

## **A munkamemória fejlődésének vizsgálata: Új magyar nyelvű sztenderdizált eljárások**

Fekete Regina, Filep Orsolya, Gyüre Tamás, Ujvári Katalin,

Janacsek Karolina, Németh Dezső

SZTE BTK Pszichológiai Intézet

Email: fekete.regi@gmail.com, ofilep@yahoo.de,

gyuretamás880121@freemail.hu, ujvari.kata@gmail.com,

janacsekkarolina@yahoo.com, nemethd@gmail.com

### **Absztrakt**

Munkánkban két új neuropszichológiai mérőeljárást mutatunk be, melyek alkalmasak a munkamemória életkori változásainak vizsgálatára, valamint egyes patológiák feltérképezésére. A számlálási terjedelem (Counting Span) és a műveleti terjedelem (Operation Span) teszt hazai sztenderdjének felállítása mellett egyéb tesztekkel (számterjedelem, olvasási terjedelem és hallási mondatterjedelem teszt) kapott korrelációit is megvizsgáltuk. A validálási folyamat során erős összefüggés mutatkozott az életkorral, valamint egyéb szocioökonómiai adatokkal. A továbbiakban ismertetjük a két teszt előnyeit és hátrányait, közzétesszük a normatív adatokat, valamint rávilágítunk az alapvető összefüggésekre, melyek befolyásolják a munkamemória-teljesítményt és annak fejlődését.

*Kulcsszavak: rövidtávú memória, számlálási terjedelem teszt, műveleti terjedelem teszt, munkamemória fejlődése*

A rövidtávú emlékezet nagyhatású modellje a többkomponensű munkamemória-modell (Baddeley és Hitch, 1974), mely a rövidtávú memóriát két modalitás-specifikus egységre, a fonológiai hurokra és a téri-vizuális vázlattömbre, valamint egy modalitásfüggetlen központi végrehajtóra osztotta. A fonológiai hurok a beszéd alapú információk, míg a téri-vizuális vázlattömb a téri és vizuális információk tárolását és manipulálását végzi. A központi végrehajtó koordinálja e két rendszer működését, ezen kívül kapcsolatot tart fenn közöttük és a hosszú távú memória között.

A tanulmány további részében azonban a szakirodalomban utóbbi időben bevett (a Baddeley-féle modelltől kicsit eltérő) terminológiát fogjuk alkalmazni

(Gathercole, 1999), mely a fonológiai hurokra mint fonológiai rövid távú emlékezetre (RTM; angolul Short-Term Memory, STM) hivatkozik, ugyanis itt csupán az információ rövid idejű tárolása a feladat. A munkamemória (Working Memory, WM) terminológiát ellenben olyan esetekben említik, ahol a tárolás mellett az információ manipulálására is szükség van (Engle, Tuholski, Laughlin & Conway, 1999; Daneman & Merikle, 1996; Cowan és mtsai, 2003, Service & Tujulin, 2002). Ez utóbbi, ha verbális alapú, akkor a Baddeley-féle munkamemória modellben a fonológiai hurok és a központi végrehajtó együttesét jelenti.

#### *A fonológiai RTM és a munkamemória fejlődése*

A fonológiai RTM kapacitása az életkor előrehaladtával folyamatosan nő, négy éves kortól 14 éves korig akár megháromszorozódhat a fiatalok teljesítménye ezen a területen (Gathercole, 1999). A munkamemória fejlődése azonban tovább tart, egyes kutatók (Gathercole és mtsai, 2004) szerint 16-17 éves korig fejlődik, mások szerint 19 éves korig (Chiappe, Hasher & Siegel, 2000). Megfigyelhető továbbá, hogy az idő előrehaladtával hamarabb mutatható ki teljesítményromlás a komplex munkamemóriát mérő teszteken (Chiappe és mtsai, 2000; Bopp & Verhaegen, 2005). Ennek oka szintén az agyi struktúrákban keresendő, ugyanis a munkamemóriáért felelős területek érzékenyebbek az öregedésre.

#### *A munkamemória patológiája*

Az elmúlt évtizedben számos tanulmány kísérelte meg feltárni a nyelvi zavarok pontos természetét, összetevőit, illetve hatásait. Az egyik legtöbbet vizsgált nyelvi, nyelvfejlődési rendellenesség a *specifikus nyelvi zavar* (angolul Specific Language Impairment, SLI). Több vizsgálat is arra a konklúzióra jutott, hogy SLI esetén legfőképpen a fonológiai RTM korlátozott kapacitása figyelhető meg (Botting & Conti-Ramsden, 2001), viszont a szóbeli nyelv szintaktikai, szemantikai és fonológiai aspektusaiban is deficit jelentkezik.

A munkamemória modell (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000) téri-vizuális komponensének működése a kognitív neuropszichológiai kutatások fontos területe. Az utóbbi években az egyik legtöbbet vizsgált betegpopuláció a *Williams-szindrómások*, akiknél a verbális és a téri képességek disszociatív sérülésével találkozhatunk (Vicari, Bellucci & Carlesimo, 2003).

#### *Célkitűzések*

Vizsgálatunkkal az alábbi kérdésekre kerestük a választ:

- A fejlődés különböző szakaszaiban gyermekkortól időskorig hogyan változik az egyes munkamemória komponensek kapacitása?
- A fejlődés különböző szakaszaiban milyen együttjárások mutatkoznak a különböző munkamemória teszteken?
- A szülők iskolai végzettsége, mint a szocioökonómiai státusz egyik faktora milyen hatással van a munkamemória teljesítményre?
- A műveleti terjedelem és a számlálási terjedelem teszt magyar változatának és sztenderdjének elkészítése.

### Módszerek

#### *Résztvevők*

Összesen 381 személlyel (192 férfi / 189 nő, 8-82 év, átlag: 28,57; szórás: 19,831), egyenként, véletlenszerű sorrendben vettük fel a tesztek. Mivel a műveleti terjedelem teszthez szorzási és osztási műveletek ismerete szükséges, ezért a legfiatalabb résztvevő 8 éves volt. A felnőtt populációt külön magas és alacsony iskolai végzettségű csoportokba soroltuk, és létrehoztunk különböző életkori csoportokat is, a munkamemória fejlődésének minél pontosabb vizsgálata érdekében. Mivel a fiatalabb korosztálynál a munkamemória nagyobb ütemben fejlődik, több csoportot hoztunk létre, mint a felnőtt populációnál (1. csoport: 8-9 év 36 fő, 2. csoport: 10-12 év 41 fő, 3. csoport: 13-15 év 49 fő, 4. csoport: 16-17 év 27 fő, 5. csoport: 18-29 év 108 fő, 6. csoport: 30-49 év 69 fő, 7. csoport 50-69 év 50 fő, 8. csoport: 70 felett 22 fő). A vizsgálatban a részvétel önkéntes volt, az etikai előírásokat betartottuk.

#### *Vizsgálati eszközök*

##### *Számlálási Terjedelem Teszt (Counting Span)*

A számlálási terjedelem teszt (Case, Kurland & Goldberg, 1982) a munkamemória mérőeljárása. Előnye, hogy korábbi életkorban is felvehető, amikor már kialakult a gyermek számlálási képessége, valamint hogy magasabb szintű matematikai képességek hiányában is felvehető, pl. olyan személyekkel, akik ki-maradtak az iskolai oktatásból, vagy bizonyos fokú nehézségekkel rendelkeznek ilyen téren (lásd diszkalkulia).

A teszt során sötétkék köröket és négyzeteket, valamint sárga köröket mutatunk a számítógép képernyőjén a kísérleti személyeknek. Az a feladatuk, hogy egyesével, hangosan számolják meg, hogy hány sötétkék kört látnak a képen,

ismételjék meg ezt az utolsó számot és jegyezzék meg. Két kép után vissza kell mondaniuk a megjegyzett számokat a bemutatás sorrendjében. Ez a szám mindig 2 és 8 közé esik, és egy számsoron belül nincs ismétlődés, valamint nem fedezhető fel semmilyen logikai szabályszerűség abban, hogy hogyan követik egymást a számok. Továbbá fontos kikötés, hogy amint befejezték a számolást, rögtön ki kell mondaniuk az eredményt, valamint, hogy amint megjelenik a következő kép rögtön kezdjenek el számolni, nem tarthatnak közben szünetet, ezzel időt hagyva az ismétlésre. Annyi pontot ér el a személy, ahány számot helyesen vissza tudott mondani maximálisan. Ha nem sikerült az első két szám visszamondása, egy pontot kap az adott sorozatra. A számlálási terjedelem végső értékét a három sorozat eredményének átlaga adja, amely maximálisan 6 lehet, mivel hat elemből áll a leghosszabb számsorozat.

#### *Műveleti Terjedelem Teszt (Operation Span Task)*

A műveleti terjedelem tesztet Turner és Engle (1989) fejlesztette ki, mint a munkamemória vizsgálatát lehetővé tevő új eljárást. Hátránya, hogy 8-9 éves kor előtt nem vehető fel, mivel viszonylag stabil számlálási képességhez kötött.

A feladat során egyszerű matematikai egyenleteket kell hangosan megoldania a vizsgálati személyeknek, majd eldönteni, hogy helyes-e a végeredmény, és felolvasni az egyenlet utáni szót. A magyar szavak kiválasztásánál ügyeltünk arra, hogy mindegyik szó két szótagból álljon, körülbelül egyforma gyakoriságú legyen, és ne kerüljön egymás mellé két hasonló hangzású, vagy hasonló jelentéssel bíró szó, amelyek könnyen asszociálódhatnak.

A válaszokat szóban kérjük vissza a kísérleti személyektől. Két egyenlet után fel kell idézniük a szavakat a bemutatás sorrendjében. Ezután három egyenlet következik, tehát három szót kell memorizálni és visszamondani. A sorozat végén már hat szót kell megjegyezni, ha végig sikerült a vizsgálati személyeknek visszamondania helyes sorrendben a szavakat. Hiba esetén egy új sorozat következik, összesen három. Ennél a feladatnál is fontos kikötés, hogy az egyenletek között nem tarthatnak szünetet a résztvevők, rögtön számolniuk kell, amint megjelenik az újabb egyenlet. A számlálási terjedelem teszthez hasonlóan alakul a pontozás. A végső értéket itt is a három sorozat átlaga alapján határozzuk meg.

Továbbá a két új teszt mellett felvettük a számterjedelem és az olvasási terjedelem (Racsomány és mtsai, 2005), illetve a hallási mondatterjedelem tesztet is (Janacsek, Tánczos, Mészáros, Németh, 2009), melyekről áttekintést nyújt az 1. táblázat.

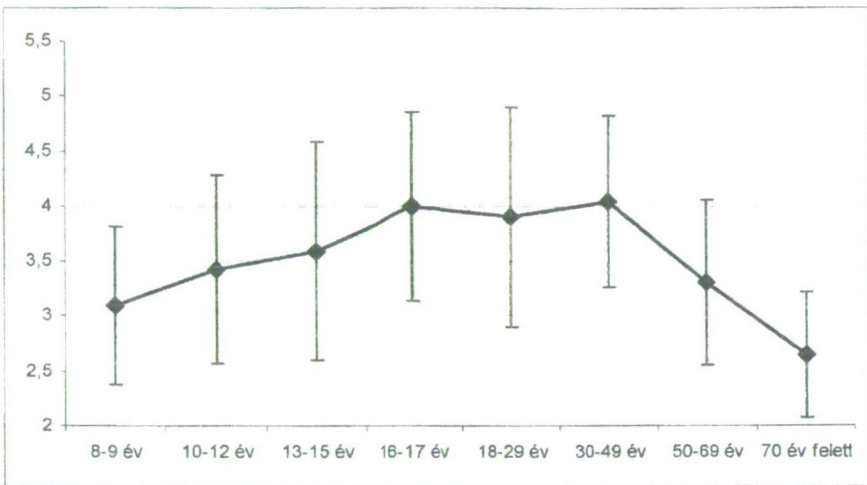
MÉRŐELJÁRÁS	VIZSGÁLT KOMPONENS	FELADAT	HELYES VÁLASZ	
Számterjedelem teszt	Fonológiai RTM	Megjegyezni, visszamondani sorrendben Pl.: „7-2-9-1”	„7-2-9-1”	
Olvasási terjedelem teszt	Munkamemória	Elolvasni, megjegyezni, visszamondani sorrendben. Pl.: „Mikor az alapos takarításnak vége lett, az épület összes emeletén megszűnt az általános rossz <u>illat</u> .” „A művészeti igazgató közölte a híres zenésszel, hogy a gyengébb teljesítmény ellenére jár neki a <u>gitár</u> .”	„illat gitár”	
Hallási mondat-terjedelem teszt	Munkamemória	I/H, megjegyezni, visszamondani sorrendben. Pl.: „A varrónő által gyakran használt eszköz az <u>olló</u> .” „A madarak csőrében mindig sok a <u>kávé</u> .”	„igaz” „hamis”	„olló kávé”
Műveleti terjedelem teszt (Operation Span)	Munkamemória	I/H, megjegyezni, visszamondani sorrendben. Pl.: “(10 / 2) – 3 = 2      banán” “(6 * 3) – 7 = 13      kocsmá”	„igaz” „hamis”	„banán kocsmá”
Számolási terjedelem teszt (Counting Span)	Munkamemória	Egymás után következő ábrákon megszámolni a sötétkék köröket, majd sorrendben visszamondani a számolások végeredményét.	a számolások végeredménye	

1. táblázat: Fonológiai RTM és munkamemória tesztek

## Eredmények

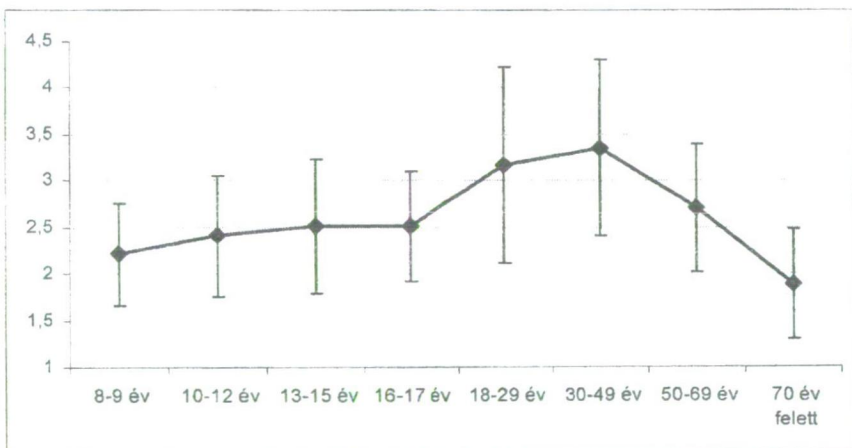
*A számlálási és a műveleti terjedelem teszt normatív adatai*

A számlálási terjedelem tesztben nyújtott teljesítmény gyermekkortól 17 éves korig folyamatosan fejlődik, majd felnőttkorban állandó marad, és 50 éves kor körül indul meg erőteljesen a kapacitásbeli csökkenés (lásd 1. ábra).



**1. ábra:** A számlálási terjedelem teszt életkori görbéje

A műveleti terjedelem tesztnél eltérő eredményeket kaptunk, mint a számlálási terjedelem teszt esetén. Gyermekkoról 17 éves korig lassabb fejlődést láthatunk, majd egészen felnőttkorig egy erőteljesebb növekedés figyelhető meg. Végül 50 éves kor körül hanyatlás áll be a műveleti kapacításban ( $p \leq 0,05$  az összes teszt esetén). Ez valószínűleg annak köszönhető, hogy az egyenletek megoldása egy bonyolultabb feladat, s később válik automatikus műveletté (lásd 2. ábra).



**2. ábra:** A műveleti terjedelem teszt életkori görbéje

*A számlálási és a műveleti terjedelem teszt validitásának vizsgálata*

A számlálási és a műveleti terjedelem validitásának ellenőrzéséhez kiszámoltuk a vizsgálatban szereplő összes teszt közötti korrelációs mutatókat. Közepes erősségű korrelációt kaptunk a legtöbb teszt esetében (minden  $r > 0,3$ ,  $p < 0,001$ ), mivel mindegyik teszt egy kicsit különböző komponenst mér.

*A szülők iskolai végzettségének hatása a munkamemória-teljesítményre*

Kétmintás t-próbát alkalmazva a 8-17 éves és 18-49 éves életkori csoportokban különbséget találtunk a vizsgálati személyek egyes munkamemória teszteken elért teljesítményében mind az anya, mind pedig az apa iskolai végzettségének függvényében ( $p < 0,01$  az összes teszt esetén).

Azok a vizsgálati személyek, akiknek az édesapja felsőfokú iskolai végzettséggel rendelkezik, magasabb értékeket érnek el az általunk felvett munkamemória teszteken, mint a középfokú végzettséggel rendelkező apák gyermekei. Az anya végzettsége hasonlóképpen befolyásolja a vizsgálati személyek teljesítményét, kivéve a számlálási terjedelem teszt esetében ( $p = 0,008$ ), ahol nincs szignifikáns különbség a két csoport között.

Szintén ennél az életkori csoportnál az iskolázottság kiparciálása után azt találtuk, hogy a szülők iskolai végzettsége az összes teszt esetében korrelál az egyén munkamemória teljesítményével.

A 18-49 éves korosztály esetében azok a vizsgálati személyek, akiknek mindkét szülője felsőfokú iskolai végzettséggel rendelkezik, jobban teljesítenek az egyes munkamemória teszteken, mint azok, akiknek középfokú végzettsége van. A kapott eredmények azt mutatják, hogy idősebb korban a számlálási, valamint a számterjedelem teszt tudja a legobjektívebb képet adni a munkamemória teljesítményről a szocioökonómiai státusztól függetlenül, mivel az ezen a két teszten nyújtott teljesítménnyel korrelál a legkevésbé a szülők iskolai végzettsége ( $r = 0,105$ ,  $p = 0,193$ ;  $r = 0,136$ ,  $p = 0,092$ ).

Az 50 év feletti korosztály esetében az adatok nem kerültek elemzésre az oktatási rendszer változásai miatt, mivel a vizsgálati személyek szülei többségében 4 évig jártak iskolába, így az ő eredményeik kevésbé hasonlíthatók össze más vizsgálati csoport eredményeivel.

## Megvitatás

Jelen tanulmányban feltérképeztük a fonológiai RTM és a munkamemória kapacitásának fejlődését gyermekkortól egészen idősorig. Kevés tanulmány foglalkozik a teljes fejlődési spektrum ilyen sokoldalú vizsgálatával, ezért munkánk hiánypótló hazánkban.

Az eredményeink azt mutatták, hogy a fonológiai hurok kapacitása – amit a számlálási terjedelem teszttel mérünk-, egyéni kapacitásbeli maximumát 17 éves kor körül éri el, majd 49 éves kor után indul meg a jelentősebb hanyatlás. A műveleti terjedelem teszt esetén először csak kisebb mértékű fejlődés figyelhető meg, és csak jóval később, 30 és 49 év között érik el a maximális teljesítményünket a személyek, s itt is 49 év körül indul meg a kapacitásbeli csökkenés. A szakirodalom (Gathercole, Pickering, Ambridge & Wearing, 2004; Chiappe, Hasher & Siegel, 2000) is ezt támasztja alá, hiszen a verbális munkamemóriához hasonlítva a komplex munkamemória később éri el a legmagasabb értékét a fejlődés során és idős korban érzékenyebb az életkori változásokra.

Továbbá azt tapasztaltuk, hogy általunk sztenderdizált két eljárás pontosabb képet tud adni a munkamemória teljesítményéről a fiatalabb korosztály esetében, a 18-49 éves korosztálynál pedig a számlálási terjedelem teszt esetében tapasztaltuk ugyanezt.

Mivel a szülők iskolai végzettségével a két új teszt mutatott a legkisebb együttjárást, ezért valamivel objektívebb képet adhatnak az egyén munkamemória teljesítményéről a szocioökonómiai státusztól függetlenül.

Kutatásunkkal bővítettük a magyar nyelvű, munkamemória kapacitását mérő tesztek tesztbateriáját, ezáltal további lehetőséget teremtve a fejlődépszichológiai és az öregedéssel együtt járó kognitív változások vizsgálatára, továbbá a neuropszichológiai diagnosztika további differenciálására.

## Hivatkozások

- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.) *Recent advances in learning and motivation*. New York, Academic Press.
- Botting, N. & Conti-Ramsden, G. (2001). Non-word repetition and language development in children with specific language impairment (SLI). *International Journal of Language & Communication Disorders*, 36, 421-432.
- Bopp, K. L. & Verhaeghen, P. (2005). Aging and Verbal Memory Span: A Meta-Analysis. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 60, 223-233.



- Case, R.; Kurland, D. M. & Goldberg, J. (1982). Operational efficiency and growth of short-term memory span, *Journal of Experimental Child Psychology*, 33 (3), 386-404.
- Chiappe, P., Hasher, L. & Siegel, L. S. (2000). Working Memory, Inhibitory Control and Reading Disabilities. *Memory and Cognition*, 28 (1), 8-17.
- Gathercole, S. E. (1999) Cognitive approaches to the development of short-term memory, *Trends in cognitive sciences*, 3 (11), 410-419.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B. & Wearing, H. (2004) The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40, 177-190.
- Janacsek K., Tánzos T., Mészáros T. & Németh D. (2009). A munkamemória új magyar nyelvű neuropszichológiai mérőeljárása: A hallási mondat-terjedelem teszt (HMT). *Magyar Pszichológiai Szemle*, 64 (2), 385-406.
- Racsmány M. (2007). Az „elsődleges emlékezet” - a rövid távú emlékezés és a munkamemória elméletei. In: Csépe, V., Györi, M. & Ragó, A. (Ed.) *Általános pszichológia 2*. Budapest, Osiris Kiadó, 177-209.
- Turner, M. L. & Engle, R. W. (1989) Is working memory capacity task dependent? *Journal of memory and language*, 28, 127-154.
- Vicari, S.; Bellucci, S. & Carlesimo, A. G. (2003). Visual and spatial working memory dissociation: evidence from Williams syndrome. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 45, 269-273.