HOFFMANN ILDIKÓ – NÉMETH DEZSŐ – IRINYI TAMÁS –
PÁKÁSKI MAGDOLNA – KÁLMÁN JÁNOS

Verbális munkamemória és a fonológiai rövid távú emlékezet működése Alzheimer-kórban*

The influence of Alzheimer's disease on working memory and short-term memory has been a research topic of increasing interest. In our study we investigated 3 patient groups with different stages of Alzheimer's disease: mild, moderate, and severe by measuring verbal working memory, phonological short-term memory, and verbal fluency. The results show impaired verbal working memory from the moderate stages of Alzheimer's disease. The phonological short-term memory measured by non-word repetition and digit span tasks is intact in the mild and moderate stages of the disease. Verbal fluency showed significant impairment from the mild stages of Alzheimer's disease.

KEYWORDS: working memory, phonological short-term memory, verbal fluency, Alzheimer's disease

KULCSSZAVAK: munkamemória, fonológiai rövid távú emlékezet, verbális fluencia, Alzheimer-kór

1. Bevezető

Az Alzheimer-kór (AK) az időskori demenciák[1] egy jellegzetes típusa. Klinikai kritériumai között olyan specifikus kognitív funkciók sérülései szerepelnek, mint a nyelv (afázia), a motoros készségek (apraxia) és a vizuális észlelés (agnosia) (Kempler 2004). A kórt lassú, folyamatos kognitív károsodás jellemzi. A legelső szimptómák olyannyira enyhék, hogy nehéz őket megkülönböztetni az egészséges idős korban is bekövetkező emlékezeti problémáktól és szótalálási nehézségektől. Később a kezdeti szimptómák felerősödnek, megjelennek az emlékezet, a nyelv, a mozgás, a téri-vizuális készségek és a végrehajtó funkciók egyre súlyosbodó zavarai (Tariska 2003).

Az elmúlt években több nemzetközi kutatás is célul tűzte ki az Alzheimer-kór neuropszichológiai deficitjeinek a feltárását (vö. Fox–Rossor 1999; Storey–Kinsella–Slavin 2001; Germano–Kinsella 2005). Kevesebb példát találunk ugyanakkor olyan nyelvészeti hangsúlyú munkákra, melyek a nyelvi folyamatokat is erőteljesen érintő

* Köszönetet mondunk a Szegedi Tudományegyetem Pszichiátriai Klinikájának, a vizsgálatban részt vevő valamennyi személynek s Janacsek Karolinának. Kutatásunkat az OTKA–68666 támogatta.

[1] Tanulmányunkban demencia alatt az időskori kóros leépülést értjük.

sérüléseket vizsgálnák. Alzheimer-kórban a nyelvi folyamatok változása mögött feltételeznünk kell az emlékezeti folyamatok átalakulását is.

A nyelvi és az emlékezeti folyamatok összefüggéseinek feltárásában az elmúlt években fontos kutatási területté vált a munkamemória verbális komponensének a vizsgálata. A nemzetközi szakirodalomban olyan, nyelvet, beszédet, munkamemóriát és végrehajtó funkciókat is vizsgáló témákat találunk, mint a verbálisfluenciatesztelések (vö. Astell et al. 2006; Diaz et al. 2004; Marczinski–Kertesz 2006; Martin–Fedio 1983; Martin et al. 1985; Tröster et al. 1989), a központi végrehajtó tesztelése (Morris 1994; Papagno et al. 2004), a verbális munkamemória tesztelése (Karrasch et al. 2006), a verbális munkamemória neurális alapjainak vizsgálata (Jacquemot–Scott 2006; Habeck–Stern 2007), a szóösszetételek tesztelése képmegnevezéssel (Chiarelli et al. 2006), valamint a képmegnevezési képesség tesztelése irányított spontán beszédben (Pignatti et al. 2006).

2. Emlékezet

Az emlékezet működése nagyban befolyásolhatja beszédtevékenységünket. A tárolási idő alapján rövid távú és hosszú távú memóriát különböztethetünk meg (vö. Ashcraft 1989; Engelkamp–Zimmer 1994; Baddeley 1998; Neath–Surprenant 2003).

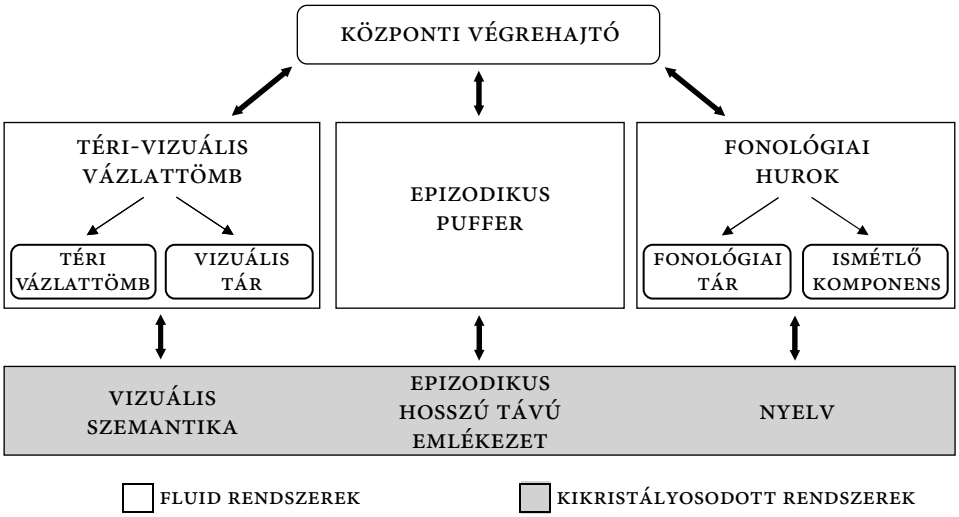
Az emlékezeti folyamatok Alzheimer-kórban erősen érintve vannak: többféle emlékezeti rendszer is sérül, de az, hogy milyen az emlékezet aktuális teljesítménye, nemcsak a demencia súlyossági fokától függ, hanem attól is, hogyan teszteljük a memóriát (Landrum–Radtke 1990; MacDonald et al. 2001; Nebes 1992). Az epizodikus memória, melynek kritikus szerepe van Alzheimer-kórban, eseményeket tárol, a velük kapcsolatos személyes élményekkel együtt; raktározza továbbá az önéletrajzi emlékezetünk egyedi eseményeinek, személyes pillanatainak a lenyomatait (Szendi et al. 2003). A megosztott figyelemmel, a munkamemóriával és a közeli múlt emlékezeti funkcióival összefüggő prospektív memória szintén érintett AK-ban (Kempler 2004).

Az emlékezeti folyamatokat tovább vizsgálva a következőkben a rövid távú memóriát és fonológiai komponenseit mutatjuk be.

2.1. Rövid távú memória

Az információnak a rövid távú memóriába való bekerülését a szenzoros emléktárba való jutás előzi meg, mely párhuzamosan működik az észleléssel, s az információt néhány másodpercig képes megtartani. A következő állomás a rövid távú memória, melynek tárolóképessége átmeneti: az információ itt néhány másodperctől 5–10 percig érhető el. Legjellemzőbb tulajdonsága az állandó változás és frissülés, hiszen kapacitása korlátozott. A munkamemória abban tér el a rövid távú memóriá-

tól, hogy nemcsak „passzívan" tárolja az információt, hanem manipulálja is (Baddeley 1986, 2003). A munkamemória-modell egyik fő komponense a központi végrehajtó, mely lehetővé teszi a tudat számára az eltérő reprezentációkhoz való hozzáférést, manipulálja és fenntartja az információt a kognitív feladathelyzetekben (pl. következtetés, nyelvi megértés, problémamegoldás), és interakcióba hoz egymástól független információkat (1. ábra). A központi végrehajtó egy modalitás-független rendszer. Fokozott használatára akkor kerül sor, amikor a megismerő rendszert intenzívebben terhelő feladattal kerülünk szembe. Összeköttetést biztosít a munkamemória-alrendszerek és a hosszú távú memória között. A munkamemória két perifériás alrendszere: a) a fonológiai vagy artikulációs hurok, mely a beszédszerű információkért felelős (fonológiai rövid távú emlékezet), és b) a téri-vizuális vázlattömb (téri vizuális rövid távú emlékezet) (Baddeley 1986, 2003; Németh–Pléh 2001).



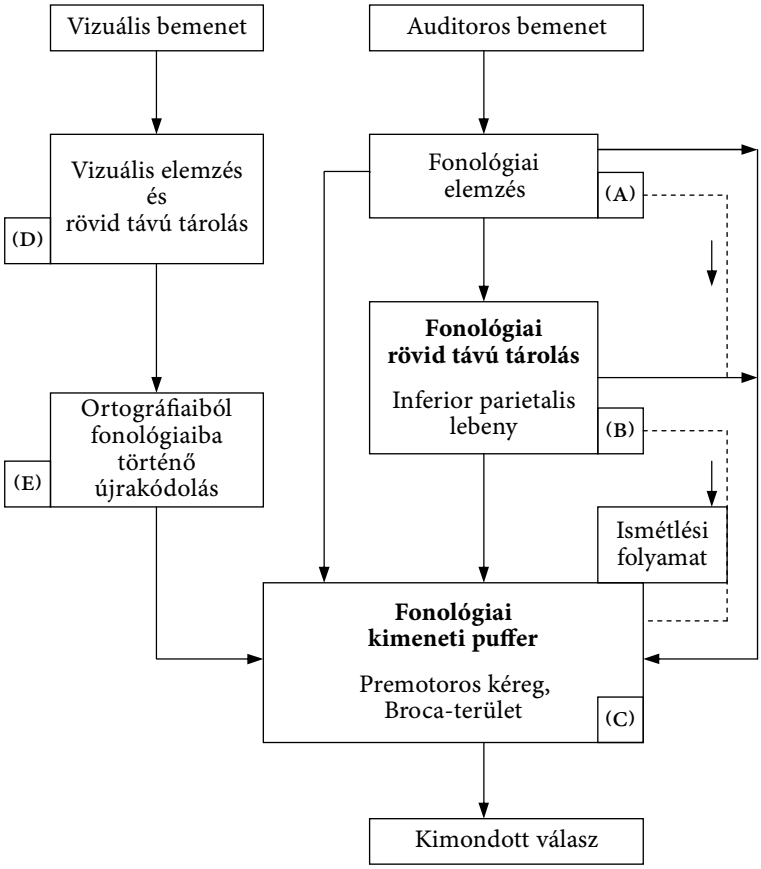
1. ábra. Baddeley (2003) munkamemória-modellje

2.2. A verbális munkamemória és a fonológiai rövid távú emlékezet

A verbális munkamemória olyan átmeneti emlékezeti rendszer, mely beszédszerű információkat tárol rövid ideig, közben frissít, s melynek a megismerési funkciók működésében is jelentős szerepe van (vö. Baddeley 2003; Racsmány et al. 2005). Verbális munkamemórián tehát azokat a verbális alapú munkamemória-folyamatokat fogjuk érteni, melyeknél a tárolás mellett az információ manipulálására is szükség van, azaz a fonológiai hurok és a központi végrehajtó együttesét érintik (vö. Gathercole 1999; Janacsek et al. 2009). Kapacitását tekintve ez az emlékezeti rendszer jelentős egyéni különbségeket mutathat. Deficitjei elsősorban azokban a megosztott figyelmi feladatokban válnak nyilvánvalóvá, amelyekben a betegnek két dolgot kell

egyszerre végrehajtania nagyon rövid idő (kevesebb mint 60 másodperc) alatt, így például a hallásimondatterjedelem-tesztben (vö. Janacsek et al. 2009).

A fonológiai rövid távú emlékezet (fonológiai hurok, fonológiai RTM) egy beszédalapú átmeneti tároló. A központi végrehajtót csak kismértékben terheli (Németh–Pléh 2001; Racsmány et al. 2005). Két alrendszer építi fel. Az egyik egy passzív fonológiai bemeneti tár, egy rövid idejű tároló, ún. belső fül, amely 2-3 másodpercig képes megőrizni a hallott információt. A másik egy aktív artikulációs ismétlő, frissítő kontrollfolyamat, azaz egy belső hang. Az artikulációs kontrollfolyamat segít a vizuálisan érkező írott input fonológiai kóddá alakításában, mely azután szintén bekerülhet a fonológiai kimeneti tárba (2. ábra). A fonológiai RTM tárolórészének neuroanatómiai alapját a Brodmann 40, a szubvokális ismétlő rendszerét pedig a Brodmann 6 és 44 területek adják, melyből utóbbi a Broca-területtel tűnik kapcsolatban állónak (Gathercole 1999; Baddeley 2003).



2. ábra. A fonológiai rövid távú emlékezet modellje
Vallar–Papagno (2002)

3. Nyelv

Az Alzheimer-kór nyelvi állapota folyamatában tekintendő, mivel a nyelvi képességek a betegség előrehaladtával fokozatosan romlanak. Más nyelvi jellemzőik vannak az enyhe, a középsúlyos és a súlyos szakaszban lévő AK-val élő személyeknek (Kempler 2004; Hoffmann 2007).

Az enyhe szakaszban szótalálási, szófelidézési probléma, azaz anómia jelenik meg. Felmerül a kérdés, hogy az AK-ban megjelenő anómia azonos-e az egészségeseknél is meglévő szóelőhívási problémákkal, az ún. tip-of-the-tongue (TOT, „nyelvem hegyén"-effektus) jelenséggel (Brown–McNeil 1966) azzal együtt, hogy AK-ban ez nagyobb mértékben fordulhat elő. Kempler (2004) valószínűsíti, hogy az enyhe szakaszban lévő AK-s betegeknél hasonló a két jelenség, de a kór előrehaladtával már nem csak egyszerű előhívási deficitről lesz szó, hanem a szemantikai tudás súlyos sérüléséről. A spontán beszédet időnként fonemikus parafáziák[2] kísérhetik már az enyhe szakaszban is (pl. [p] [k] *piros* helyett *kiros*). Temporális változások következnek be a spontán beszédben – megnő a hezitációk száma és időtartama a gondolkodási folyamatokra fordított idő s így a lexikai hozzáférési idő megnövekedése miatt (Hoffmann et al. 2010). A szintaxis és a társalgási struktúrák megértése és produkálása a betegség ezen szakaszában még ép marad.

Középsúlyos fázisban az anómia súlyosbodik, s ahogyan a kór halad előre, a szemantikai tudás is károsodást szenved. Új parafáziatípus, a szemantikus parafázia[3] jelenik meg (pl. *asztal* helyett *szék*). A szintaktikai struktúrák ekkor még mindig nincsenek érintve, ugyanakkor a beszélt nyelv megértése már zavart mutat. A megértési problémák hátterében a memória zavarának a fokozódása áll (Small et al. 1997; Kempler 1995; Kempler et al. 1998).

A súlyos szakaszban a parafáziák valamennyi típusa felbukkan (vö. Szépe 2006). Míg eleinte a mentális lexikonhoz való hozzáférés van akadályoztatva, a kór előrehaladtával a nyelvtan is egyre érintettebbé válik (vö. Ullman 2001). A szintaxis rohamos leépülésnek indul, aminek következtében domináns lesz az agrammatizmus, azaz a nyelvtani formatívumok sérülése (Hoffmann et al. 2010). A mondatok a hallgató számára grammatikailag érthetetlenek lesznek, később pedig teljesen kiüresednek. A súlyos beszédmegértési zavar összefügg az emlékezet erős deficitjével is. A társalgási struktúrák megértése és produkálása erősen romlik, a beteg a társalgási partnert vagy önmagát ismételgeti, ugyanakkor nem ritka a mutizmus, azaz a teljes némaság sem.

[2] Fonemikus parafáziáról akkor beszélünk, ha egy közlésegységben valamelyik fonéma realizációja helyett egy másik fonéma realizációja jelenik meg (Szépe 2006).

[3] Szemantkius parafázia során a célszó egy vele azonos szemantikai kategóriában lévő szóval cserélődik fel.

4. Hipotézisek

Jelen tanulmányunkban a nyelv és az emlékezet összefonódásaként a nyelvi folyamatok változása mögött húzódó verbális munkamemória működését s annak nyelvre való hatását vizsgáljuk meg. A munkamemória-modellből a verbális munkamemóriára és a fonológiai rövid távú emlékezetre fogjuk fordítani a figyelmünket.

Kutatásunk kiinduló hipotézisei a következők: 1. A verbális munkamemória sérül AK-ban, s a sérülés mértéke függ a kór súlyossági fokától. 2. A fonológiai rövid távú emlékezet szerepe különböző az AK egyes szakaszaiban. 3. A verbális alapú komplex munkamemória kapacitásának korlátozódása enyhe AK-ban feladatfüggő.

5. Módszer

5.1. Vizsgálati személyek

A vizsgálatban 50 magyar anyanyelvű személy vett részt. Az AK-val élő személyek (n = 30) csoportokba osztása a demencia súlyossági foka alapján történt: enyhe, középsúlyos és súlyos csoportokat alakítottunk ki a módosított minimentálteszt (MMMT) (Folstein et al. 1975; Tariska et al. 1990) és az Addenbrook kognitív vizsgálat (Dudas et al. 2005) alapján. Valamennyi AK-s vizsgálati személy eleget tett a DSM–IV (American Psychiatric Association 2000) és a ICD–10 (WHO 1993) AK-diagnosztizálási követelményeinek.

1. táblázat. A vizsgálati személyek adatai
(kategorizálás Haxby et al. 1988 és Perry–Hodges 2000 alapján)

	MMMT			**Életkor**			**Iskolázottság**		
	Átlag	**Szórás**	**Min–max**	**Átlag**	**Szórás**	**Min–max**	**Átlag**	**Szórás**	**Min–max**
AK enyhe (n = 11)	24,5	1,43	23–27	75,9	7,1	62–85	11,9	3,65	8–17
AK közép-súlyos (n = 10)	19,7	1,56	18–22	76,4	6,6	58–83	11,5	3,95	8–17
AK súlyos (n = 9)	14,8	2,12	11–17	75,2	4,6	65–79	7,4	1,94	8–11
Kontroll (n = 20)	29,2	0,69	28–30	73,6	8,4	56–84	10,9	3,28	8–17

5.2. Tesztek és eljárás

A verbális munkamemória kapacitásának mérésére neuropszichológiai teszteket használtunk. Valamennyit egy ülésben vettük fel, a betegek válaszait diktafonra

rögzítettük, majd fonetikusan lejegyeztük őket. Az alábbi tesztekkel dolgoztunk: számterjedelemteszt (fonológiai RTM), álszóismétlés (fonológiai RTM), hallási mondatterjedelem (komplex munkamemória) és verbális fluencia (betű- és szemantikus fluencia, komplex munkamemória).

A számterjedelemteszt (Wechsler 1981) a fonológiai RTM egy mérőeljárása. A vizsgálati személynek egyre növekvő számsorozatot kell visszamondania olyan sorrendben, ahogyan azt a vizsgálat vezetőjétől hallja (1. melléklet). Mind a 9 terjedelemhez 4 sorozat tartozik. Az egyes sorozatokban a számok felolvasása között 1 másodperc szünetet tart a kísérlet vezetője. A sorozat terjedelme növekvő. Csak a pontos reprodukció fogadható el. A vizsgálati személy rövid távú emlékezeti terjedelmét az a sorozathosszúság mutatja, amelyből legalább két számsorozatot meg tud ismételni (vö. Racsmány et al. 2005).

Az álszóismétlési teszt (Gathercole–Adams 1994; Racsmány et al. 2005) szintén a fonológiai RTM-t (2. melléklet), azon belül pedig elsősorban a fonológiai tárat méri. A vizsgálati személynek fokozatosan növekvő szótagszámú (önálló jelentéssel nem bíró) álszavakat kell megismételnie. A 4-4 elemet tartalmazó sorozatok növekvő szótagszámúak, 1–9 szótagig terjednek. Az álszók fonotaktikai struktúrája megegyezik a magyar nyelv fonotaktikai szerkezetével. Az álszóterjedelmet az a legmagasabb szótaghosszúság határozza meg, amelyből a vizsgálati személy legalább kettőt hibátlanul reprodukálni képes.

A hallási mondatterjedelem tesztje (Daneman–Blennerhassett 1984; Janacsek et al. 2009) a komplex munkamemóriát vizsgálja (3. melléklet). A vizsgálati személy mondatokat hall, ezeket meg kell ismételnie az elhangzás sorrendjében, majd a hallott mondatok tartalmára vonatkozóan igaz-hamis (I/H) döntést kell hoznia.

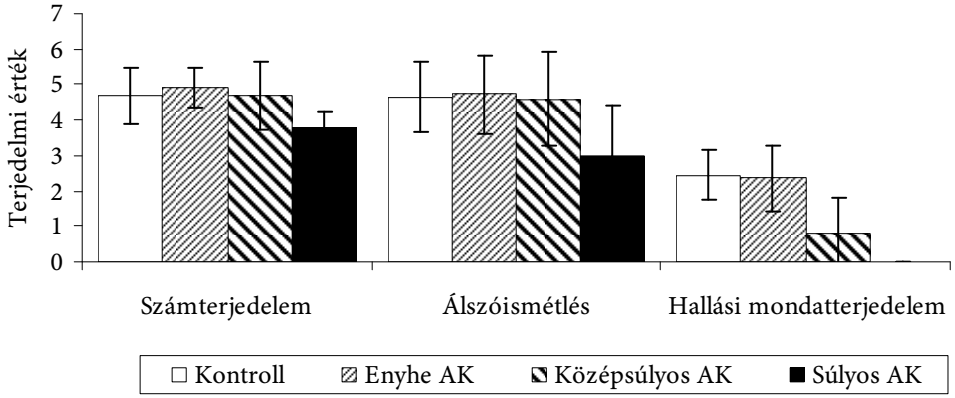
A verbális fluencia tesztjei (Thurstone 1938) kontrollált szóasszociációs készségeket vizsgálnak. Idetartozik a betűfluencia[4] (fonemikus fluencia) (Benton et al. 1994) és a szemantikus fluencia (kategóriafluencia) (Morris et al. 1989) tesztelése (vö. Szendi et al. 2003). Vizsgálatunkban fonemikus hívóhangnak az [s]-t használtuk, a szemantikai kategóriát pedig az állatnevek képezték (4. melléklet).

6. Eredmények

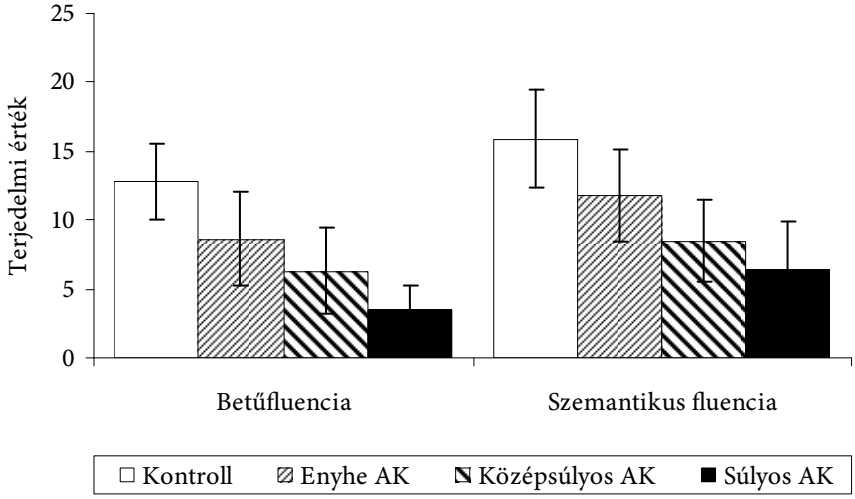
A vizsgálati személyek verbális alapú munkamemória tesztekben elért eredményeit a 3. és a 4. ábra foglalja össze.

A csoportok eredményeit varianciaanalízissel hasonlítottuk össze. A számterjedelem- és az álszóismétlési teszt esetében csak a súlyos AK csoport különbözött szignifikánsan a többi csoporttól ($p < 0{,}01$). Ezzel szemben a hallási mondatterjedelem

[4] A kezdőhangtámpontú szóaktiválást a hazai és a nemzetközi szakirodalmi elnevezésre való tekintettel hívjuk betűfluenciának, annak ellenére, hogy a fonemikus fluencia elnevezést megfelelőbbnek tartjuk.



3. ábra. A csoportok teljesítménye az egyes feladatokban



4. ábra. A csoportok teljesítménye az egyes feladatokban

tesztjében már a középsúlyos AK csoport is gyengébben teljesített a kontrollhoz és az enyhe AK csoporthoz képest ($p < 0{,}001$). A súlyos AK csoportnak ez a feladat annyira nehéznek bizonyult, hogy egyetlen személy sem tudta végrehajtani.

A betűfluencia esetében mindegyik AK-csoport gyengébb teljesítményt nyújtott a kontrollhoz képest ($p < 0{,}001$). A betegpopuláción belül az enyhe és a középsúlyos AK között csak tendenciaszintű eltérés mutatkozott ($p = 0{,}068$), míg a súlyos AK szignifikánsan különbözött mindkét csoporttól (enyhe AK – súlyos AK: $p < 0{,}001$; középsúlyos AK – súlyos AK: $p = 0{,}035$). A szemantikus fluencia eredményeiben hasonló mintázatot figyelhetünk meg: mindegyik AK-csoport teljesítménye gyengébb volt a kontrollcsoporténál ($p < 0{,}01$). Az AK-csoporton belül az enyhe AK szignifi-

kánsan különbözött a többitől (enyhe AK – középsúlyos AK: $p = 0{,}034$; enyhe AK – súlyos AK: $p = 0{,}001$), míg a középsúlyos és súlyos AK-csoport között nem volt szignifikáns eltérés ($p = 0{,}193$).

A statisztikai elemzés eredményei alapján azt láthatjuk, hogy szignifikáns a különbség a vizsgált AK-csoportok között a verbális munkamemória tesztjeiben elért teljesítmények tekintetében. Kivétel ez alól a számterjedelem, az álszóismétlés és a betűfluencia az enyhe AK és a középsúlyos AK összehasonlításban, valamint a szemantikus fluencia a középsúlyos AK és a súlyos AK összevetésben. A fonológiai rövid távú emlékezet szignifikáns különbséget mutat az enyhe AK és a súlyos AK, valamint a középsúlyos AK és a súlyos AK között. A különbség ugyanakkor nem szignifikáns az enyhe és a középsúlyos AK összehasonlításában (2. táblázat).

2. táblázat. A statisztikai elemzés eredményei

	Szignifikáns különbség	**Tendenciaalapú különbség**	**Nem szignifikáns különbség**
Enyhe AK – kontroll	• betűfluencia • szemantikus fluencia		• számterjedelem • álszóismétlés • hallási mondatterjedelem
Enyhe AK – középsúlyos AK	• hallási mondatterjedelem • szemantikus fluencia	• betűfluencia	• számterjedelem • álszóismétlés
Enyhe AK – súlyos AK	• számterjedelem • álszóismétlés • hallási mondatterjedelem • betűfluencia • szemantikus fluencia		
Középsúlyos AK – kontroll	• hallási mondatterjedelem • betűfluencia • szemantikus fluencia		• számterjedelem • álszóismétlés
Középsúlyos AK – súlyos AK	• számterjedelem • álszóismétlés • hallási mondatterjedelem • betűfluencia		• szemantikus fluencia
SúlyosAK – kontroll	• számterjedelem • álszóismétlés • hallási mondatterjedelem • betűfluencia • szemantikus fluencia		

7. Következtetések

Tanulmányunkban a verbális munkamemória kapacitását és a fonológiai RTM szerepét vizsgáltuk meg az Alzheimer-kórban. A verbális munkamemória fokozatosan sérült a kór különböző stádiumaiban. Mindemellett a feladattípus azonos memóriakategórián belül befolyásolta az eredményességet.

Vizsgálatunk azt mutatta meg, hogy a fonológiai RTM az enyhe és a középsúlyos AK-s betegek esetében intakt, azaz működésében a kontrollszemélyekhez képest nincsen változás. Az álszóismétlési tesztben az enyhe és a középsúlyos AK-s vizsgálati személyek a kontrollcsoporthoz közel teljesítettek, a számterjedelem feladatában pedig az enyhe AK-s személyek az egészségesekhez képest is jobb eredményeket értek el, bár a különbség nem volt szignifikáns.

A verbális alapú munkamemória kapacitásának mérésére – mely komplex emlékezeti folyamatokat érint – két eljárást alkalmaztunk. A hallási mondatterjedelem csak a kór enyhe stádiumában volt mérhető, középsúlyos és súlyos szakaszban az igaz-hamis ítéletek már nem voltak elérhetők a betegek számára. Úgy tűnik tehát, a komplex munkamemória a középsúlyos állapottól kezdődően sérülést szenved. A betű- és szemantikus fluencia tesztjeinek eredményei szerint a végrehajtó funkciók már a betegség kezdetén, azaz az enyhe állapottól kezdődően romlanak.

A komplex munkamemória és a végrehajtó funkciók sérülését hasonlítva a fonológiai RTM komponenseinek a sérülésével azt tapasztaljuk, hogy a fonológiai RTM a kór kezdeti szakaszában érintetlen marad, amit az is jelez, hogy az álszóteszt és a számterjedelemteszt eredményessége jobb, mint a hallási mondatterjedelemé és a fluenciateszteké. Ezek az eredményeink összhangban vannak a nemzetközi kutatások eredményeivel (Baddeley 1991; Becker 1988; Karrash et al. 2006; Germano–Kinsella 2005).

Tanulmányunkban elsők között szolgáltattunk magyar nyelvi adatokat az Alzheimer-kórban működő verbális munkamemória és fonológiai rövid távú emlékezet kapacitásának jellemzőire. Vizsgálataink bővítése folyamatban van. Mivel a munkamemória-rendszer és a nyelvi folyamatok szoros kölcsönhatásban vannak egymással, fontos tanulsága a közleményünknek, hogy Alzheimer-kórban a nyelvi és emlékezeti fejlesztés együttesére van szükség egy sikeres terápiában.

Irodalom

American Psychiatric Association (2000[4]), Diagnostic and statistical manual of mental disorders. American Psychiatric Association, Washington.

Ashcraft, Mark H. (1989), Human memory and cognition. Scott, Foresman and Company, Glenview.

Astell, Arlene J. – Bucks, Romola S. (2006), Strategy prompts increase verbal fluency in people with Alzheimer's disease. Brain and Language 99: 141–142.

Baddeley, Alan D. (1986), Working memory. Oxford University Press, Oxford.

Baddeley, Alan D. (1991), The decline of working memory in Alzheimer's disease. A longitudinal study. Brain 114: 2521–2542.

Baddeley, Alan D. (1998), The central executive. A concept and some misconceptions. Journal of the International Neuropsychological Society 4: 523–526.

Baddeley, Alan D. (2003), Working memory and language: an overview. Journal of Communication Disorders 36: 189–208.

Becker, James T. (1988), Working memory and secondary memory deficits in Alzheimer's disease. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology 10: 739–753.

Benton, Arthur L. et al. (1994), Contributions to neuropsychological assessment. A clinical manual. Oxford University Press, New York.

Brown, Roger – McNeill, David (1966), The "tip-of-the-tongue" phenomenon. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 5: 325–337.

Chiarelli, Valentina – Menichelli, Alina – Semenza, Carlo (2006), Retrieval of compound words in picture naming. A study in Alzheimer's disease and in aphasia. Brain and Language 99: 201–202.

Daneman, Meredyth – Blennerhassett, Adèle (1984), How to assess the listening comprehension skills of prereaders. Journal of Educational Psychology 76: 1372–1381.

Diaz, Michael et al. (2004), Category size effects in semantic and letter fluency in Alzheimer's patients. Brain and Language 89: 108–114.

Dudas, Robert B. – Berrios, German E. – Hodges, John R. (2005), The Addenbrooke's Cognitive Examination (ACE) in the differential diagnosis of early dementias versus affective disorders. American Journal of Geriatric Psychiatry 13: 218–226.

Engelkamp, Johannes – Zimmer, Hubert D. (1994), The human memory. A multi-modal approach. Hogrefe & Huber, Seattle WA.

Folstein, Marshal F. – Folstein, Susan E. – McHugh, Paul R. (1975), "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. Journal of Psychiatric Research 12: 189–198.

Fox, Nick C. – Rossor, Martin N. (1999), Diagnosis of early Alzheimer's disease. Revue Neurologique 155/Sup 4: 33–37.

Gathercole, Susan E. (1999), Cognitive approaches to the development of short-term memory. Trends in Cognitive Sciences 3: 410–419.

Gathercole, Susan E. – Adams, Anne-Marie (1994), Children's phonological working memory. Contributions of long-term knowledge and rehearsal. Journal of Memory and Language 33: 672–688.

Germano, Carmela – Kinsella, Glynda J. (2005), Working memory and learning in early Alzheimer's disease. Neuropsychology Review 15: 1–10.

Haxby, James V. et al. (1988), Heterogeneous anterior-posterior metabolic patterns in dementia of the Alzheimer type. Neurology 38: 1853–1863.

Habeck, Christian – Stern, Yaakov (2007), Neural network approaches and their reproducibility in the study of verbal working memory and Alzheimer's disease. Clinical Neuroscience Research 6: 381–390.

Hoffmann Ildikó (2007), Nyelv, beszéd és demencia. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Hoffmann, Ildikó et al. (2010), Temporal features of spontaneous speech in Alzheimer's disease. International Journal of Speech-Language Pathology: 29–34.

Jacquemot, Charlotte – Scott, Sophie K. (2006), What is the relationship between phonological short-term memory and speech processing? Trends in Cognitive Sciences 10: 480–486.

Janacsek Karolina et al. (2009), A munkamemória új magyar nyelvű neuropszichológiai mérőeljárása: a hallási mondatterjedelem teszt (HMT). Magyar Pszichológiai Szemle 64: 385–406.

Karrasch, Mira et al. (2006), Brain oscillatory responses to an auditory-verbal working memory task in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. International Journal of Psychophysiology 59: 168–178.

Kempler, Daniel (1995), Language changes in dementia of the Alzheimer type. In: Lubinski, Rosemary (ed.), Dementia and communication. Singular, San Diego. 98–114.

Kempler, Daniel et al. (1998) Sentence comprehension deficits in Alzheimer's disease. A comparison of off-line vs. on-line sentence processing. Brain and Language 64: 297–316.

Kempler, Daniel (2004), Neurocognitive Disorders in Aging. Sage Publications, Thousand Oaks.

Landrum, R. Eric – Radtke, Robert C. (1990), Degree of cognitive impairment and the dissociation of implicit and explicit memory. Journal of General Psychology 117: 187–196.

Marczinski, Cecile A. – Kertesz, Andrew (2006), Category and letter fluency in semantic dementia, primary progressive aphasia, and Alzheimer's disease. Brain and Language 97: 258–265.

Martin, Alex – Fedio, Paul (1983), Word production and comprehension in Alzheimer's disease. The breakdown of semantic knowledge. Brain and Language 19: 124–141.

Martin, Alex et al. (1985), On the nature of the verbal memory deficit in Alzheimer's disease. Brain and Language 25: 323–341.

MacDonald, Maryellen C. et al. (2001), Assessing working memory and language comprehension in Alzheimer's disease. Brain and Language 78: 17–42.

Morris, John C. et al. (1989), The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD). Part I. Clinical and neuropsychological assessment of Alzheimer's disease. Neurology 39: 1159–1165.

Morris, Robin G. (1994), Working memory in Alzheimer-type dementia. Neuropsychology 8: 544–554.

Neath, Ian – Surprenant, Aimee M. (2003[2]), Human memory. Wadsworth, Belmont.

Nebes, Robert D. (1992), Cognitive dysfunctions in Alzheimer's disease. In: Craik, Fergus I. M. – Salthouse, Timothy A. (eds.), The handbook of aging and cognition, Lawrence Erlbaum Association, Hillsdale. 373–446.

Németh Dezső – Pléh Csaba (2001), Nyelvfeldolgozás, munkaemlékezet és fordítás. Fordítástudomány 3/1: 40–53.

Papagno, Costanza – Allegra, Adele – Cardaci, Maurizio (2004), Time estimation in Alzheimer's disease and the role of the central executive. Brain and Cognition 54: 18–23.

Perry, Robert J. – Hodges, John R. (2000), Differentiating frontal and temporal variant frontotemporal dementia from Alzheimer's disease. Neurology 54: 2277–2284.

Pignatti, Riccardo et al. (2006), Naming abilities in spontaneous speech in Parkinson and Alzheimer's disease. Brain and Language 99: 113–114.

Racsmány Mihály et al. (2005), A verbális munkamemória magyar nyelvű vizsgálóeljárásai. Pszichológiai Szemle 60: 479–506.

Small, Jeff A. – Kemper, Susan – Lyons, Kelly (1997), Sentence comprehension in Alzheimer's disease. Effects of grammatical complexity, speech rate, and repetition. Psychology and Aging 12: 3–11.

Storey, Elsdon – Kinsella, Glynda J. – Slavin, Melissa J. (2001), The neuropsychological diagnosis of Alzheimer's disease. Journal of Alzheimer's Disease 3: 261–286.

Szendi István et al. (2003), A kognitív működések neuropszichológiai vizsgálata. In: Tariska (2003). 114–160.
Szépe Judit (2006), Ép és patologikus beszédbeli tévesztések szóalak szintű szerkezetrendező műveletei. NyK 103: 129–147.
Tariska Péter et al. (1990), A módosított Mini Mental State vizsgálat. Ideggyógyászati Szemle 43: 443–449.
Tariska Péter (szerk.) (2003), Kortünet vagy kórtünet. Mentális zavarok az időskorban. Medicina. Budapest.
Tröster, Alexander I. et al. (1989), A comparison of the category fluency deficits associated with Alzheimer's and Huntington's disease. Brain and Language 37: 500–513.
Thurstone, Louis Leon (1938), Primary mental abilities. University of Chicago Press, Chicago.
Ullman, Michael T. (2001), The declarative/procedural model of lexicon and grammar. Journal of Psycholinguistic Research 30: 37–69.
Vallar, Giuseppe – Papagno, Constanza (2002[2]), Neuropsychological impairments of verbal short-term memory. In: Baddeley, Alan D. – Kopelman, Michael D. – Wilson, Barbara A. (eds.), Handbook of memory disorders. John Wiley & Sons , Chichester. 249–270.
World Health Organization (1993), The ICD–10 classification of mental and behavioural disorders. Diagnostic criteria for research. WHO, Geneva.
Wechsler, David (1981), Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale – revised. The Psychological Corporation, New York.

Melléklet*

1. melléklet. Számterjedelmi teszt

3	5 – 8 – 2	
	6 – 9 – 4	
	1 – 4 – 8	
	2 – 7 – 6	
4	6 – 4 – 3 – 9	
	7 – 2 – 8 – 6	
	9 – 6 – 2 – 5	
	7 – 5 – 9 – 1	
5	4 – 2 – 6 – 3 – 1	
	7 – 5 – 8 – 3 – 6	
	6 – 3 – 7 – 8 – 1	
	9 – 6 – 2 – 7 – 1	
6	6 – 1 – 9 – 2 – 7 – 3	
	3 – 9 – 2 – 4 – 8 – 5	
	6 – 1 – 8 – 4 – 9 – 5	
	1 – 5 – 8 – 4 – 2 – 9	
7	5 – 9 – 1 – 3 – 8 – 2 – 4	
	4 – 1 – 2 – 9 – 3 – 8 – 6	

* A verbális munkamemória és a fonológiai rövid távú emlékezet mérésére felhasznált tesztek.

	6 – 5 – 1 – 8 – 4 – 9 – 2	
	1 – 4 – 2 – 5 – 3 – 8 – 6	
8	5 – 8 – 4 – 9 – 2 – 6 – 1 – 7	
	3 – 7 – 2 – 9 – 5 – 1 – 8 – 4	
	5 – 9 – 1 – 6 – 8 – 3 – 4 – 2	
	7 – 2 – 5 – 3 – 4 – 9 – 1 – 8	
9	3 – 7 – 5 – 8 – 6 – 2 – 9 – 1 – 4	
	7 – 1 – 3 – 9 – 4 – 2 – 5 – 6 – 8	
	8 – 1 – 3 – 7 – 6 – 2 – 5 – 9 – 4	
	2 – 9 – 5 – 1 – 7 – 3 – 4 – 6 – 8	

2. melléklet. Álszóteszt

1 szótagúak	*gáv*	*gyem*	*szan*	*dólk*
2 szótagúak	*zomás*	*galonc*	*gabam*	*ardul*
3 szótagúak	*tarembik*	*cselika*	*hübedin*	*vazóga*
4 szótagúak	*tipebanér*	*limefürék*	*serkápanta*	*berszidelén*
5 szótagúak	*hápamarogány*	*gyilonitora*	*tesilbengecsék*	*fortiklempelesz*
6 szótagúak	*abalamofálsag*	*sémernyegvőterec*	*hulukatánatalm*	*innécsészideszil*
7 szótagúak	*dögeliztet-mereni*	*kusztenir-selemenég*	*intogszo-colarásu*	*töminegével-temérg*
8 szótagúak	*igyótanu-mazálubirc*	*polankili-mapszilógis*	*elüsekéke-térsenim*	*réŐenól-páulatamú*
9 szótagúak	*vanatyfova-gyatázolarka*	*labatobanra-polsazridant*	*ninolame-befalintelék*	*szikunblómitilaradiga*

3. melléklet. A hallási mondatterjedelem tesztje (részlet)

Mondatok

I. sorozat	**I/H**	**+/–**	**Megjegyzés**
1. Egy iskolás gyerek táskájában sok a *füzet.*	I		
2. A négylábú madarak közé tartozik a *veréb.*	H		
1. A legtöbb nőnél van az utcán *táska.*	I		
2. Az érett banánt nagyon szereti a *majom.*	I		
3. A házak tetején mindig van *pince.*	H		
1. A varrónő által gyakran használt eszköz az *olló.*	I		
2. Az egyik leglassabb állat a világon a *csiga.*	I		
3. A madarak csőrében mindig sok a *kávé.*	H		
4. A könyvtárban sok a kölcsönözhető *ruha.*	H		
1. Húsvétkor ritkán fogyasztott étel a *tojás.*	H		
2. Lakott területeken elterjedt rágcsáló az *egér.*	I		
3. Az erős széltől könnyen felborulhat a *csónak.*	I		
4. A szoba kifestéséhez mindig kell *szoknya.*	H		
5. Az emeletes házakban általában van *lépcső.*	I		

1. A szemét tárolására alkalmas tárgy a *kuka.*	I
2. A meleg tea sokak által kedvelt *ital.*	I
3. Hazánk erdőiben megtalálható a növényevő *tigris.*	H
4. A fúvós hangszerek közé tartozik a *villa.*	H
5. Télen a hideg ellen elkél egy *kabát.*	I
6. Minden iskolás táskájában van *függöny.*	H

1. Télen sok ember lábán van *csizma.*	I
2. A hús felszelésére alkalmas eszköz a *kanál.*	H
3. Falkában élő ragadozó állat a *farkas.*	I
4. Minden szilveszterkor jellegzetes ital a *pezsgő.*	I
5. Lila színű minden érett *alma.*	H
6. A legtöbb híd oldalán van *korlát.*	I
7. Minden ember kedvenc hangszere a *gitár.*	H

1. Sokféle gyümölcs termőhelye a csörgedező *patak.*	H
2. A legtöbbet használt természetes édesítő a *cukor.*	I
3. A mogyorós csoki egy nagyon veszélyes *fegyver.*	H
4. Régen fából készült minden *szekrény.*	I
5. Vízben élő ebihalból fejlődik ki a *béka.*	I
6. A déli sarkvidéken található minden *fenyő.*	H
7. A spagetti elkészítéséhez általában kell *tészta.*	I
8. A tavasz első hírnöke a fehér *kecske.*	H

4. melléklet. A verbális fluencia tesztje

Betűfluencia (fonemikus fluencia)

1. Egy hangot fogok mondani. Kérem, mondjon ezzel a kezdőhanggal annyi szót, amennyit csak tud, s olyan gyorsan, amennyire csak lehetséges. A kezdőhang [s]. (1 perc áll rendelkezésre)

Szemantikus fluencia

1. Kérem, mondjon annyi állatnevet, amennyi csak eszébe jut, s olyan gyorsan, amennyire csak lehetséges! (1 perc áll rendelkezésre)
2. Kérem, mondjon olyan árukat, amelyeket élelmiszerboltban lehet vásárolni. Mondjon annyit, amennyit csak tud, s olyan gyorsan, ahogyan csak lehetséges! (1 perc áll rendelkezésre)

5. melléklet. Összesített eredmények (átlag-, szórás- és terjedelmi értékek) a verbális munkamemória és a fonológiai RTM tesztjeiben

Teszt	**enyhe AK (*n* = 11)**			**középsúlyos AK (*n* = 10)**		
	Átlag	**Szórás**	**Min–max**	**Átlag**	**Szórás**	**Min–max**
Számterjedelem (9)	4,90	0,53	4–6	4,70	0,94	3–6
Álszóismétlés (9)	4,72	0,70	3–7	4,60	1,34	3–7
Hallási mondatterjedelem (9)	2,36	0,92	0–3	0,80	1,03	0–2
Betűfluencia ([s])	8,63	3,41	5–15	6,30	3,12	2–11
Szemantikus fluencia (állatok)	11,72	3,34	7–17	8,50	2,99	4–13

Teszt	**súlyos AK (*n* = 9)**			**kontroll (*n* = 20)**		
	Átlag	**Szórás**	**Min–max**	**Átlag**	**Szórás**	**Min–max**
Számterjedelem (9)	3,77	0,44	3–4	4,70	0,80	4–6
Álszóismétlés (9)	3,00	1,41	0–5	4,65	0,98	3–7
Hallási mondatterjedelem (9)	0,00	0,00	0	2,45	0,68	2–3
Betűfluencia ([s])	3,44	1,74	0–6	12,75	2,78	9–20
Szemantikus fluencia (állatok)	6,40	3,43	2–12	15,90	3,55	11–25