

A nyelvi proceduralizáció – A procedurális emlékezeti rendszer és a munkamemória változó szerepe a mondatmegértésben

Fazekas Kata, Németh Kornél, Csibri Péter, Németh Dezső
SZTE BTK Pszichológiai Intézet

Email: fazekas.kata@gmail.com, cornel.nemeth@gmail.com,
csibripeter@gmail.com, nemethd@gmail.com

Absztrakt

Kutatásunk a nyelvi és emlékezeti rendszerek fejlődésére és kapcsolódási pontjainak tisztázására irányult. Fő kérdésünk, hogy a munkamemória és a procedurális emlékezeti rendszer nyelvi működésbeli involváltsága a különböző életkorokban milyen arányú. Három korcsoportban (9-11, 14-15 és 18-26 év) vizsgáltuk a munkamemóriát (Számterjedelem, Hallási mondatterjedelem), a procedurális emlékezeti rendszer tanulási hatékonyságát (ASRT) és a mondatmegértési teljesítményt (on-line: önütemezett olvasási sebességmérés; off-line: ellenőrző kérdések). A rendszerek önálló fejlődésével kapcsolatos eredményeink megfelelnek a szakirodalomban leírtaknak, minden rendszer az életkor előrehaladtával egyre jobb teljesítménnyel működik, de a procedurális rendszer egyre gyengébben tanul. Az emlékezeti rendszerek és a nyelv összefüggésére vonatkozó fő hipotézisünk – mely szerint a fejlődés során a nyelvi készség proceduralizálódik, és abban a munkamemória szerepe fokozatosan csökken – beigazolódott. Eredményeink alapján úgy tűnik, a nyelv proceduralizációjának hátterében nem egy egyre jobban tanuló, hanem egy elsajátított nyelvi készséget egyre jobban használó procedurális rendszer áll.

Kulcsszavak: nyelvi proceduralizáció, munkamemória, procedurális rendszer, mondatmegértés, ASRT

Munkamemória és mondatmegértés

A nyelvi inger feldolgozása közben a lehetséges értelmezések folyamatosan módosulnak, amihez nélkülözhetetlen egy információt megtartani és modulálni

képes rendszer. Ezért a nyelvi folyamatokban meghatározó a *munkamemória*. A szakirodalomban változatos eredmények lelhetők fel a munkamemória és a mondat- illetve szövegfeldolgozás kapcsolatára vonatkozóan. A *fonológiai hurok* szerepe a nyelvelsajátításban ismert (pl. Németh, 2002), ezen kívül a *komplex munkamemóriát* mérő tesztek (pl. Olvasási Terjedelem, Hallási Mondatterjedelem) szignifikáns hatását is kimutatták (pl. Daneman, 1987; idézi Siegel, 1994). Just és Carpenter (1992, 1996) *kapacitás-elmélete* szerint nemcsak off-line (megértést ellenőrző kérdések), hanem az on-line módszerekkel (pl. önütemezett olvasás, eseményfüggő potenciál) mért mondatmegértést is előrejelzi a munkamemória-kapacitás. Németh (2002) eredményei alapján a nyelvi folyamatok (szöveg-megértés, komplex nyelvi feladatok, off-line feldolgozás) háttérben kimutatható a munkamemória-rendszerek hatása, a gyors, *on-line* mondatmegértésben viszont *nem*. A *szintaktikailag összetett*, ill. *kétértelmű* (garden-path) mondatok feldolgozásánál is kimutatható a munkamemória szerepe (Németh, 2006). A nagy munkamemóriájú személyek alacsonyabb on-line feldolgozási idői, és hibázási mintázatai arra utalnak, hogy a mondaton belül nagyobb távolságon keresztül képesek fenntartani a nem preferált interpretációt. Gyermekeknél ezzel szemben a megértés egyéni különbségeinek háttérben kimutatható volt a munkaemlékezeti rendszer hatása, míg a keresztmetszeti vizsgálatok azt mutatják, hogy az életkor előrehaladtával, a nyelvi megértés készségi szintjének válásával a munkaemlékezeti hatás eltűnt (Németh, 2006).

Implicit tanulás és mondatmegértés

Pinker (1998) „*Szavak és Szabályok*” (Words and Rules) elmélete és Ullman (2004) ebből származó *Procedurális/deklaratív elmélete* szerint a procedurális folyamatok, (pl. nyelvtan) az *anterior* régiókhoz (homloklebeny, bazális ganglionok, kisagy) kötődnek, a lexikon és a deklaratív rendszer pedig *poszterior* területekhez (temporális, parietális régiók). Németh (2006) eredményei alapján a procedurális emlékezeti rendszer a mondatmegértésben közrejátszó idegi struktúrára, mert párhuzamos terheléses vizsgálatában az SRT mellett másodlagos feladatként mondatmegértést végző csoport esetében a procedurális rendszer a kettős terheléstől kifáradt, emiatt a másodlagos feladat nélküli blokkban nem javult annyira teljesítményük, mint más típusú másodlagos feladatokat végzőknél. Németh (2006) kísérletének eredményei szerint gyermekeknél a mondatmegértésben mutatkozó egyéni különbségek háttérben az eltérő kapacitású munkamemó-

ria áll, az életkor előrehaladtával viszont a nyelvi megértés *proceduralizálódik* (készségszintűvé válik), és a munkamemória kevésbé lesz befolyásoló tényező. A szakirodalom alapján a nyelvi és emlékezeti rendszerek önálló fejlődésén túl azok fejlődési összefüggéseit, és a fejlődés során ezen összefüggések változásait vizsgáltuk.

Hipotézisek

A szakirodalmi adatok alapján feltételezzük egyrészt, hogy a munkamemória-kapacitás és a mondatmegértés összefüggenek egymással – a nagyobb munkamemória-kapacitású személyek több helyes választ adnak a mondatmegértési feladatban (tehát az off-line megértést befolyásolja a munkamemória), viszont nincs hatással az on-line mondatmegértésre. Azt gondoljuk, hogy a mondatmegértés és a procedurális emlékezeti működés is összefüggenek egymással; jobb implicit/procedurális tanulási teljesítmény jobb mondatmegértési teljesítménnyel párosul, míg a rosszabb implicit tanulási teljesítménnyel rendelkezők mondatmegértése is rosszabb lesz. A három változó összefüggéseiről pedig azt feltételezzük, hogy az életkor előrehaladtával a nyelvi megértésben egyre kevésbé játszik szerepet a munkamemória, míg a procedurális rendszer szerepe egyre nagyobb lesz.

Módszerek

Résztevők

Három korosztályból 84 magyar anyanyelvű személy került a mintába. Az első korcsoportban a szegedi Vörösmarty Mihály Általános Iskola huszonhét, 9-11 (átlagéletkor: 10,7 év) éves diákja szerepelt (13 lány, 14 fiú). A második korcsoportba (14-15 éves (átlagéletkor: 14,98 év)) a szegedi Ortutay Gyula Kollégium 26 lány és 4 fiú diákja tartozott. A harmadik csoportban 23 lány és 4 fiú (átlagéletkor: 19,96 év) szerepelt. Tanárszakos, ill. első évfolyamos pszichológushallgatók voltak. Az intézmények igazgatóit, ill. kiskorúaknál a szülőket előre tájékoztattuk a feladatról, jóváhagyásukat kértük. A részvétel anonim volt.

Eszközök

A számítógépes tesztekhez saját notebookjainkat (ASUS F3TC, Fujitsu Siemens, IBM) és a Vörösmarty Mihály Általános Iskola, ill. az Ortutay Kollégiumi számítógépeit használtuk. Az implicit emlékezeti teljesítmény teszteléséhez egy 20 blokkból álló ASRT feladatot (részletes leírását lásd: Howard és Howard,

1997) használtunk. A munkamemória tesztelése Számterjedelem teszttel (Digit Span – Gathercole és McCarthy (1994); Gathercole és Pickering (2000); magyarul: Németh, Racsmány, Kónya és Pléh, 2001) és Hallási mondatterjedelem (Listening Span – magyarul: Janacsek és mtsai., 2009) teszttel történt. Előbbivel a fonológiai hurkot teszteltük, az utóbbival pedig a komplex munkamemóriát. A mondatmegértés on-line és off-line feldolgozását ingeranyagában sajátos, korábbi vizsgálatok ingerei alapján készített teszttel, önütemezett olvasási helyzetben mértük, szavankénti megjelenítéssel (a módszerről magyarul: Kónya, 1991). Az ingeranyag 57 mondatból (14 egyszerű, 15 garden path (kerti ösvény) és 14-14 alanyi-, és tárgyi beágyazott) és a hozzájuk tartozó 57 kérdésből állt. A mondatokat előre randomizált sorrendben mutattuk be.

Az eljárás menete

A két kisebb korosztályt az iskolában, ill. a kollégiumban, az egyetemista korosztályt a szegedi Pszichológia Intézet kísérleti laboratóriumában vizsgáltuk. A résztvevőket informáltuk a kísérlet lényegéről és lefolyásáról, a kutatásetikai alapelveket betartottuk. Elsőként az ASRT feladatot végeztettük, ezután az olvasási sebesség- és mondatmegértési teljesítménymérést végeztük el, illetve a munkamemória tesztekkel vettük fel. Az ASRT feladatot csoportosan végeztettük, párhuzamosan több számítógépen, a többi tesztet egyénileg vettük fel.

Adatelemzés

Az eredményeket egyszempontos összetartozó, ill. független mintás ANOVA-val, Tukey Post Hoc-kal, Korrelációval és független mintás T-próbával teszteltük.

A munkamemória hatását megvizsgáltuk úgy, hogy a Hallási mondatterjedelem értéke alapján – mivel ez komplex munkamemória-mutató – minden korcsoportot két alcsoportra (kicsi-nagy) osztottunk. Az alcsoportokat eloszlás alapján határoztuk meg. A kis korcsoportban a választó határ 2,5 volt, a középső csoportban 3,5 és a nagyoknál 4. Eszerint független mintás T-teszttel összehasonlítottuk az alcsoportok mondatmegértési mutatóit.

Az ASRT elemzésekor (leírását lásd: Howard & Howard, 1997; Negash és mtsai. (2007)) külön vizsgáltuk minden csoport – ezen belül minden személy – eredményét. A korrelációs elemzésnél az összes Epoch alacsony és magas gyakoriságú tripletjeinek reakcióidő-medián különbségével (E össz. L-H) számoltunk. Az implicit tanulási teljesítmény hatását a munkamemóriához hasonlóan megvizsgáltuk.

tuk úgy, hogy az ASRT tanulási mutató (E össz. L-H) értéke alapján minden korcsoportot két alcsoportra (kicsi-nagy) osztottunk. Az alcsoportokat eloszlás alapján határoztuk meg. A kis korcsoportban a választó érték 50 volt, a középső csoportban 36,5 és a nagyoknál 14,5. Eszerint független mintás T-próbával összehasonlítottuk az alcsoportok mondatmegértési mutatóit.

Az olvasási sebesség tesztben minden lenyomásnál mértük a reakcióidőt. Az olvasási sebesség és mondatmegértés feladatban kapott eredményeket mondattipusonként számoltuk ki minden személy esetében. Az olvasási sebesség-adatok elemzésébe csak azoknak a mondatoknak a reakcióidőit vettük bele, ahol a mondatra vonatkozó kérdésre helyes választ adtak a kísérleti személyek. A mondatmegértés elemzésénél, hasonlóan a reakcióidők elemzéséhez, minden mondattipusnál meghatároztuk a helyes válaszok arányát. Hogy korcsoportonként még összehasonlíthatóbb adatokkal dolgozhassunk, transzformáltuk az adatainkat. Egyénileg minden mondatípus összesített reakcióidejét leosztottuk az egyszerű mondat aktuális eredményével, így mintegy standardizáltuk, közös nevezőre hoztuk az eredményeket. Az ASRT szűréssel (a hibás lenyomásokhoz tartozó válaszidőket kizártuk egyenként és azokat is (személy összes választát), akik az átlaghoz képest \pm három szóráson belül voltak) párhuzamosan az olvasási sebesség adatokra is alkalmaztunk szűrést: csak azokat az adatokat elemeztük, amik az átlaghoz képest \pm három szóráson belül voltak. Ezzel a szűréssel azonban nem kellett további személyeket kizárnunk az elemzésből.

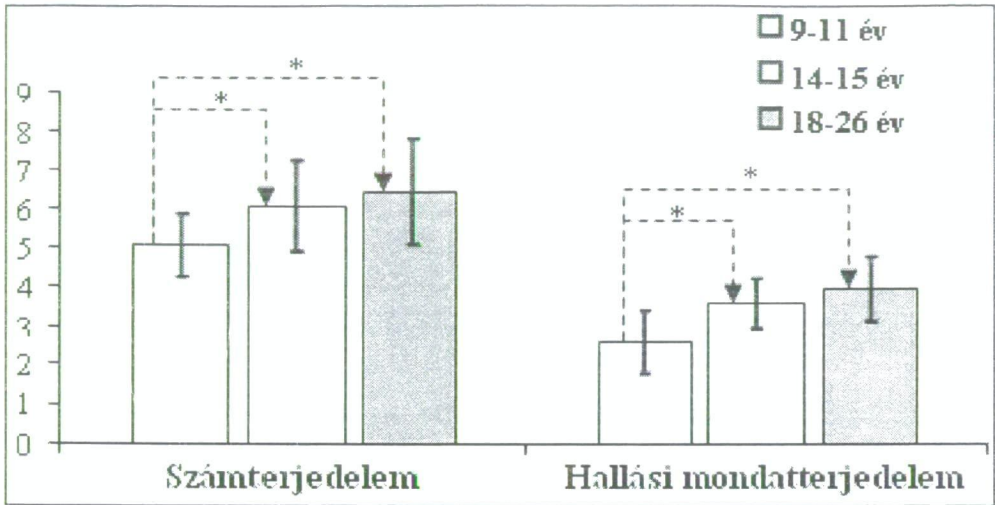
Eredmények

Munkamemória

A munkamemória korcsoportonkénti eredményét az 1. táblázat foglalja össze és az 1. ábra mutatja be. Sem a számterjedelmi, sem a hallási mondatterjedelmi mutatóban nincs különbség a két nagyobb korcsoport között, míg a legkisebb korcsoport mindkét másik korcsoporttól eltér.

korcsoport	számterjedelem	hallási mondatterjedelem
9-11 év	5,07 (0,78)	2,59 (0,82)
14-15 év	6,06 (1,17)	3,56 (0,63)
18-26 év	6,44 (1,37)	3,95 (0,83)

1. táblázat: A különböző csoportok munkamemória eredményei. (átlag(szórás))



1. ábra: A Számterjedelem és a Hallási mondatterjedelem a különböző csoportokban.
 * Tukey (HSD) alapján ($p < 0,01$) szignifikáns különbség

ASRT

Az ASRT feladat korcsoportonkénti eredményét a 2. táblázat foglalja össze.

korcsoport	Pontosság			reakcióidő		
	triplet	epoch	triplet × epoch	triplet	epoch	triplet × epoch
9-11 év	$p < 0,01$	$p = 0,792$	$p = 0,251$	$p < 0,01$	$p < 0,01$	$p < 0,05$
14-15 év	$p < 0,01$	$p = 0,757$	$p = 0,713$	$p < 0,01$	$p < 0,01$	$p < 0,05$
18-26 év	$p = 0,532$	$p < 0,01$	$p = 0,568$	$p < 0,05$	$p < 0,01$	$p = 0,835$

2. táblázat: Az ASRT korcsoportonkénti főhatásai és interakciói (kiemelve a szignifikáns eredmények).

Az implicit tanulási mutató a legkisebb korcsoport esetében volt a legnagyobb (69,52 ($SD = 94,12$)). A középső korosztálynál a második legnagyobb (35,88 ($SD = 34,79$)), míg a legnagyobb korosztály esetében volt a legkisebb (18,33 ($SD = 37,40$)).

Ahogy a 2. táblázatból kiderül, az egyszempontos összetartozó mintás ANOVA eredménye szerint a két kisebb korcsoportban minden implicit tanulási mutató (reakcióidő) szignifikáns volt, míg a legnagyobbak esetében külön a motoros és a szekvenciaspecifikus tanulás volt szignifikáns, de nem volt komplex tanulás.

Kis-nagy összehasonlítás

Korcsoporttól függetlenül független mintás T-próbával hasonlítottuk össze a kapott eredményeket. Eszerint a kis és a nagy munkamemóriájú személyek egyforma gyorsak az on-line mondatfeldolgozásban, de a nagy munkamemóriájú személyek több helyes választ adnak az ellenőrző kérdésekre (off-line mondatmegértés: $t(82)=-3,675$, $p<0,01$). Továbbá a kis és a nagy implicit tanulási mutatójú személyek sem az on-line, sem az off-line mondatmegértésben nem különböznek.

Korrelációk

A mondatmegértés (on-, és off-line) eredményeivel korreláltattuk a munkamemória és az implicit tanulási mutató eredményeit. Itt transzformált eredményekkel számoltunk (minden mondat típus aktuális mutatóját elosztottuk a hozzá tartozó egyszerű mondat eredményével), mert a szintaktikai komplexitástól függően a különböző mondat típusok más-más szintű nyelvtani feldolgozást igényelnek. A transzformációnak köszönhetően a különböző mondat típusok összevethetők lettek.

A következő korrelációkat kaptuk: a 9-11 évesek hallási mondat terjedelme korrelált az összesített – mondat típusától független – olvasási sebességgel ($r=0,404$, $p<0,05$), azaz minél magasabb a komplex munkamemória-mutató értéke, annál magasabb az összesített olvasási sebesség reakcióideje (magas reakcióidő = lassú olvasási sebesség). A 14-15 évesek esetén a hallási mondat terjedelem a tárgyi mondatoknál mért helyes válaszok arányával ($r=0,413$, $p<0,05$), a 18-26 éveseknél pedig az ASRT tanulási mutatója a garden path mondatok igéinek olvasási sebességével ($r=-0,501$, $p<0,01$).

Megvitatás

Eredményeink alapján elmondható, hogy hipotézisünket, miszerint a munkamemória-kapacitás és a mondatmegértés olyan módon függ össze, hogy a munkamemória-kapacitás nagysága befolyásolja az off-line megértést, viszont nincs hatással az on-line megértésre, igazoltuk. A nagy munkamemóriájú személyek több helyes választ adnak a mondatokat követő ellenőrző kérdésekre, mint a kis munkamemóriájúak. Az olvasási sebesség tekintetében viszont a kis és a nagy munkamemóriájú csoport szignifikánsan nem különbözik. Ezek az eredmények összhangban vannak Németh (2002), illetve Caplan és Waters (1999, 2001) eredményeivel. Megjegyzendő azonban, hogy a legfiatalabb korosztály esetében a Hallási Mondatterjedelem teszten nyújtott teljesítmény pozitívan korrelál az

összesített olvasási sebességgel, ami azt jelenti, hogy minél magasabb a komplex munkamemóriát mérő teszt pontszáma, a személyek annál lassabban olvastak. Eszerint fiatal korban a nagyobb munkamemória-kapacitás lassítja a mondatmegértést, ennek lehetséges magyarázata, hogy a nagyobb munkamemóriájú személyek több párhuzamos interpretáció egyidejű fenntartására képesek, mint kis munkamemóriájú társaik, emiatt az olvasásban lassabbak.

További hipotézisünket – jobb implicit tanulási mutatóval rendelkező személyek mondatfeldolgozása is jobb – eredmények nem támasztják alá, mivel a kis, illetve nagy implicit tanulási mutatóval rendelkező csoportok nem különböztek sem az on-line, sem az off-line mondatmegértés tekintetében. A legidősebb korosztály esetében az implicit tanulási mutató és az on-line mondatmegértés közti negatív korreláció (garden path mondatok igéinek olvasási sebessége alapján), szerint minél magasabb az implicit tanulási mutató egy személynél, annál gyorsabban olvas. A fenti eredmények összhangban vannak Németh (2006) azon megállapításával, mely szerint a gyermekkori mondatmegértésben mutatkozó egyéni különbségek hátterében inkább a munkamemória egyéni különbségei állnak, míg felnőttkorra a nyelvi megértés proceduralizálódik.

Hivatkozások

- Caplan, D., Waters, G. S. (1999). Verbal working memory and sentence comprehension. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(1), 77-126.
- Gathercole, S. E., McCarthy, R. A. (1994). *Memory Tests and Techniques*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J. (2000). Assessment of working memory in six and seven year-old children. *Journal-of-Educational-Psychology*, 92(2), 377-390.
- Howard, J. H., Jr., Howard, D. V. (1997). Age differences in implicit learning of higher-order dependencies in serial patterns. *Psychology and Aging*, 12, 634-656.
- Janacsek, K., Tánzos, T., Mészáros, T., Németh, D. (2009). A munkamemória új neuropszichológiai mérőeljárása: a hallási mondatterjedelem teszt (HMT). *Magyar Pszichológiai Szemle*, 64 (2), 385-406.
- Just, M. A., Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99(1), 122-149.
- Just, M. A., Carpenter, P. A. (1996). The Capacity Theory of Comprehension: New Frontiers of Evidence and Arguments. *Psychological Review*, 103(4), 773-780.
- Kónya, A. (1991). Az emlékezet tartalmi és idői vizsgálata. In Bernáth László (Szerk.), *Kognitív pszichológiai kísérletek* (39-70. o.). Budapest: Tankönyvkiadó.
- Negash, S., Boeve, B. F., Geda, Y. E., Smith, G. E., Knopman, D. S., Ivnik, R. J., Howard, D. V., Howard, J. H. Jr., Petersen, R. C. (2007). Implicit learning of sequential regularities and spatial contexts in corticobasal syndrome. *Neurocase*, 13(3), 133-143.

- Németh, D., Racsmány, M., Kónya, A., Pléh, Cs. (2001). A munkamemória mérőeljárásai és szerepük a neuropszichológiai diagnosztikában. In Racsmány, M. és Pléh, Cs. (Szerk.), *Az elme sérülései* (403-416. o.). Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Németh, D. (2002). Munkamemória, Fejlődés, Nyelv. In Racsmány, M. & Kéri, Sz. (Szerk.), *Architektúra és patológia a megismerésben* (83-100. o.). Budapest: Books In Print Kiadó.
- Németh, D. (2006). *A nyelvi folyamatok és az emlékezeti rendszerek kapcsolata*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Pinker, S. (1998). Words and rules. *Lingua*, 106, 219-242.
- Siegel, L. S. (1994). Working Memory and Reading: A Life-span Perspective. *International Journal of Behavioral Development*, 17, 109-124.
- Ullman, M. T. (2004). Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural model. *Cognition*, 92, 231–270.
- Waters, G. S., Caplan, D. (2001). Age, working memory, and on-line syntactic processing in sentence comprehension. *Psychology and Aging*, 16(1), 128-144.