

A végrehajtó funkciók szerepe az iskolában és a verbálisfluencia-tesztek

Az iskolai teljesítményt alapvetően határozzák meg a végrehajtó funkciók, melyek eddig kevesebb szerepet kaptak a hazai szakirodalomban. A verbálisfluencia- (szó-generálási-) tesztek a végrehajtó funkciók mérőeljárásai, amelyek széles körben használtak a kognitív pszichológiában, a fejlődépszichológiában és a neuropszichológiai diagnosztikában is. Hasznos információval szolgálnak tehát a szövelőhívási stratégiákról, a végrehajtó funkciókról és a lexikai-szemantikai hálózatok fejlődéséről (szemantikus memória) mind gyerekkorban, mind pedig felnőttkorban. A betű- (vagy fonológiai) fluenciateszt az egyik leggyakrabban használt verbálisfluencia-teszt. Egy megadott hanggal (például „k”, „a” vagy „t”) kell adott időkorláton percen belül minél több szót mondani a vizsgálati személynek. A kategória (vagy szemantikus) fluenciatesztben adott idő alatt kell különböző kategóriákból mintapéldányokat előhívniuk a vizsgálati személyeknek (például: állat vagy gyümölcs). Az igemegnevezési fluencia feladatban pedig egy perc alatt kell minél több olyan dolgot mondani a vizsgálati személynek, amit az ember csinál. Ezek a tesztek lehetőséget nyújtanak a kontrollfunkciók mérésére és a szemantikai rendszer változásainak diagnosztizálására is. A csoportosító stratégiák mérése pedig a verbálisfluencia-feladatokon lehetőséget ad a végrehajtó funkciók károsodásának felbecslésére gyerekeknél, szerzett vagy fejlődési neurológiai károsodások és figyelmi deficitek esetében is.

Kulcsszavak: verbális fluencia tesztek, betű fluencia, kategória fluencia, igei fluencia, végrehajtó funkciók, fejlődési károsodások, tanulási zavarok, diagnosztika.

Az elmúlt években a nemzetközi szakirodalomban jelentősen megnőtt azoknak a tanulmányoknak a száma, amelyek azt vizsgálják, hogy az iskolai teljesítményt mi befolyásolhatja (Bull, Johnson és Roy, 1999; Bull és Scerif, 2001; Lehto, 1995; Lorsbach, Wilson és Reimer, 1996; McLean és Hitch, 1999; Ozonoff és Jensen, 1999; Russell, Jarrold és Henry, 1996; Swanson, 1993, 1999; Swanson, Ashbaker és Lee, 1996). Elsősorban a munkamemória működését, illetve a végrehajtó funkciókat hozták kapcsolatba ezzel, azonban ezek szerepe eltérhet az egyes tantárgyak esetében. A végrehajtó funkciók magas szintű működése az alapja a figyelmi, gondolkodási és problémamegoldási folyamatoknak, amelyek az iskolai teljesítményben meghatározó szerepet játszanak. Ezek deficites működése enyhébb vagy súlyosabb tanulási zavarokhoz vezethetnek, figyelemhiányos hiperaktivitás-zavar (Attention Deficit Hiperactivity Disorder, ADHD) is kialakulhat, de a végrehajtó rendszer zavara részben a diszlexiához és diszkalkuliához is köthető.

Jelen tanulmány a végrehajtó funkciók gyakran használt mérőeljárását mutatja be, amelyeket fluenciateszteknek nevezünk. Ezek a tesztek kulcsfontosságúak lehetnek a tanulási teljesítmény bejósolásában, így a tanulási zavarok diagnosztikájában, valamint a fejlesztésben is fontos szerepük lehet.

Váltás, monitorozás, gátlás

Miyake és munkatársai (2000) három fő végrehajtó funkciót azonosítottak. A váltás az összetett feladatok, a műveletek és a mentális készletek közötti rugalmas mozgást jelenti (Monsell, 1996). A váltási képességek összefüggésben vannak az írási készségekkel (Hooper, Schwartz, Wakely, de Kruif és Montgomery, 2002) és az aritmetikával (Bull, Johnson és Roy, 1999; Bull és Scerif, 2001).

A monitorozás megköveteli a bejövő információ monitorozását és kódolását, megfelelően javítja a munkamemóriában megtartott itemeket azzal, hogy a többé már nem használatos információkat új, sokkal relevánsabb információkkal helyettesíti (Morris és Jones, 1990).

A gátlás képesség arra, hogy szándékosan legátoljunk domináns, automatikus vagy előfeszített válaszokat (Stroop, 1935). A gátló folyamatoknak nagy szerepe van az olvasásban (De Beni, Palladino, Pazzaglia és Cornoldi, 1998; Gernsbacher, 1993), a szöveg-megértésben (Dempster és Corkhill, 1999), a szókincs elsajátításában (Dempster és Cooney, 1982) és a matematikában (Epsy, Bull és Senn, 2004). Bull és Scerif (2001) szerint a gátlás hiánya és a gyenge verbális munkamemória a végrehajtó diszfunkciók specifikus előfeltételei, és ezek állhatnak a matematika-tanulási zavarok hátterében. A végrehajtó funkciók vizsgálatok által bizonyítottan a szövelőhívásért, a figyelmi funkciókért, gátlásért, szabályok tartós követéséért, a manipulációért és az egyes feladatok közti váltásért és monitorozásért felelősek, valamint kulcsfontosságúak a tanulási, emlékezeti és általában a kognitív folyamatokban (Spreen és Strauss, 1991). Thompson és Gathercole (2006) 11–12 éves gyerekekkel végzett kutatásukban kimutatták, hogy kapcsolat van a munkamemória és az angolból és matematikából nyújtott teljesítmények között. A végrehajtó funkciók közül pedig a gátlással mutattak a felmérések kapcsolatot ugyanezekkel a tantárgyakkal és a természettudománnyal (Thompson és Gathercole, 2006).

Kisiskolásoknál a végrehajtó funkciót mérő feladatok közül nem lehet bármelyiket alkalmazni. Ilyen például a Stroop-teszt (Stroop, 1935), amit az ilyen életkorú gyerekek még nem, vagy csak nagyon lassan és nehezen tudnak olvasni, végrehajtani. A verbálisfluencia-tesztek azonban a legegyszerűbb mérőeljárásai a végrehajtó funkcióknak (Spreen és Strauss, 1991).

A 'végrehajtó funkciók' terminus tehát az utóbbi időkben mind a laikusok, mind pedig a hozzáértők által széles körben használt kifejezéssé vált. A figyelem középpontja egyre inkább a frontális lebeny szinaptikus kapcsolataira helyeződik, ami kamaszkorig fejlődik, és nagy szerepe van az önmonitorozási és a kontroll-folyamatok fejlődésében (Stuss és Alexander, 2000). Az elmúlt években a kutatók nagy hangsúlyt helyeztek az emberi agy frontális lebenyének funkcióira és a végrehajtó funkciók viselkedés irányításában betöltött szerepére. A végrehajtó funkciókat és a frontális lebenyt vizsgáló kutatások először a klinikai gyakorlatban, neuropszichológiai eszközök felhasználásával jöttek létre, így például a Wisconsin Kártyaszortírozási Teszt (WCST; Heaton, Chelune, Talley, Kay és Curtiss, 1993), a Delis–Kaplan Végrehajtó Funkció Rendszer (Delis–Kaplan Executive Function System, D-KEFS; Delis, Kaplan és Kramer, 2001) és a NEPSY, vagyis Fejlődési Neuropszichológiai Eszköztár (A Developmental Neuropsychological Assessment–Korkman, Kirk és Kemp, 1998) esetében. Ezen kívül említésre méltó még a Diszexecutív Szindróma Viselkedéses Eszköztára (Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome, BADS; Wilson, Alderman, Burgess, Emslie és Evans, 1996), a Végrehajtó Funkciók Viselkedési Becslő Skálája (Behavior Rating Inventory of Executive Function, BRIEF, BRIEF-2, BRIEF-SR; Gioia, Isquith, Guy és Kenworthy, 2000), valamint a Frontális Rendszerek Viselkedéses Skálája (Frontal Systems Behavior Scale, FrSBE; Grace és Malloy, 2001).

Habár számos érdekes tanulmány született az észlelés és a viselkedés végrehajtó funkciókkal való kapcsolatáról, ezek csak nagyon kevés információval szolgálnak a teszteken elért teljesítmények gyakorlati magyarázatairól, valamint arról, hogy mi a teendő a teszteken elért gyenge teljesítmény esetén. Dawson és Guare (2004) olyan gyakorlati kézikönyvet alkotott, amely az oktatási és nevelési problémáknak a végrehajtó funkció deficitjevel való kapcsolatát írja le. Nagy érdeklődés mutatkozik szakmai körökben az iránt, hogy a klinikai, osztálytermi és az otthoni gyakorlatban hogyan kezelhetjük a különféle nevelési és mentális egészség problémákat, illetve hogy a végrehajtó funkciók hogyan hatnak az intraperszonális, az interperszonális és a környezeti interakciókra (McCloskey, Perkins és Van Divner, 2009).

Fontos tudnunk, hogy a végrehajtó funkciók nem egységes kognitív folyamatok (Goldberg, 2001; Brown, 2005). A terminus számos kognitív képességet takar, úgymint a célorientált, rugalmas vagy adaptív viselkedés az új, komplex és/vagy bizonytalan szituációkban, valamint az állandóan változó, sokrétű vagy limitált idejű kérések végrehajtása esetében (Hughes és Graham, 2002). Magába foglalja a figyelem gátlását és a motoros válaszokat (Diamond, Carlson és Beck, 2005), a kognitív flexibilitást (figyelmi váltás; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki és Howerter, 2000), és a frissítést is (munkamemória; Baddeley, 2000).

Stuss és Alexander (2000) szerint megállapítható, hogy vannak olyan specifikus folyamatok, amelyek különböző agyterületekhez kapcsolódnak, beleértve a frontális lebenyt is. A végrehajtó funkciókat olyan sokrétű és összetett kognitív képességekként foghatjuk fel, amelyek koordináltan működnek. A végrehajtó funkciók direktív képességek, tehát felelősek azért, hogy a személy képességeit lefoglalják, szervezzék, stratégiává alakítsák, önvezérelt és célirányos folyamatokat alakítsanak ki az észlelésben, érzelmekben, gondolatokban és cselekedetekben. Számos más mentális képességnek is a kulcsát adják, mint például az érvelés, a nyelvi funkciók és a téri-vizuális reprezentációk (lásd McCloskey, Perkins és Van Divner, 2009).

Temple (1997) definíciója szerint a végrehajtó funkciók képességet jelentenek arra, hogy előre tervezzünk, valamint tér és idő szerint rendezzük a viselkedésünket annak érdekében azért, hogy elérjük a célokat és a vágyakat. Képességet jelent a váltás stratégiáira, illetve adaptálódni a körülményekhez. Fontos szerepe van még a tervezésben, a döntéshozatalban, célok szelekciójában és az éppen aktuális viselkedés monitorozásában. Részt vesz az öntudat, az empátia és a szociális érzékenység folyamataiban is (lásd McCloskey, Perkins és Van Divner, 2009).

Stuss (1992) szerint a végrehajtó funkciók lehetőséget teremtenek arra, hogy az egyik koncepcióról a másikra váltsunk át, módosítsuk a viselkedésünket, különösen akkor, amikor egy kérdésre új vagy módosított információjú választ kell adnunk. Képesség az információk sokrétű keresésére; arra, hogy elszigetelt részleteket egységes egészévé integráljunk; valamint hogy relevánsan használjuk fel szerzett tudásunkat (lásd McCloskey, Perkins és Van Divner, 2009).

Gioia, Isquith, Guy és Kenworthy (1996) szerint olyan folyamatok együttese, amelyek felelősek a kogníciók, érzelmek és a viselkedés vezetéséért, irányításáért, főleg új problémamegoldó szituációkban (lásd McCloskey, Perkins és Van Divner, 2009).

Miért felelősek a végrehajtó funkciók?

A végrehajtó funkcióknak nagy szerepük van a reflexív gátlás és impulzív válaszadás folyamatában, egy folyamatban lévő cselekvés félbeszakításában és az ahhoz való visszatérésben, a figyelmi folyamatok fókuszálásában (interferencia és megzavarás, a figyelem visszaterelése), az erőfeszítés mértékének megbecslésében, ami a sikeres fel-

adat teljesítésének előfeltétele. Ezen kívül a rugalmas váltásban is fontos szerepe van a kognitív keresési folyamatokban (új kérdésre válaszolás, új válasz, új információ), a fluid érvelési képesség hatékonyságának vezetésében, a választási képességben az egész és a részletek között (tudjuk, hogy mikor kell figyelni egy nagy képre és mikor kell csak az apró részletekre, tudjunk váltani a kettő között). Hozzájárul a beszéd monitorozásához és szabályozásához, a teljesítmény monitorozásához, valamint ahhoz is, hogy választani tudjunk a verbális-nonverbális és az absztrakt-konkrét feldolgozó mechanizmusok közül. Fontos szerep jut még a munkamemóriának is, ami az információ megtartásáért és feldolgozásáért felelős. Szükségünk van ezeken túl a végrehajtó funkciókra a hatékony és folyamatos nyelvi produkció, az összetett képességek integrációja során, az információ elhelyezésének hatékonyságában a hosszú távú tárbán, az információ hosszú távú tárból való előhívása esetén, valamint a helyes szociális viselkedés alkalmazása, az érzelmi kontroll és érzelmi kifejezés szabályozása, valamint az önmegfigyelés és önanalízis folyamatában is (McCloskey, Perkins és Van Divner, 2009).

A végrehajtó funkciók nem azok a képességek, amiket észlelésre, érzésre, gondolkodásra és cselekvésre használunk. Ehelyett olyan folyamatok, amiknek szerepe van azoknak a képességeknek a lefoglalásában, használatában, amiket az észlelés, érzelmek átélése, gondolkodás és cselekvés során használunk. Tehát a végrehajtó funkciók nem egységes, önálló rendszerek, sokkal inkább független, de koordinált folyamatok rendszere. A koordináció hatékonysága emberenként más és más (McCloskey, Perkins, és Van Divner, 2009).

A végrehajtó funkciók mérése tehát egy multidimenzionális megközelítést adhat arra nézve, hogy azonosíthatjuk a végrehajtó funkció erősségeinek és gyengeségeinek specifikus összetevőit bármelyik gyermek vagy felnőtt esetében (McCloskey, Perkins, és Van Divner, 2009).

A fluenciatesztek leírása, instrukciók

A tesztet zavartalan körülmények között, egyénileg kell felvenni a vizsgálatvezetőnek. A feladatok megoldásáról diktafonos hangfelvételt készítünk, vagy papírra jegyzeteljük a mondott szavakat. A hibás válaszokat aláhúzzuk, az ismételt szavakat szaggatott vonallal húzzuk alá.

Fontos megértenünk, hogy a végrehajtó funkciók hogyan vezérlik a viselkedést és hogyan hatnak rá. Mivel a végrehajtó funkciók számos neurális folyamatot vagy kognitív modult reprezentálnak, nincs garancia arra, hogy ha egy személy esetében egy végrehajtó képesség jól fejlett, akkor az összes többi is jól fejlett lesz. Hasonlóan, ha egy személynek sok jól fejlett végrehajtó képessége van, néhány képesség között a kapcsolat fejlettsége nem ugyanolyan, mint a többi esetében. Míg néhány klinikai zavar a végrehajtó funkciók gyengeségének speciális mintázatát mutatja, bármelyik személynek lehetnek erősségei vagy gyengeségei egy vagy több különböző végrehajtó funkcióban, ahogy számos végrehajtó funkció közötti kapcsolatban is egy adott időben.

Betű- (fonemikus) fluencia: A vizsgálati személyeknek három kezdőbetűvel (K, T, A) kell egy percen belül minél több szót mondani. A teszt érzékeny mutatója a frontális sérülés következményeinek (*Benton és Hamser, 1976; Raskin, Sliwinski és Borod, 1992; Troyer, Moscovitch és Winocur, 1997, 1998a, 1998b; Troyer, 2000*).

Instrukció: „Mondjon annyi szót, amennyit csak tud K, T, A hanggal kezdődően! Kérem, ne mondjon tulajdonneveket és városneveket, továbbá ne mondja ugyanazt a szót más végződéssel!”

Szemantikus (kategorikus) fluencia: Egy perc alatt kell különböző kategóriákból minta-példányokat előhívni (állat, gyümölcs). Lehetőséget nyújt a szemantikai rendszer változásainak diagnosztizálására (*Beatty, Monson és Goodkin, 1989; Bousfield, 1953; Gruenewald és Lockhead, 1980; Randolph, Braun, Goldberg és Chase, 1993*).

Instrukció: „Kérem, mondjon annyi állat-/gyümölcsnevet egy percen belül, amennyi csak eszébe jut!”

Igemegnevezési fluencia: Megadott idő (60 mp) alatt mondjon a vizsgálati személy olyan dolgokat, amiket az ember csinál (például: fut, eszik, iszik) (*Piatt, Fields, Paolo és Tröster, 1999*).

Instrukció: „Mondjon minél több olyan dolgot, amit az ember csinál! Kérem, ne mondja ugyanazokat a szavakat különböző végződéssel, mint például eszik, enni, evett! Kérem, egyszerű szavakat mondjon, mint például eszik, szagol! Tudna mondani egy példát arra, amit az ember csinál? – Rendben, köszönöm, most egy percen belül mondjon minél több különböző dolgot, amit az ember csinál!”

A lehetséges hibák a következők: ismétlés – például: oroszán, majom, elefánt, *oroszlán*; perszeveráció (a válasz megtapadása) – körte, *körte*; perszeveratív variációk – például: alma, *almára, almához*; hiba: az említett szó nem tartozik a megadott kategóriához – például T betűs szavak esetén: terem, tinta, **polc**.

Csoportképzés és -váltás, avagy a stratégiák használata

A verbálisfluencia-teszten elért teljesítményt hagyományosan az elhangzott szavak számában mérik. Az eredmények további elemzése úgy történik, hogy a listát szócsoportokba soroljuk (magyarul lásd: *Mészáros, Kónya és Kas*, megjelenés alatt). A vizsgálati személyek által felsorolt szavak között olyan szavakat keresünk, amik hasonló tulajdonságúak, és amelyek lehetőséget adnak a résztvevőknek, hogy kapcsolódó szavakat hívjanak elő és átváltsanak egy új kategóriába, amikor az szükséges (*Abwender, Swan, Bowerman és Connolly, 2001; Beatty, Monson és Goodkin, 1989; Troyer, 2000*). A szavak csoportosítása (klaszterelése) tehát egy stratégia, amit az epizodikus emlékezeti előhívásnál, szó-asszociációs és fluencia-feladatoknál is leírtak (*Gruenewald és Lockhead, 1980; Raskin, Sliwinski és Borod, 1992; Tröster és munkatársai, 1998; Troyer és munkatársai, 1998*).

Mind a csoportosítás, mind pedig a váltás utal arra, hogy melyek az alany szemantikus teljesítményének jellemzői. A váltási folyamat magába foglalja a különböző szemantikus vagy fonemikus alkategóriák keresését és előhívását, míg a csoportosítási folyamat alatt a példák keresését és előhívását értjük ugyanabból az alkategóriából. A klaszterelés (csoportosítás) mind emlékezeti, mind pedig szervezési képességeket kifejez, és számos egészséges, neurológiailag és pszichiátriailag sérült felnőtt beteg esetében segít abban, hogy jobban megértsük a kognitív károsodások természetét (*Elvevag, Fisher, Gurd és Goldberg, 2002; Ho és munkatársai, 2002; Raskin és Rearick, 1996; Troyer, Moscovitch és Winocur, 1997; Troyer és munkatársai, 1998*).

A fonológiai és a szemantikai klaszterek meghatározása

Troyer és munkatársai (1997) azt állították, hogy az optimális fluenciaterjesztmény két képességen nyugszik: a klaszterek alkotásának képességén és a klaszterek közötti váltásra való képességen. A klaszterek alkotásának képessége, beleértve az adott kategóriához tartozó szóprodukción (szemantikus vagy fonológiai), függ a verbális memóriától, a szavak tárolásától, amely a temporális lebennyel hozható kapcsolatba. Az a képesség, hogy tudjanak a kategóriák között váltani, függ a stratégia-kereséstől, a kognitív flexibilitástól, a készlet-váltástól, amely a frontális lebennyel hozható összefüggésbe. Azt állítják továbbá, hogy a szemantikus és végrehajtó képességek ugyanúgy fontosak a szemantikus fluenciában. A fonológiai feladatban, amelyben néhány szemantikus kulcs elérhető (nincs egy elsődleges organizációja a szavaknak egy adott betűvel kezdődően), jobban támogatódik a végrehajtó keresési stratégiákra.

Raskin és munkatársai módszere (*Raskin, Sliwinski és Borod, 1992*) mind a szemantikus, mind pedig a fonemikus klaszterek kódolását lehetővé teszi mindkét fluencia típusú tesztben (*Laine és Niemi, 1988*). A betűfluenciában a fonemikus klaszterek olyan egymást követő szavakat tartalmaznak, amelyek rímelnek vagy ugyanaz a második betűjük. A szemantikai klaszterelésben az egymást követő szavak egy megosztott szemantikai kategóriához tartoznak. A szemantikus fluencia teszten, amikor állatneveket kell mondani, a fonemikus klaszterek az egymást követő szavak megosztásából és kezdeti betűből vagy rímelésből állnak. A szemantikai csoportosítás esetén tehát az egymást követő szavak ugyanahhoz az alkategóriához tartoznak. Minden kétszavas sorozat, amelyik a megfelelő ismérvvvel találkozhat, klaszterként van kódolva. Egyes vizsgálatok szerint a szemantikus klaszterelési folyamatok automatikusabbak, mivel a kategorizáció közös szabályaira épülnek (vadállatok, tanyasi állatok, háziállatok), míg a fonológiai klaszterelés mesterkéltebb és a frontális lebeny funkciókora épül (*Ho és munkatársai, 2002*). A szavak generálása két folyamatot foglal magába. Az egyik az alkategóriák keresése, a másik pedig az azonos alkategóriába tartozó szavak alkotása. Gruenwald és munkatársai kutatásukban azt találták, hogy a klasztereken belül a szavak közti időintervallumok hossza a szemantikus fluencia feladatokban rövidebb volt, mint a különböző klaszterek szavai közti időintervallumok, ami egy új alkategóriára történő átváltás kezdetét jelentheti. Amikor több, mint 15 perces periódusokat teszteltek, a klaszterek szünetenként elkülönültek (*Gruenwald és Lockhead, 1980; Wixted és Roher, 1994*).

Egy másik megközelítés a klaszterek kódolására Troyer és munkatársai nevéhez fűződik (*Troyer, Moscovitch és Winocur, 1997*). A fonemikus klaszterelés a betű-fluencián egymás utáni szavakból áll, amelyek első két betűje, rímelése, homonimái megosztottak, vagy ugyanaz az első és az utolsó betűjük. Kidolgoztak egy olyan listát az állatokra vonatkozóan, amely a csoportosítás legtipikusabb alkategóriáit foglalja magában. A szemantikai csoportosítás az állatmegnevezős teszten tehát olyan egymást követő szavakat foglal magába, amelyek ugyanahhoz az alkategóriához tartoznak. Így például azok, amelyeket élőhelyük szerint tudunk egy csoportba sorolni (például afrikai állatok), emberi felhasználásra szolgálnak (például háziállatok), illetve állattanilag osztályozottak (például macskafélék). Raskin és munkatársai (1992) minden egyes egymást követő kapcsolódó szópart egy klaszterbe sorolt, míg Troyer (1997) megengedte, hogy a csoportok mérete változzon, ami az egymást követő kapcsolódó szavak számától függ (magyarul lásd: *Mészáros, Kónya és Kas, 2005*, megjelenés alatt).

Koren, Kofman és Berger (2005) vizsgálatukban a csoportosító stratégiák használatát tesztelték a kategória- és a betűfluenciában. 3. osztályos (8–9 éves) és 5. osztályos (10–11 éves) gyerekeket vizsgáltak azzal a céllal, hogy elemezhessek a csoportosítási stratégiák fejlődését a fluenciafeladatokon, az első szó latenciáját (az első szó kimondásáig eltelt időt) és a csoportosított és nem csoportosított szavak közötti intervallumokat. Azt talál-

ták, hogy a kategóriafluencia nagyobb volt mindkét életkori csoportban, mint a betűfluencia. Az 5. osztályos gyerekeknek nagyobb kategória- és betűfluenciájuk volt, mint a 3. osztályosoknak, és ez megmutatkozott a klaszterek számának növekedésében, de nem a klaszter méretében. A kategóriafluencia nagyobb könnyebbségét a rövidebb latenciának tulajdonították az első szó esetében, és szignifikánsan rövidebb intervallumok voltak a csoportosított szavak között, mint a nem csoportosított szavak között. A lányoknak rövidebb latenciájuk volt az első szónál és több fonológiai klasztert alkottak a kategóriafluencián, mint a fiúk. A klaszterek és a szavak számának növekedése kapcsolatban lehet a kognitív flexibilitás fejlődésével idősebb gyerekeknél. Koren és munkatársai szerint az adatok azt mutatják, hogy a csoportosító stratégiák mérése a verbálisfluencia-feladatokon lehetőséget ad a végrehajtó funkciók károsodásának felbecslésére gyerekeknél, szerzett vagy fejlődési neurológiai károsodások és figyelmi deficitiek esetében is.

Az alábbiakban egy diszlexiás gyermek verbálisfluencia-feladatainak válaszait ismertetem. Az aláhúzott szavak a fonológiai klasztert, a kiemelt szavak a szemantikus klasztereket, míg az I vonás a klaszterváltásokat jelöli.

Betűfluencia:

'K' kezdő fonéma: „kuka, kutya, kávé, kép, kever, képlet, kap”.

'T' kezdő fonéma: „teve, tele, telefon, teker, tép, tekerő, tegnap, tető, teve”. Egy perszeveráció, vagyis ismétlés történt, a „teve” szót kétszer említette egy perc alatt a diszlexiás gyermek.

'A' kezdő fonéma: „alma, akna, ató”.

Szemantikus fluencia:

Állat kategória: „kutya, macska, teve, gőte, teknős I elefánt, tigris, majom, malac”.

Gyümölcs kategória: „alma, kőrte, narancs, meggy, cseresznye, szilva”.

Összehasonlításként pedig egy életkorban és nemből illesztett egészséges gyermek teljesítménye a verbálisfluencia-feladaton:

Betűfluencia:

'K' kezdő fonéma: „kert, krumpli, kamion, káposzta, kakaó, kannibál, keverő, kicsi, kék, kolbász”.

'T' kezdő fonéma: „tál, tábla, talál, téves, tesz, torta, takarít, tilos, tábor”.

'A' kezdő fonéma: „ananász, alma, ad, ablak, arc, annak, amikor, asztal, aki, alkot, apa, anya”.

Szemantikus fluencia:

Állat kategória: „gepárd, denevér, oroszlán, elefánt I sólyom, keselyű I tigris, leopárd I tukán, kacsacsórú emlős I nyílmereg béka, csőrgőkígyő, kobra, kakukk”.

Gyümölcs kategória: „alma, narancs, banán I kőrte, dinnye, gőrögdinnye, zőldalma, mandarin, szilva, szőlő I cseresznye, meggy, nyári alma, kiwi, citrom”.

Az 1. táblázatban a példaként szereplő két gyermek verbálisfluencia-teljesítményének mennyiségi és minőségi elemzését ismertetem.

Jól látható az eredményeken, hogy a diszlexiás gyermek kevesebb szót mondott a 'T' betű fluenciafeladatot kivéve az összes fluenciafeladatban, kevesebb szemantikus klasztert alkotott, így a klaszterváltások száma is kevesebb volt az egészséges kontrollszemély teljesítményéhez képest.

A verbálisfluencia-tesztek tehát a kognitív flexibilitás és a kereső stratégia mérőeszközei, gyakran használtak kognitív funkciók felbecslésére agyi sérülés után. Amikor felnöttek teljesítményét hasonlították össze betű- és szemantikus fluencia feladatokon, több szót produkáltak a szemantikus, mint a betűfluencián (*Spreen és Strauss, 1998*).

A módszer a klaszteralakzatok elemzésére még nem sztenderdizált, minthogy a klaszter definíciója sem egységes.

1. táblázat. Egy diszlexiás és egy egészséges kontrollgyermek verbálisfluencia-teljesítményének összetevése minőségi és mennyiségi elemzés alapján

	Diszlexiás gyermek					Egészséges, normál kontrollgyermek				
	K	T	A	Állat	Gyümölcs	K	T	A	Állat	Gyümölcs
Szavak száma	7	9	3	9	6	10	9	12	14	16
Fonológiai klaszterek száma	1	2	0	1	1	1	1	1	0	0
Szemantikus klaszterek száma	0	0	0	3	2	1	0	2	5	5
Fonológiai klaszter váltások száma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fonológiai éles váltások száma	5	2	2	7	5	8	1	10	13	15
Szemantikus klaszter váltások száma	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1
Szemantikus éles váltások száma	6	8	2	3	3	1	8	9	3	5

Raskin és munkatársai asszociált szópárokat számoltak anélkül, hogy figyelembe vették volna a szópárok hosszabb klaszterekbe szerveződését. Az ő módszerük szerint inkább a klaszterek száma, mint az átkapcsolások száma jelzi a kognitív flexibilitást (*Elvevag és munkatársai*, 2002; *Raskin és Rearick*, 1996; *Raskin és munkatársai*, 1992).

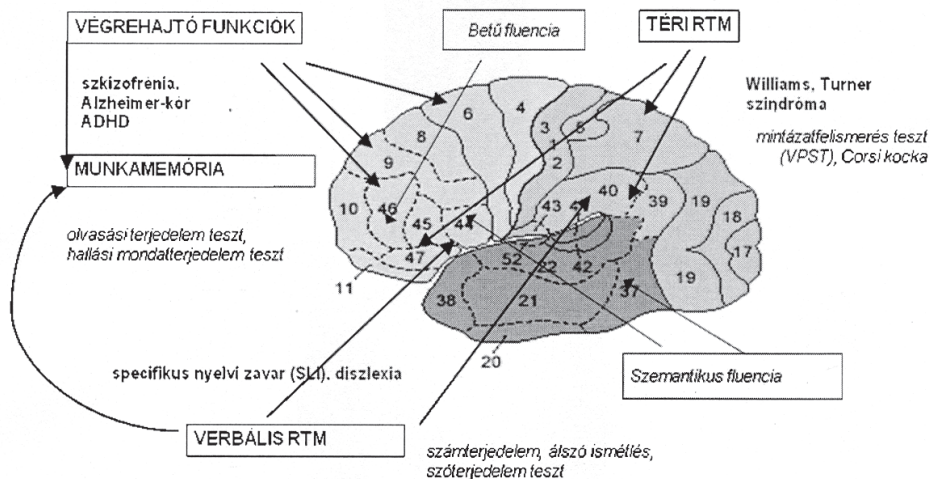
Robert és munkatársai (1998) úgy számolták a klasztereket a szemantikus fluencia feladat esetében, mint 3 asszociált szó a szemantikus feladatban és 2 asszociált szó a fonológiai feladatban. Ebben a kutatásban a klasztereket két vagy több kapcsolódó szóként definiálták, de az egyszerű szavakat nem számolták klaszterként, mivel azok elősegíthetik más szavak hibás előhívását egy bizonyos kategóriából (*Abwender, Swan, Bowerman és Connolly*, 2001). A klaszterek számát a kognitív flexibilitás mértékeként használták, akárcsak Raskinék tanulmányában, és a klaszter méretet az előhívás mértékeként alkalmazták, csakúgy, mint Troyerék tanulmányában.

A végrehajtó funkciók neuropszichológiája

A bizonyítékok alátámasztják, hogy ezek a tesztek érzékenyek a legtöbb agykárosodás jelenlétére, beleértve a kiterjedt cerebrális működési zavarokat is (*Hewett, Nixon, Glenn és Parsons*, 1991), valamint a traumatikus agysérülések (*Gruen, Frankle és Swartz*, 1990) és neurológiai károsodások (*Kertesz, Appell és Fishman*, 1986; *Tröster és munkatársai*, 1998) esetében is hasznos vizsgálómódszerek. A kategória- és a betűfluencia-feladatok pszichológiai és neurológiai különbségeket mutattak a szóelőhívás szemantikai és fonológiai aspektusai között. Néhány korábbi tanulmány azt állította, hogy a kategória-fluenciáért (szemantikai alapú szóelőhívás) elsősorban a temporális kéreg, míg a betűfluenciáért (betű alapú szóelőhívás) elsősorban a frontális kéreg a felelős. Más tanulmányok szerint mind a betű-, mind pedig a kategóriafluencia a frontális kéregben kap helyet (*Baldo, Schwartz, Wilkins és Dronkers*, 2006). Ezt a hipotézist tesztelték VLSM-et ('voxel-based lesion symptom mapping') használva 48 bal féltelkei stroke-os betegnél. A VLSM térképek megmutatták, hogy a kategória- és a betűfluencia-deficittek korrelálnak mind a temporális, mind a frontális kéreggel. Más területek aktiválódása, mint például a parietális kéreg szignifikánsan keverten jelentek meg mindkét feladatban (*Baldo és munkatársai*, 2006). A klaszteralkotás képessége, beleértve a szóalkotást, az

A végrehajtó funkciók neuropszichológiája

Wisconsin kártyaszortírozási teszt (WCST), Stroop, n-back teszt, verbális fluencia



1. ábra. A végrehajtó funkciók és a munkamemória neuropszichológiája

A végrehajtó funkciók nem megfelelő működése központi idegrendszeri sérülés esetén felnőtteknél gyakran hasonlít azoknak a gyerekeknek a teljesítményéhez, akiknek még nem fejlődött ki a különleges végrehajtó képességük. Ők tipikusan fejlődésben lévő gyerekek, akiknek még nincsenek jól fejlett szervezési készségeik, az lenne várható, hogy kevésbé ügyesek az átkapcsolási kategóriákban, hasonlóan a dorso-laterális prefrontális kéreg terén sérült felnőttekhez. Ez a módszer mégsem használt egészséges gyerekek esetében vagy azoknál, akik agysérülést szenvedtek el.

alkategóriákhoz tartozik (szemantikus vagy fonologikus), függ a verbális rövid távú emlékezettől és a szótárolási kapacitástól, amely a temporális lebenyhez köthető. Az átváltás képessége a klaszterek között, vagy az átkapcsolás, beleértve olyan kognitív folyamatokat, mint a stratégiai keresés, kognitív flexibilitás és készletváltás, a frontális lebenyhez köthetők.

A végrehajtó funkciók fejlődése

A verbális fluencia feladat több különböző végrehajtó funkciótól függ (Bolla, Lindgren, Bonaccorsy és Bleecker, 1990; Ruff, Light, Parker és Lewin, 1997; Stuss és munkatársai, 1998), amely kora gyermekkortól kezdődően az általános iskolás évek alatt fejlődik, és kamaszkorban eléri a felnőtt szintet (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs és Catroppa, 2001). Sauzéon és munkatársai szerint a verbális fluencia teljesítmény 6 és 11 év között növekszik, a felnőtt szintet pedig 11–12 évesen éri el (Sauzéon, Lestage, Raboutet, N'Kaoua és Claverie, 2004; Temple, 1997). A 6 éveseknek általában nagyon alacsony teljesítményük van (<5 szó/perc) a betűfluencia-feladaton (Spreen és Strauss, 1998). Az előző tanulmányok

megmutatták, hogy a folyamatok alátámasztják a verbális fluencia feladatokon nyújtott teljesítményt gyerekeknél (*Levin, Song, Ewing-Cobbs, Chapman és Mendelsohn, 2001*). A gyerekek teljesítményének faktoranalízise különbözött a fonológiai és a szemantikus fluenciában, hasonlóan a felnőttekéhez (*Halperlin, Healey, Zeitchik, Ludman és Weinstein, 1989; Riva, Nichelli és Devoti, 2000*).

Koren és munkatársai (2005) szerint a szemantikus fluencia az életkorral gyorsabban nő, mint a fonológiai fluencia, és az idősebb gyerekek több szemantikus klasztert alkotnak. Nincs azonban különbség a klaszterméretben, összehasonlítva a fiatalabb gyerekekkel. Egyes végrehajtó funkciók, mint a készlet-fenntartás és az impulzuskontroll, teljes fejlettségüket elérik 10 éves korban, habár a verbális fluencia és más komplex tervezési tesztek 12 éves korig nem érik el a felnőtt fejlettségi szintet (*Temple, 1997*). Hasonló eredményeket kaptak az angol (*Halperlin, Healey, Zeitchik, Ludman és Weinstein, 1989*); olasz (*Riva, Nichelli és Devoti, 2000*), francia (*Sauzéon, Raboutet, N’Kaoua és Claverie, 2004*) és német (*Hurks, Hendriksen, Vless, Kalff, Feron, Kroes, van Zeben, Steyaert és Jolles, 2004*) kutatásokban ilyen életkorú gyerekeknél.

Sauzéon és társai egyik tanulmányukban fejlődésbeli változásokat találtak a gyerekek verbális fluenciájánál. 7 és 16 év közötti gyerekekkel vették fel az egyes fluencia teszteket: betű-, szemantikai és epizodikus fluenciát. Életkori eltéréseket találtak mind a szavak számánál, mind pedig a klaszterelés és a szemantikai hálózatok felderítésénél. A szavak számát figyelembe véve nagyobb eltérés van a 7–8 és a 9–10 évesek között a szemantikai fluenciánál, mint a betűfluenciánál, de ez a különbség fokozatosan eltűnik az életkor előrehaladtával. A betűfluenciánál az életkor növekedésével mind a váltások, mind pedig a csoportok száma változik, ezzel szemben a szemantikai fluenciánál csak a klaszterek nagysága változik a korrallal (*Sauzéon, Raboutet, N’Kaoua és Claverie, 2004*). Azonban a kisiskolás 6–7 éves gyerekek körében még nem vizsgálták Magyarországon azt, hogy vajon a verbális fluencia hogyan változik az idő múlásával, és hogy mely tantárgyakon nyújtott teljesítménnyel lehet kapcsolatba hozni.

Alloway és társai azt tanulmányozták longitudinális vizsgálat alapján, hogy vajon van-e összefüggés a gyerekek memóriaműködési készségei és a tanári értékelések eredményei között 4–5 éves korban. A tudati működés különböző vonatkozásai egyedi társításokat alkottak az alapszintű felmérésekkel, mint például olvasás, írás, hallott szöveg értése. Ezen vizsgálatok eredményei azt jelzik, hogy a rövid idő alatti információátvitel és feldolgozás, valamint a hangtani szerkezetek tudatos használata (például rímek) döntő szerepet játszhat a kulcsfontosságú tantárgyaknál a gyerekek szervezett oktatásának kezdetén (*Alloway, Gathercole, Adams, Willis, Eaglen és Lamont, 2005*).

Gathercole és munkatársai a munkamemória és a nemzeti tananyag – angol, matematika és tudományok – elsajátítása közötti kapcsolatot kutatták a 7 és 14 évesek körében. Azt kapták eredményül, hogy az írás-olvasás készségek elsajátítása kapcsolatban áll a munkamemóriával, viszont a magasabb szintű készségek, mint a szövegértés és a szövegelemzés, a 14 éveseknél független a munkamemória kapacitásától (*Gathercole, Pickering, Knight és Stegmann, 2004*). Egy másik tanulmányukban arra a megállapításra jutottak, hogy a korai munkamemória-eredmények erősen szignifikáns előjelzői a gyerekek későbbi írás-olvasás elsajátításának, de a matematika esetében ez nem mondható el. A munkamemóriát mérő tesztek eredményei igazolják az egyedi eltéréseket a gyermekek betűzési és írási eredményeiben a hétéveseknél. Ezek az eredmények rámutatnak az alapismeretek és a kognitív képességek összekapcsolásának hasznosságára, ugyanis ezek jósolják be a gyerekek későbbi tanulmányi sikereit (*Gathercole, Brown és Pickering, 2003*).

Külföldön tehát már vizsgálták az iskolai teljesítmény, illetve a munkamemória-teszten elért pontszámok közötti kapcsolatot, azonban magyar vonatkozású eredmények még nem születtek. Ugyanígy a végrehajtó funkciókat sem vizsgálták még hazánkban a

6–8 éveseknél azzal összefüggésben, hogy vajon korrelál-e egymással a két pontszám. A nemzetközi szakirodalomban több olyan tanulmány is született, ami azt vizsgálta, hogy a munkamemória-kapacitás mely tantárgyakon nyújtott teljesítménnyel korrelál (*Gathercole, Brown és Pickering, 2003; Gathercole és Pickering, 2000a, 2000b; Gathercole, Pickering, Knight és Stegmann, 2004; Jarvis és Gathercole, 2003*), azonban a végrehajtott funkció szerepéről még nincs túl sok ilyen jellegű információnk. Valószínűleg a gátlás és a váltás, valamint a magatartásra és szorgalomra adott értékelés között valamiféle korrelációt találunk. Longitudinális vizsgálatokkal pedig ki lehetne mutatni, hogy az egyes tesztpontszámok bejósolják-e a későbbi tantárgyi, tanulmányi sikereket, és ha igen, akkor hogyan, mely tantárgyaknál.

Ezek az eredmények nem csak a pedagógia és az iskolapszichológia számára fontosak, hanem a neuropszichológiai gyakorlatban is nélkülözhetetlenek. Mivel úgy tűnik, hogy a klaszterelés alkalmas az organizációs stratégiák bejósolására, ezt az elemzést használva lehetőségünk nyílik a végrehajtott funkció károsodásának detektálására fejlődési vagy szerzett neurológiai károsodással élő tanulásban akadályozott gyerekeknél.

Irodalomjegyzék

- Abwender, D. A., Swan, J. G., Bowerman, J. T. és Connolly, S. W. (2001): Qualitative analysis of verbal fluency output: Review and comparison of several scoring methods. *Assessment*, **8**. 323–336.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Adams, A. M., Willis, C., Eaglen, R. és Lamont, E. (2005): Working memory and other cognitive skills as predictors of progress towards early learning goals at school entry. *British Journal of Developmental Psychology*, **23**. 417–426.
- Anderson, V. A., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R. és Catroppa, C. (2001): Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian sample. *Developmental Neuropsychology*, **20**. 385–406.
- Baddeley, A. (1998): The central executive: A concept and some misconceptions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, **4**. 523–526.
- Baddeley, A. (2000): Short-term and working memory. In: Tulving, E. és Craik, F. (szerk.): *The Oxford handbook of memory*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Baldo, J. V., Schwartz, S., Wilkins, D. és Dronkers, N. F. (2006): Role of frontal versus temporal cortex in verbal fluency as revealed by voxel-based lesion symptom mapping. *Journal of the International Neuropsychological Society*, **12**. 896–900.
- Beatty, W. W., Monson, N. és Goodkin, D. E. (1989): Access to semantic memory in Parkinson's disease and multiple sclerosis. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, **2**. 3. sz. 153–162.
- Benton, A. és Hamsher, K. (1976): *Multilingual Aphasia Examination*. University of Iowa, Iowa City.
- Bolla, K. I., Lindgren, K. N., Bonaccorsy, C. és Bleecker, M. L. (1990): Predictors of verbal fluency (FAS) in healthy elderly. *Journal of Clinical Psychology*, **46**. 623–628.
- Bousfield, W. A. (1953): The occurrence of clustering in the recall of randomly arranged associates. *The Journal of General Psychology*, **49**. 229–240.
- Bull, R., Johnson, R. S. és Roy, J. A. (1999): Exploring the roles of the visuo-spatial sketchpad and central executive in children's arithmetical skills: View from cognition and developmental neuropsychology. *Developmental Neuropsychology*, **15**. 421–442.
- Bull, R. és Scerif, G. (2001): Executive functioning as predictor of children mathematical ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, **19**. 273–293.
- Brown, T. E. (2005): Attention deficit disorder: The unfocused mind in children and adults. Yale University Press, New Haven, CT.
- Dawson, P. és Guare, R. (2004): *Executive Skills in children and adolescents: A practical guide to assessment and intervention*. The Guilford Press, New York, NY.
- De Beni, R., Palladino, P., Pazzaglia, F. és Cornoldi, C. (1998): Increases in intrusion errors and working memory deficit of poor comprehenders. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **51**. 305–320.
- Delis, D. C., Kaplan, E. és Kramer, J. H. (2001): The Delis-Kaplan Executive Function System. The Psychological Corporation, San Antonio.
- Dempster, F. N. és Cooney, J. B. (1982): Individual differences in digit span, susceptibility to proactive interference, and aptitude/achievement test scores. *Intelligence*, **6**. 399–416.

- Dempster F. N. és Corkill, A. J. (1999): Individual differences in susceptibility to interference and general cognitive ability. *Acta Psychologica*, 101. 395–416.
- Diamond, A., Carlson, S. M. és Beck, D. (2005): Preschool children's performance in task switching on the Dimensional Change Card Sorting task: Separating the dimensions aids the ability to switch. *Developmental Neuropsychology*, 28. 689–729.
- Elvevag, B., Fisher, J. E., Gurd, J. M. és Goldberg, T. E. (2002): Semantic clustering in verbal fluency: Schizophrenic patients versus control participants. *Psychological Medicine*, 32. 909–917.
- Espy, K. A., Bull, R. és Senn, T. E. (2004): Using the Shape School to understand the task demands that invoke executive control. *Journal of International Neuropsychological Society*, 1. 24. sz.
- Espy, K. A. és Wiebe, S. A. (2008): Short-term memory, Working Memory, and Executive Functioning in Preschoolers: Longitudinal Predictors of Mathematical Achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33. 3. sz. 205–228.
- Gathercole, S. E., Brown, L. és Pickering, S. J. (2003): Working memory assessments at school entry as longitudinal predictors of National Curriculum attainment levels. *Educational and Child Psychology*, 20. 109–122.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C. és Stegmann, Z. (2004): Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology*, 18. 1–16.
- Gathercole, S. E. és Pickering, S. J. (2000a): Assessment of working memory in six and seven year old children. *Journal of Educational Psychology*, 92. 377–390.
- 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. 177–194.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C. és Stegmann, Z. (2004): Working memory skills and educational attainment: Evidence from National Curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology*, 18. 1–16.
- Gernsbacher, M. A. (1993): Less Skilled Readers Have Less Efficient Suppression Mechanisms. *Psychological Science*, 4. 5. sz. 294–298.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C. és Kenworthy, L. (1996): *Behavior Rating Inventory of Executive Function*. Psychological Assessment Resources, Lutz, FL.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C. és Kenworthy, L. (2000): *Behavior Rating Inventory of Executive Function: Professional Manual*. Psychological Assessment, Lutz, FL.
- Goldberg, E. (2001): *The Executive Brain: Frontal lobes and the civilized mind*. Oxford University Press, New York.
- Grace, J. és Malloy, P. F. (2001). *Frontal Systems Behavior Scale (FrSBe): Professional manual*. Psychological Assessment Resources, Lutz, FL.
- Gruen, A. K., Frankle, B. C. és Schwartz, R. (1990): Word fluency generation skills of head-injured patients in an acute trauma center. *Journal of Communication Disorders*, 23. 163–170.
- Gruenewald, P. J. és Lockhead, G. R. (1980): The free recall of category examples. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and memory*, 6. 3. 225–241.
- Halperlin, J. M., Healey, J. M., Zeitchik, E., Ludman, W. L. és Weinstein, L. (1989): Developmental aspects of linguistic and mnemonic abilities in normal children. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11. 518–528.
- Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J. L., Kay, G. C. és Curtiss, G. (1993): *Wisconsin card sorting test*. Manual. Psychological Assessment Resources, Odessa, FL.
- Hewett, L. J., Nixon, S. J., Glenn, S. W. és Parsons, O. A. (1991): Verbal fluency deficit in female alcoholics. *Journal of Clinical Psychology*, 47. 716–720.
- Ho, A. K., Sahakian, B. J., Robbins, T. W., Barker, R. A., Rosser, A. E. és Hodges, J. R. (2002): Verbal fluency in Huntington's disease: A longitudinal analysis of phonemic and semantic clustering and switching. *Neuropsychologia*, 40. 1277–1284.
- Hooper, S. H., Swartz, C. W., Wakely, M. B., de Kruijff, R. E. L., Montgomery, J. W. (2002): Executive functions in elementary school children with and without problems in written expression. *Journal of Learning Disabilities*, 35. 1. sz. 57–68.
- Hughes, C. és Graham, A. (2002): Measuring executive functions in childhood: Problems and solutions? *Child and Adolescent Mental Health*, 7. 131–142.
- Hurks, P. P. M., Hendriksen, J. G. M., Vles, J. S. H., Kalf, A. C., Feron, F. J. M., Kroes, M., van Zeben, T. M. C. B., Steyaert, J. és Jolles, J. (2004): Verbal fluency over time as a measure of automatic and controlled processing in children with ADHD. *Brain and Cognition*, 55. 3. sz. 535–544.
- Jarvis, H. L. és Gathercole, S. E. (2003): Verbal and nonverbal working memory and achievements on national curriculum tests at 11 and 14 years of age. *Educational and Child Psychology*, 20. 123–140.
- Kertesz, Á., Appell, J., & Fisman, M. (1986): The dissolution of language in Alzheimer's disease. *Canadian Journal of Neurological Science*, 13. 415–418.

- Koren, R., Kofman, O. és Berger, A. (2005): Analysis of word clustering in verbal fluency of school-aged children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, **20**. 1087–1104.
- Korkman, M., Kirk, U. és Kemp, S. (1998): *NEPSY: A Developmental Neuropsychological Assessment*. Psychological Corporation, San Antonio, TX.
- Laine, M. és Niemi, J. (1988): Word fluency production strategies of neurological patients: Semantic and letter based clustering. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, **10**. 28.
- Lehto, J. (1995): Working memory and school achievement in the ninth form. *Educational Psychology*, **15**. 271–281.
- Levin, H. S., Song, J., Ewing-Cobbs, L., Chapman, S. B. és Mendelsohn, D. (2001): Word fluency in relation to severity of closed head injury, associated frontal brain lesions, and age at injury in children. *Neuropsychologia*, **39**. 122–131.
- Lorsbach, T. C., Wilson, S. és Reimer, J. F. (1996): Memory for relevant and irrelevant information: Evidence for deficient inhibitory processes in language/learning disabled children. *Contemporary Educational Psychology*, **21**. 447–466.
- McLean, J. F. és Hitch, J. (1999): Working memory impairments in children with specific arithmetical learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, **74**. 240–260.
- McCloskey, G., Perkins, L. A. és Van Divner, B. (2009): *Assessment and Intervention for Executive Function Difficulties (School-Based Practice in Action)*. Taylor & Francis Group, New York.
- Mészáros Á., Kónya, A. és Kas B., (megjelenés alatt): Verbális fluenciateszt. Tesztfelvételi és pontozási útmutató. *Alkalmazott Pszichológia*.
- 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.
- Monsell, S. és Bruce, V. (1996): *Control of mental processes*. Unsolved mysteries of the mind: Tutorial essays in cognition. 93–148.
- Morris, N. és Jones, D. M. (1990): Memory updating in working memory: The role of central executive. *British Journal of Psychology*, **81**. 111–121.
- Ozonoff, S. és Jensen, J. (1999): Brief report: Specific executive function profiles in three neurodevelopmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, **29**. 171–177.
- Parkin, A. J. (1998): The central executive does not exist. *Journal of the International Neuropsychological Society*, **4**. 518–522.
- Piatt, A. L., Fields, J. A., Paolo, A. M. és Tröster, A. I. (1999): Action (verb naming) fluency as an executive function measure: convergent and divergent evidence of validity. *Neuropsychologia*, **37**. 1499–1503.
- Randolph, C., Braun, A. R., Goldberg, T. E. és Chase, T. N. (1993): Semantic fluency in Alzheimer’s, Parkinson’s, and Huntington’s disease: Dissociation of storage and retrieval failures. *Neuropsychology*, **7**. 1. sz. 82–88.
- Raskin, S. A. és Rearick, E. (1996): Verbal fluency in individuals with mild traumatic brain injury. *Neuropsychology*, **10**. 416–422.
- Raskin, S. A., Sliwinski, M. és Borod, J. C. (1992): Clustering strategies on tasks of verbal fluency in Parkinson’s disease. *Neuropsychologia*, **30**. 95–99.
- Riva, D., Nichelli, F. és Devoti, M. (2000): Developmental aspects of verbal fluency and confrontation naming in children. *Brain and language*, **71**. 267–284.
- Robert, P. H., Lafont, V., Medecin, I., Berthet, L., Thauby, S., Baudu, C. és mtsaik (1998): Clustering and switching strategies in verbal fluency tasks: Comparison between schizophrenics and healthy adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, **4**. 539–546.
- Ruff, R. M., Light, R. H., Parker, S. B. és Levin, H. S. (1997): The psychological construct of word fluency. *Brain and Language*, **57**. 394–405.
- Russell, J., Jarrold, C. és Henry, L. (1996): Working memory in children with autism and with moderate learning difficulties. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, **37**. 673–686.
- Sauzéon, H., Lestage, P., Raboutet, C., N’Kaoua, B. és Claverie, B. (2004): Verbal fluency output in children aged 6–16 as a function of the production criterion: Qualitative analysis of clustering, switching processes, and semantic network exploitation. *Brain and Language*, **89**. 192–202.
- Spreen, O., & Strauss, E. (1991): *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. New York: Oxford University Press.
- Spreen, O. és Strauss, E. (1998): *A compendium of neuropsychological tests: administration, norms, and commentary*. 2. kiadás. Oxford University Press, New York.
- Stroop, J. R. (1935): Studies of interference in sserial verbal reactions. *Journal of experimental Psychology*, **18**. 643–662.
- Stuss, D. T. (1992): Biological and psychological development of executive fonctions. *Brain and Cognition*, **20**. 8–23.
- Stuss, D. T., Alexander, M. P., Hamer, L., Palumpo, C., Dempster, R., Binns, M. és mtsaik (1998): The effect of local anterior and posterior brain lesions on verbal fluency. *Journal of the International Neuropsychological Society*, **4**. 265–278.

- Stuss, D. T. és Alexander, M. P. (2000): Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view. *Psychological Research*, **63**. 289–298.
- Swanson, H. L. (1993): Working memory in learning-disabled readers: Is the phonological loop more important than the executive system? *Journal of Experimental Child Psychology*, **56**. 87–114.
- Swanson, H. L. (1999): Reading comprehension and working memory in learning-disabled readers: Is the phonological loop more important than the executive system? *Journal of Experimental Child Psychology*, **72**. 1–31.
- Swanson, H. L., Ashbaker, M. H. és Lee, C. (1996): Learning-disabled readers working memory as a function of processing demands. *Journal of Experimental Child Psychology*, **61**. 242–275.
- Temple, C. M. (1997): *Developmental cognitive neuropsychology*. Psychology Press, Hove, UK.
- 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*, **20**. 745–759.
- Tombaugh, T. N., Kozak, J. és Rees, L. (1999): Normative data stratified by age and educational for two measures of verbal fluency: FAS and animal naming. *Archives of Clinical Neuropsychology*, **14**. 2. 167–177.
- Tröster, A. I., Fields, J. A., Testa, J. A., Paul, R. H., Blanco, C. R., Hames, K. A., Salmon, D. P. és Beatty, W. W. (1998): Cortical and subcortical influences on clustering and switching in the performance of verbal fluency tasks. *Neuropsychologia*, **36**. 295–304.
- Troyer, A. K. (2000): Normative data for clustering and switching on verbal fluency task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, **22**. 3. sz. 370–378.
- Troyer, A. K., Moscovitch, M. és Winocur, G. (1997): Clustering and switching as two components of verbal fluency: evidence from younger and older healthy adults. *Neuropsychology*, **11**. 138–146.
- Troyer, A. K., Moscovitch, M., Winocur, G., Alexander, M. P. és Stuss, D. (1998a): Clustering and switching on verbal fluency: the effects of focal frontal- and temporal-lobe lesions. *Neuropsychologia*, **36**. 499–504.
- Troyer, A. K., Moscovitch, M., Winocur, G., Leach, L. és Freedman, M. (1998b): Clustering and switching on verbal fluency tests in Alzheimer's and Parkinson's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society*, **4**. 137–143.
- Wilson, B. A., Alderman, N., Burgess, P. W., Emslie, H. és Evans, J. J. (1996): *BADS: Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*. Thames Valley Test Company, Bury St. Edmunds, UK.
- Wixted, J. T. és Roher, D. (1994): Analyzing the dynamic of free recall: An integrative review of the empirical literature. *Psychonomic Bulletin & Review*, **1**. 89–106.