Juhász Dóra

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola

A verbális munkamemória fejlődésének vizsgálata 5 éves kortól 85 éves korig

A munkamemória olyan rövidtávú emlékezet, mely az információt rövid ideig (néhány másodperc, vagy perc) megtartja, illetve az információt manipulálja. A munkamemória alegységei közül a fonológiai hurok, más néven verbális munkamemória nagysága jól bejósolja az egyén nyelvelsajátítási képességeit, legyen szó akár az anyanyelvről, akár idegen nyelvről. Az eddigi szakirodalmak alapján a verbális munkamemória kapacitása 7, legkésőbb 10 éves korra kialakul, és fejlődési ívét tekintve fordított U alakot mutat. Mivel a legtöbb szakirodalom külön vizsgálja az egyes életkori csoportokat, jelen kutatás célja a verbális munkamemória fejlődésének vizsgálata egy kutatáson belül az egyes életkorokban.

A munkamemória

A munkamemória limitált mennyiségű információ átmeneti tárolására és feldolgozására képes dinamikus feldolgozó rendszer. Kapacitása gyermekkorban és fiatal felnőttkorban folyamatosan nő, és egyénileg eltérő (Baddeley, 2000; Conway, Kane és Engle, 2003; Pickering, 2001; Darki és Klinberg, 2014). Alapvető szerepe van az általános tudás megszerzésében, valamint az új készségek elsajátításában (Gathercole, Alloway, Willis és Adams, 2006). A munkamemória – mint rövidtávú emlékezet – szoros összefüggésben áll az iskolai teljesítménnyel (olvasás, matematika, nyelvtanulás), így az iskolába lépéskor kiváló prediktora lehet a későbbi iskolai teljesítménynek (Alloway, Gathercole, Willis és Adams, 2004; Linares, Bajo, Pelegrina, 2016). Sérült munkamemória esetén számos tanulási nehézség (pl. diszkalkulia), valamint fejlődési rendellenesség (*Attention Deficit and/or Hyperactivity Disorder*, ADHD) figyelhető meg (Westerberg, Hirvilkoski, Forssberg és Klingberg, 2004; Szucs, Devine, Soltesz, Nobes és Gabriel, 2013). 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 munkamemória ezeken felül az információ manipulálásáért is felelős. Napjainkban a leginkább elfogadott munkamemória modell Baddeley (2000) alapján a munkamemória több, egymástól függetlenül, de egymással interakcióban álló egységekből áll: (1) központi végrehajtó, (2) téri-vizuális vázlattömb, (3) fonológiai hurok, (4) epizodikus puffer (1. ábra).

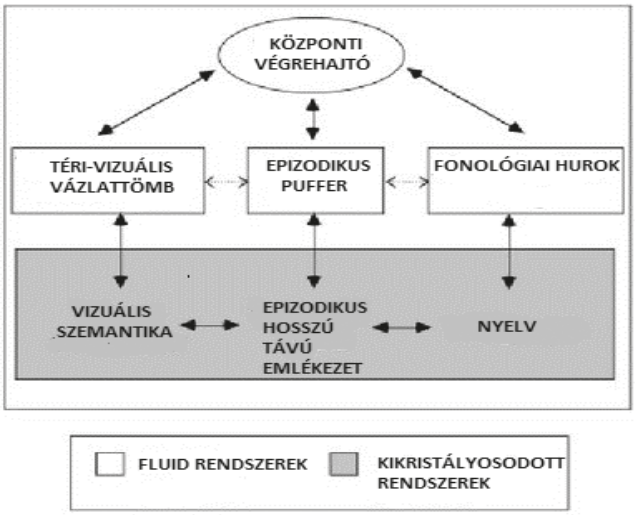
A központi végrehajtó a munkamemória figyelmi kontrollját végzi. E rendszer felelős a fókuszálásért, megosztásért, figyelmi váltásért, valamint összehangolja a perifériku

alrendszerek (fentebb említett rendszerek) működését, tehát modalitás független, információkezelő, figyelmi, és kontrolláló rendszer (Baddeley, 2003). A központi végrehajtó más néven végrehajtó funkció három fő komponense (1) a frissítés és monitorozás (bejövő információ áttekintése, kódolása, tárolt elemek javítása, nem használt elemek releváns, új elemmel való helyettesítése), (2) a váltás (irreleváns feladat készletről leválva relevánsra való átváltás), és (3) a gátlás (domináns válasz gátlása, kimenet monitorozása) (Miyake és mtsai, 2000). A végrehajtó funkciók felelősek a gondolatok szervezéséért, stratégiává alakításért, az észlelés, érzelmek, gondolatok és cselekedetek során az önvezérlet és célirányos folyamatok kialakításáért, a tervezés, döntéshozatal, cél szelekció, aktuális viselkedés monitorozásáért, összefüggnek az öntudat, empátia és a szociális érzékenység folyamataival (Juhász és Szabó-Balogh, 2016; Stuss és Alexander, 2000; Temple, 1997; Tánczos, 2014). A központi végrehajtó mérésére leggyakrabban használt eszközök a Stroop Teszt (Stroop, 1935), a Wisconsin Kártyaszortírozási Teszt, az N-t Vissza feladat, valamint a végrehajtó funkciók és verbális képességek együttes vizsgálatára alkalmas a Betű Fluencia (Spreen, Strauss, 1991), Szemantikus Fluencia (Lezak, 1995) és Cselekvés Fluencia Tesztek.

A téri vizuális vázlattömb a vizuálisan beérkező információk ideiglenes megtartását és ezek manipulációját biztosítja, ezáltal fontos szerepet játszik a téri tájékozódásban és a képzeletben (Baddeley, 2003). A téri-vizuális vázlattömb jól vizsgálható a Corsi Kocka Teszt (Lezak, 1995), a Vizuális Mintázatterjedelem Teszt, illetve a Rey Komplex ábra segítségével.

A fonológiai hurok, más néven verbális munkamemória, a fonológiai információ kezeléséért felelős. További két alegységre bontható, a fonológiai tárra és az artikulációs kontrollfolyamatra. A fonológiai tár az információ megtartásáért, míg az artikulációs kontrollfolyamat az információ frissítéséért felelős (Baddeley és Hitch, 1974). Abban az esetben, amikor az információ tárolása mellett az információ manipulálására is szükség van (a fonológiai hurok és a központi végrehajtó együttes működése), komplex verbális munkamemóriáról beszélünk (Baddeley, 2005). A verbális munkamemória vizsgálatára az alábbi diagnosztikai eszközök használatosak: Számterjedelem Teszt (Racsmány, Lukács, Németh és Pléh, 2005), Szóterjedelem Teszt, Álszó Ismétlés Teszt (Racsmány, Lukács, Németh és Pléh, 2005). A komplex verbális munkamemóriát a Fordított Számterjedelem Teszttel, az Olvasás Terjedelem Teszttel (Racsmány, Lukács, Németh és Pléh, 2005), Hallási Mondatterjedelem Teszttel (Daneman és Blennerhasset, 1984; Janacsek, Tánczos, Mészáros és Németh, 2009), Számlálási Terjedelem Teszttel (Case, Kurland és Goldberg, 1982), illetve a Műveleti Terjedelem Teszttel térképezhetjük fel.

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).



1. ábra. A Baddeley-féle munkamemória-modell (Forrás: Janacsek, Tánczos, Mészáros és Németh, 2009).

A munkamemória alrendszereinek életkori változásai

A szakirodalmak alapján a kognitív képességeket illető változásokat genetikai, környezeti, valamint szociális faktorok egyaránt befolyásolják, melyek az életkor előrehaladtával is folyamatosan változhatnak, így a kognitív képességek fejlődésének üteme és a kognitív életkor nem feltétlenül fedik egymást (Baltes, 1987). Ellentétes álláspontot fejt ki Salthouse (1996), aki szerint a feldolgozási sebesség csecsemőkortól fiatal felnőttkorig nő, majd a húszas évektől időskorig folyamatosan lassul, és véleménye szerint ez az általános lassulás okozza elsősorban a kognitív teljesítmény időskori hanyatlását. Más kutatási eredmények arra utalnak, hogy a gyermekkorban számos folyamat még nem tökéletesedett ki (pl. a nyelv elsajátítása kisgyermekkorban még eleinte eléggé hiányos), időskorban pedig hiába van meg az egész életen át megszerzett tudás, bizonyos tipikus időskorral járó problémák (pl. név-, valamint szóelőhívási nehézségek) akadályozzák a jó kognitív teljesítmény produkálását. Linares és munkatársai (2016) az egyes munkamemória komponenseket (előhívás, transzformálás, pótlás) vizsgálták 8 éves kortól 21 éves korig. Eredményeik arra utalnak, hogy a feladatokra történő válaszadási idő csökken, a pontosság pedig nő az életkor előrehaladtával. Az előhívásban jelentős életkori változások figyelhetőek meg: a gyermekek előhívásban nyújtott pontossága nagyobb mértékű, mint a kamaszoké és a fiatal felnőtteké, mely arra utalhat, hogy a környezetből származó reprezentációk elérhetősége, a figyelmi fókusz változhat az életkorral.

Craik és Bialystok (2006) tanulmányában olvasható, hogy a kognitív képességek változásait a reprezentációk (kikristályosodott sémák, a szavak tudásbázisa) és a kontroll (fluid műveletek, szándékos feldolgozás és adaptív kognitív teljesítmény), valamint e két folyamat interakciója határozza meg. E feltételezés alapján a reprezentációk – más néven kristályos intelligencia – gyermekkorban fejlődik markánsabban, felnőttkorban lassul a fejlődés, időskorban pedig egyfajta stagnálás figyelhető meg. Ezzel szemben a kontroll – más néven fluid intelligencia – erőteljes és gyors fejlődést mutat csecsemőkortól fiatal felnőttkorig, majd hanyatlásnak indul. A két folyamat pedig úgy kapcsolódik össze, hogy a kontroll folyamat részben irányít, hogy mely reprezentációt kell alkalmazni az adott helyzetben. A reprezentációk a gyakorlások során (szenzoros-motoros), illetve

előhívások számával egyre automatikusabbá válnak, mely révén kisebb mértékben felejtődnek el. A gyakorlások (elsősorban a motoros) mögött meghúzódó idegrendszeri struktúrák az ősibb kéreg alatti struktúrák (talamusz, nucleus caudatus), melyek érésüket tekintve már gyermekkorban megérnek, vagyis egészen korai életkortól kezdve jól funkcionálnak. Azonban a kontroll folyamatokért felelős frontális lebeny érését tekintve a legkésőbb megérő, de leghamarabb leépülő idegrendszeri struktúra, mely révén a kontroll funkciók (munkamemória-végrehajtó funkciók) is hanyatlanak a kor előrehaladtával (Casey, Tottenham, Liston és Durston, 2005). Tehát az alaptudás (reprezentációk) idős korban sem veszik el, és sok esetben elő is hívható, olyan munkamemória funkciók azonban, mint a végrehajtó- és konrollfunkciók, melyek segítik a reprezentációkkal való operálást, fokozatosan hanyatlanak, így számos munkamemóriát igénylő feladatban nyújtott teljesítmény is vélhetően alacsonyabb szintű lesz. A kognitív kontroll a húszas évek elején éri el csúcspontját, utána hanyatlik, mely számos faktortól is függ, pl. genetikai adottságok, környezet, egészség, valamint egy másik faktor a kétnyelvűség is befolyásoló tényező.

Újabb kutatási eredmények szerint a kétnyelvűség a gyermekek esetében a végrehajtó- és kontroll funkciókat tekintve előnyt jelent, valamint az idősebb személyeknél lassítja a kontroll funkciók leépülését (Bialystok, Craik, Klein és Viswanathan, 2004). Morales, Calvo és Bialystok (2013) vizsgálatukban 40-80 év közötti egészséges személyek vettek részt. Eredményeik arra utalnak, hogy mindkét terület azonos mértékben hanyatlik, 50-60 éves korig, majd 60 év felett nagyobb mértékű csökkenés figyelhető meg. Ekkor a verbális munkamemória már nagyobb léptékben hanyatlik, mint a vizuális munkamemória, azonban a különbség nem szignifikáns mértékű. A verbális fluencia vizsgálatával kapcsolatos szakirodalmak egyetértenek abban, hogy az egészséges személyek esetében a Betű Fluencia –és a Szemantikus Fluencia Feladatban egyaránt az 5-6 éves gyermekek tudnak a legkevesebb szót felsorolni, ami utal a frotális lebeny fejlődésére. Ebben az életkorban azonban figyelembe kell venni hogy a fonémaszegmentációs teljesítmény az iskola előtt gyengébb, mint iskoláskorban (Spreen és Strauss, 1991; Tánczos, Janacsek és Németh, 2014).

A szakirodalmak alapján a kognitív képességeket illető változásokat genetikai, környezeti, valamint szociális faktorok egyaránt befolyásolják, melyek az életkor előrehaladtával is folyamatosan változhatnak, így a kognitív képességek fejlődésének üteme és a kognitív életkor nem feltétlenül fedik egymást (Baltes, 1987). Ellentétes álláspontot fejt ki Salthouse (1996), aki szerint a feldolgozási sebesség csecsemőkortól fiatal felnőttkorig nő, majd a húszas évektől időskorig folyamatosan lassul, és véleménye szerint ez az általános lassulás okozza elsősorban a kognitív teljesítmény időskori hanyatlását. Más kutatási eredmények arra utalnak, hogy a gyermekkorban számos folyamat még nem tökéletesedett ki (pl. a nyelv elsajátítása kisgyermekkorban még eleinte eléggé hiányos), időskorban pedig hiába van meg az egész életen át megszerzett tudás, bizonyos tipikus időskorral járó problémák (pl. név-, valamint szóelőhívási nehézségek) akadályozzák a jó kognitív teljesítmény produkálását.

Számos kutatás úgy találta, hogy a Betű Fluencia Feladatban 10-12 éves korra a gyermekek már elérik a felnőtt szintet, azonban néhányan úgy vélik ez 17-18 éves korra tehető (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs és Catroppa, 2001; Tánczos, Janacsek és Németh, 2014; Klenberg, Korkman és Lahti-Nuuttilla, 2001). Ami a Szemantikus Fluencia Feladatot illeti, egyesek szerint a felnőtt szintet a 14-15 évesek, míg mások eredményei alapján a 17-18 éves korosztály éri el (Spreen és Strauss, 1991; Matute, Rosselli, Ardila és Morales, 2004; Tánczos, Janacsek és Németh, 2014). Szintén konszenzus van a szakirodalmakban abból a szempontból, hogy a legjobb teljesítményt mindkét teszt esetében a 35-49 évesek nyújtják, valamint 50 év felett jelentős teljesítménycsökkenés figyelhető meg a Betű-és Szemantikus Fluencia Feladatban egyaránt (Van Der Elst, Van Boxtel, Van Braukelen és Jolles, 2006; Brickman, Paul, Cohen, Williams, Macgreggor, Jefferson, Tate, Gunstad és Gordon, 2005; Troyer, 2000; Tánczos, Janacsek és Németh, 2014).

*A Számterjedelem Teszt (*Digit Span Test*) a verbális munkamemória (fonológiai hurok) vizsgálatát teszi lehetővé. A teszt Jacobs (1887) nevéhez köthető, magyar nyelvű változatát Racsmány és munkatársai (2005) dolgozták ki. A feladat során a vizsgálati személynek a vizsgálatvezető által, 1 másodpercenként sorolt számokat kell ugyanabban a sorrendben visszamondania. A kihagyott, illetve 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 sorozat pontos visszamondását fogadjuk el helyes sorozatnak. Az egymást követő sorozatokban mindig eggyel több szám szerepel, a végső számterjedelmet az utolsó helyesen visszamondott sorozat értéke adja.*

A munkamemória komponensek idegrendszeri háttere

Gyermekek és fiatal felnőttek vizsgálatakor a munkamemória feladatok esetén az intraparietális kéreg, superior frontális sulcus, a dorsolaterális prefrontális területek, valamint a parietális területek érintettségét mutatták ki (Darki és Klinberg, 2014). Bizonyos frontális és parietális területeket összekötő fehérállományi kötegek (pl. superior longitudinális fasciculus) szintén korrelálnak a munkamemória fejlődésével gyermekkortól serdülőkorig. Ez arra utal, hogy a munkamemória kapacitás fejlődése összefügg a fronto-parietális hálózatok fehér és szürke állományának fokozatos érésével (Darki és Klinberg, 2014). Ismeretes olyan szakirodalom is, mely agyi aktivitást mutatott ki a munkamemória feladatok végzése alatt a talamuszban és a nucleus caudatusban is (Olesen és Westerberg, 2003). Ezek alapján feltételezhető, hogy a munkamemória funkciók jó színvonalú működéséhez nem csupán a frontális agyterületek szükségesek, hanem az ősibb kéreg alatti struktúrák egyaránt.

Jelen kutatás elsődleges célja számos a munkamemória mérésére alkalmas eszköz segítségével feltérképezni a verbális munkamemória funkciók fejlődését 5 éves kortól 85 éves korig, az alábbi hipotézisek mentén: (1) Minden teszt esetében a munkamemória funkciók fejlődési görbéje fordított U alakot mutat, vagyis a gyermekek alacsonyabb szinten teljesítenek a felnőttekhez képest, míg időskorban szintén alacsonyabb teljesítmény figyelhető meg. (2) A Számterjedelem Teszt relatív egyszerűsége miatt ebben a feladatban

időskorban nem tapasztalható oly mértékű hanyatlás, mint a komplexebb Számlálási és Hallási Mondatterjedelem Teszteken. (3) A Betű Fluencia és Cselekvés Fluencia Teszten elért eredmények a frontális lebeny kései érése és relatíve gyors leépülése miatt gyermekkorban és időskorban alacsonyabb szintűek a Szemantikus Fluencia Teszt eredményeihez képest. Az eddigi kutatási eredmények között kevés az, amely ilyen széles életkori spektrumot, ennyi féle teszttel vizsgál, tehát jelen kutatás e témakörben hiánypótló.

Módszerek

Résztvevők

A vizsgálatban összesen 380 személy vett részt (155 férfi, 225 nő), 5 és 85 éves kor között, 10 életkori csoportra osztva (1. táblázat). A vizsgálati személyeket kényelmi mintavétellel gyűjtöttem, a részvétel önkéntes alapon történt. A vizsgálat során betartottam a Magyar Pszichológiai Társaság által előírt etikai szabályokat.

1. táblázat. A vizsgálatban résztvevő személyek korcsoportonkénti elemszáma, átlagos életkora, a nemek aránya, valamint a tanulással töltött éveinek száma (átlag). A szóródási mutató az átlag standard hibája (Sem – Standard Error Mean).

Csoport	Életkor	Nem	Iskolázottság
5-6 év (n=16)	5,75 (0,45)	10 F/ 6 N	0,13 (0,34)
7-8 év (n=39)	7,90 (0,31)	22 F/ 17 N	1,92 (0,27)
9-10 év (n=48)	9,73 (0,45)	23 F/ 25 N	3,83 (0,53)
11-13 év (n=55)	12,04 (0,82)	28 F/ 27 N	5,77 (0,71)
14-15 év (n=38)	14,34 (0,48)	19 F/ 19 N	8,14 (0,52)
16-17 év (n=43)	16,49 (0,51)	16 F/ 27 N	10,03 (0,91)
18-29 év (n=50)	21,98 (3,17)	18 F/ 32 N	14,89 (2,45)
30-44 év (n=27)	36,78 (3,84)	8 F/ 19 N	15,31 (3,03)
45-60 év (n=29)	50,93 (4,10)	5 F/ 24 N	13,72 (4,56)
61-85 év (n=35)	67,89 (7,71)	6 F/ 29 N	12,00 (4,19)

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. A verbális rövid távú emlékezet (fonológiai hurok) vizsgálatára a Számterjedelem Tesztet, a komplex verbális munkamemória mérésére a Számlálási Terjedelem Tesztet, valamint a Hallási Mondatterjedelem Tesztet, a központi végrehajtó vizsgálatára pedig a Betű, Szemantikus és Cselekvés Fluencia Teszteket alkalmaztam.

Számterjedelem Teszt

A Számterjedelem Teszt (*Digit Span Test*) a verbális munkamemória (fonológiai hurok) vizsgálatát teszi lehetővé. A teszt Jacobs (1887) nevéhez köthető, magyar nyelvű változatát Racsmány és munkatársai (2005) dolgozták ki. A feladat során a vizsgálati személynek a vizsgálatvezető által, 1 másodpercenként sorolt számokat kell ugyanabban a sorrendben visszamondania. A kihagyott, illetve 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 sorozat pontos visszamondását fogadjuk el helyes sorozatnak. Az egymást követő sorozatokban mindig eggyel több szám szerepel, a végső számterjedelmet az utolsó helyesen visszamondott sorozat értéke adja.

Számlálási Terjedelem Teszt

A Számlálási Terjedelem Tesztet (*Counting Span Test*) Case, Kurland és Goldberg dolgozta ki 1982-ben. A feladat során a számítógép képernyőjén a vizsgálati személy sötétkék köröket, sötétkék négyzeteket, illetve sárga köröket lát. Egyesével, hangosan kell megszámolnia, hány sötétkék kört lát a képen, megismételni a megszámlált kék körök számát, majd megjegyezni. Két kép után vissza kell mondania a megjegyzett számokat a bemutatás sorrendjében. Ez a szám kettő és nyolc közé esik, valamint egy számsoron belül nincs ismétlődés. Amint befejezte a számolást, rögtön ki kell mondania a körök számát és amint megjelenik a következő kép, rögtön el kell kezdenie a számolást, közben nem tarthat szünetet (az ismétlés kizárása érdekében). 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 három sorozat eredményének átlaga adja.

Hallási Mondatterjedelem Teszt

A Hallási Mondatterjedelem Teszt (*Listening Span Test*) kidolgozása Daneman és Blennerhasset (1984) nevéhez köthető, hazai változatát pedig Janacsek, Tánczos, Mészáros és Németh (2009) dolgozta ki. Ezen teszt a komplex verbális munkamemória mérésére szolgáló eszköz. A feladat során a vizsgálatvezető (v.v.) mondatokat olvas fel a vizsgálati személyeknek (v.sz.), melyekről a v.sz.-nek meg kell állapítania, hogy a hallott mondat igaz, vagy hamis, illetve a mondatok legutolsó szavát az elhangzás sorrendjében meg kell jegyezniük, majd visszamondaniuk először 2 mondat után, majd 3, 4, stb. Ahány mondat utolsó szavát még sikeresen vissza tudja mondani a v.sz., az adott sorozatban annyi pontot ér el (ha egy mondat utolsó szavát, vagy egyet sem tud visszaidézni, 1 pontot adunk). Három sorozat van, melyek átlagából számolandó a végső hallási mondatterjedelem értéke.

Fluencia Tesztek

Ezen teszt a végrehajtó funkciók vizsgálatát teszi lehetővé. A vizsgálati személyekkel a Fluencia Teszt három verziója – A) Betűfluencia, B) Szemantikus Fluencia, C) Cselekvés Fluencia – került felvételre (Tánczos, 2014).

A) Betűfluencia Teszt
A Betűfluencia Teszt (Lezak, 1995) során a vizsgálati személy feladata, hogy előre megadott kezdőbetűkkel (K, T) kell egy perc alatt minél több szót sorolnia. Kritérium, hogy

nem mondhat tulajdonneveket (személy-és városneveket), valamint ugyanazon szónak a különböző végződéseit sem. A vizsgálati személy által sorolt szavakat a vizsgálatvezető írásban rögzíti, mely által pontosan jelölhetővé válik a helyes szavak száma, a perszeveráció száma, valamint a hibás szavak száma egyaránt.

B) Szemantikus Fluencia Teszt
A Szemantikus Fluencia Teszt (Lezak, 1995) felvételekor a vizsgálati személynek előre megadott kategóriákon belül (ÁLLAT, ÉLELEMISZER BOLT) kell egy perc alatt minél több szót mondania. A vizsgálati személy által sorolt szavakat a vizsgálatvezető szintén írásban rögzíti.

C) Cselekvés Fluencia Teszt
A feladat során a vizsgálati személynek egy perc alatt kell minél több olyan tevékenységet felsorolnia, amelyet egy ember általában csinálni szokott. Kritérium, hogy nem mondhatja ugyanazon szónak ragozott alakjait (pl. olvas, olvasok, olvastam), egy szó csak egyszer szerepelhet (pl. olvas). Fontos, hogy csupán igéket soroljon, ne egész mondatokat alkosson. A vizsgálati személy által sorolt szavak szintén írásban rögzítendőek, a fent leírt okok miatt.

A Fluencia Tesztek esetén az vizsgálati személyek által sorolt szavakat írásban rögzítettem, majd utólag megszámláltam a helyes szavak számát, a hibás- valamint ismételt szavakat nem számoltam bele a teljesítménybe. Tehát a Fluencia Teszteken a vizsgálati személyek teljesítményét az általuk egy perc alatt felsorolt helyes szavak száma adja.

Statisztikai eljárás

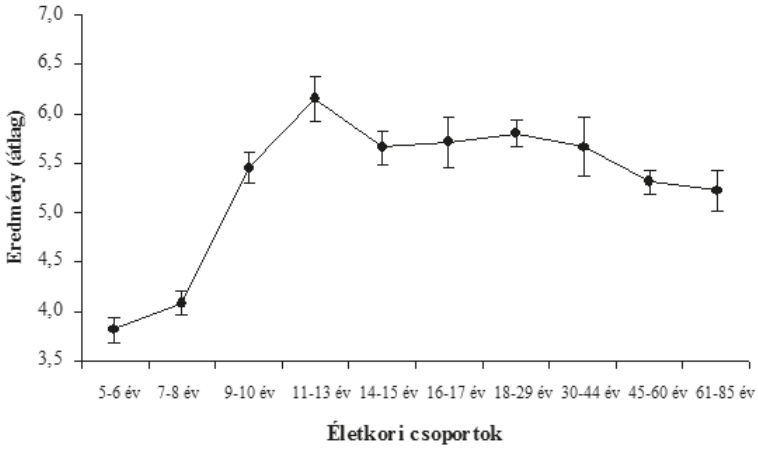
A vizsgálati személyek kognitív képességeit SPSS for Windows elemzőprogram segítségével, egyszempontos varianciaanalízissel (ANOVA) vizsgáltam.

Eredmények

Az elemzés során szignifikáns eltérés mutatkozott az egyes életkori csoportok eredményei között a Számterjedelem ($F(9,283)=11,867$, $p<0,001$), a Hallási Mondatterjedelem ($F(9,222)=17,924$, $p<0,001$), a Számlálási Terjedelem ($F(9,269)=17,244$, $p<0,001$), valamint a Betű Fluencia ($F(9,213)=18,142$, $p<0,001$), a Szemantikus Fluencia ($F(9,213)=14,520$, $p<0,001$) és a Cselekvés Fluencia Teszt ($F(9,213)=9,653$, $p<0,001$) esetén egyaránt. Annak megállapítására, hogy mely csoportok között van szignifikáns eltérés a Post Hoc –LSD utóteszt került alkalmazásra.

A Számterjedelem Teszt esetében nem mutatkozott szignifikáns eltérés az 5-6 évesek és 7-8 évesek ($p=0,425$) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik azonban az 5-6 évesek és 9-10 évesek ($p<0,001$), az 5-6 évesek és 11-13 évesek ($p<0,001$), az 5-6 évesek és 14-15 évesek ($p<0,001$), az 5-6 évesek és 16-17 évesek ($p<0,001$), az 5-6 évesek és 18-29 évesek ($p<0,001$), az 5-6 évesek és 30-44 évesek ($p<0,001$), az 5-6 évesek és 45-60 évesek ($p<0,001$), valamint az 5-6 évesek és 61-85 évesek ($p<0,001$) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik továbbá a 7-8 évesek és 9-10 évesek ($p<0,001$), a 7-8 évesek és 11-13 évesek ($p<0,001$), a 7-8 évesek és 14-15 évesek ($p<0,001$), 7-8 évesek és 16-17 évesek ($p<0,001$) , a 7-8 évesek és 18-29 évesek ($p<0,001$), a 7-8 évesek és 30-44 évesek ($p<0,001$), 7-8 évesek és 45-60 évesek ($p<0,001$) valamint a 7-8 évesek és 61-85 évesek ($p<0,001$) eredményei között. Szintén szignifikánsan eltérő eredményt

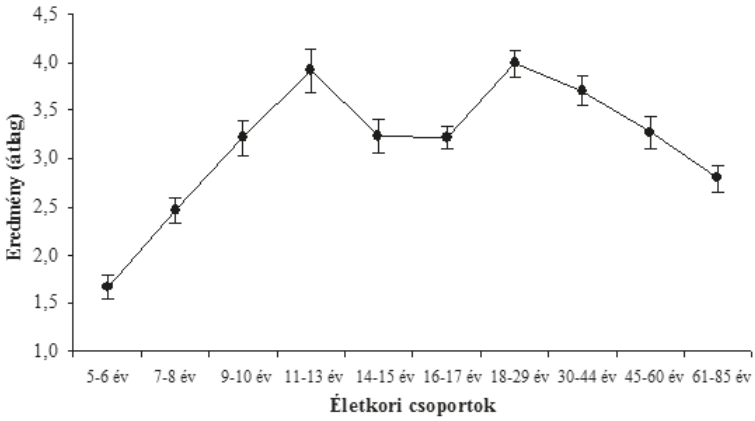
kaptam a 9-10 évesek és 11-13 évesek (p=0,012) eredményeit illetően. Nem mutatkozik szignifikáns eltérés azonban a 9-10 évesek és 14-15 évesek (p=0,450), a 9-10 évesek és 16-17 évesek (p=0,366) a 9-10 évesek és 18-29 évesek (p=0,145), a 9-10 évesek és 30-44 évesek (p=0,434), a 9-10 évesek és 45-60 évesek (p=0,600), valamint a 9-10 évesek és 60-85 évesek (p=0,386) eredményeit illetően. Tendenciaszintű eltérés mutatkozik a 11-13 évesek és 14-15 évesek (p=0,077) eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eredményeket a 11-13 évesek és 16-17 évesek (p=0,132), 11-13 évesek és 18-29 évesek (p=0,161) a 11-13 évesek és 30-44 évesek (p=0,090) eredményeit tekintve. Szignifikáns eltérés mutatkozik azonban a 11-13 évesek és 45-60 évesek (p=0,003), valamint a 11-13 évesek és 60-85 évesek (p=0,001) eredményeit illetően. Nem mutatkozik szignifikáns eltérés a 14-15 évesek és 16-17 évesek (p=0,853), a 14-15 évesek és 18-29 évesek (p=0,552), a 14-15 évesek és 30-44 évesek (p=0,967), a 14-15 évesek és 45-60 évesek (p=0,209), valamint a 14-15 évesek és 61-85 évesek (p=0,104) eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eltérést a 16-17 évesek és 18-29 évesek (p=0,723), a 16-17 évesek és 30-44 évesek (p=0,887), a 16-17 évesek és 45-60 évesek (p=0,167), illetve a 16-17 évesek és 61-85 évesek (p=0,083) eredményei között. nincs szignifikáns eltérés a 18-29 évesek és 30-44 évesek (p=0,533) eredményeit illetően, azonban szignifikáns különbség van a 18-29 évesek és 45-60 évesek (p=0,045), valamint a 18-29 évesek és 61-85 évesek (p=0,013) eredményei között. Nincs szignifikáns eltérés a 30-44 évesek és 45-60 évesek (p=0,202), valamint a 30-44 évesek és 61-85 évesek (p=0,102) eredményeit illetően. Szintén nem tér el szignifikánsan egymástól a 45-60 évesek és a 61-85 évesek (p=0,755) teljesítménye (2. ábra).



2. ábra. Az egyes életkori csoportok Számterjedelem Teszten elért eredményei. A szóródási mutató az átlag standard hibája (SEM – Standard Error Mean).

A Számlálási Terjedelem Teszt eredményeit tekintve szignifikáns eltérés mutatkozik az 5-6 évesek és 7-8 évesek (p=0,003), az 5-6 évesek és 9-10 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 11-13 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 14-15 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 16-17 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 45-60 évesek (p<0,001), valamint az 5-6 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik továbbá a 7-8 évesek és 9-10 évesek (p=0,002), a 7-8 évesek és 11-13 évesek (p<0,001), a 7-8 évesek és 14-15 évesek (p=0,001), 7-8 évesek és 16-17 évesek (p=0,002) , a 7-8 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), a 7-8 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), 7-8 évesek és

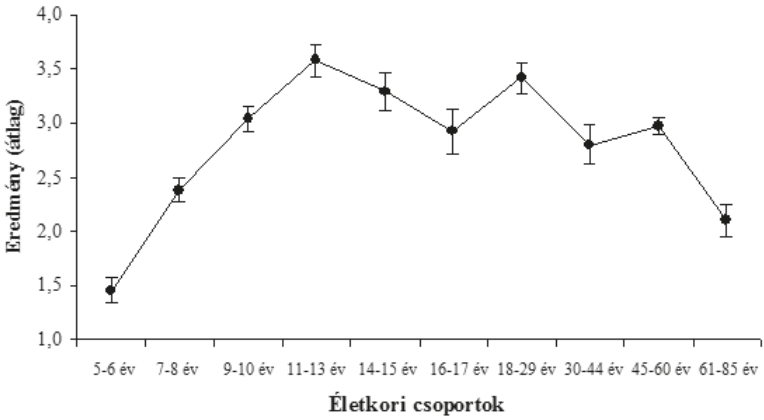
45-60 évesek (p<0,001) eredményeit illetően. Nem kaptam szignifikáns eredményt azonban a 7-8 évesek és 61-85 évesek (p=0,125) eredményei között. Szintén szignifikánsan eltérő eredményt kaptam a 9-10 évesek és 11-13 évesek (p=0,003) eredményeit illetően. Nem mutatkozik szignifikáns eltérés azonban a 9-10 évesek és 14-15 évesek (p=0,957), a 9-10 évesek és 16-17 évesek (p=0,979). Szignifikáns eltérés mutatkozik a 9-10 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), a 9-10 évesek és 30-44 évesek (p=0,035) eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eltérést a 9-10 évesek és 45-60 évesek (p=0,813) eredményeit illetően, azonban tendenciaszintű eltérés mutatkozik a 9-10 évesek és 60-85 évesek (p=0,057) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik a 11-13 évesek és 14-15 évesek (p=0,004), valamint a 11-13 évesek és 16-17 évesek (p=0,004), eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eredményeket a 11-13 évesek és 18-29 évesek (p=0,744) a 11-13 évesek és 30-44 évesek (p=0,365) eredményeit tekintve. Szignifikáns eltérés mutatkozik azonban a 11-13 évesek és 45-60 évesek (p=0,004), valamint a 11-13 évesek és 60-85 évesek (p<0,001) eredményeit illetően. Nem mutatkozik szignifikáns eltérés a 14-15 évesek és 16-17 évesek (p=0,979) eredményeit illetően. Szignifikáns eltérés van a 14-15 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), illetve a 14-15 évesek és 30-44 évesek (p=0,040) eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eredményt a 14-15 évesek és 45-60 évesek (p=0,857) teljesítményére vonatkozóan, azonban szignifikáns eltérés mutatkozik a 14-15 évesek és 61-85 évesek (p=0,050) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik továbbá a 16-17 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), a 16-17 évesek és 30-44 évesek (p=0,040) esetén, azonban nem tér el szignifikánsan a 16-17 évesek és 45-60 évesek (p=0,837) eredménye. Tendenciaszintű különbség van a 16-17 évesek és 61-85 évesek (p=0,056) teljesítménye között. Nincs szignifikáns eltérés a 18-29 évesek és 30-44 évesek (p=0,172) eredményeit illetően, azonban szignifikáns különbség van a 18-29 évesek és 45-60 évesek (p<0,001), valamint a 18-29 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményei között. Szignifikáns eltérés van a 30-44 évesek és 45-60 évesek (p=0,049), valamint a 30-44 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményeit illetően. Szintén szignifikánsan eltér egymástól a 45-60 évesek és a 61-85 évesek (p=0,023) teljesítménye (3. ábra).



3. ábra. Az egyes életkori csoportok Számlálási Terjedelem Teszten elért eredményei. A szóródási mutató az átlag standard hibája (Sem – Standard Error Mean).

A Hallási Mondatterjedelem Teszten elért eredmények azt mutatják, hogy szignifikáns eltérés mutatkozik az 5-6 évesek és 7-8 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 9-10 évesek (p<001), az 5-6 évesek és 11-13 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 14-15 évesek

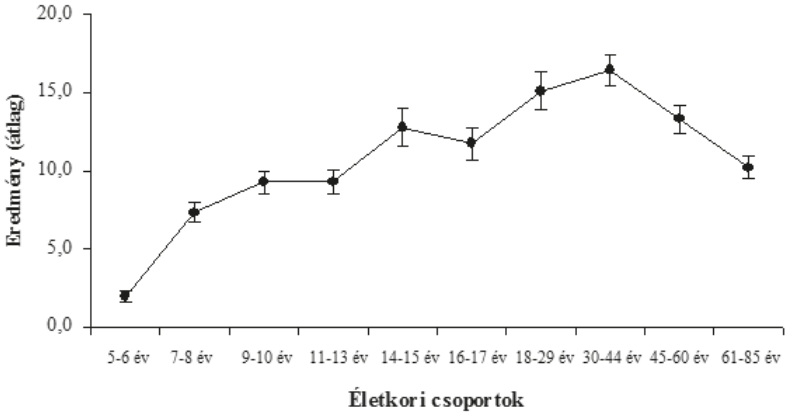
(p<0,001), az 5-6 évesek és 16-17 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 45-60 évesek (p<0,001), valamint az 5-6 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik továbbá a 7-8 évesek és 9-10 évesek (p=0,001), a 7-8 évesek és 11-13 évesek (p<0,001), a 7-8 évesek és 14-15 évesek (p<0,001), 7-8 évesek és 16-17 évesek (p=0,017) , a 7-8 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), a 7-8 évesek és 30-44 évesek (p=0,051), 7-8 évesek és 45-60 évesek (p=0,003) eredményeit illetően. Nem kaptam szignifikáns eredményt azonban a 7-8 évesek és 61-85 évesek (p=0,151) eredményei között. Szintén szignifikánsan eltérő eredményt kaptam a 9-10 évesek és 11-13 évesek (p=0,008) eredményeit illetően. Nem mutatkozik szignifikáns eltérés azonban a 9-10 évesek és 14-15 évesek (p=0,205), a 9-10 évesek és 16-17 évesek (p=0,625). Tendenciaszintű eltérés mutatkozik a 9-10 évesek és 18-29 évesek (p=0,056) esetén. Nem tér el szignifikánsan egymástól a 9-10 évesek és 30-44 évesek (p=0,281) illetve a 9-10 évesek és 45-60 évesek (p=0,736) eredményei. Szignifikáns eltérést kaptam azonban a 9-10 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményeit illetően. Nem mutatkozik szignifikáns eltérés a 11-13 évesek és 14-15 évesek (p=0,170) eredményei között. Szignifikánsan eltér azonban a 11-13 évesek és 16-17 évesek (p=0,004) eredményei. Nem kaptam szignifikáns eredményeket a 11-13 évesek és 18-29 évesek (p=0,413) teljesítményét illetően. szignifikáns eltérés van azonban a 11-13 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), a 11-13 évesek és 45-60 évesek (p=0,003), valamint a 11-13 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményeit illetően. Nem mutatkozik szignifikáns eltérés a 14-15 évesek és 16-17 évesek (p=0,105), valamint a 14-15 évesek és 18-29 évesek (p=0,550) eredményeit illetően. Szignifikáns eltérés van a 14-15 évesek és 30-44 évesek (p=0,024) eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eredményt a 14-15 évesek és 45-60 évesek (p=0,106) teljesítményére vonatkozóan, azonban szignifikáns eltérés mutatkozik a 14-15 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik továbbá a 16-17 évesek és 18-29 évesek (p=0,028) eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eredményt a 16-17 évesek és 30-44 évesek (p=0,608), illetve a 16-17 évesek és 45-60 évesek (p=0,847) esetén, azonban nem tér el szignifikánsan a 16-17 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredménye. Szignifikáns eltérés van a 18-29 évesek és 30-44 évesek (p=0,004), a 18-29 évesek és 45-60 évesek (p=0,023), valamint a 18-29 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményei között. Nem találtam szignifikáns eltérést a 30-44 évesek és 45-60 évesek (p=0,439) eredményei között, azonban szignifikáns eltérés van a 30-44 évesek és 61-85 évesek (p=0,001) eredményeit illetően. Szintén szignifikánsan eltér egymástól a 45-60 évesek és a 61-85 évesek (p<0,001) teljesítménye is (4. ábra).



4. ábra. Az egyes életkori csoportok Hallási Mondatterjedelem Teszten elért eredményei. A szóródási mutató az átlag standard hibája (Sem – Standard Error Mean).

A Betű Fluencia Teszt eredményeit tekintve szignifikáns eltérés mutatkozik az 5-6 évesek és 7-8 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 9-10 évesek (p<001), az 5-6 évesek és 11-13 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 14-15 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 16-17 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 45-60 évesek (p<0,001), valamint az 5-6 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eltérést azonban a 7-8 évesek és 9-10 évesek (p=0,123), valamint a 7-8 évesek és 11-13 évesek (p=0,103) eredményeit illetően. Szignifikáns eltérés van azonban a 7-8 évesek és 14-15 évesek (p<0,001), 7-8 évesek és 16-17 évesek (p=0,002), a 7-8 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), a 7-8 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), a 7-8 évesek és 45-60 évesek (p<0,001) valamint a 7-8 évesek és 61-85 évesek (p=0,016) eredményeit illetően. Nem mutatkozik szignifikáns eltérés a 9-10 évesek és 11-13 évesek (p=0,971) eredményeit illetően. Szignifikánsan eltérő eredményt mutat azonban a 9-10 évesek és 14-15 évesek (p=0,006) teljesítménye. Nem kaptam szignifikáns eltérést a 9-10 évesek és 16-17 évesek (p=0,084) eredményei esetén. Szignifikáns eltérés mutatkozik azonban a 9-10 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), a 9-10 évesek és 30-44 évesek (p<0,001) illetve a 9-10 évesek és 45-60 évesek (p=0,001) eredményei esetén. Nem tér el szignifikánsan egymástól a 9-10 évesek és 61-85 évesek (p=0,428) eredménye. Szignifikáns eltérés mutatkozik a 11-13 évesek és 14-15 évesek (p=0,005) eredményei között. Nem tér el szignifikánsan egymástól azonban a 11-13 évesek és 16-17 évesek (p=0,082) eredményei. Szignifikáns eredményeket kaptam a 11-13 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), a 11-13 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), a 11-13 évesek és 45-60 évesek (p=0,001) teljesítményét illetően. Nem mutatkozik szignifikáns eltérés a 11-13 évesek és 61-85 évesek (p<0,435) eredményeit illetően. Nem mutatkozik szignifikáns eltérés a 14-15 évesek és 16-17 évesek (p=0,467) eredményeit illetően. Tendenciaszintű eltérést kaptam a 14-15 évesek és 18-29 évesek (p=0,062) teljesítményét tekintve. Szignifikáns eltérés van a 14-15 évesek és 30-44 évesek (p=0,006) eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eredményt a 14-15 évesek és 45-60 évesek (p=0,626) teljesítményére vonatkozóan, azonban szignifikáns eltérés mutatkozik a 14-15 évesek és 61-85 évesek (p=0,036) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik továbbá a 16-17 évesek és 18-29 évesek (p=0,018), valamint a 16-17 évesek és 30-44 évesek (p=0,002), eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eredményt a 16-17 évesek és 45-60 évesek (p=0,242), illetve a 16-17 évesek és 61-85 évesek (p=0,271) esetén. Nincs szignifikáns eltérés a 18-29 évesek és 30-44 évesek (p=0,311),

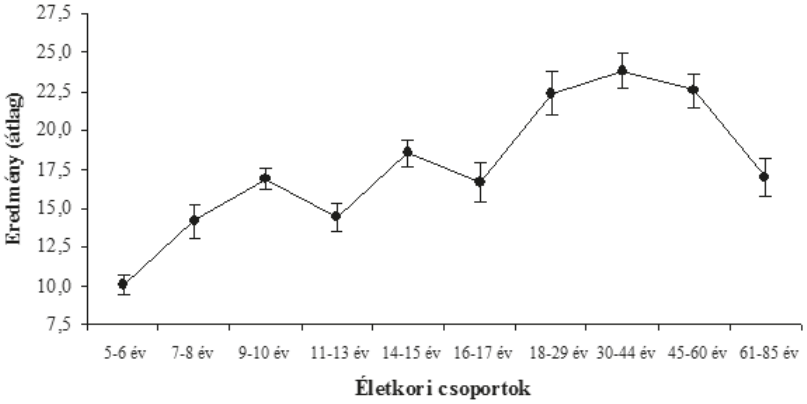
a 18-29 évesek és 45-60 évesek (p=0,156), eredményei között. Szignifikáns eredményt kaptam azonban a 18-29 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményeit illetően. Szignifikáns eltérést kaptam a 30-44 évesek és 45-60 évesek (p=0,018), illetve a 30-44 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményeit illetően. Szintén szignifikánsan eltér egymástól a 45-60 évesek és a 61-85 évesek (p=0,008) teljesítménye is (5. ábra).



5. ábra. Az egyes életkori csoportok Betű Fluencia Teszten elért eredményei. A szóródási mutató az átlag standard hibája (Sem – Standard Error Mean).

A Szemantikus Fluencia Feladat eredményei szerint szignifikáns eltérés mutatkozik az 5-6 évesek és 7-8 évesek (p=0,012), az 5-6 évesek és 9-10 évesek (p<001), az 5-6 évesek és 11-13 évesek (p=0,008), az 5-6 évesek és 14-15 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 16-17 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 45-60 évesek (p<0,001), valamint az 5-6 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményei között. Tendenciaszintű eltérést kaptam azonban a 7-8 évesek és 9-10 évesek (p=0,069) eredményeit tekintve. Nem tér el szignifikánsan egymástól a 7-8 évesek és 11-13 évesek (p=0,886) eredménye. Szignifikáns eltérés van azonban a 7-8 évesek és 14-15 évesek (p=0,003) eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eltérést a 7-8 évesek és 16-17 évesek (p=0,132) eredményeit tekintve. Szignifikánsan eltér azonban egymástól a 7-8 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), a 7-8 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), a 7-8 évesek és 45-60 évesek (p<0,001) valamint a 7-8 évesek és 61-85 évesek (p=0,044) eredménye. Nem mutatkozik szignifikáns eltérés a 9-10 évesek és 11-13 évesek (p=0,090), a 9-10 évesek és 14-15 évesek (p=0,267), valamint a 9-10 évesek és 16-17 évesek (p=0,920) teljesítménye között. Szignifikáns eltérést kaptam azonban a 9-10 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), a 9-10 évesek és 30-44 évesek (p<0,001) illetve a 9-10 évesek és 45-60 évesek (p<0,001) eredményei esetén. Nem tér el szignifikánsan egymástól a 9-10 évesek és 61-85 évesek (p=0,918) eredményei. Szignifikáns eltérés mutatkozik a 11-13 évesek és 14-15 évesek (p=0,005) eredményei között. Nem tér el szignifikánsan egymástól azonban a 11-13 évesek és 16-17 évesek (p=0,160) eredményei. Szignifikáns eredményeket kaptam a 11-13 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), a 11-13 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), a 11-13 évesek és 45-60 évesek (p<0,001) teljesítményét illetően. Tendenciaszintű eltérés mutatkozik a 11-13 évesek és 61-85 évesek (p<0,059) eredményeit illetően. Nem mutatkozik szignifikáns eltérés a 14-15 évesek és 16-17 évesek (p=0,277) eredményeit illetően. Szignifikáns eltérést kaptam a 14-15 évesek és 18-29 évesek (p=0,011), a 14-15 évesek és 30-44 évesek (p=0,001), valamint a 14-15 évesek és 45-60 évesek (p=0,007) teljesítményére

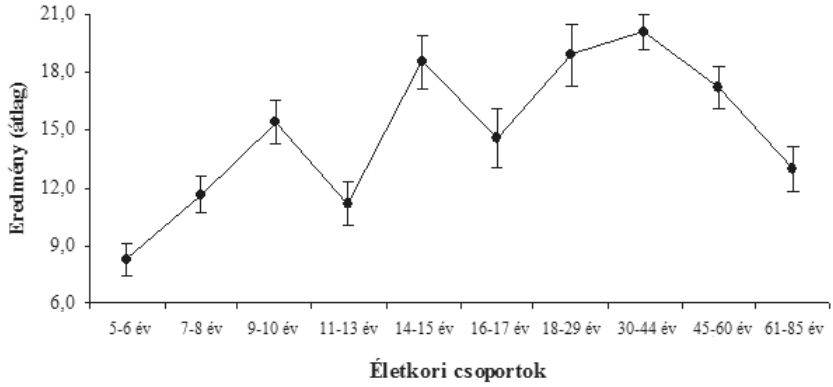
vonatkozóan. Nem kaptam szignifikáns eltérést azonban a 14-15 évesek és 61-85 évesek (p=0,289) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik továbbá a 16-17 évesek és 18-29 évesek (p=0,001), a 16-17 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), valamint a 16-17 évesek és 45-60 évesek (p=0,001) eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eredményt a 16-17 évesek és 61-85 évesek (p=0,846) esetén. Nincs szignifikáns eltérés a 18-29 évesek és 30-44 évesek (p=0,377), a 18-29 évesek és 45-60 évesek (p=0,909), eredményei között. Szignifikáns eredményt kaptam azonban a 18-29 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményeit illetően. Nincs szignifikáns különbség a 30-44 évesek és 45-60 évesek (p=0,429) eredményei között. Szignifikánsan eltér azonban a 30-44 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) teljesítménye. Szintén szignifikánsan eltér egymástól a 45-60 évesek és a 61-85 évesek (p<0,001) eredménye (6. ábra).



6. ábra. Az egyes életkori csoportok Szemantikus Fluencia Teszten elért eredményei. A szóródási mutató az átlag standard hibája (Sem – Standard Error Mean).

A Cselekvés Fluencia Feladat eredményeit tekintve tendenciaszintű eltérés mutatkozik az 5-6 évesek és 7-8 évesek (p=0,062) teljesítménye között. Szignifikánsan eltér egymástól az 5-6 évesek és 9-10 évesek (p<001) eredménye. Nincs szignifikáns különbség az 5-6 évesek és 11-13 évesek (p=0,102) teljesítménye között. Szignifikáns eltérést kaptam azonban az 5-6 évesek és 14-15 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 16-17 évesek (p=0,002), az 5-6 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), az 5-6 évesek és 45-60 évesek (p<0,001), valamint az 5-6 évesek és 61-85 évesek (p=0,008) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik a 7-8 évesek és 9-10 évesek (p=0,021) eredményeit tekintve. Nem tér el szignifikánsan egymástól a 7-8 évesek és 11-13 évesek (p=0,777) eredménye. Szignifikáns eltérés van azonban a 7-8 évesek és 14-15 évesek (p<0,001) eredményei között. Nem kaptam szignifikáns eltérést a 7-8 évesek és 16-17 évesek (p=0,110) eredményeit tekintve. Szignifikánsan eltér azonban egymástól a 7-8 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), a 7-8 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), a 7-8 évesek és 45-60 évesek (p=0,001) eredménye. Nincs szignifikáns eltérés azonban a 7-8 évesek és 61-85 évesek (p=0,395) eredménye között. Szignifikáns eltérést kaptam a 9-10 évesek és 11-13 évesek (p=0,009) teljesítményére vonatkozóan. Tendenciaszintű eltérés mutatkozik a 9-10 évesek és 14-15 évesek (p=0,065) eredményeit tekintve. Nincs szignifikáns eltérés a 9-10 évesek és 16-17 évesek (p=0,656) teljesítménye között. Szignifikáns eltérést kaptam azonban a 9-10 évesek és 18-29 évesek (p=0,038), valamint a 9-10 évesek és 30-44 évesek (p=0,008) eredményei esetén. Nincs szignifikáns különbség azonban a 9-10 évesek és 45-60 évesek (p=0,270), illetve a 9-10

évesek és 61-85 évesek (p=0,121) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik a 11-13 évesek és 14-15 évesek (p<0,001) eredményei között. Tendenciaszintű eltérés mutatkozik a 11-13 évesek és 16-17 évesek (p=0,064) teljesítménye esetén. Szignifikáns eredményeket kaptam a 11-13 évesek és 18-29 évesek (p<0,001), a 11-13 évesek és 30-44 évesek (p<0,001), a 11-13 évesek és 45-60 évesek (p<0,001) teljesítményét illetően. Nincs szignifikáns eltérés a 11-13 évesek és 61-85 évesek (p<0,250) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik a 14-15 évesek és 16-17 évesek (p=0,037) eredményeit illetően. Nem kaptam szignifikáns eredményt a 14-15 évesek és 18-29 évesek (p=0,814), a 14-15 évesek és 30-44 évesek (p=0,366), valamint a 14-15 évesek és 45-60 évesek (p=0,433) teljesítményére vonatkozóan. Szignifikáns eltérés van azonban a 14-15 évesek és 61-85 évesek (p=0,001) eredményei között. Szignifikáns eltérés mutatkozik továbbá a 16-17 évesek és 18-29 évesek (p=0,022), valamint a 16-17 évesek és 30-44 évesek (p=0,005) eredményeit illetően. Nem tér el egymástól szignifikánsan a 16-17 évesek és 45-60 évesek (p=0,154), valamint a 16-17 évesek és 61-85 évesek (p=0,366) eredménye. Nincs szignifikáns eltérés a 18-29 évesek és 30-44 évesek (p=0,496), a 18-29 évesek és 45-60 évesek (p=0,306), eredményei között. Szignifikáns eredményt kaptam azonban a 18-29 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) eredményeit illetően. Nincs szignifikáns különbség a 30-44 évesek és 45-60 évesek (p=0,097) eredményei között. Szignifikánsan eltér azonban a 30-44 évesek és 61-85 évesek (p<0,001) teljesítménye. Szintén szignifikánsan eltér egymástól a 45-60 évesek és a 61-85 évesek (p=0,006) eredménye (7. ábra).



8. ábra. Az egyes életkori csoportok Cselekvés Fluencia Teszten elért eredményei. A szóródási mutató az átlag standard hibája (Sem – Standard Error Mean).

Megvitatás

Jelen kutatás elsődleges célja az volt, hogy számos sztenderdizált teszt segítségével feltérképezze a verbális munkamemória funkciók fejlődését gyermekkortól időskorig. Az eddigi szakirodalmak között nem lelhető fel olyan, mely ilyen széles életkori spektrumon, ilyen sok tesztet alkalmazva vizsgálódna, tehát jelen kutatás e témakörben hiánypótlásra is hivatott.

A Számterjedelem Teszten elért eredmények arra utalnak, hogy a verbális rövidtávú emlékezeti teljesítmény gyermekkorban igen alacsony szintű, azonban 11 éves korig rohamosan fejlődik, és 11-13 éves kor között éri el maximumát. 14 és 44 éves kor között

stagnálás figyelhető meg, majd 45 év felett lassan, fokozatosan romlik a teljesítmény. Időskorra a 9-10 évesek szintjére esik vissza, azonban a 9-10 évesek eredményei nem sokkal rosszabbak a 14-44 éves kor közötti csoportok eredményeinél, tehát a visszaesés nem nagymértékű.

A komplex verbális munkamemória teszteket tekintve a Számlálási Terjedelem teszten elért eredmények alapján elmondható, hogy a Számterjedelem Teszten elért eredményekhez hasonlóan gyermekkorban igen alacsony a teljesítmény, azonban 11 éves korig jelentős javulás figyelhető meg, a legjobb eredmény 11-13 év között látható, majd 14-17 év között visszaesés tapasztalható. 18 éves korra azonban ismét javulás látható, majd fokozatos teljesítményromlás indul el. Az idősek teljesítménye a 7-8 évesek eredményeihez közelítenek. Ami a Hallási Mondatterjedelem Teszt eredményeit illeti, nagyléptékű fejlődést követően szintén 11-13 éves korban a legjobb a teljesítmény, majd 14-17 kor között- hasonlóan a Számlálási Terjedelem Teszt eredményeihez- visszaesés, majd 18-29 éves kor között teljesítményjavulás figyelhető meg. Ezt követően fokozatos hanyatlás tapasztalható. Az idősek teljesítménye szintén a 7-8 éves korosztályéhoz hasonló.

A verbális fluencia teszteket tekintve a Betű Fluencia Teszt eredményei szerint az eddigi szakirodalmak eredményeivel összhangban az 5-6 évesek teljesítménye a legalacsonyabb szintű (vö. Spreen és Strauss, 1991; Tánczos, Janacsek és Németh, 2014). Az életkor előrehaladtával fokozatos teljesítményjavulás figyelhető meg, a legjobb teljesítményt a 30-44 évesek produkálták, 45 év felett fokozatos teljesítménycsökkenés figyelhető meg, mely eredmények szintén egybecsengnek az eddigi szakirodalmakkal (Van Der Elst, Van Boxtel, Van Braukelen és Jolles, 2006; Brickman, Paul, Cohen, Williams, Macgreggor, Jefferson, Tate, Gunstad és Gordon, 2005; Troyer, 2000; Tánczos, Janacsek és Németh, 2014). Az idősek eredményei a 11-13 éves gyermekekéhez hasonlóak.

Ami a Szemantikus Fluencia Tesztet illeti, kissé hullámzóbb teljesítményt figyelhetünk meg az egyes életkorokban. A legalacsonyabb eredményeket az 5-6 évesek érték el, de teljesítményük jobb, mint a Betű Fluencia Feladatban (vö. Spreen és Strauss, 1991; Tánczos, Janacsek és Németh, 2014). A teljesítmény szintén 30-44 éves korban éri el a csúcspontját, azonban visszaesés tapasztalható 11-13 és 16-17 éves korban, mely ellentétes eredmény az eddigi szakirodalmakhoz képest, melyek szerint a 14-15, illetve 17-18 éves korcsoportok felnőtt szinten teljesítenek (v.ö. Spreen, Strauss, 1991; Matute, Rosselli, Ardila és Morales, 2004; Tánczos, Janacsek és Németh, 2014). További eredményeink alapján a Betű Fluencia Feladathoz hasonlóan, a Szemantikus Fluencia Tesztben is 45 éves kor felett hanyatlás indul el a teljesítményben, az idősek eredménye a 16-17 éves fiatal felnőttekéhez hasonló szintűre csökken (v.ö. Van Der Elst, Van Boxtel, Van Braukelen és Jolles, 2006; Brickman, Paul, Cohen, Williams, Macgreggor, Jefferson, Tate, Gunstad és Gordon, 2005; Troyer, 2000; Tánczos, Janacsek és Németh, 2014).

A Cselekvés Fluencia Teszt eredményei alapján elmondható, hogy sokkal markánsabb fluktuáció jellemző a fejlődési ívre, a teljesítményben –hasonlóan a Szemantikus Fluencia Teszt eredményeihez- visszaesés tapasztalható 11-13 és 16-17 éves korban. A legalacsonyabb teljesítményt a Betű és Szemantikus Fluencia feladathoz hasonlóan az 5-6 évesek, míg a legjobb eredményeket a 30-44 év közötti személyek produkálták. 45 év felett progresszív teljesítménycsökkenés figyelhető meg, az idősek teljesítménye a 7-8 éves gyermekekéhez közelít. A Cselekvés Fluencia Teszt eredményeinek bemutatása igen fontos jelen kutatáson belül, hiszen ez az első magyar nyelvű fejlődés vizsgálat, amely a Betű- és Szemantikus Fluencia feladat mellett a Cselekvés Fluencia feladatot is alkalmazza a nyelvi- és végrehajtó funkciók felméréséhez.

Összességében minden elvégzett teszt esetében a fejlődési görbék fordított U alakot mutatnak, mely alapján az első hipotézis beigazolódni látszik. A Számterjedelem, Számlálási Terjedelem. valamint Hallási Mondatterjedelem Teszt esetében gyermekkortól erőteljes fejlődés tapasztalható, prepubertás korban csúcsosodik ki a leginkább

a teljesítmény, majd legkésőbb 30 éves kor után fokozatos hanyatlás mutatkozik. A Számterjedelem Teszt fejlődési görbéjét tekintve látható, hogy időskorban valóban nem figyelhető meg olyan nagy mértékű visszaesés, mint a komplex verbális munkamemóriát mérő Számlálási és Hallási Mondatterjedelem Tesztek esetén, tehát a második hipotézis szintén beigazolódni látszik. Ami a végrehajtó funkciókat jobban igénylő verbális fluencia fejlődését illeti, a Betű, Szemantikus és Cselekvés Fluencia Teszt esetében egyaránt 30-44 éves korban nyújtják a legjobb teljesítményt a vizsgálati személyek. Fejlődés ívét tekintve a Cselekvés Fluencia Teszt esetében erősen hullámzó mintázat jellemző, mely adódhat abból, hogy míg a Betű és Szemantikus Fluencia Feladatban nagyobb valószínűséggel sorolnak a vizsgálati személyek főneveket, mely más idegrendszeri struktúrákhoz köthető, mint a Cselekvés Fluencia Feladat során mondott igék. A főnevek előhívása a szakirodalmak alapján az anterior és posterior temporális, míg az igék előhívása a frontális lebeny régióihoz köthető, melyek érési üteme eltérő, a frontális lebeny kései érése és időskori hanyatlása előidézheti az igék problémásabb előhívását gyermek és időskorban (Damasio és Tranel, 1993; Piatt, Fields, Paolo és Tröster, 1999b; Piatt, Fields, Paolo és Tröster, 2004). Ezek alapján a harmadik hipotézis, mely szerint a Betű Fluencia és Cselekvés Fluencia Teszten elért eredmények gyermekkorban és időskorban alacsonyabb szintűek a Szemantikus Fluencia Teszt eredményeihez képest, szintén beigazolódni látszik.

Összességében minden elvégzett teszt esetében a fejlődési görbék fordított U alakot mutatnak, mely alapján az első hipotézis beigazolódni látszik. A Számterjedelem, Számlálási Terjedelem. valamint Hallási Mondatterjedelem Teszt esetében gyermekkortól erőteljes fejlődés tapasztalható, prepubertás korban csúcsosodik ki a leginkább a teljesítmény, majd legkésőbb 30 éves kor után fokozatos hanyatlás mutatkozik. A Számterjedelem Teszt fejlődési görbéjét tekintve látható, hogy időskorban valóban nem figyelhető meg olyan nagy mértékű visszaesés, mint a komplex verbális munkamemóriát mérő Számlálási és Hallási Mondatterjedelem Tesztek esetén, tehát a második hipotézis szintén beigazolódni látszik. Ami a végrehajtó funkciókat jobban igénylő verbális fluencia fejlődését illeti, a Betű, Szemantikus és Cselekvés Fluencia Teszt esetében egyaránt 30-44 éves korban nyújtják a legjobb teljesítményt a vizsgálati személyek.

Jelen munka hiánypótló, mert szisztematikusan térképezte fel a munkamemória alrendszereinek fejlődését. Az eddigi kutatások csupán két- vagy három korcsoportot hasonlítottak össze, mely kissé nehezíti a munkamemória funkciók életkori változásainak átfogóbb megismerését. Ezen eredmények nem csupán a fejlődés pszichológus, gyermek pszichiáter, gyermek neurológus munkáját segíthetik, de hasznos adatsort jelenthet ez az iskolapszichológusok és a tanulási zavarokat tanulmányozó kutatók számára egyaránt.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Dr. Janacsek Karolinának és Dr. Németh Dezsőnek a cikk megírásában nyújtott szakmai támogatását.

Irodalom

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C. & Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology,* 87, 85–106. DOI: 10.1016/j.jecp.2003.10.002

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

Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. A. Bower (szerk.), *Recent advances in learning and motivation*. New York: Academic Press. 47–90. DOI: 10.1016/s0079-7421(08)60452-1

Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 11*(4), 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), 189–208. DOI: 10.1016/s0021-9924(03)00019-4

Baddeley, A. D. (2005). *Az emberi emlékezet*. Budapest: Osiris Kiadó.

Baltes, P. B. (1987). Theoretical propositions of lifespan developmental psychology: on the dynamics between growth and decline. *Developmental Psychology,* 23, 611–626. DOI: 10.1037/0012-1649.23.5.611

Bialystok, E., Craik, F. I. M., Klein, R. & Viswanathan, M. (2004). Bilingualism, aging and cognitive control: Evidence from the Simon Task. *Psychology and Aging, 19*(2), 290–303. DOI: 10.1037/0882-7974.19.2.290

Blakemore, S. J. & Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: Implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 47*(3–4), 296–312. DOI: 10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x

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

Casey, B., J., Tottenham, N., Liston, C. & Durston, S. (2005). Imaging the developing brain: what have we learned aboutcognitive development? *Trends in Cognitive Sciences, 9*(3), 104–110. DOI: 10.1016/j.tics.2005.01.011

Conway, A. R. A., Kane, M. J. & Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences, 7*(12), 547–552. DOI: 10.1016/j.tics.2003.10.005

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

Darki, F. & Klinberg, T. (2014). The role of fronto-parietal and fronto-striatal networks int he development of working memory: A longitudinal study. *Cerebral Cortex*. DOI: 10.1093/cercor/bht352

Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C. S. & Adams, A. M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology, 93*(3), 265–281.

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

Janacsek K., Tánczos T., Mészáros T. & Németh D. (2009). A munkamemória új magyar nyelvű neuropszichológiai mérőeljárása: a Hallási Mondatterjedelem Teszt (HMT). *Magyar Pszichológiai Szemle, 64*(2), 385–406. 10.1556/mpszle.64.2009.2.5

Juhász D. & Szabó-Balogh V. (2016). Rövidtávú emlékezet és munkamemória-kapacitás autizmusban. Iskolakultúra, *26*(5), 36–47. DOI: 10.17543/ISKKULT.2016.5.36

Kumar, N. & Priyadarshi, B. (2013). Differential effect of aging on verbal and visuo-spatial working memory. *Aging and Disease, 4*(4), 170–178.

Lezak, M. (1995). *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.

Linares, R., Bajo, M. T. & Pelegrina, S. (2016). Age-related differences in working memory updating components. *Journal of Experimental Child Psychology,* 147, 39–52. DOI: 10.1016/j.jecp.2016.02.009

Miyake. A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. & 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), 49–100. DOI: 10.1006/cogp.1999.0734

Morales, J., Calvo, A. & Bialystok, E. (2013). Working memory development in monolingual and bilingual children. *Journal of Experimental Child Psychology, 114*(2), 187–202. DOI: 10.1016/j.jecp.2012.09.002

Németh D., Racsmány M., Kónya A. & Pléh Cs. (2001). A munkamemória kapacitás mérőeljárásai és szerepük a neuropszichológiai diagnosztikában. *Magyar Pszichológiai Szemle, 55*(4), 403–416. DOI: 10.1556/mpszle.55.2000.4.3

Olesen, W. (2003). Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory. *Nature Neuroscience, 7*(75), 75–79. DOI: 10.1038/nn1165

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

Racsmány M., Lukács Á., Németh D. & Pléh Cs. (2005). A verbális munkamemória magyar nyelvű vizsgálóeljárásai. *Magyar Pszichológiai Szemle, 60*(4), 479–505. DOI: 10.1556/mpszle.60.2005.4.3

Racsmány M. (2007). *A fejlődés zavarai és vizsgálómódszerei. Neuropszichológiai diagnosztikai módszerek*. Budapest: Akadémiai Kiadó.

Royall, D. R., Lauterbach, E. C., Cummings, J. L., Reeve, A., Rummans, T. A., Kaufer, D. I., LaFrance, W. C. & 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), 377–405. DOI: 10.1176/jnp.14.4.377

Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review,* 103, 403–428. DOI: 10.1037//0033-295x.103.3.403

Spreen, O. & Strauss, E. (1991). A compendium of neuropsychological tests. New York: Oxford University Press.

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

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology, 18*(6), 643–662. DOI: 10.1037/h0054651

Szucs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A. & Gabriel, F. (2013). Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition imparment. *Cortex, 49*(10), 2674–2688. DOI: 10.1016/j.cortex.2013.06.007

Tánczos T. (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. Hove, UK: Psychology Press.

Westerberg, H., Hirvilkoski, T., Forssberg, H. & Klingberg, T. (2004). Visuo-spatial working memory span: A sensitive measure of cognitive deficits in children with ADHD. *Child Neuropsychology, 10*(3), 155–161. DOI: 10.1080/09297040409609806

Absztrakt

A munkamemória fejődésének vizsgálata nagy relevanciával bír, mind az oktatásban, mind a kognitív tudományok terén. A munkamemória olyan rövidtávú emlékezet, mely az információt rövid ideig (néhány másodperc, vagy perc) megtartja, illetve az információt manipulálja. A munkamemória alegységei közül a fonológiai hurok, más néven verbális munkamemória nagysága jól bejósolja az egyén nyelvelsajátítási képességeit, legyen szó akár az anyanyelvről, akár idegen nyelvről. Az eddigi szakirodalmak alapján a verbális munkamemória kapacitása 7, legkésőbb 10 éves korra kialakul, és fejlődési ívét tekintve fordított U alakot mutat. Mivel a legtöbb szakirodalom külön vizsgálja az egyes életkori csoportokat, jelen kutatás célja a verbális munkamemória fejlődésének vizsgálata egy kutatáson belül az egyes életkorokban. E terület mérésére a Számterjedelem Teszt, Hallási Mondatterjedelem Teszt, a Számlálási Terjedelem Teszt, a Betű Fluencia, Szemantikus Fluencia, valamint a Cselekvés Fluencia Tesztek kerültek felvételre. A vizsgálatban 380 fő vett részt, 10 életkori csoportra bontva. Eredményeink szerint a verbális munkamemória kapacitását reprezentáló fejlődési görbe fordított U alakot mutat, tehát ezen kognitív funkciók gyerekkorban folyamatosan fejlődnek, felnőttkorban érik el a csúcspontot, majd idős korban fokozatosan hanyatlást mutatnak. Jelen kutatás egészen korai életkortól az aggkorig vizsgálódik, mely segítségül szolgálhat a verbális munkamemória életkori sajátosságainak alaposabb feltérképezéséhez, tanulmányozásához.