulee muistaa ja osoittaa testattavalle heti sen kadottua. Corsin kuutiotehtävissä testattavalle esitetään yhdeksän kuutiota, jotka sijaitsevat tietokoneen näytöllä satunnaisissa paikoissa. Tietokone "osoittaa" kuvan yläreunasta ilmeistyvällä nuolella kuutioista jonkin sarjan, ja testattavan tehtävänä on toistaa sarja nuolen hävittyä kuvasta. Sarjan pituus kasvaa tehtävän edetessä. Test-retest-korrelaatiot ruudukkotehtävälle ja Corsin kuutiotehtävälle ovat .85 ja .90 (Alloway, 2007).

Samanaikaista visuaalis-spatiaalista varastointia ja prosessointia mitattiin kuvajännetehtävällä (engl. Odd-One-Out). Kuvajänne on tyypillinen moniosainen jännetehtävä, joka vaatii sekä informaation prosessointia että lyhytkestoista varastointia. Tehtävissä testattavalle esitetään suorakulmio, joka on jaettu kolmeen yhtä suureen osioon. Jokaisen osion sisällä on kuvio. Kuvioista kaksi on samanlaisia ja yksi erilainen. Testattavan tehtävänä on

tunnistaa kahdesta muusta eroava kuvio ja osoittaa sitä (informaation prosessointi). Tämän lisäksi testattavan tulee tyhjän ruudukon ilmestyessä muistaa muista eriävän kuvion sijainti (informaation varastointi). Kuvajännetehävän test-retest-reliabiliteetiksi on ilmoitettu .88 (Alloway, 2007).

Auditiivis-fonologista lyhytkestoista varastointia mitattiin sana- ja epäsanajännetehävän avulla. Sanajännetehävässä tutkittavan tehtävänä on muistaa ja toistaa nauhalta toistettavia kaksitavuisia suomenkielisiä sanoja. Epäsanajännetehävä on samanlainen, mutta toistettavat sanat ovat kaksitavuisia epäsanoja. Epäsanat eivät tarkoita mitään, mutta muistuttavat kieliasultaan suomen kieltä. Sanajännetehävän ja epäsanajännetehävän test-retest-reliabiliteetiksi on ilmoitettu .99 ja .69 (Alloway, 2007).

Samanaikaista auditiivis-fonologista varastointia ja prosessointia mitattiin lausejännetehävän (Daneman & Carpenter, 1980) avulla. Lausejännetehävässä tutkittavan tulee päätellä, onko tietty lause oikein vai väärin, sekä muistaa lauseen viimeinen sana. Tehtävä vaatii siten samanaikaista lauseen merkityksen sisällön prosessointia ja viimeisen sanan mieleen painamista ja muistamista. Lausejännetehävän test-retest-reliabiliteetiksi on ilmoitettu .88 (Alloway, 2007).

Working Memory Rating Scale (WMRS) (Alloway, ym., 2008) on kasvatustalon ammattilaisille kehitetty arviointilomake, joka sisältää 21 lapsen luokkahuonekäyttäytymistä kuvaavaa väittämää, joiden toteutumista vastaaja arvioi neliportaisella asteikolla (0 = ei ollenkaan tyypillistä, 1 = satunnaista, 2 = jokseenkin tyypillistä, 3 = hyvin tyypillistä). Väittämät ovat esimerkiksi seuraavanlaisia: *”Siirtyäkseen työskentelyssä seuraavaan vaiheeseen oppilas tarvitsee opettajalta/muulta opetushenkilökunnalta useita kehotuksia”, ”Oppilas tarvitsee säännöllistä ohjeiden toistoa.”*

WMRS on kehitetty kasvatustalon ammattilaisten haastattelujen perusteella, ja sen alkuperäinen, englanninkielinen versio sisältää 20 kohtaa. Tätä tutkimusta varten suomennettu versio sisältää 21 kohtaa, koska tutkimuksen tavoitteiden kannalta yksi osioista nähtiin tarpeelliseksi jakaa kahteen osaan. Osio 16 *”Oppilas edistyy huonosti äidinkielessä ja matematiikassa”* jaettiin kahteen osaan: *”Oppilas edistyy huonosti äidinkielessä”* ja *”Oppilas edistyy huonosti matematiikassa”*. Maksimipistemäärä tehtävässä oli 63. Cronbachin alpha tässä aineistossa oli .97.

Aineiston analyysi

Ensin laskettiin korrelaatiot työmuistitestien ja arviointilomakkeen kokonaispistemäärän välille ja selvitettiin 1) työmuistitestien kokonaispistemäärän yhteyttä arviointilomakkeen kokonaispistemäärään ja 2) työmuistitestien osatestien pistemäärien yhteyttä arviointilomakkeen pistemäärään. Muuttujien normaalijakautuneisuutta testattiin ensin Kolmogorovin–Smirnovin ja Shapiro–Wilkin testillä. Kummankin testin mukaan nollahypoteesi eli normaalijakautuneisuus WMRS:n jakauman osalta hylättiin. Tulos oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p = .00$). Sen sijaan AWMA:n työmuistipisteiden jakauma oli normaalisti jakautunut.

Koska WMRS:n kohdalla normaalijakautuneisuus ei täytynyt, käytettiin Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa. Jotta voitiin havainnollistaa konkreettisemmin, miten tämän aineiston lapset eri mit-

tareilla sijoittuvat ja kuinka yhdenmukaisia nämä sijoittumiset ovat, osallistujat jaettiin kolmeen ryhmään sekä AWMA:lla mitattujen työmuistitaitojen että WMRS:llä mitattujen pisteiden perusteella (33,3 % osallistujista/tasoryhmä). Työmuistiryhmät olivat 1 (hyvät työmuistitaidot), 2 (keskinkertaiset työmuistitaidot) ja 3 (heikot työmuistitaidot). Tämän jälkeen selvitettiin lukumääriä vertaamalla, sijoittuvatko osallistujat samoihin ryhmiin kahdella eri mittarilla.

TULOKSET

AWMA:n kokonaispistemäärän ja WMRS:n kokonaispistemäärän välinen korrelaatio

oli $r = -.39$ ($p < .001$). Erikseen eri työmuistin osatehtäville ja WMRS:n kokonaispistemäärän välille lasketut korrelaatiot osoittavat, että WMRS-pistemäärä korreloi kaikkien visuaalis-spatiaalisten testipistemäärien kanssa, mutta ei auditiivis-fonologisten testipistemäärien kanssa (taulukko 1.). Vaikka nämä korrelaatiot ovat tilastollisesti merkitseviä, ne ovat voimakkuudeltaan parhaimmillaankin vain kohtalaisia. Kaikki tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot olivat negatiivisia, mikä tarkoittaa, että mitä paremmin lapsi on suoriutunut työmuistitehtävissä, sitä vähemmän tai harvemmin hänellä on ilmennyt luokahuonetyöskentelyssä työmuistivaikeuksiin viittaavia toimintatapoja.

Taulukko 1. Työmuistin osatehtävien ja WMRS-havainnointilomakkeen väliset korrelaatiot (N = 61)

| | Ruudukot | Corsin kuutiot | Kuvajänne | Sanajänne | Epäsana-jänne | Lause-jänne |
|-------------|----------|----------------|-----------|-----------|---------------|-------------|
| WMRS | -.31* | -.37** | -.34** | -.03 | -.02 | -.21 |

Vertailtaessa lasten sijoittumista työmuistiryhmiin todettiin, että AWMA- ja WMRS-mittarit jakoivat lapset ryhmiin suhteellisen samansuuntaisesti: ne sijoittivat 48 % (n = 29) tutkimukseen osallistuneistasamaan työmuistiryhmään (taulukko 2). Kaikista poikkeamista 84 % (n = 27) oli yhden työmuistiryhmän välisiä poikkeamia, eli lap-

si oli esimerkiksi työmuistin testituloksen mukaan ryhmässä "hyvät työmuistitaidot" mutta WMRS-lomakkeen perusteella ryhmässä "keskinkertaiset työmuistitaidot". Kahden työmuistiryhmän poikkeamia (ryhmästä 3 ryhmään 1 tai päinvastoin) kaikista poikkeamista oli 16 % (n = 5).

Taulukko 2. Lasten lukumäärät AWMA- ja WMRS-tasoryhmissä

| N = 61 | f (%) | WMRS | | |
|--------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | | Hyvät | Keskinkertaiset | Heikot |
| AWMA | Hyvät | 11 (18) | 8 (13) | 2 (3) |
| | Keskinkertaiset | 7 (11) | 7 (11) | 7 (11) |
| | Heikot | 3 (5) | 5 (8) | 11 (18) |

POHDINTA

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella, miten yhdenmukaisia WMRS-lomakkeen väittämiin perustuvat opettajien arviot oppilaidensa työmuistitaidoista ovat perinteisten työmuistitestien tuloksien kanssa. WMRS-lomake valikoitui työmuistin havainnointilomakkeeksi, koska siitä on olemassa kansainvälinen normiaineisto ja se on kehitetty käytettäväksi yhdessä AWMA-tömuistitestistön kanssa. Tulokset osoittavat, että opettajien tekemät arviot lasten työmuistitaidoista ovat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä työmuistitesteissä suoriutumiseen, mutta yhteys ei ole kovin voimakas.

Tarkemmat korrelaatiotarkastelut osoittavat, että opettajaarviot korreloivat ainoastaan visuaalis-spatiaalisten osatehtävien kanssa. Ne lapset, jotka suoriutuvat hyvin visuaalis-spatiaalisissa työmuistitehtävissä, ovat opettajaarvioiden mukaan työmuistitaidoiltaan vahvempia. Yhteys ei ole kovin voimakas ($r = -.31-.37$), mutta tilastollisesti merkitsevä. Vaikuttaisi siis siltä, että peruskoulun toisen luokan oppilaiden osalta menestyminen visuaalis-spatiaalisissa työmuistitehtävissä tarkoittaa

usein myös hieman parempia tai ainakin tyypilliseen kouluympäristöön sopivampia työskentelytaitoja, kun taas heikot visuaalis-spatiaaliset työmuistitaidot ovat yhteydessä haasteisiin luokkatilanteissa. Tämä tulos saa tukea suomalaisaineistosta, jossa 6–13-vuotiaiden suomalaislasten akateeminen suoriutuminen ja opettajien raportoimat tarkkaavuuden tai käyttäytymisen ongelmat olivat yhteydessä spatiaaliseen työmuistisuoriutumiseen (Aronen, Vuontela, Steenari, Salmi & Carlson, 2005).

Aineistomme perusteella ei voi suoranaisesti vastata kysymykseen, miksi juuri visuaalis-spatiaaliset tehtävät ovat yhteydessä opettaja-arvioihin. Tulokseen voi vaikuttaa se, että tutkimuksemme kohdehenkilöt olivat 8–9-vuotiaita ja siten keskellä voimakasta työmuistin toiminnan kehittymisen jaksoa (ks. esim. Gathercole, Pickering, Ambridge & Wearing, 2004). Aiemmin on myös osoitettu, että nimenomaan visuaalis-spatiaalinen työmuisti kehittyy aikaisemmin (Vuontela, Steenari, Carlson, Koivisto, Fjällberg & Aronen, 2003) ja että ennen kouluikää ja varhaisina kouluvuosina lapset ovat vielä hyvin voimakkaasti riippuvaisia visuaa-

lis-spatiaalisesta työmuistista (Holmes & Adams, 2006). Pienten lasten onkin osoitettu koodaavan asioita muistiin ensisijaisesti visuaalisesti silloinkin, kun heille on tarjottu selkeä mahdollisuus fonologiseen koodaukseen (Hitch, Halliday, Schaafstal & Schraagen, 1988). Näin ollen on mahdollista, että visuaalis-spatiaalisten työmuistitaitojen merkitys on suurimmillaan juuri tässä ikävaiheessa, ja ne lapset, joilla on hyvät visuaalis-spatiaaliset työmuistitaidot, pystyvät parhaiten hyödyntämään oppimisympäristöään ja saamaansa opetusta, mikä edelleen näkyy opettajien arvioimassa toiminnassa ja työskentelytavoissa.

Aiemmissa tutkimuksissa, joissa on tarkasteltu nimenomaan työmuistitesti-suoriutumisen ja havainnointilomaketiedon välisiä yhteyksiä, korrelaatiot ovat olleet joko aavistuksen korkeampia ($r = -.51$ – $-.59$; Alloway ym., 2009) tai samansuuruisia kuin meidän aineistossamme ($-.26$ – $-.46$; Miranda, Colomer, Mercader, Fernández & Presentación, 2015). Allowayn ja muiden (2009) tutkimuksessa osallistujat olivat keskimäärin samanikäisiä kuin lapset meidän suomalaisaineistossamme, ja mittarit olivat samat. Mirandan ja muiden (2015) tutkimuksessa osallistujat olivat nuorempia kuin meidän aineistossamme, ja WMRS-lomakkeen sijaan he käyttivät BRIEF-arviointimittaria.

Vaikuttaisi siis siltä, että aineistosta riippumatta tutkimuksissa on toistaiseksi päädytty hyvin samansuuntaisiin, voimakkuudeltaan korkeintaan keskimääräisiin korrelaatioihin, mikä edelleen tarkoittaa sitä, että suoriutumistestien ja havaintoihin perustuvien arvioiden avulla tavoitetaan vain osittain samat ilmiöt. On kuitenkin tärkeää erottaa opettajien taito tehdä

havaintoja ja toisaalta havainnointimittarin toimivuus. Toistaiseksi tutkimukset osoittavat, että olemassa olevilla havainnointimittareilla ei pystytä mittaamaan täysin samoja asioita kuin työmuistitesteillä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteivätkö opettajat pystyisi tekemään oppimisympäristön suunnittelussa tarpeellisia ja käytännöllisiä havaintoja, jos heillä olisi siihen soveltuva mittari.

On myös otettava huomioon, että suoriutumistestit ja käyttäytymisen ja toiminnan havainnointiin tarkoitetut mittarit eivät ehkä koskaan voi mitata täysin samaa asiaa, koska ne ovat mittareina erilaisia. Suoriutumistestit perustuvat usein kertaluontoiseen suoritukseen koemaisissa olosuhteissa, kun taas havainnointilomakkeet perustuvat käyttäytymisen ja toiminnan havainnointiin erilaisissa tilanteissa ja pidemmällä aikavälillä.

Lähes puolet (48 %) lapsista sijoittui molemmilla mittareilla mitattuna samaan työmuistiryhmään. Tämä tarkoittaa samalla sitä, että 52 prosenttia lapsista sijoittui opettaja-arvioiden mukaan johonkin muuhun ryhmään kuin työmuistitestipistemäärän perusteella. Tähän on useita mahdollisia syitä. Osa lapsista suoriutuu opetustilanteissa hyvin, mutta testi- ja koetilanteita voi haitata niihin joskus liittyvä ahdistus (Bembenutty, 2008; Hong, 1999). Ahdistus kaventaa työmuistikapasiteettia (Ashcraft & Krause, 2007; Eysenck, Derakshan, Santos & Calvo, 2007) ja toimii näin tietysti myös työmuistin testaustilanteissa, jolloin yksilön työmuistitaidoista muodostuu todellista heikompi kuva.

Toisaalta luokkahuoneessa ujo, tylsistynyt tai huonosti motivoitunut lapsi saattaa WMRS-tulosten perusteella näyttää työmuistitaidoiltaan heikolta, vaikka

näin ei tosiasiaassa olisikaan (Alloway ym., 2008; 2009). Lisäksi on syytä muistaa kaksi asiaa. Ensimmäkin käytetyn lomakkeen väittämistä osa on hyvinkin yleisiä käyttäytymiseen liittyviä väittämiä, joihin perustuva arviointi saattaakin joissain tapauksissa kuvata enemmän muihin kognitiivisiin toimintoihin kuin työmuistiin liittyviä ongelmia. Toiseksi osallistuneiden lasten luokittelu kolmeen yhtä suureen ryhmään on hyvin suurpiirteinen tapa tarkastella lasten työmuistitaitoja. Se perustuu siihen, miten taidot tässä nimenomaisessa, pienessä aineistossa taidot jakautuvat. Tämän tutkimuksen tulokset eivät siis kerro lasten kliinisesti määritellyistä työmuistivaikeuksista, mikä vaatisi lasten työmuistitoimintojen tarkastelua suhteessa normaaliaineistoon. Kumpaakaan näistä tässä tutkimuksessa käytetyistä työmuistin arviointimenetelmistä ei ole standardoitu Suomessa.

Niistä lapsista, joiden työskentelytaidot opettajat arvioivat heikoiksi, hieman yli puolet (55 %) sijoittui myös työmuistitestin perusteella heikoimpaan ryhmään, ja suurin osa (90 %) opettajien heikoiksi arvioimista lapsista sijoittui työmuistitestin perusteella ”heikkoon” tai ”keskimääräiseen” luokkaan. Koulusuoriutumisen ja oppimisympäristön järjestämisen kannalta opettajan arvio siitä, kuinka usein lapsi unohtaa tehtävän keskeiset sisällöt kesken kaiken, voi olla merkityksellisempää kuin työmuistin testitulokset. Työmuistitaitojen heikkouksien tunnistaminen on tärkeää tuen tarpeen arvioimisen kannalta. Mitä aiemmin ne tunnistetaan, sitä aiemmin lapsen oppimisympäristöä voidaan muokata sopivammaksi. Tämä on linjassa myös perusopetuslain uudistuksen sisältämän kolmiportaisen tuen mallin hengen kanssa. Siinä olennaista ei ole diagnosointi

vaan tuen tarjoaminen silloin ja siinä muodossa kuin sitä tarvitaan.

Koko aineiston lapsista 18 prosenttia sijoittui sekä opettajan arvion että työmuistitestien perusteella luokkaan ”heikot työmuistitaidot”. Koska työmuistitaitojen heikkoudet näkyvät yleisessä luokkahuonetyöskentelyssä useimmiten negatiivisesti, tulisi työmuistitaitoja tukea erilaisin järjestelyin. Opettajien olisi hyvä olla tietoisia siitä, että luokkahuonetyöskentelyssä ilmenevät ongelmat voivat johtua osittain tai jopa kokonaan työmuistin heikkouksista (Alloway, 2006) ja erityisesti siitä, että oppimisympäristö voi olla oppilaan kannalta väärin suunniteltu. Työmuistia tukeva oppimisympäristö on rakennettu niin, että ohjeistukset pidetään riittävän lyhyinä ja selkeinä ja työskentelyn tukena käytetään konkreettisia apuvälineitä. Ongelmia pitkän ja monivaiheisen tehtävän suorittamisessa voidaan helpottaa jakamalla tehtävä moneen eri osatehtävään.

Heikkojen työmuistitaitojen aiheuttamia ongelmia voidaan helpottaa myös suunnittelemalla ja opettamalla oppilaalle strategioita sellaisiin tilanteisiin, joissa työmuistitaidoista johtuvat virheet ovat yleisiä. On todettu, että työmuistitaidoiltaan heikko oppilas valitsee tyypillisesti vähemmän prosessointia vaativan ratkaisustrategian, joka on myös vähemmän tehokas ja samalla altis virheille (Gathercole ym., 2006). Oppilasta voidaan kuitenkin opettaa käyttämään tehokkaampia ja varmempia strategioita. Häntä tulisi rohkaista kysymään ohjeita uudelleen ja harjoittelemaan muistia tukevien apuvälineiden käyttöä ja kannustaa myös ratkaisemaan tehtävät loppuun asti huolimatta mahdollisista aikaisempien vaiheiden epäonnistumisesta.

Kun oppilas tulee tutuksi omien vahvuksiensa ja heikkouksiensa kanssa, hän voi oppia tuntemaan omat oppimiseen liittyvät tarpeensa. Luokkahuonetyöskentelyä voidaan tukea hyvinkin yksinkertaisin järjestelyin. Oikeanlaisella ympäristöllä ja tuella voidaan vaikuttaa oppimiskykyyn ja oppimiseen liittyvään itsetuntoon ja siten myös oppimistuloksiin ja akateemiseen suoriutumiseen. Näin voidaan parhaimmassa tapauksessa välttyä hyvinkin pitkäkestoisilta negatiivisilta oppimiseen ja koulunkäyntiin liittyviltä vaikutuksilta.

Tämän tutkimuksen perusteella WMRS-lomakkeen avulla saadut tulokset ovat samansuuntaisia, mutta eivät täysin samanlaisia työmuistititulosten kanssa. Samansuuntaisella viittaamme siihen, että noin puolet lapsista sijoittuu molempien mittareiden perusteella samaan tasoryhmään. Nämä erilaiset mittarit pitääkin nähdä toisiaan tukevinä eikä toisiaan poisulkevinä.

Tässä tutkimuksessa lasten työmuistitaitoja mitattiin testeillä, joita on käytetty työmuistin mittareina paljon ja joiden osalta vallitsee melko vahva yksimielisyyssiiitä, että ne todella mittaavat työmuistin kaltaista toimintaa. Ne ovat tyypillisiä psykologin työvälineitä ja vaativat käyttäjältään ja tulkitsijaltaan riittävää koulutusta ja ammattitaitoa. Testipisteet kertovat parhaimmillaan siitä, millä työmuistin osa-alueilla lapsella tai nuorella on heikkouksia, ja tukevat päätöksentekoa. Ne eivät kuitenkaan tarjoa kovinkaan konkreettista tietoa siitä, minkälaisissa tilanteissa lapsella tai nuorella on erityisesti ongelmia, ja siksi on tärkeää, että testiarviointia täydennetään opettajahavainnoin.

Opettajan havainnot voivat tarjota tärkeää tietoa oppimisympäristön muok-

kaamiseen työmuistia tukevampaan suuntaan, vaikka absoluuttista varmuutta lapsen ongelmien perussyystä ei vielä olisikaan. WMRS-lomakkeen kaltainen lomake voi auttaa opettajaa kokoamaan ja jäsentämään havaintojaan. Havaintoja voidaan koota jo ennen mahdollisia psykologin suorittamia testiarviointeja.

Lopputulemana voidaan todeta, että tarvetta WMRS-lomakkeen kaltaiselle opettajan havaintoja kokoavalle ja jäsentävälle lomakkeelle olisi, mutta WMRS ei vielä täytä vaatimuksia vaan vaatii kehittelytyötä. Kuten aiemmin todettiin, Normand ja Tannock (2014) ovat esittäneet, että alkupe räisen lomakkeen 20 väittämän sijaan viisi väittämää riittäisi muodostamaan johdonmukaisen ja toimivan mittarin. Toisaalta väittämien karsiminen tarkoittaisi samalla myös sitä, että lomakkeen tarjoama tieto yksipuolistuisi. On myös syytä huomata, että Normandin ja Tannockin (2014) aineistossa uusi viiden väittämän kokonaisuus korreloi hieman voimakkaammin akateemisten perustaitojen kuin työmuistitestien kanssa. Tämä viittaa siihen, että mittari mittaa työmuistitoiminnan lisäksi jotakin muuta, esimerkiksi toiminnanohjausta laajemmin.

Huolimatta siitä, että toimivaa väli- nettä havaintojen kokoamiseen ei ole tarjolla, opettajan on mahdollista havainnoida oppilaiden työmuistitaitoja kiinnittämällä huomiota mm. siihen, onko lapsella jatkuvasti vaikeuksia seurata ja noudattaa ohjeita tai edetä monivaiheisissa tehtävissä. Oppimisympäristössä on mahdollista tehdä työmuistia tukevia muutoksia opettajan havaintojen perusteella, myös ennen työmuistin yksilöllistä testiarviointia. Oppimisympäristömuutokset eivät tarkoita sitä, että lapsi pitäisi siirtää toiseen op-

pimisympäristöön, vaan sitä, että lapsen tavanomaista oppimisympäristöä muokataan sopivammaksi. Nämä muutokset todennäköisesti hyödyttävät jossain määrin kaikkia luokan oppilaita, eivät ainoastaan niitä, joilla on heikot työmuistitaidot.

Kirjoittajatiedot:

- Kirjoittaja Irene Munter (KM, EO) toimii erityislastentarhanopettajana Verkanappulat OY:ssä.
 Kirjoittaja Minna Kyttälä (FT, dosentti) toimii yliopistonlehtorina Turun yliopiston kasvatustieteiden laitoksessa.
 Kirjoittaja Kaisa Kanerva (PsM) toimii tohtorikoulutettavana Helsingin yliopiston käyttäytymistieteiden laitoksessa.

LÄHTEET

- Alloway, T. P. (2006). How does working memory work in the classroom? *Educational Research and Reviews*, 4, 134–139.
- Alloway, T. P. (2007). *AWMA. Automated Working Memory Assessment*. Lontoo: Pearson Education.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Holmes, J., Place, M., Elliott, J. G. & Hilton, K. (2009). The diagnostic utility of behavioral checklists in identifying children with ADHD and children with working memory deficits. *Child Psychiatry & Human Development*, 40(3), 353–366. Doi: 10.1007/s10578-009-0131-3.
- Alloway T. P., Gathercole, S. E. & Kirkwood, H. J. (2008). *WM rating scale manual*. Lontoo: Pearson Assessment.
- Alloway T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H. J. & Elliott, J. (2009). The working memory rating scale: A classroom-based behavioral assessment of working memory. *Learning and Individual Differences* 19, 242–245.
- Aronen, E. T., Vuontela, V., Steenari, M.-R., Salmi, J. & Carlson, S. (2005). Working memory, psychiatric symptoms, and academic performance at school. *Neurobiology of Learning and Memory*, 83, 33–42. Doi: 10.1016/j.nlm.2004.06.010.
- Ashcraft, M. H. & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 243–248.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1992). *Working memory*. *Science*, 255.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417–423.
- Bembenutty, H. (2008). Self-regulation of learning and test anxiety. *Psychology Journal*, 5, 122–139.
- Daneman, M. & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450–466.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R. & Calvo, M.G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7, 336–353.
- Gathercole, S. E., Lamont, E. & Alloway, T. P. (2006). Working memory in the classroom. *Teoksessa S. Pickering (toim.), Working memory and education* (s. 220–241).
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B. & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40, 177–190.
- Gray, S., Green, S., Alt, M., Hogan, T., Kuo, T., Brinkley, S. & Cowan, N. (2017). The structure of working memory in young children and its relation to intelligence. *Journal of Memory and Language*, 92, 183–201.
- Hitch, G. J., Halliday, S., Schaafstal, A. M. & Schraagen, J. M. (1988). Visual working memory in young children. *Memory & Cognition*, 16, 120–132.

- Holmes, J. & Adams, J. W. (2006). Working Memory and Children's Mathematical Skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 26, 339–366.
- Hong, E. (1999). Test anxiety, perceived test difficulty, and test performance: temporal patterns of their effects. *Learning & Individual Differences*, 11, 431–447.
- Jarrold, C. (2016). The Mid-Career Award: Working out how working memory works: evidence from typical and atypical development. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1–21.
- Kyttälä, M. (2008). Visuospatial working memory in adolescents with poor performance in mathematics: Variation depending on reading skills. *Educational Psychology*, 28, 273–289.
- Kyttälä, M., Aunio, P. & Hautamäki, J. (2010). Working memory resources in young children with mathematical difficulties. *Scandinavian Journal of Psychology*, 51, 1–15.
- Miranda, A., Colomer, C., Mercader, J., Fernández, M. I. & Presentación M. J. (2015). Performance-based tests versus behavioral ratings in the assessment of executive functioning in preschoolers: associations with ADHD symptoms and reading achievement. *Frontiers in Psychology*, 6, 1–10.
- Miyake, A. & Shah, P. (1999). Toward unified theories of working memory. Emerging general consensus, unresolved theoretical issues, and future research directions. Teoksessa A. Miyake & P. Shah (toim.), *Models of working memory. Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Morken, F. & Helland, T. (2013). Writing in dyslexia: product and process. *Dyslexia*, 19, 131–148. Doi: 10.1002/dys.1455.
- Normand, S. & Tannock, R. (2014). Screening for working memory deficits in the classroom. The psychometric properties of the Working memory rating scale in a Longitudinal school-based study. *Journal of Attention Disorders*, 18, 294–304.
- Pickering, S. J. & Gathercole, S. E. (2004). Distinctive working memory profiles in children with special educational needs. *Educational Psychology*, 24, 393–408. Doi: 10.1080/0144341042000211715.
- Siegel, L. S. & Ryan, E. B. (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development*, 60, 973. Doi: 10.1111/1467-8624.ep9676541.
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J. & Scanton, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, 45, 2–40. Doi: 10.1046/j.0021-9630.2003.00305.x.
- Vuontela, V., Steenari, M.-R., Carlson, S., Koivisto, J., Fjällberg, M. & Aronen, E. T. (2003). Audiospatial and visuospatial working memory in 6–13 year old school children. *Learning & Memory*, 10(1), 74–81. Doi: 10.1101/lm.53503.