***Juhász Dóra*[1] *– Szabó-Balogh Virág*[2]**

[1, 2] Szegedi Tudományegyetem, Neveléstudományi Doktori Iskola

Rövidtávú emlékezet és munkamemória-kapacitás autizmusban

A munkamemória kulcsszereppel bír az általános tudás megszerzésében, valamint a tanulási folyamatok összességében (Gathercole, Alloway, Willis és Adams, 2006), integrálja a különböző forrásból érkező információkat (Baddeley, 2000). A hatékonyabb tanítási és fejlesztési eszközök létrehozása érdekében elengedhetetlen, hogy jól feltérképezzük az érintett háttérmechanizmusokat tipikusan fejlődő és sajátos nevelési igényű gyermekeknél egyaránt. Jelen cikk célja, hogy autizmussal élő gyermekeknél megvizsgáljuk az emlékezeti mechanizmusokat. Kutatásunkban autizmussal élő, valamint mentális korban és életkorban illesztett gyermekeknél vizsgáltuk a munkamemória működését. Eredményeink szerint a komplex munkamemória-folyamatok autizmusban sérültek. Mivel a komplex munkamemória és a nyelv megértése között szoros kapcsolat van (Daneman és Merikle, 1996; Leather és Henry, 1994; Engle, Kane és Tuholski, 1999), eredményünk az autizmusban jellemző nehezebb kommunikációs képességeket is magyarázhatja. Továbbá érthetőbbé teszi autizmusban a tanítás-tanulás folyamatában tapasztalható nehézségeket, mivel a komplex munkamemória-teszteken nyújtott teljesítmény jó bejóslója a tanulási nehézségeknek (ld. pl. Gathercole és Pickering, 2000a; 2000b; Pickering és Gathercole, 2004; McNamara és Wong, 2003).

Autizmus

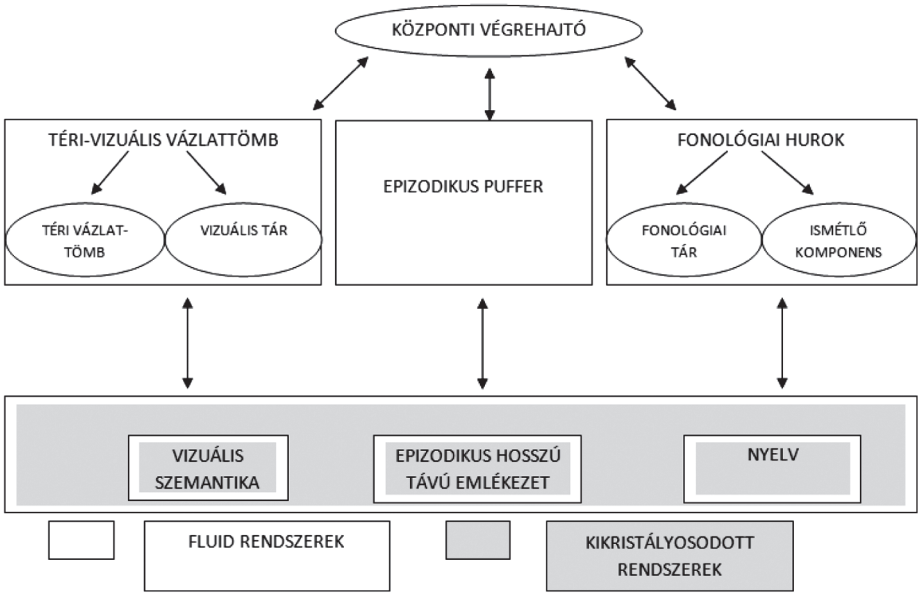
Az autizmus „nem megkésett, hanem eltérő jellegű fejlődés" (*Jordan*, 2007), viselkedési jegyeit tekintve szelektív sérülés tapasztalható, melynek hátterében a mentális rendszerek szelektív sérülése feltételezhető, ezért az autizmus kutatása a viselkedést szervező kognitív mechanizmusok megértését is szolgálja (*Baron-Cohen* és *Bolton*, 2000). A DSM-V. az autizmus spektrumzavar fogalmát diádként fogalmazza meg a vezető tünetek mentén: a szociális kommunikáció és interakció nehezítettségét, valamint az érdeklődés, a viselkedéstervezés-szervezés területére jellemző beszűkült, repetitív magatartást, sztereotipitást (*APA*, 2013). Az autizmust több elmélet igyekszik magyarázni, több-kevesebb sikerrel. Közülük kutatásunkat a végrehajtó működési zavar hipotézis (*Ozonoff*, 1997) mentén végeztük, a végrehajtó működéseket ('executive functions') fókuszban tartva, a frontális lebenyhez köthetően próbálva megragadni az autizmus hátterét képező tényezőket. A végrehajtó funkciók közé tartozik a tervezés, az impulzus-

kontroll, a valóság monitorozása, az irreleváns válaszok gátlása, a munkamemória, a fluencia, valamint a kognitív flexibilitás, a gondolkodás és cselekvés rugalmasságának fenntartása, alapvetően a kimenő viselkedések és az ezek hátterét képező rendszerek adaptív összerendezése, kontrollja, valamint a célvezérelt viselkedések (*Rommelse* és *mtsai*, 2011; *Győri*, 2012). Autizmussal élők számára a hétköznapi rutinokhoz szükséges adaptív magatartás limitáltan működik (*Happé* és *Vital*, 2009). Az eredeti hipotézis a diád második területére jellemző sztereotip és repetitív viselkedések (melyek szociális jellegű zavarok is) mentén fogalmazódik meg, ezek a felnőttkorban szerzett frontálislebeny-sérültek tünettanában is megjelennek. Az autizmussal élők rosszabbul teljesítenek a végrehajtóműködés-teszteken, de eredményeik jól elkülönülnek egyéb végrehajtó működési zavart mutató szindrómáktól (például Tourette-szindróma). E feladatok végzése során főként a fronto-parietális területen tapasztaltak funkcionális mágneses rezonancia (fMRI) vizsgálatok során alulműködést (*Rommelse* és *mtsai*, 2011). Az elmélet adekvát a repetitív viselkedések magyarázatában, a szociális és kommunikatív területeken jelentkező egyes tünetek esetében, azonban autisztikus fejlődésmintázatokban a végrehajtó működés korai megjelenését kevés adat mutatta (*Győri* és *mtsai*, 2002). Egyes eredmények arra utalnak, hogy autizmusban a végrehajtó funkciókon belül a tervezési folyamat deficitje a vezető tünet (*Sinzig* és *mtsai*, 2008).

Munkamemória, végrehajtó rendszer

A munkamemória limitált mennyiségű információ átmeneti tárolására és feldolgozására képes dinamikus feldolgozó rendszer, mely életkorfüggő, és egyéni kapacitása eltérő (*Baddeley*, 2000; *Conway* és *mtsai*, 2003; *Pickering*, 2001). Döntő szerepe van az általános tudás megszerzésében, továbbá az új készségek elsajátításában (*Gathercole*, *Alloway*, *Willis* és *Adams*, 2006). A tanulás és a memória három folyamat összehangolását igénylik, a kódolás (bejövő információ tárolása), a tárolás (a tartós emléknyom kiépítése az információ megszerzése és konszolidációja mentén) és az előhívás (tudatos előhívás, vagy felismerés) révén (*Baddeley*, 2003; *Tánczos*, 2014). A mai többkomponensű és dinamikus munkamemória-modell egy korlátozott kapacitású tárat ír le, mely egy aktív információfeldolgozó rendszer: az információ tárolása mellett műveleteket is végez, és több részre tagolódik (*Baddeley* és *Hitch*, 1974) (1. ábra).

Két elkülönülő alrendszert foglal magába: a verbális és a téri-vizuális alrendszert, ezek egymástól függetlenül képesek az információ megőrzésére és a manipulációra, és mindkettő rendelkezik egy területet általánosan feldolgozó és egy terület-specifikus tároló komponenssel (*Alloway*, *Gathercole* és *Pickering*, 2006). A fonológiai hurok a verbális információ ellenőrzéséért felel, míg a téri, vizuális és kinesztétikus információkat a téri-vizuális vázlattömb foglalja egységes reprezentációba (*Baddeley*, 2003). A központi végrehajtó a munkamemória figyelmi kontrollját végzi, felelős a fókuszálásért, megosztásért, figyelmi váltásért, összehangolja a perifériku alrendszerek (a fentebb említett rendszerek) működését, tehát modalitásfüggetlen információkezelő, figyelmi és kontrolláló rendszer (*Baddeley*, 2003). Az epizodikus puffer összeköti a modalitásspecifikus komponenseket és a hosszútávú memóriát multimodális információk tárolása révén, komplex struktúrává vagy epizóddá képes integrálni a különböző modalitásból érkező információkat, illetve puffer funkciója az eltérő alrendszerek közti közvetítést és a különböző kódok egységes multidimenzionális reprezentációkba tömörítését végzi (*Racsmány*, 2007). A központi végrehajtó kapcsán gyakran használják a végrehajtó funkció kifejezést, három fő komponense a frissítés és monitorozás (bejövő információ áttekintése, kódolása, tárolt elemek javítása, nem használt elemek releváns, új elemmel való helyettesítése), a váltás (irreleváns feladatkészletről leválva



1. ábra. A Baddeley-féle munkamemória-modell
(forrás: Baddeley, 2000 alapján, 421. o.; Tánczos, 2014).

relevánsra való átváltás) és a gátlás (domináns válasz gátlása, kiment monitorozása) (*Miyake* és *mtsai*, 2000). A végrehajtó funkciók felelősek a gondolatok szervezéséért, stratégiává alakításért, az észlelés, érzelmek, gondolatok és cselekedetek során az önvezérelt és célirányos folyamatok kialakításáért, a tervezés, döntéshozatal, célszelekció, aktuális viselkedés monitorozásáért, összefüggnek az öntudat, empátia és a szociális érzékenység folyamataival (*Stuss* és *Alexander*, 2000; *Temple*, 1997; *Tánczos*, 2014). A munkamemória-kapacitás korlátozottsága problémákat okozhat az iskolai teljesítményekben, a nyelvelsajátítás, a figyelem és a problémamegoldás nehézsége kapcsán. Összefügg az anyanyelv-elsajátítással, a matematikai és természettudományos képességekkel, az olvasási és aritmetikai teljesítménnyel, így hatékonyan előrejelzi az iskolai előmenetelt is (*Thompson* és *Gathercole*, 2006). A komplex munkamemória, valamint a beszélt és írott nyelv megértése között szoros kapcsolat van (*Daneman* és *Merikle*, 1996; *Leather* és *Henry*, 1994; *Engle*, *Kane* és *Tuholski*, 1999), továbbá a komplex munkamemória-teszteken nyújtott teljesítmény jó bejóslója a tanulási nehézségeknek (ld. pl. *Gathercole* és *Pickering*, 2000a, 2000b; *Pickering* és *Gathercole*, 2004; *McNamara* és *Wong*, 2003). Mai tudásunk szerint a munkamemória egyes alrendszereinek működése az alábbiak szerint köthető különböző agyi területekhez: az általános problémamegoldás (verbális és téri feladatok esetén) a Br (Brodmann-régió) 6, a fonológiai folyamatok feldolgozása (verbális és numerikus feladatok kapcsán) a Br 44, míg a munkamemória tartalmának manipulálása a Br 9 és 46 területhez kapcsolódnak (*Németh* és *mtsai*, 2001). A végrehajtó funkciók tanulmányozásánál a frontális lebenyre került a fókusz, mely az önmonitorozás és a kontroll folyamatokban fontos (*Blakemore* és *Choudhury*, 2006). Három fő neurális kör indul a frontális lebenyből, a basalis ganglionok, illetve a thalamus felé haladva: a dorsolaterális prefrontális kör a tervezés, célszelekció, készletváltás, munkamemória és önmonitorozás folyamataiban

döntő, a laterális orbitofrontális kör a kockázatfelmérés, válaszgátlás során fontos, míg az anterior cinguláris kör a viselkedés monitorozásában, a hiba önellenőrzésében és javításában vesz részt (*Royall* és *mtsai*, 2002).

Autizmussal élők munkamemória- és végrehajtó funkcióját vizsgáló kutatások eredményeinek áttekintése

A témában született kutatások vegyes eredményeket mutatnak. Ozonoff és Jensen (1999) például flexibilitásban és tervezésben nehézséget találtak autizmussal élőknél, míg a gátlást igénylő feladatokon nem. Ozonoff és Strayer (2001) magasan funkcionáló autizmussal élőknél nem találtak szignifikáns eltérést a munkamemória-kapacitás vonatkozásában, amiből arra következtettek, hogy autizmusban a végrehajtó funkciók érintettsége nem a munkamemória sérülése miatt áll fenn elsősorban. Sinzing és munkatársai (2008) a tervezés és flexibilitás vizsgálata során károsodást tapasztaltak autizmusban.

Magasan funkcionáló autizmussal élőknél Liss és munkatársai (2000) a végrehajtó funkciók károsodását nem találták univerzálisnak, és nem látták bizonyítottnak, hogy a sérült végrehajtó funkciók okoznák az adaptív működésében tapasztalható deficitet. Williams és munkatársai (2005) a munkamemória téri képességei vonatkozásában sérülést írtak le, míg a verbális képességek esetében nem találtak szignifikáns eltérést, ez alapján feltételezik, hogy nem a téri és verbális munkamemória sajátosságai képezik az autizmusban jellemző viselkedéstervezési és problémamegoldási nehézségeket. Turner (2007) az autizmusban jellemző repetitív viselkedés és a végrehajtó funkciók (pl. gátlás) között szignifikáns összefüggést talált, míg egy másik tanulmány nem talált kapcsolatot a sztereotip viselkedés és a végrehajtó funkciók között (*Lord* és *mtsai*, 2000; *Joseph* és *Tager-Flusberg*, 2004).

South és munkatársai (2007) Wisconsin Kártyaszortírozás (munkamemória, központi végrehajtó mérése) feladaton szignifikáns összefüggést kapott a feladatmegoldás során mutatott perszeveráció mértéke és a sztereotip viselkedés között. Corbett és munkatársai (2007) jelentős különbséget tapasztaltak éberség, válaszgátlás, flexibilitás, figyelemváltás és munkamemória esetén a kontrollcsoporthoz képest, amiből arra következtettek, hogy autizmusban általános, mély végrehajtófunkció-károsodás jellemző. Rommelse és munkatársai (2011) autizmusban gyengébb gátlási és munkamemória-teljesítményt és megnövekedett reakcióidőt írtak le. Lai és munkatársai (2012) nemek közti különbséget tapasztaltak a végrehajtó funkciók esetében autizmusban, eszerint az autizmussal élő férfiak gyengébb teljesítményt nyújtottak a kontrollhoz képest, míg a nők esetében ilyen különbséget nem találtak. Hill és munkatársai (2015) nyelvi károsodással rendelkező autizmussal élő gyermekeknél feltételezték, hogy nem-szó ismétlési teszten kapott teljesítményük összefügg az autizmusban jellemző viselkedéses sérülések (szociális működés, repetitív viselkedés) mértékével, ám kutatásuk nem igazolta hipotézisüket, míg a vizsgált gyermekek verbális memória- és verbális munkamemória-kapacitása szignifikánsan elmaradt egészséges társaikétól.

Lényeges továbbá Truedsson és munkatársai (2015) eredménye, mely szerint autizmusban a gyakran társuló ADHD-s tüneteket kontrollálva az addig jellemző gátlási és munkamemória-teljesítménybeli negatív eltérés eltűnt, amiből arra következtetnek, hogy a sérült munkamemória-kapacitás az ADHD és az autizmus közös kognitív jellemzője lehet. Pugliese és munkatársai (2015) a végrehajtó funkció jelentős hatását írták le az adaptív viselkedésre (úgymint: gátló funkciók, figyelemváltás, monitorozás), eredményeik szerint autizmusban mindkettő sérült. Rommelse és munkatársai (2015) továbbá autizmusban összefüggést írtak le a kognitív deficit mértéke és az intellektuális képességek között, eszerint az IQ közvetítő szereppel bír a kognitív folyamatokra nézve.

Módszerek

Résztvevők

A vizsgálatban 106 férfi és 18 nő, tehát összesen 124 személy, 93 kontroll (tipikus fejlődésű) és 31 autizmus spektrumzavarral élő gyermek/fiatal felnőtt vett részt, 7 és 24 éves kor között. A kísérleti csoportunkhoz két kontrollcsoportot illesztettünk, mindkét esetben nem alapján, illetve az egyik csoportot mentális korban, míg a másikat életkorban. A csoportok életkort tekintve nem térnek el egymástól (F[2,111]=1,318, p=0,272). Az életkorban illesztett kontrollcsoportban az átlagos életkor 12,95 év (szórás: 4,327), míg az intelligenciában illesztett kontrollcsoportban az átlagos életkor 11,6 év (szórás: 3,055), valamint az autizmus spektrumzavarral élő egyének csoportjában az átlagos életkor 13,31 év (szórás: 4,425). A mentális kontrollcsoport összetételét a kísérleti csoportban lévő minden egyes személy intelligenciájához, személyenként végeztük, a John Raven által kidolgozott Progresszív Mátrixok (1938), valamint a Magyar Wechsler Gyermek Intelligencia Teszt (MAWGYI) perceptuális képességeket (PQ) mérő feladatai segítségével (*Lányiné* és *mtsai*, 1996). A csoportok intelligenciát tekintve tendenciaszinten eltérnek egymástól (F[2,77]=3,211, p=0,046). Az életkorban illesztett kontrollcsoportban az átlagos intelligencia 100,89 (szórás: 15,973), míg az intelligenciában illesztett kontrollcsoportban az átlagos intelligencia 104,00 (szórás: 20,070), valamint az autizmus spektrumzavarral élő egyének csoportjában az átlagos intelligencia 92,17 (szórás: 18,556). Az autizmus spektrumzavar egyik jellemző tünete a sérült verbális képességek, ez indokolta az előbbiekben említett két non-verbális intelligenciateszt használatát. Az illesztés során az IQ pontok szórása $\pm$ 5 volt.

A kontrollszemélyeket kényelmi mintavétellel, míg az autista gyermekeket meghatározott intézményeket felkeresve gyűjtöttük. A mintába került autizmussal élő személyek közül 10 gyermek a Szegedi Újklinika Gyermekpszichiátriai Osztályán való tartózkodása vagy későbbi visszahívása kapcsán kerülhetett a mintába, illetve 5 további gyermek egy ceglédi speciális iskola tanulói közül került ki. 15 autista gyermek a szőregi Gemma Szociális Szolgáltató Központ − Fejlesztő Iskola, a kecskeméti Nyíri Úti Egységes Gyógypedagógiai Módszertani Intézmény Autista Tagozat, valamint a Kecskeméti Közoktatási, Gyermekvédelmi és Szociális Intézmény „tanulói", egy személy pedig a Szegedi Tudományegyetem hallgatója. Az autizmussal élő gyermekeket a DSM-IV. és az ICD-10 kritériumrendszerének megfelelően diagnosztizálták, a részt vevő 31 autizmussal élő gyermek közül 4 személy Asperger-szindrómás (DSM-IV-TR, 4th ed. text revision; *American Psychiatric Assiciation*, 2000; *WHO*, 1990). Továbbá 9 gyermek rendelkezik az Autism Diagnostic Interview-Resived (ADI) és az Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS) eredményeivel, a fennmaradó autizmussal élő gyermekek egykori diagnosztizálása során még nem volt lehetőség ezen tesztek használatára, így ők sem ADI-, sem ADOS-eredményekkel nem rendelkeznek (*Lord* és *mtsai*, 2000; *Lord*, *Rutter* és *Le Counteur*, 1994; magyarul ld. *Stefanik*, *Győri* és *mtsai*, 2007). Az ő esetükben a diagnózist felállító szervek az alábbiak: Autizmus Alapítvány és Kutatócsoport (Budapest, Kiskőrös); Szegedi Gyermekgyógyászati Központ és Gyermek Egészségügyi Központ; Kecskeméti Megyei Kórház Ideggondozó, valamint a Kecskeméti Közoktatási, Gyermekvédelmi és Szociális Intézmény.

A tesztfelvételekre az egészséges kontrollszemélyek esetében Tiszakécskén, Cegléden, illetve Budapesten a nap valamely szakában, nyugodt körülmények között, míg az autista személyekkel általában délelőttönként a szőregi Gemma Szociális Szolgáltató Központ − Fejlesztő Iskolában, a kecskeméti Nyíri Úti Egységes Gyógypedagógiai Módszertani Intézmény Autista Tagozatán, illetve a Kecskeméti Közoktatási, Gyermekvédelmi és Szociális Intézményben, a Szegedi Újklinika Gyermekpszichiátriai Osztályán, egy ceg-

lédi speciális iskolában, valamint a Szegedi Tudományegyetem Pszichológia Intézetében került sor.

Az egészséges személyek tájékoztató és beleegyező nyilatkozatot írtak alá, a 18. életévet be nem töltött egészséges személyek esetében szülői beleegyezési nyilatkozatot, az autista spektrumzavarral élő résztvevők esetében szintén minden esetben gondozói/szülői beleegyezési nyilatkozatot írattunk alá, melyben tájékoztattuk őket a vizsgálat módszereiről, és biztosítottuk őket a bizalmas adatkezelés felől. Emellett minden kontrollszemélyt kikérdeztünk az általános egészségi állapotáról, hogy kiszűrjük a gyógyszeres kezelést igénylő neurológiai betegségeket, amelyek befolyásolhatják a vizsgálat eredményeit. Az autista gyermekek esetében a hirtelen hangulatváltozások (ingerültség, dühkitörés), illetve epilepszia miatt gyakran előfordul a nyugtatók, antiepileptikumok szedése, jelen minta esetében két gyermek szed napi rendszerességgel kis dózisú nyugtatót, míg epilepszia elleni gyógyszer szedéséről egyik gyermek esetében sem számoltak be a gondozók. A résztvevők a feladatban való részvételért jutalmat nem kaptak.

Vizsgálati eszközök

A munkamemória és a végrehajtó funkciók mérésére számos tesztet kidolgoztak (*Németh* és *mtsai*, 2001; *Racsmány* és *mtsai*, 2005), közülük a jelen kutatásban használtakat mutatom be. Vizsgálatunk a komplex munkamemória működését célozta meg, ennek fényében a Hallási mondatterjedelem tesztet, a Számlálási terjedelem tesztet, valamint a verbális rövid távú emlékezet (Fonológiai hurok) vizsgálatára a Számterjedelem tesztet alkalmaztuk.

1. Hallási mondatterjedelem teszt

A Hallási mondatterjedelem teszt (Listening Span) kidolgozása Daneman és Blennerhasset (1984) nevéhez köthető, hazai változatának kidolgozását pedig Janacsek, Tánczos, Mészáros és Németh (2009) végezték. A teszt a komplex munkamemória feldolgozó és tároló elemeit egyaránt terheli, méri mind a fonológiai hurok, mind a központi végrehajtó működését (*Tánczos*, 2014). A feladat során az elhangzott mondatokról Igaz/Hamis döntést kell hozni, meg kell jegyezni az elhangzott mondatokat, és helyes sorrendben vissza kell mondani azok utolsó szavait (pl. „A varrónő által gyakran használt eszköz az olló.” és „A madarak csőrében mindig sok a kávé.”, helyes válasz: „igaz”, majd „hamis”, végül „olló”, „kávé” szavak ismétlése).

2. Számlálási terjedelem teszt

A Számlálási terjedelem tesztet (Counting Span) Case, Kurland és Goldberg dolgozta ki (1982). A feladat során sötétkék köröket és négyzeteket, illetve sárga köröket lát a számítógép képernyőjén a kísérleti személy. Egyesével, hangosan kell megszámolnia, hány sötétkék kört lát a képen, megismételni az utolsó számot, majd megjegyezni. Két kép után vissza kell mondania a megjegyzett számokat a bemutatás sorrendjében. Ez a szám kettő és nyolc közé esik, egy számsoron belül sosincs ismétlődés, és nem fedezhető fel semmilyen logikai szabályszerűség abban, ahogyan követik egymást a számok. Amint befejezte a számolást, rögtön ki kell mondania az eredményt, és amint megjelenik a következő kép, rögtön el kell kezdenie a számolást, közben nem tarthat szünetet (ezzel időt hagyva az ismétlésre). Az elért pontszám a helyesen visszamondott maximális elemszám. Ha nem sikerült az első két szám visszamondása, egy pontot kap az adott sorozatra. A számlálási terjedelem végső értékét a három sorozat eredményének átlaga adja, maximálisan hat, mivel hat elemből áll a leghosszabb számsorozat.

3. Számterjedelem teszt

A Számterjedelem teszt (Digit Span) a verbális munkamemória (fonológiai hurok) vizsgálatát teszi lehetővé, a tesztet Jacobs (1887) nevéhez köthetjük, a Digit Span sztenderdizált, magyar nyelvű változatát Racsmány és munkatársai (2005) dolgozták ki. A vizsgálati személy feladata, hogy az egy másodperces időközzel elhangzott számokat azonos sorrendben, helyesen visszamondja, a kihagyott, felcserélt számokat tartalmazó választ hibásnak tekintjük. Egy számsoron belül a számok nem ismétlődnek, véletlenszerű sorrendben szerepelnek. Egy adott terjedelemhez négy különböző számsor tartozik, melyből három pontos visszamondását fogadjuk el helyes sorozatnak. Az egymást követő sorozatokban mindig eggyel több szám szerepel, a végső számterjedelmet az utolsó jó sorozat értéke adja (ahol a négy próbából legalább hármat helyesen vissza tud még mondani a személy).

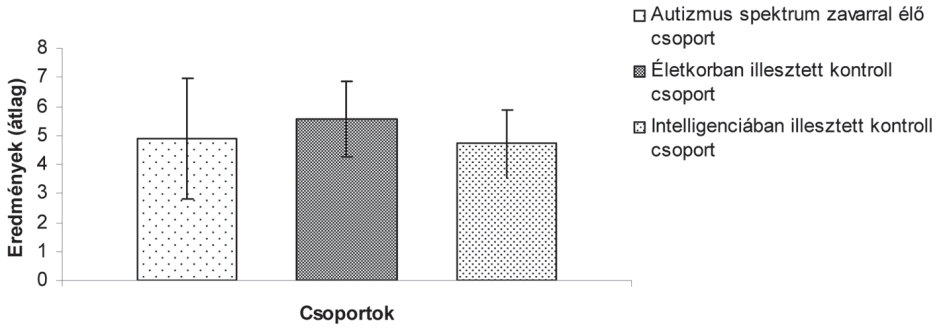
Statisztikai eljárás

A tipikusan és atipikusan (autizmus spektrumzavarral) fejlődő gyermekek/fiatal felnőttek kognitív képességeit SPSS for Windows elemzőprogram segítségével, egyszempontos varianciaanalízissel (ANOVA) vizsgáltuk.

Eredmények

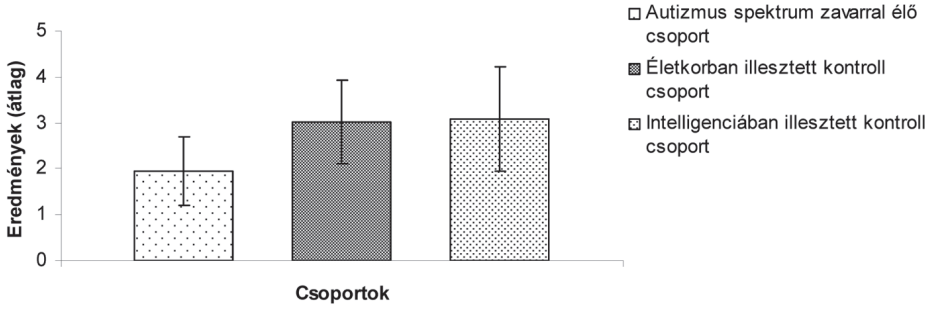
Az elemzés során szignifikáns eltérés mutatkozott a három csoport eredményei között mind a Számterjedelem teszt (F[2,119]=3,750, p=0,026), mind a Hallási mondatterjedelem teszt (F[2,118]=15,409, p<0,001), mind a Számlálási terjedelem teszt (F[2,118]=4,654, p=0,011) eredményeit illetően. Annak megállapítására, hogy mely csoportok között van szignifikáns eltérés, a Post Hoc – LSD utóteszt került alkalmazásra.

Tendenciaszintű eltérés mutatkozik a Számterjedelem teszten elért eredményeket illetően az autista csoport és az életkorban illesztett csoport között (p=0,052). Nincs azonban jelentős eltérés az autista csoport és a mentális kontrollcsoport között (p=0,668). Szignifikáns eltérés mutatkozik azonban az életkorban illesztett és a mentális kontrollcsoportok között (p=0,015) (2. ábra).



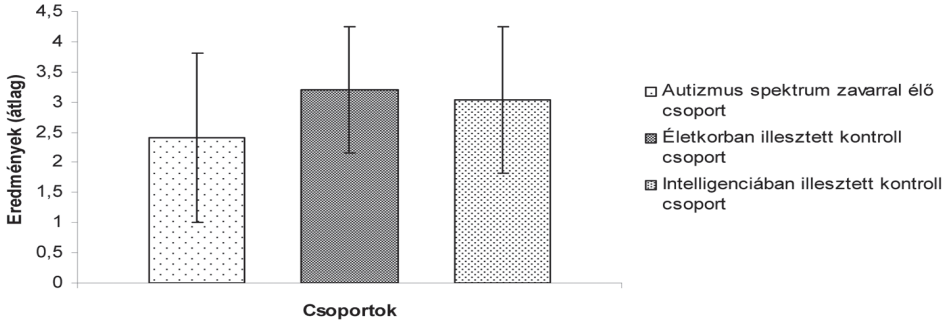
2. ábra. A Számterjedelem teszten elért eredmények az egyes csoportokban. Tendenciaszintű eltérés mutatkozik az autista csoport és az életkorban illesztett kontrollcsoport között, valamint szignifikáns eltérés látható az életkorban illesztett és a mentális korban illesztett csoport között. A szórást a SEM (Standard Error Mean) érték mutatja

A Hallási mondatterjedelem teszten mért eredmények szignifikáns eltérést mutatnak mind az autista csoport és az életkorban illesztett kontrollcsoport (p<0,001), mind az autista csoport és a mentális korban illesztett csoport (p<0,001) között. Nincs jelentős különbség az életkorban illesztett, illetve a mentális kontrollcsoportok eredményei között (p=0,731) (3. ábra).



3. ábra. A Hallási mondatterjedelem teszten elért eredmények az egyes csoportokban. Szignifikáns eltérés látható az autista csoport és az életkorban illesztett kontrollcsoport, valamint az autista csoport és a mentális korban illesztett csoport között. A szórást a SEM (Standard Error Mean) érték mutatja

A Számlálási terjedelem teszt eredményeit elemezve szignifikáns eltérés mutatkozik az autista csoport és az életkorban illesztett kontrollcsoport (p=0,003), valamint az autista csoport és a mentális kontrollcsoport között (p=0,036). Nincs jelentős mértékű különbség az életkorban, illetve a mentális korban illesztett csoportok között (p=0,527) (4. ábra).



4. ábra. A Számlálási terjedelem teszten elért eredmények az egyes csoportokban. Szignifikáns eltérés mutatkozik az autista csoport és az életkorban illesztett kontrollcsoport, valamint az autista csoport és a mentális korban illesztett csoport között. A szórást a SEM (Standard Error Mean) érték mutatja.

Megvitatás

Kutatásunk célja az volt, hogy feltérképezze a rövid távú memóriát és a komplex munkamemória-terjedelmet autizmussal élő gyerekeknél. Eredményeink azt mutatják, hogy a vizsgált autizmussal élő személyek a verbális munkamemória (a fonológiai hurok terhelését érintő) feladaton a kontrollcsoportokhoz hasonló megtartott/közel ép funkcióval rendelkeznek, míg a Hallási mondatterjedelem és a Számlálási terjedelem feladaton mindkét kontrollcsoportnál szignifikánsan gyengébb eredményt ért el, mely jelzi, hogy

Jelen kutatás keretein túlmutatva a jövőbeli kutatások számára perspektívát kínál Truedsson és munkatársai (2015) eredménye, mely szerint a sérült munkamemória-kapacitás az ADHD és az autizmus közös kognitív jellemzője lehet, így azon kutatások relevanciája, melyek az autizmushoz társuló egyéb (pl. ADHD-s) tünetek szűrése mentén tudnak működni, pontosíthatják az eddigi ismereteket. Kutatásunk eredménye magyarázatot kínál arra, hogy miért gyengébb autizmusban a tervezés, impulzuskontroll, a valóság monitorozása, az irreleváns válaszok gátlása, a kognitív flexibilitás, a gondolkodás és cselekvés rugalmasságának fenntartása, a célvezérelt viselkedések menedzselése. Mivel a komplex munkamemória, valamint a beszélt és írott nyelv megértése között szoros kapcsolat van (Daneman és Merikle, 1996; Leather és Henry, 1994; Engle, Kane és Tuholski, 1999), az autizmussal élők esetében a vizsgálatunkban kapott gyengébb komplex munkamemória-teljesítmény a nehezebb kommunikációs képességeket is magyarázhatja.

komplex munkamemóriájuk gyengébben működik. Eredményünk megerősíti a végrehajtó működési zavar hipotézis relevanciáját (*Ozonoff*, 1997), mely a végrehajtó működések (tervezés, impulzuskontroll, valóság monitorozása, irreleváns válaszok gátlása, munkamemória, fluencia, kognitív flexibilitás, gondolkodás és cselekvés rugalmasságának fenntartása, kimenő viselkedések és háttér-rendszerük adaptív összerendezése, célvezérelt viselkedések, ld. *Rommelse* és *mtsai*, 2011; *Győri*, 2012) csökkent mértékét feltételezi autizmusban. Több korábban publikált adattal egybecseng kutatásunk eredménye, így Sinzing és munkatársai (2008) munkájával, akik a tervezés és flexibilitás vizsgálata során károsodást tapasztaltak autizmus spektrumzavarral élők esetén, valamint South és munkatársai (2007) eredményeivel, akik a munkamemória, a központi végrehajtó mérése során szignifikáns összefüggést kaptak a feladatmegoldáskor mutatott perszeveráció mértéke és a sztereotip viselkedés között. Rommelse és munkatársai (2011) autizmusban gyengébb gátlási és munkamemória teljesítményt és megnövekedett reakcióidőt írtak le, Pugliese és munkatársai (2015) pedig publikációjukban a végrehajtó funkció (gátló funkciók, figyelemváltás, monitorozás) döntő hatását írták le az adaptív viselkedésre nézve, hangsúlyozva, autizmusban mindkettő sérült. Ezekkel egybehangzóan saját eredményeink a komplex munkamemória gyengébb működését mutatják autizmusban. A verbális munkamemória vonatkozásában pedig Williams és munkatársai (2005) publikációjával egybehangzóan eredményeink arra utalnak, hogy a verbális képességek esetében nincs szignifikáns eltérés a kontrollhoz mérten, ami megtartott verbális munkamemória-funkciókat feltételez autizmusban, mely alapján feltételezhető, hogy a verbális munkamemória sajátosságai képezik az autizmusban jellemző viselkedéstervezési és problémamegoldási nehézségek alapját.

Magasan funkcionáló autizmussal élőknél e fentiektől eltérő eredményeket is publikáltak, Ozonoff és Strayer (2001) nem talált szignifikáns eltérést a munkamemória-kapacitás esetében a kontrollhoz képest, amiből arra következtettek, hogy autizmusban a végrehajtó funkciók érintettsége elsősorban nem a munkamemória sérülése miatt áll fenn. Liss és munkatársai (2000) a végrehajtó

funkciók károsodását nem találták univerzálisnak, és nem látták bizonyítottnak, hogy a sérült végrehajtó funkciók okoznák az adaptív működésében tapasztalható deficitet. Ezen publikációknak ellentmond kutatásunk eredménye, lényeges azonban megjegyezni, hogy az IQ közvetítő szereppel bír a kognitív folyamatokra nézve (*Rommelse* és *mtsai*, 2015), mely jelen esetben magasan funkcionáló autizmusban magyarázhatja a jobb munkamemória-eredményeket. Lényeges továbbá, hogy munkánk során nem tudtunk tekintettel lenni a nemek szerinti különbségek esetleges felderítésére, mely Lai és munkatársai (2012) adatai szerint azonban adekvát lehet, kutatásukban ugyanis az autizmussal élő férfiak gyengébb teljesítményt nyújtottak a kontrollhoz képest, míg a nők esetében ilyen különbséget nem találtak.

Jelen kutatás keretein túlmutatva a jövőbeli kutatások számára perspektívát kínál Truedsson és munkatársai (2015) eredménye, mely szerint a sérült munkamemória-kapacitás az ADHD és az autizmus közös kognitív jellemzője lehet, így azon kutatások relevanciája, melyek az autizmushoz társuló egyéb (pl. ADHD-s) tünetek szűrése mentén tudnak működni, pontosíthatják az eddigi ismereteket. Kutatásunk eredménye magyarázatot kínál arra, hogy miért gyengébb autizmusban a tervezés, impulzuskontroll, a valóság monitorozása, az irreleváns válaszok gátlása, a kognitív flexibilitás, a gondolkodás és cselekvés rugalmasságának fenntartása, a célvezérelt viselkedések menedzselése. Mivel a komplex munkamemória, valamint a beszélt és írott nyelv megértése között szoros kapcsolat van (*Daneman* és *Merikle*, 1996; *Leather* és *Henry*, 1994; *Engle*, *Kane* és *Tuholski*, 1999), az autizmussal élők esetében a vizsgálatunkban kapott gyengébb komplex munkamemória-teljesítmény a nehezebb kommunikációs képességeket is magyarázhatja. Továbbá, tekintve, hogy a komplex munkamemória-teszteken nyújtott teljesítmény jó bejóslója a tanulási nehézségeknek (ld. pl. *Gathercole* és *Pickering*, 2000a; 2000b; *Pickering* és *Gathercole*, 2004; *McNamara* és *Wong*, 2003), érthetőbbé teszi autizmusban a tanítás-tanulás folyamatában tapasztalható nehézségeket is.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük dr. Janacsek Karolinának és dr. Németh Dezsőnek a cikk megírásában nyújtott szakmai segítségét!

Irodalomjegyzék

Alloway, T. P., Gathercole, S. E. és Pickering, S. J. (2006): Verbal and Visuospatial Short-Term and Working Memory in Children: Are They Separable? *Child Development*, **77**. 6. sz. 1698–1716. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x

American Psychiatric Association (APA) (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 5th ed. Author, Arlington, VA. DOI: 10.1176/appi.books.9780890425596.893619

Baddeley, A. D. (2000): The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, **11**. 4. sz. 417–423. DOI: 10.1016/s1364-6613(00)01538-2

Baddeley, A. D. (2003): Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, **36**. 3. sz. 189–208. DOI: 10.1016/s0021-9924(03)00019-4

Baddeley, A. D. és Hitch, G. (1974): Working memory. In: Bower, G. A. (szerk.): *Recent advances in learning and motivation*. Academic Press, New York. 47–90.

Baron-Cohen, S. és Bolton, P. (2000). *Autizmus.* Osiris Zsebkönyvtár, Budapest.

Blakemore, S. J. és Choudhury, S. (2006): Development of the adolescent brain: Implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, **47**. 34. sz. 296–312. DOI: 10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x

Case, R. D., Kurland, M. és Goldberg, J. (1982): Operational efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, **33**. 3. sz. 386–404. DOI: 10.1016/0022-0965(82)90054-6

Conway, A. R. A., Kane, M. J. és Engle, R. W. (2003): Working memory capacity and its relation to general

intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, **7**. 12. sz. 547−552. DOI: 10.1016/j.tics.2003.10.005

Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O. és Engle, R. (2005): Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin and Review*, **12**. 5. sz. 769−786. DOI: 10.3758/bf03196772

Corbett, B. A., Constantine, L. J, Hendren, R., Rocke, D. és Ozonoff, S. (2007): Examining executive functioning in children with autism spectrum disorder, attention decifit hyperactivity disorder and typical development. *Psychiatry research*, **166**. 2−3. sz. 210−222. DOI: 10.1016/j.psychres.2008.02.005

Daneman, M. és Blennerhasset, A. (1984): How to assess the listening comprehension skills of prereaders. *Journal of Educational Psychology*, **76**. 6. sz. 1372−1381. DOI: 10.1037/0022-0663.76.6.1372

Daneman, M. és Merickle, P. M. (1996): Working memory and language comprehension: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, **3**. 4. sz. 422−433. DOI: 10.3758/bf03214546

Engle, R. W., Kane, M. J. és Tuholski, S. W. (1999): *Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex. Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*. Cambridge University Press, New York. 102−134. DOI: 10.1017/cbo9781139174909.007

Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C. S. és Adams, A. M. (2006): Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, **93**. 3. sz. 265−281. DOI: 10.1016/j.jecp.2005.08.003

Gathercole, S. E. és Pickering, S. J. (2000a): Assessment of working memory in six and seven-year old children. *Journal of Educational Psychology*, **92**. 2. sz. 377−390. DOI: 10.1037/0022-0663.92.2.377

Gathercole, S. E. és Pickering, S. J. (2000b): Working memory deficits in children with low achievement in national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, **70**. 2. sz. 177−194. DOI: 10.1348/000709900158047

Győri Miklós (2012): Pervazív fejlődési zavarok: az autizmus spektrum. In: *Bereczkei T. és Hoffman Gy.* (szerk.): *Gének, gondolkodás, személyiség*. Akadémiai Könyvkiadó, Budapest.

Győri Miklós, Gy. Stefanik Krisztina, Kanizsai-Nagy Ildikó és Balázs Anna (2002). Naiv tudatelmélet és nyelvi pragmatika magasan funkcionáló autizmusban: reprezentációs zavar, performancia korlát, vagy kompenzáció? In: Racsmány Mihály, Kéri Szabolcs és Pléh Csaba (szerk.): *Architektúra és patológia a megismerésben.* Osiris Kiadó, Budapest.

Happé, F. és Vital, P. (2009). What aspects of autism predispose to talent? *Philosophical Transactions of The Royal Society, Biological Sciences*, 364. sz. 1369−1375. DOI: 10.1098/rstb.2008.0332

Hill, A. P., Santen, J. V., Gorman, K., Langhorst, B. H. és Fombonne, E. (2015): Memory in language-impaired children with and without autism. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, **7**. 19. sz. 1−13. DOI: 10.1186/s11689-015-9111-z

Hutton, U. M. Z. és Towse, J. N. (2001): Short-term memory and working memory as indices of children's cognitive skills. *Memory*, **9**. 4−6. sz. 383−394. DOI: 10.1080/09658210042000058

Jacobs, J. (1887): Experiments on „prehension". *Mind*, **12**. 45. sz. 75−79. DOI: 10.1093/mind/os-12.45.75

Janacsek Karolina, Tánczos Tímea, Mészáros Tünde és Németh Dezső (2009): A munkamemória új magyar nyelvű neuropszichológiai mérőeljárása: a Hallási Mondatterjedelem Teszt (HMT). *Magyar Pszichológiai Szemle*, **64**. 2. sz. 385−406.

Jordan, R. (2007): *Autizmus társult értelmi sérüléssel*. Kapocs Könyvkiadó, Budapest. 118−141.

Lai, M-C., Lombardo, M. V. és Baron-Cohen, S. (2014): Autism. *The Lancet*, 383. sz. (9920) 896−910. DOI: 10.1016/s0140-6736(13)61539-1

Lai, M-C., Lombardo, M. V., Ruigrok, A. N. V., Chakrabarti, B., Wheelwright, S. J., Auyeung, C., Consortium, M. A. és Baron-Cohen, S. (2012): Cognition in Males and Females with Autism: Similarities and Differences. *PLOS One*, **7**. 10. sz. 1−15. DOI: 10.1371/journal.pone.0047198

Leather, C. és Henry, L. A. (1994): Working memory span and phonological awareness tasks as predictors of early reading ability. *Journal of Experimental Child Psychology*, **58**. 1. sz. 88−111. DOI: 10.1006/jecp.1994.1027

Liss, M., Fein, D., Allen, D., Dunn, M., Feinstein, C., Morris, R., Wate, L. és Rapin, I. (2001): Executive Functioning in High-functioning Children with Autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, **42**. 2. sz. 261−270. DOI: 10.1111/1469-7610.00717

Lord, C., Risi, S., Lambrecht, L, Cook, E. H., Leventhal, B. L., Dilavore, P., Pickles, A. és Rutter, M. (2000): The Autism Diagnostic Observation Schedule-Generic: A Standard Measure of Social and Communication Deficits Associated with the Spectrum of Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 30. sz. 205−223. DOI: 10.1023/a:1005592401947

McNamara, J. K. és Wong, B. (2003): Memory for Everyday Information in Students with Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, **36**. 5. sz. 394−406. DOI: 10.1177/00222194030360050101

Minshew, N. J. és Keller, T. A. (2010). The Nautre of Brain Dysfunction in Autism: Functional Brain Imaging Studies. *Current Opinion in Neurology*, **23**. 2. sz. 124−130. DOI: 10.1097/wco.0b013e32833782d4

Miyake. A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. és Wager, T. D. (2000): The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex „Frontal Lobe" Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, **41**. 1. sz. 49–100. DOI: 10.1006/cogp.1999.0734

Németh Dezső, Racsmány Mihály, Kónya Anna és Pléh Csaba (2001): A munkamemória kapacitás mérőeljárásai és szerepük a neuropszichológiai diagnosztikában. *Magyar Pszichológiai Szemle*, **55**. 4. sz. 403–416. DOI: 10.1556/mpszle.55.2000.4.3

Ozonoff, S. (1997): Components of executive function in autism and other disorders. In: Russell, J. (szerk.): *Autism as an executive disorder*. Oxford, Oxford. 179–211. DOI: 10.1093/med:psych/9780198523499.001.0001

Ozonoff, S. és Jensen, J. (1999): Brief report: Specific executive function profiles in three neurodevelopmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, **29**. 2. sz. 171–177. DOI: 10.1023/a:1023052913110

Ozonoff, S. és Strayer, D. L. (2001): Further Evidence of Intact Working Memory in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, **31**. 3. sz. 257–262. DOI: 10.1023/a:1010794902139

Pickering, S. J. (2001): The development of visuospatial working memory. *Memory*, **9**. 4–6. sz. 423–432. DOI: 10.1080/09658210143000182

Pickering, S. J. és Gathercole, S. E. (2004): Distinctive Working Memory Profiles in Children with Special Educational Needs. *Educational Psychology*, **24**. 3. sz. 393–408. DOI: 10.1080/0144341042000211715

Pugliese, C. E., Anthony, L. G., Strang, J. F., Dudley, K., Wallace, G. L., Nalman, D. Q. és Kenworthy, L. (2015): Longitudinal Examination of Adaptive Behavior in Autism Spectrum Disorders: Influence of Executive Function. *Journal of Austism and Developmental Disorders*, **46**. 2. sz. 467–477. DOI: 10.1007/s10803-015-2584-5

Racsmány Mihály, Lukács Ágnes, Németh Dezső és Pléh Csaba (2005): A verbális munkamemória magyar nyelvű vizsgálóeljárásai. *Magyar Pszichológiai Szemle*, **60**. 4. sz. 479–505. DOI: 10.1556/mpszle.60.2005.4.3

Racsmány Mihály (2007): *A fejlődés zavarai és vizsgálómódszerei. Neuropszichológiai diagnosztikai módszerek*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1–39.

Royall, D. R., Lauterbach, E. C., Cummings, J. L., Reeve, A., Rummans, T. A., Kaufer, D. I., LaFrance, W. C. és Coffey, C. E. (2002): Executive control function: A review of its promise and challenges for clinical research. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, **14**. 4. sz. 377–405. DOI: 10.1176/appi.neuropsych.14.4.377

Rommelse, N. N. J., Geurts, H. M., Franke, B., Buitelaar, J. K. és Hartman, C. A. (2011): A review on cognitive and brain endophenotypes that may be common in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder and facilitate the search for pleiotropic genes. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 10. sz. 1016. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2011.02.015

Rommelse, N., Langerak, I., van der Meer, J., de Bruijn, Y., Staal, W., Oerlemans, A. és Buitelaar, J. (2015): Intelligence May Moderate the Cognitive Profile of Patients with ASD. *PloS One*, **10**. 10. sz. DOI: 10.1371/journal.pone.0138698

Sinzig, J., Morsch, D., Bruning, N., Schmidt, M. H. és Lehmkuhl, G. (2008): Inhibition, flexibility, working memory and planning in autism spectrum disorders with and without comorbid ADHD symptoms. *Child Adolescent Psychiatry and Mental Health*, **2**. 4. sz. DOI: 10.1186/1753-2000-2-4

South, M., Ozonoff, S. és McMahon, W. M. (2007): The relationship between executive functioning, central coherence, and repetitive behaviors in the high-functioning autsim spectrum. *Autism*, **11**. 5. sz. 441–455. DOI: 10.1177/1362361307079606

Stuss, D. T. és Alexander, M. P. (2000): Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view. *Psychological Research*, **63**. 3–4. sz. 289–298. DOI: 10.1007/s004269900007

Tánczos Tímea (2014): *A verbális fluencia és a munkamemória életkori változásai és szerepük az iskolai teljesítményben*. PhD értekezés. Szeged. DOI: 10.14232/phd.2197

Temple, C. M. (1997): *Developmental cognitive neuropsychology*. Psychology Press, Hove, UK. DOI: 10.4324/9781315784953

Thompson, H. L. és Gathercole, S. E. (2006): Executive Functions and Achievements in School: Shifting, Updating, Inhibition, and Working Memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **59**. 4. sz. 745–759. DOI: 10.1080/17470210500162854

Truedsson, E., Bohlin, G. és Wahlstedt, C. (2015): The Specificity and Independent Contribution of Inhibition, Working Memory, and Reaction Time Variability in Relation to Symptoms of ADHD and ASD. *Journal of Attention Disorders*, 1–10. DOI: 10.1177/1087054715587093

Turner, M. A. (1997): Towards an Executive Dysfunction Account of Repetitive Behavior in Autism. In: Russel, J. (szerk.): *Autism as an Executive Disorder*. Oxford University Press, Oxford. 57–100. DOI: 10.1093/med:psych/9780198523499.001.0001

Williams, D. L., Goldstein, G., Carpenter, P. A. és Minshew, N. J. (2005): Verbal and Spatial Working Memory in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, **35**. 6. sz. 747–756. DOI: 10.1007/s10803-005-0021-x