ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: http://www.researchgate.net/publication/250979144

A verbális munkamemória magyar nyelvű vizsgálóeljárásai

ARTICLE *in* MAGYAR PSZICHOLÓGIAI SZEMLE · DECEMBER 2005

DOI: 10.1556/MPSzle.60.2005.4.3

CITATIONS
13

READS
207

4 AUTHORS, INCLUDING:

Mihály Racsmány
Budapest University of Technology and Economics
56 PUBLICATIONS **388** CITATIONS
SEE PROFILE

Csaba Pléh
Central European University
165 PUBLICATIONS **937** CITATIONS
SEE PROFILE

Available from: Csaba Pléh
Retrieved on: 24 November 2015

to the tasks: e.g. semantic representation of quantities, verbal retrieval, executing operations. According to the validation the selective load method is able to isolate elementary functions involved in the solution of the task. Compared to previous procedures, the selective load method provides a more valid method for measuring the selected functions, offering new possibilities in basic research, and in diagnosis of developmental and acquired deficits.

Key words: *selective load method, numerical abilities, developmental dyscalculia, measuring individual differences*

Magyar Pszichológiai Szemle, 2005, LX. 4. 479–505.

A VERBÁLIS MUNKAMEMÓRIA MAGYAR NYELVŰ VIZSGÁLÓELJÁRÁSAI*

RACSMÁNY MIHÁLY[1, 2] – LUKÁCS ÁGNES[1, 4] – NÉMETH DEZSŐ[2] – PLÉH CSABA[1, 3]

[1] MTA–BME Neuropszichológiai és Pszicholingvisztikai Kutatócsoport
[2] SZTE Pszichológia Tanszék, Megismeréstudományi Csoport
[3] BME Kognitív Tudományi Tanszék
[4] MTA Nyelvtudományi Intézet
e-mail: racsmany@cogsci.bme.hu; pleh@cogsci.bme.hu

A verbális munkamemória feladata a „beszédszerű" információk átmeneti tárolása és frissítése, kapacitásában jelentős egyéni különbségek figyelhetőek meg, amelyek egy sor kognitív funkció működését modulálják. A verbális munkamemória kapacitásának felmérésére számos diagnosztikai eszköz vált széles körben alkalmazottá, de ezek magyar nyelvű változatai eddig csak szórványos kísérleti vizsgálatokban láttak napvilágot. A verbális munkamemória-tárolási és -frissítési komponensei rendkívüli módon érzékenyek az adott információ hosszúságára, kimondási idejére, fonológiai szerveződésére, így az elsősorban angol nyelvű eszközök mutatói csak korlátozottan voltak használhatóak a magyar nyelvű vizsgálatok számára. Kutatócsoportunk ezt a hiányt pótolta, amikor elkészítette a három legismertebb verbális munkamemória-feladat: a számterjedelmi teszt, az álszóteszt és az olvasásterjedelmi teszt magyar nyelvű változatait. Ebben a tanulmányban a feladatsorokkal együtt közreadjuk a feladatokkal kapcsolatos normatív adatokat is.

Kulcsszavak: *munkamemória, számterjedelem, álszóteszt, egyéni különbségek, olvasási terjedelem*

Az információk átmeneti tárolásával kapcsolatos elméleti modellek hosszú ideje úttörő szerepet játszanak a megismeréssel kapcsolatos új elképzelések megfogalmazásában. A kezdeti egységes, táras elképzeléseket (BROADBENT, 1957; ATKINSON,

* A vizsgálatot az OTKA támogatta, Pléh Csaba 49 840–T53 és Racsmány Mihály F 046 571 sz. pályázataival, valamint Pléh Csaba vezető kutató számára az NKFP, az 5/2002/079 sz. Kognitív és idegrendszeri plasztícitás pályázatával. Racsmány Mihályt az MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíja támogatja.

SHIFFRIN, 1968) az 1980-as évekre felváltotta az úgynevezett többkomponensű munkamemória-modell, amely több modalitásban írt le átmeneti tároló rendszereket, és ezek koordinálását egy modalitásfüggetlen központi végrehajtó rendszerre bízta (BADDELEY, HITCH, 1974; BADDELEY, 1986). Napjainkra a munkamemória-modell programindító, bevett, standard modellé vált, amely határozott elképzelésekkel rendelkezik a rendszer „beszédszerű" információkra szakosodott alkomponensének a verbális munkamemóriának struktúrájával és működésével kapcsolatban is. Tanulmányunkban elsősorban hasznos vizsgálati módszereket kívánunk bemutatni, ezért első lépésben azt az elméleti keretet vázoljuk fel, amelyben az általunk kialakított diagnosztikai eszközökkel nyert adatokat interpretálhatjuk. A tanulmányban bemutatott elméleti keret BADDELEY (1986) munkamemória-modellje, amely bár a legismertebb elképzelés, és a tanulmányban bemutatott módszerek kialakulásában döntő szerepet játszott, korántsem az egyetlen elfogadott interpretációja a kísérleti pszichológiai adatoknak. Számos alternatív elmélet létezik, mint például CONWAY és ENGLE (1994), ERICSSON és KINTSCH (1995), BARNARD (1999) vagy COWAN (2001) elképzelései. Természetesen nem áll módunkban kimerítően bemutatni a munkamemória-rendszer működésével foglalkozó szerteágazó irodalmat, az olvasó a standard munkamemória-modellel kapcsolatban hasznos áttekintést kap BADDELEY (2003) tanulmányából, a kritikai nézeteket NAIRNE (2002) foglalja össze, a magyar nyelvű olvasó pedig további részleteket találhat RACSMÁNY (2004) munkájában.

A VERBÁLIS MUNKAMEMÓRIA MŰKÖDÉSE

Meglehet első pillantásra nincs túlzottan nagy jelentősége annak, hogy hány számot vagy szót tudunk néhány másodpercig fejben tartani, mégis, az elmúlt negyven év kognitív pszichológiai kutatásai számos bizonyítékot szolgáltattak arra vonatkozóan, hogy ennek az átmeneti emlékezeti rendszernek milyen jelentős szerepe van a megismerési funkciók működésében. A rövid távú emlékezeti folyamatok iránti érdeklődést az 1950-es években egy, eredetileg 1887-ben Jacobs által kidolgozott, memóriaterjedelem-vizsgáló technika keltette fel. Az eljárást BROWN (1958), valamint PETERSON és PETERSON (1959) újították fel, akik kimutatták, hogy a három mássalhangzóból álló trigrammok emlékezeti megtartása károsodik, ha a tanulás és a felidézés közé egyszerű, 20 másodpercnél hosszabb feladatot iktatunk. BROWN (1958) elsőként hívta fel arra a figyelmet, hogy a kis mennyiségű (az emlékezeti terjedelmen belül) megjegyzendő anyag megtartása is károsodik, ha meggátoljuk az ismétlést. Mivel ezekben a kísérletekben az ismétlést gátló második feladat eltérő volt a megjegyzendő feladattól, így az interferencia valószínűtlennek tűnt. Brown úgy gondolta, hogy a rövid távú megtartás a gyorsan elhalványuló emlékezeti nyomokon alapul, amelyek frissítés nélkül hamar elenyésznek (BROWN, 1958). Az 1960-as évek második felében a rövid távú emlékezeti kutatások új árama indult el CONRAD (1967) eredményei nyomán, amelyek rámutattak, hogy a betolakodó hibák természete a késleltetés mértékének függvénye: rövid késleltetésnél fonológiailag hasonló hibák jelentkeznek, de nem ez a helyzet hosszabb késleltetésnél, fonológiailag hasonló ingereknél pedig kisebb a memóriaterjedelem (CONRAD, HULL, 1964). Ez az eredmény éppen ellentétes azzal, amit a kor uralkodó emlékezeti elmélete, az interferenciaelmélet sugallt – Conrad elképzelése szerint a késleltetési idő hatását a fonológiai nyomok elhalványulása magyarázza meg (CONRAD, 1967). CONRAD és HULL (1964) bizonyították, hogy vizuálisan bemutatott betűsorok írásbeli felidézésekor a kísérleti személyek akusztikus felcserélési hibákat vétenek, nem pedig vizuális természetűeket, ami a vizuális-akusztikus átkódolási folyamatokra hívja fel a figyelmet.

A verbális munkamemória működéséről kialakuló elméleti modellek létrejöttében egy további sarokkőnek bizonyult POSTMAN és PHILLIPS (1965) vizsgálatsorozata, amelynek során kimutatták, hogy amennyiben egy szavakból vagy számokból álló listát követően megakadályozzuk az ismétlést, akkor a recenciahatás (a lista utolsó szavainak jobb felidézése) eltűnik, míg a primáciahatás (a lista első szavainak jobb felidézése) megmarad. GLANZER és munkatársai (1972) pedig arra hívták fel a figyelmet, hogy a szabadfelidézési görbe recencia részét más változók befolyásolják, mint a görbe további részét. Míg a primáciát befolyásolja a szógyakoriság, illetve a képkiváltó érték, ezek a recenciahatást érintetlenül hagyják. Ezzel szemben a lista végéről lényegesen gyorsabb az előhívás (WAUGH, 1970), és vizuálisan bemutatott anyagnál a recenciarésznél fonológiailag hasonló hibázások történnek (CONRAD, 1964).

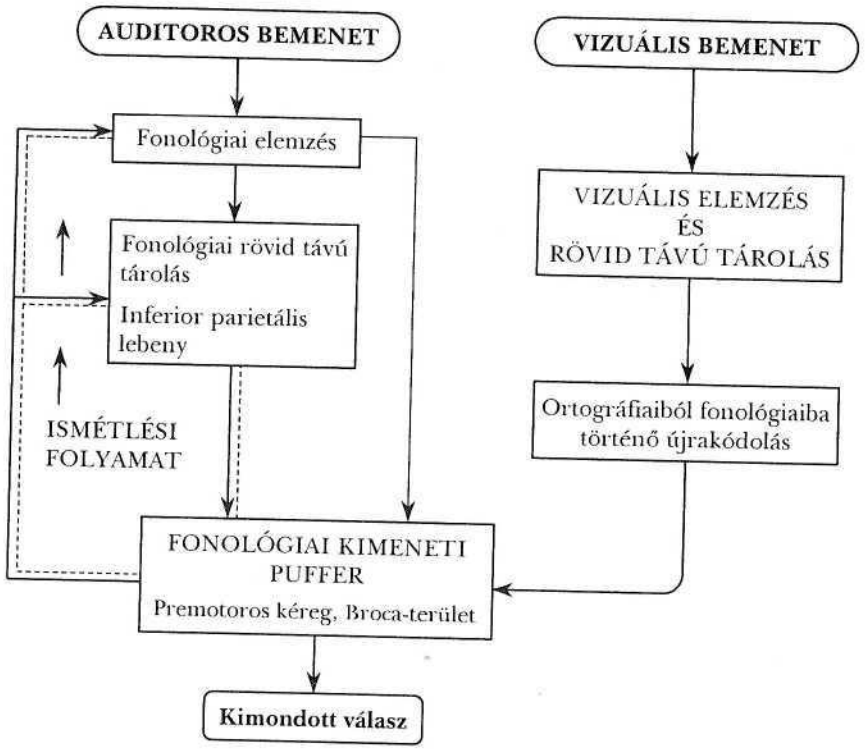
Alan Baddeley és Graham Hitch az 1970-es évek elején egy programindító kísérletsorozatba kezdtek, amely során a kísérleti személyek úgynevezett „kettős terhelésű helyzetbe" kerültek, például egy 3-6 elemű számsor megtartását kellett végezniük az egyik (hallási) modalitásban, és ezzel párhuzamosan megértési, következtetési és hosszú távú tárolási és előhívási feladatokat a másik (vizuális) modalitásban. Amennyiben a számterjedelmi feladat elérte a hat elemet, a párhuzamosan végzett feladatokban teljesítménycsökkenés jelentkezett, azonban korántsem olyan drámai módon, mint azt az egységes rövid távú emlékezeti kapacitás alapján várni lehetett volna. BADDELEY és HITCH (1974) szerint a rövid távú emlékezetet munkamemóriaként kell felfogni, amely fenntartja és manipulálja az információt a következtetést, megértést, tanulást igénylő feladatok kivitelezése alatt. A munkamemória-koncepció szerint a verbális anyagok átmeneti tárolását és frissítését egy, Baddeley és Hitch által fonológiai huroknak nevezett alrendszer végezné, amelynek kapacitása független a téri-vizuális információt fenntartó, általuk téri-vizuális vázlattömbnek nevezett alrendszer kapacitásától (BADDELEY, HITCH, 1974). Baddeley-ék megfogalmazásában a fonológiai hurok egy olyan perifériku alrendszer, amely a „beszédszerű" információ megtartására jött létre, és csak kismértékben terheli a modalitásfüggetlen központi végrehajtót. A verbális anyagok rövid idejű megtartásával és előhívásával kapcsolatban kimutatott egyik legmegbízhatóbb kísérleti jelenség, az úgynevezett „fonológiai hasonlósági hatás": fonológiailag hasonló mássalhangzókból álló lista felidézése során gyakoribb a hibázás (CONRAD, HULL, 1964). A fonológiai hasonlósági hatás fontos jellemzője, hogy viszonylag rövid késleltetés esetén (5-7 mp) is eltűnik, amennyiben a késleltetés alatt valamilyen feladattal megakadályozzuk az ismétlést (lásd BADDELEY, 2003). Baddeley és munkatársai értelmezésében ez a jelenség a fonológiai tárban lévő

elemek gyors elhalványulásának bizonyítéka: a fonológiai hasonlósági hatás addig jelentkezik, amíg az elemek a frissítés megakadályozásának ellenére jelen vannak a fonológiai tárban (BADDELEY, 1986, SALAME, BADDELEY, 1982). Egy másik lényeges kísérleti jelenség az „artikulációs elnyomási hatás", amelynek kísérleti eljárását eredetileg MURRAY (1968) dolgozta ki. Murray mutatta ki azt, hogy vizuálisan bemutatott mássalhangzóknál nincs fonológiai hasonlósági hatás, ha a megjegyzéssel párhuzamosan hangos artikulációt kell végezni (például a kísérleti személynek folyamatosan fennhangon a *„the"* szót kell mondania). Számos további kísérletben igazolták azt a jelenséget, hogy a vizuálisan bemutatott ingereknél eltűnik a fonológiai hasonlósági hatás, ha megakadályozzák a szubvokális artikulációt (lásd BADDELEY, 1986). Szintén a szubvokális artikulációhoz kapcsolódó fontos jelenség az úgynevezett „szóhosszúsági hatás": ez annyit jelent, hogy egy szólista felidézésénél a hosszabb szavakból álló listán gyengébb a felidézési teljesítmény (BADDELEY, THOMSON, BUCHANAN, 1975). Ezek az eredmények bizonyítják, hogy az inger hosszúsága lényeges tényező a megtartásban, és így közvetve a nyomelhalványulási hipotézist támasztják alá. Auditorosan bemutatott ingereknél az artikulációs elnyomás lerontja a szóhosszúsági hatást, de nem tünteti el a fonológiai hasonlósági hatást. Lényeges kísérleti eredmény, hogy a fonológiai hasonlóságot csak vizuálisan bemutatott ingereknél rontja le az artikulációs elnyomás (lásd BADDELEY, 1986). Ezek az eredmények jól megmagyarázhatóak egy kétkomponensű verbális munkamemória-alrendszer: egy fonológiai tár és egy artikulációs frissítő komponens feltételezésével. A vizuálisan bemutatott ingerek csak az artikulációs frissítésen keresztül léphetnek be a fonológiai tárba, így az artikulációs elnyomás lerontja a teljesítményt, a párhuzamosan adott nem figyelt beszéd viszont nem (SALAME, BADDELEY, 1982). A fonológiai tár a fonéma és nem a szó szintjén működik – így Baddeley kimutatta, hogy a számterjedelmet a számokhoz fonológiailag hasonló értelmetlen szavak lerontják, míg a nem hasonló valódi szavak nem rontják le: ez az úgynevezett „irreleváns beszéd hatás" (SALAMÉ, BADDELEY, 1982; BADDELEY, 1986). BADDELEY és HITCH (1974) modelljében az emléknyom frissítő komponens szerepét a szubvokális ismételgetés tölti be, ennek kísérleti bizonyítékait elsősorban a szóhosszúsági hatással kapcsolatos vizsgálatok nyújtják. BADDELEY (1986) később kissé átalakította az eredeti modellt, eszerint már a verbális munkamemória két komponensből áll: egy tárból, amelynek működését a nyomelhalványulás jellemzi, és egy frissítő mechanizmusból, amely a beszédszervezés premotoros szakaszához köthető. Az utóbbi években azonban néhányan megkérdőjelezték a szóhosszúsági hatás érvényességét, úgy tűnik, hogy BADDELEY, THOMSON és BUCHANAN (1975) eredményeit más típusú nyelvi anyagon nehezen lehet replikálni. A korábban elfogadott nézettel szemben elképzelhető, hogy mégsem az elemek artikulációs ideje, hanem a fonológiai komplexitás a döntő faktor a szóhosszúsági hatás értelmezésében (CAPLAN, WATERS, 1999; LOVATT, AVONS, 2001).

A VERBÁLIS MUNKAMEMÓRIÁVAL KAPCSOLATOS NEUROPSZICHOLÓGIAI EREDMÉNYEK

A többkomponensű munkamemória-modell kidolgozásában a neuropszichológiai eredmények kezdettől fogva alapvető szerepet játszottak Mivel a neuropszichológiai irodalomban leírt esetek többnyire nagy agyterületre kiterjedő sérülések következményeit mutatják be, az agykárosodást szenvedett betegek vizsgálatából származó adatokat össze kell vetni az egészséges személyektől – modern idegrendszeri képalkotó eljárásokkal – nyert pontosabb lokalizációjú adatokkal is. SHALLICE és VALLAR (1990) 22 olyan betegről számolt be, akik verbális munkamemória-feladatokban károsodott teljesítményt produkáltak. A csökkent verbális munkamemória-terjedelem szavak, számok, betűk szeriális felidézésében is megmutatkozott, de csak auditoros bemutatás esetén, vizuális bemutatásnál lényegesen jobb volt a betegek teljesítménye. A részletes neuropszichológiai térképezés feltárta, hogy ezeknél a betegnél szelektív verbális munkamemória-sérülés alakult ki. A betegek rossz verbális munkamemória-teljesítménye sem a beszédpercepció, sem pedig a beszédprodukció deficitjéből nem származhatott (SHALLICE, VALLAR, 1990; VALLAR, PAPAGNO, 1995). A betegek a téri-vizuális munkamemória-feladatokban az egészséges kontrollszemélyek szintjén teljesítettek, ami a két munkamemória független lokalizációját támasztja alá. A verbális munkamemória-deficitben szenvedő betegek jobb teljesítményt produkáltak, ha vizuálisan bemutatott betűket kellett megjegyezniük, viszont ha hibáztak, akkor vizuális (például O és Q összekeverése) és nem fonológiai (P és V összekeverése) hibákat vétettek, ami eltér attól a korábban már említett eredménytől, hogy az egészséges személyeket vizuálisan bemutatott betűk esetében fonológiai hibák jellemzik. A verbális munkamemória-kapacitás patológiás csökkenését nem lehet a fonológiai analízis károsodásának tulajdonítani. Ezek a betegek jól teljesítenek a mássalhangzó-magánhangzó-megkülönböztetési vagy a fonémakategorizációs feladatokban (VALLAR, PAPAGNO, 1995). A beszédprodukcióban sincs kimutatható károsodás, ráadásul a rövid távú emlékezeti teljesítményük nem javul, ha csak rá kell mutatniuk a válaszra, tehát a beszéd produkciós oldalát kiiktatjuk a feladatból. A szelektív verbális munkamemória-deficitben szenvedő betegek auditoros ingerek megtartásánál, ahol az ingerek és a felidézés közé feladattal kitöltött késletetést illesztettek, abnormálisan meredek felejtési görbét produkáltak, és nem mutattak recenciahatást, még akkor sem, ha kifejezetten úgy instruálták őket, hogy a görbe recencia részéből hívják elő először az elemeket (SHALLICE, VALLAR, 1990). Ezzel szemben normális recenciahatást produkáltak, ha az ingereket vizuálisan mutatták be nekik. Szóhosszúsági hatás sem vizuálisan, sem auditorosan nem jelentkezett náluk, vagyis teljesítményük pont olyan volt, mint az egészséges személyeké artikulációs elnyomási helyzetben (VALLAR, BADDELEY, 1984; BADDELEY, PAPAGNO, VALLAR, 1988). A verbális munkamemória-deficit következtében epizodikus emlékezeti zavar nem jelentkezett sem anterográd, sem retrográd amnéziás tünetek formájában. Az epizodikus emlékezet tehát intakt maradt ezeknél a betegeknél, viszont az új szavak elsajátításának képessége súlyosan károsodott. A verbális munkamemória-deficitben szenvedő betegek nagyon rosszul teljesítettek a szavakból és idegen szavakból álló pá-

ros asszociációs tanulási helyzetekben (lásd BADDELEY, GATHERCOLE, PAPAGNO, 1998). A verbális munkamemória-károsodásban szenvedő betegeknél kivétel nélkül bal oldali léziót találtak, elsősorban a bal inferior parietális kéregben (gyrus supramarginalis és környéke), valamint a frontális lebenyben, a Broca-mező környékén volt sérülés (SHALLICE, VALLAR, 1990; DERENZI, NICHELLI, 1975). Későbbi esettanulmányokban károsodott verbális munkamemória-teljesítményt találtak bal féltekei alsó parietális és bal középső/felső temporális lézió esetén, valamint olyan eseteknél, ahol a bal oldali sérülés a frontális területekre, a gyrus paraventriculáris és az anterior insula vidékére is kiterjedt (VALLAR, DIBETTA, SILVERI, 1997; HENSON, 2001). Az egészséges emberekkel végzett pszichofiziológiai vizsgálatok eredményei összhangban vannak a neuropszichológiai adatokkal. AWH, JONIDES, SMITH és munkatársai (1996) verbális Sternberg-feladatot adtak kísérleti személyeiknek, amelyben 3-9 elemű ingersorozatokat néhány másodperc múlva egy tesztinger követ, amiről el kell dönteni, hogy szerepelt-e az előtte látott sorozatban. A feladat végzése közben a bal féltekei Brodmann (BA) 7/40 területeken a parietális kortexben, valamint a frontális területeken a BA 6 premotoros és BA 44 (Broca-mező) régiókban jelentkezett aktivitás. Több vizsgálat is igyekezett elkülöníteni a fonológiai tár és az ismétlő komponens működését. AWH és munkatársai vizsgálatukban (1996) összehasonlították az egy elem szubvokális ismétlésekor jelentkező aktivitásmintázatot a kettőt vissza feladatnál jelentkező aktivitással. A kettőt vissza kísérleti elrendezésben a vizsgálati személynek azt kellett eldöntenie, hogy az éppen megjelenő inger azonos-e a sorozatban kettővel korábban látott elemmel vagy sem. Ebben a kísérletben az aktivitás a fenntartó ismétléshez képest a bal oldali inferior és superior parietális (BA 7/40) területeken jelentkezett. Hasonló eredményekre jutott PAULESU, FRITH és FRACKOWIAK (1993) is, akik szerint a fonológiai tárolás a bal BA 40-hez kötődik, az ismétlő komponens viszont az egyszerű, memóriakomponens nélküli ismétlési feladatnál is aktív, bal BA 44 területen. Jonides és kutatócsoportja elképzelése szerint a premotoros és szuplementer motoros kéreg, a jobb oldali cerebellummal együtt a beszédprodukcióban vesz részt, amely megközelítés egybeesik a Baddeley-féle artikulációs ismétlési koncepcióval (JONIDES, SMITH, 1997; JONIDES és munkatársai, 1998). Van olyan elképzelés is, amely szerint a bal inferior frontális aktivitás a fonológiai újrakódoláshoz, míg a bal premotoros aktiváció a sorrendiség megtartásához kapcsolható (HENSON, BURGESS, FRITH, 2000; HENSON, 2001). Az idegtudományi és neuropszichológiai adatok alapján VALLAR és PAPAGNO (2002) a verbális munkamemória működésével kapcsolatban az *1. ábrán* látható funkcionális idegrendszeri modellt hozta létre.



1. ábra. VALLAR és PAPAGNO (2002) funkcionális neuropszichológiai modellje

A VERBÁLIS MUNKAMEMÓRIA FEJLŐDÉSE ÉS HATÁSA A NYELVELSAJÁTÍTÁSRA

A fejlődési adatok fényében bontakozik ki legmarkánsabban a verbális munkamemória valódi funkciója. A munkamemória fejlődésével kapcsolatban nem számít meglepő eredménynek, hogy az idősebb gyerekek hosszabb szólistát tudnak visszamondani néhány perces késleltetés után, mint a fiatalabb gyerekek (DEMPSTER, 1981). A fonológiai hurok kapacitását terhelő eljárásokban, a számterjedelmi feladatban (digi span) és az álszóismétlési feladatnál (non-word repetition task)[1] az életkor növekedésével egyre nagyobb emlékezeti terjedelmet találunk 4 és 9 éves kor között (GATHERCOLE, ADAMS, 1994; BADDELEY, GATHERCOLE, PAPAGNO, 1998). A verbális munkamemória-kapacitás tehát az életkor előrehaladtával egy bizonyos pontig folyamatosan nő, 2,1 és 3,1 éves kor között mindössze a gyerekek 10%-a tud négy számot megjegyezni, 36%-uk csak mintegy két évvel később éri el ezt a szintet (BADDELEY, GATHERCOLE, PAPAGNO, 1998). Úgy tűnik, hogy a kapacitásnövekedés hátterében nem a fonológiai tár, hanem az ismétlési mechanizmusok változása áll. Erre utalnak azok az adatok, amelyek szerint 6 évesnél idősebb gyerekek a vizuálisan bemutatott képekből álló listát gyengébben idézik fel, ha a képeken ábrázolt dolgok neve hasonlóan hangzik, mint hogyha fonológiailag eltérő

[1] A non-word repetition task korábban nem-szó ismétlési tesztként fordult elő a magyar szakirodalomban (például NÉMETH és munkatársai, 2001; RACSMÁNY, LUKÁCS, PLÉH, 2002), hosszas viták után úgy döntöttünk, hogy az álszó kifejezés jobban megjeleníti a teszt ingeranyagának jellegét, vagyis, hogy szószerű, az adott nyelv fonotaktikai szabályainak megfelelő, de értelmetlen szótagsorozatokból áll.

a nevük (CONRAD, 1971; HITCH, HALLIDAY, 1983), 6 éves kor alatt viszont nincs különbség a kétféle képsor felidézésében. GATHERCOLE és HITCH (1993) ezeket a fejlődés-lélektani adatokat figyelembe véve az artikulációs frissítésnek egy alternatív modelljét javasolja. Véleményük szerint az, hogy az iskoláskorúnál fiatalabb gyerekek verbális rövid távú emlékezete jóval kisebb terjedelmű, mint az iskola megkezdése után, a szubvokális ismétlés minőségi és nem csak mennyiségi változásával magyarázható. Elképzelésük szerint a fonológiai kódokat folyamatosan és szekvenciálisan absztrakt gesztusokká alakítjuk, ez irányítaná az artikulációt, amennyiben a személynek ilyen vagy olyan okból ki kellene mondania a célhangokat. E szerint az elképzelés szerint a fiatalabb gyerekek ezt a készséget folyamatos ismételgetéssel sajátítják el és ebből az automatikus mechanizmusból később alakulna ki a stratégiai kontroll. Úgy tűnik, hogy 7-8 éves kor alatt a gyerekek spontán módon nem ismételgetik a megjegyzendő verbális anyagot, sőt, akkor sem jelentkezik náluk teljesítményjavulás, ha explicit instrukcióban szólítják fel őket az ismétlésre (FLAVELL, BEACH, CHINSKY, 1966; ORNSTEIN, NAUS, LIBERTY, 1975). Más vizsgálatok arra hívják fel a figyelmet, hogy 8 éves kor után nagyon erős összefüggés van a szavak kiejtési sebessége és a munkamemória-kapacitás között (HENRY, 1991; COWAN, 1994). Cowan mutatta ki, hogy emlékezeti előhívás során 4 és 8 éves kor között fokozatosan csökken a szavak közötti szünet hosszúsága, a szünetek hosszában megfigyelhető egyéni különbségek viszont erős korrelációban állnak a munkamemória-kapacitás nagyságával (COWAN, 1992, 1994). Ezek az eredmények a fonológiai tárral kapcsolatos nyomelhalványulási hipotézist támasztják alá, amely szerint a verbális munkamemóriából frissítés nélkül körülbelül 2 másodperc alatt tűnik el az információ, tehát egy adott személy munkamemória-kapacitása annyi elemből fog állni, ahány elemet 2 másodperc alatt képes elismételni (BADDELEY, 1986; BADDELEY, GATHERCOLE, PAPAGNO, 1998). Gathercole és munkatársai számos vizsgálatban mutatták ki, hogy a fonológiai hurok már kisgyermekkorban is meglévő kapacitásbeli különbségei szoros összefüggésben állnak az anyanyelv elsajátításának ütemével (GATHERCOLE, ADAMS, 1993, 1994). GATHERCOLE és BADDELEY (1989, 1990) eredményei szerint az álszóismétlési feladatban mutatott teljesítmény nagyon szoros kapcsolatban áll a szókincs fejlődésével. Úgy tűnik, hogy ebben a korrelatív kapcsolatban a munkamemória-kapacitásnak oki szerepe van. Erre utal az a további megfigyelés, hogy a korábbi életkorban megfigyelhető verbális munkamemória-különbségek jól bejósolják a későbbi szókincsgyarapodást, fordítva viszont nincs ilyen összefüggés (BADDELEY, GATHERCOLE, PAPAGNO, 1998). Gathercole és munkatársai elképzelése szerint az új szavak elsajátítása során a fonológiai hurok az a rendszer, amely ideiglenesen fenntartja az új szó fonológiai reprezentációját addig, amíg ki nem épül a szóval kapcsolatos tartós emléknyom. Azok a gyerekek, akiknek a verbális munkamemória-működése csökkent, nehezebben sajátítják el anyanyelvük szavait.

Gathercole és munkatársai újabb vizsgálatai reprodukálták tíz évvel korábbi eredményeiket, közepesen erős összefüggést találtak a verbális munkamemória-kapacitás és a szókincs színvonala között még 14 éves gyerekeknél is (GATHERCOLE és munkatársai, 1999). Sikerült azt is kimutatni, hogy az összefüggés hátterében nem a verbális munkamemória-feladatok megoldásában szerepet játszó artikulációs komponens áll, mivel az összefüggés akkor sem tűnik el, ha a verbális munkamemória kapacitását felismerési feladattal és nem felidézési (így artikulációs komponenst tartalmazó) feladattal állapították meg. Ezzel kapcsolatban további bizonyítékokkal szolgáltak azok a vizsgálatok, amelyek kimutatták, hogy a fonológiai hurok kapacitásában megfigyelhető egyéni különbségek később erőteljesen befolyásolják az idegen nyelvek elsajátításának ütemét. SERVICE (1992) finn gyerekekkel végzett kutatásai során azt találta, hogy 9-10 éves kor között az álszóismétlési feladatban mutatott teljesítmény jól bejósolta az idegen nyelv szókincsének későbbi elsajátítását (SERVICE, 1992; SERVICE, KOHONEN, 1995). GATHERCOLE és BADDELEY (1990) eredményei szerint pedig azok a gyerekek, akik hosszabb szavakat tudnak megismételni az álszóismétlési teszten, pontosabban és hamarabb tanulják meg különféle játékállatok újszerű nevét (például Galonc és Durdul vagy olyan ritka neveket, mint a Roli), míg ha ismerős neveket kell hozzátanulni a játékokhoz (például Dezső és Attila), akkor nincs különbség a nagy és kis munkamemória-kapacitású gyerekek között. Ezzel megegyező eredményre jutottak GATHERCOLE és munkatársai (1997) egy későbbi vizsgálatukban is, ahol 5 éves gyerekeknek kellett *szó-szó* és *szó-álszó* párokat tanulniuk. A *szó-álszó* párok tanulása nagyon magasan együtt járt az álszóismétlési feladatban nyújtott teljesítménnyel, míg a szó-szó párok tanulásánál nem volt ilyen összefüggés. A verbális munkamemória-kapacitásban meglévő egyéni különbségek nemcsak a szókincs elsajátításának ütemével mutatnak összefüggést. Azok a gyerekek, akik jobban teljesítenek a verbális munkamemória-teszteken, jobbak a szintaktikai feladatokban is, hosszabb kijelentéseket, több morfémából álló kifejezéseket produkálnak (ADAMS, GATHERCOLE, 2000). Ez az összefüggés nem mutatható ki a téri-vizuális munkamemória kapacitásában megfigyelhető egyéni különbségekkel kapcsolatban, tehát nem egy általános emlékezeti hatásról van szó (ADAMS, WILLIS, 2001). Ezek az eredmények azt az elképzelést támasztják alá, amely szerint a hosszú távú fonológiai reprezentációk kialakítása az átmeneti tárak kapacitásán múlik (BADDELEY, GATHERCOLE, PAPAGNO, 1998). Speidel elképzelése szerint a hatékony átmeneti fonológiai tárolás megkönnyíti a gyerekek számára a felnőtt kijelentéseinek imitálását, ennek révén olyan hosszú távú emlékezeti templátokat hoznak létre, amelyeket a későbbiekben felhasználhatnak a szándékolt kijelentések szintaktikai struktúrájának kialakításakor (SPEIDEL, 1993). Mindezen eredmények szerint: a nagyobb kapacitású verbális munkamemóriával rendelkező gyerekek hosszabb és pontosabb hosszú távú emlékezeti reprezentációkat alakítanak ki. A verbális munkamemória-kapacitás tehát a hosszú távú emlékezeti reprezentációkon keresztül fogja befolyásolni mind a lexikális, mind a morfoszintaktikai fejlődést.

A SZÁMTERJEDELMI TESZT (DIGIT SPAN)

Mint az a fenti összefoglalóból is kitűnik, a verbális munkamemória kapacitása sokféle kognitív művelet végrehajtásánál játszik lényeges szerepet, éppen ezért az egyéni különbségek felmérése alapvető feladat mind a fejlődési neuropszichológia,

mind a nyelvi, figyelmi, emlékezeti funkciókat elemző kísérleti munka során. Az angolszász nyelvi területen számos diagnosztikai eszközt alakítottak ki az elmúlt ötven évben, ezek közül is három feladat vált széles körben alkalmazottá: a számterjedelmi teszt, az álszóteszt és elsősorban Észak-Amerikában az olvasásterjedelmi teszt. Ezeknek a munkamemória-teszteknek – bár néhány kísérleti munkában alkalomszerűen használatban voltak – korábban nem létezett standard magyar nyelvű változata, magyar nyelvű fejlődési normatív adatok pedig egyáltalán nem álltak rendelkezésre (lásd NÉMETH és munkatársai, 2001; RACSMÁNY, 2000, 2004; RACSMÁNY, LUKÁCS, PLÉH, 2002).

A legelterjedtebb verbális munkamemória-feladatot, a számterjedelmi tesztet, eredetileg Jacobs dolgozta ki 1887-ben, iskolai tanulók emlékezeti képességének vizsgálatára, és az elmúlt több mint száz évben ez a feladat vált a rövid távú emlékezeti képesség legfőbb vizsgálómódszerévé. A feladat népszerűségét csak fokozta, hogy Wechsler beépítette a számterjedelmi feladatot intelligenciatesztjébe. A számterjedelmi teszt valamennyi Wechsler intelligenciatesztben megtalálható: részletes normatív adatokat kínál 16–74 éves életkori övezetben a WAIS-R (Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised, WECHSLER, 1981). Ezzel a normatív adatbázissal a legnagyobb probléma, hogy pontozási rendszerében összevonják az úgynevezett forward (előrefelé) és backward (visszafelé) tesztek eredményeit és közös mutatókat adnak. Számos vizsgálat bizonyította, hogy a visszafelé számterjedelmi teszt, amely során a bemutatott számokat fordított sorrendben kell visszamondani, elsősorban a központi végrehajtó működésének és nem a verbális munkamemória kapacitásának mérőeszköze (lásd például MIYAKE és munkatársai, 2000). Ennek a pontozási technikának köszönhetően a Wechsler intelligenciatesztek alapján nem lehet pontos képünk a verbális munkamemória-kapacitás egyéni különbségeiről. A nemzetközi irodalomban fejlődés-neuropszichológiai vizsgálatokhoz elsősorban a WISC III (Wechsler Intelligence Scale for Children III, WECHSLER, 1996) kínál 6–17 éveseknek normatív adatokat, ennél fiatalabb korosztályoknak 3–7 éves életkori övezetben pedig a WPPSI-R (Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-Revised, WECHSLER, 1989) kézikönyvében találunk normatív adatokat (lásd SPREEN, STRAUSS, 1998). A WAIS-R adatain kívül további felnőtt normatív adatbázist találunk a Dementia Rating Scale (DRS, COBLENTZ és munkatársai, 1973) részeként (lásd még COLANTONIO, BECKER, HUFF, 1993). A korábbi magyar nyelvű vizsgálatok elsősorban a Wechsler intelligenciateszt magyar fordításaira a MAWI-ra, illetve a MAWGYI-ra épültek, amelyek WAIS német nyelvű változatának fordításai és a korábbi Wechsler-tesztek módszerét követve összevont mutatókat számolnak az előrefelé és visszafelé felvett számterjedelmi teszteknél (KUN, SZEGEDI, 1996).

Az általunk bemutatott számterjedelmi feladatnál minden egyes terjedelemhez négy számsorozat tartozik (lásd *1. függelék*). A vizsgálatvezető egyenként olvassa fel a számokat, 1 másodperces szünetet tartva minden szám után. Csak a pontosan megismételt számsorozat fogadható el, kihagyott és felcserélt számok egyaránt hibásnak számítanak. A vizsgálati személy rövid távú emlékezeti terjedelmét az a sorozathosszúság jelöli ki, amelyből legalább két számsorozatot pontosan ismétel meg. A számterjedelem-tesztben növekvő terjedelmű számsorozatokat alkalmaztunk, és kizárólag előrefelé terjedelmet (a vizsgálati személynek a számsorozatot a bemutatással megegyező sorrendben kell visszamondania) mértünk.

Vizsgálatunkba 626 személyt vontunk be (310/316 férfi/nő; 598/28 jobb/bal kezes), két régióban: Budapesten és környékén, valamint Szegeden és környékén végeztünk vizsgálatokat. Az életkori övezeteket 4 és 12 éves kor között évenként jelöltük ki, a szakirodalom alapján ettől az életkortól kezdve minimális növekedés várható a verbális munkamemória kapacitásában (lásd GATHERCOLE és munkatársai, 1994), így 12 év felett négyéves övezeteket jelöltünk ki, a felnőtt vizsgálati személyeket pedig két nagyobb övezetbe soroltuk 21 és 29 év, valamint 30 és 45 év között.

1. táblázat. A magyar nyelvű számterjedelmi teszt terjedelmi mutatói (N = 626)

Életkori övezet (év;hónap)	N	Átlag	SD	Centilis terjedelmi értékek						
				5	10	25	50	75	90	95
4;0–4;9	33	3,33	1,05	0,7	2,4	3	3	4	5	5
5;0–5;9	35	4,11	1,43	2	2	3	4	5	6	7,4
6;0–6;9	83	4,33	1,22	2	3	4	4	5	6	6
7;0–7;9	83	4,48	1,20	2,2	3	4	4	5	6	6,8
8;0–8;9	87	4,92	1,15	3	4	4	5	5	7	7
9;0–9;9	37	4,92	1,04	3	4	4	5	6	6,2	7
10;0–11;9	54	5,76	1,03	4	5	5	6	6	7	8
12;0–15;9	59	6,32	1,15	4	5	5	6	7	8	8
16;0–20;0	41	6,39	1,16	4	5	6	6	7	8	8
21;0–29;0	88	6,25	1,11	4,5	5	6	6	7	8	8
30;0–45;0	26	5,85	1,22	3	3,7	5	6	7	8	7

Az életkornak szignifikáns hatása van a számterjedelmi feladattal felmért verbális munkamemória-terjedelem nagyságára, a terjedelmi adatokat egyszempontos varianciaanalízisbe vontuk, ahol a csoportosító változó az életkori övezet volt, a statisztikai elemzés szignifikáns életkori főhatást mutatott, $F(1,10) = 39,1$, $p < 0,001$. Az átlagos terjedelmi mutatókat végignézve látható, hogy a szakirodalmi leírásoknak megfelelően 12 éves korig gyakorlatilag egyenletes kapacitásnövekedést tapasztalunk, 12 éves korra közel megduplázódik a 4 éves kori verbális emlékezeti terjedelem.

AZ ÁLSZÓISMÉTLÉSI TESZT (NON-WORD REPETITION TEST)

Az álszóismétlési tesztben olyan, egyre hosszabb értelmetlen szavakat kell megismételni, amelyek fonológiája, fonotaktikai struktúrája megegyezik a vizsgálati személy anyanyelvében fellelhető szerkezetekkel. A kisgyerek számára a nyelvel-

sajátítás során az ismeretlen fonológiai sorozatok hallás utáni ismétlése a leggyakoribb feladatnak számít, így ennek a verbális munkamemória-feladatnak igen magas az úgynevezett ökológiai validitása. Jóllehet az álszóismétlési teszt standardizált változatát csak 1994-ben hozták létre (GATHERCOLE és munkatársai, 1994), az értelmetlen szavak megismétlésének képességét már jóval korábban alkalmazták a fejlődéspszichológiai vizsgálatok. Az 1990-es évekre egyértelmű bizonyítékok születtek arra nézve, hogy az értelmetlen szavak ismétlésének képessége erősen együtt jár az olvasási készség fejlődésével (BRADY, SHANKWEILER, MANN, 1983; KAMHI, CATS, 1986), mind a csoportos, mind pedig egyedi esettanulmányokon alapuló elemzések kimutatták, hogy diszlexiás gyerekek károsodott teljesítményt produkálnak értelmetlen szavak ismétlésénél (CAMPBELL, BUTTERWORTH, 1985; SNOWLING, HULME, 1989). Arra vonatkozóan is számos eredmény született, hogy az értelmetlen szavak megismerésének képességét döntően a verbális munkamemória-kapacitás különbségei határozzák meg. Az álszóismétlési feladatban nyújtott teljesítmény erősen együtt jár az úgynevezett konvencionális verbális rövid távú emlékezeti feladatokon mint a számterjedelmi feladaton vagy a szólista-felidézési feladatban nyújtott teljesítménnyel (lásd GATHERCOLE, BADDELEY, 1993). A legszélesebb körben használt álszóismétlési feladat az Auditory Skills Test Battery (Auditoros készségek tesztkészlete, GOLDMAN, FRISTOE, WOODCOCK, 1974) Sound Mimicry (Hangutánzás) altesztje volt. Ennek a tesztnek a legnagyobb problémája az ingeranyag egyenetlensége volt. Többnyire egyszótagú álszavakból állt, a szavak kevesebb, mint a harmada volt két vagy háromszótagú. Ennél is nagyobb probléma volt, hogy az álszavak egy része nem követte az angol fonotaktika szabályait, így az ismétlési hibák jelentős része sokkal inkább az artikulációs nehézségből, nem pedig a munkamemória-tárolási kapacitásból fakadt. GATHERCOLE és munkatársai (1994) mindezek fényében hozták létre az angol álszóismétlési feladat standard változatát, amely összesen 50 álszót tartalmaz, a legrövidebb egy, a leghosszabb öt szótagból áll. Az angol álszóteszt azonban csak 10 éves korig differenciál, így a felnőttkorban meglévő egyéni különbségek vizsgálatára nem alkalmas. Mindezeket figyelembevéve a magyar álszóteszetet úgy konstruáltuk meg, hogy felnőtt vizsgálatokra is alkalmas legyen. A magyar álszóteszt összesen 36 értelmetlen szóból áll, a legrövidebb egy, a leghosszabb kilenc szótagból áll. A lista elemei a magyar szavak fonotaktikai megszorításait a hangzókapcsolatok gyakorisági eloszlásának tekintetében nem követik, de arra törekedtünk, hogy az álszavak elismétlése ne jelentsen artikulációs problémát a magyar anyanyelvűek számára. Ügyeltünk arra is, hogy az ingerek ne nyújtsanak lexikális fogódzókat, ezért GATHERCOLE és munkatársai (1994) módszerével ellentétben szándékosan kerültük a toldalékok használatát.

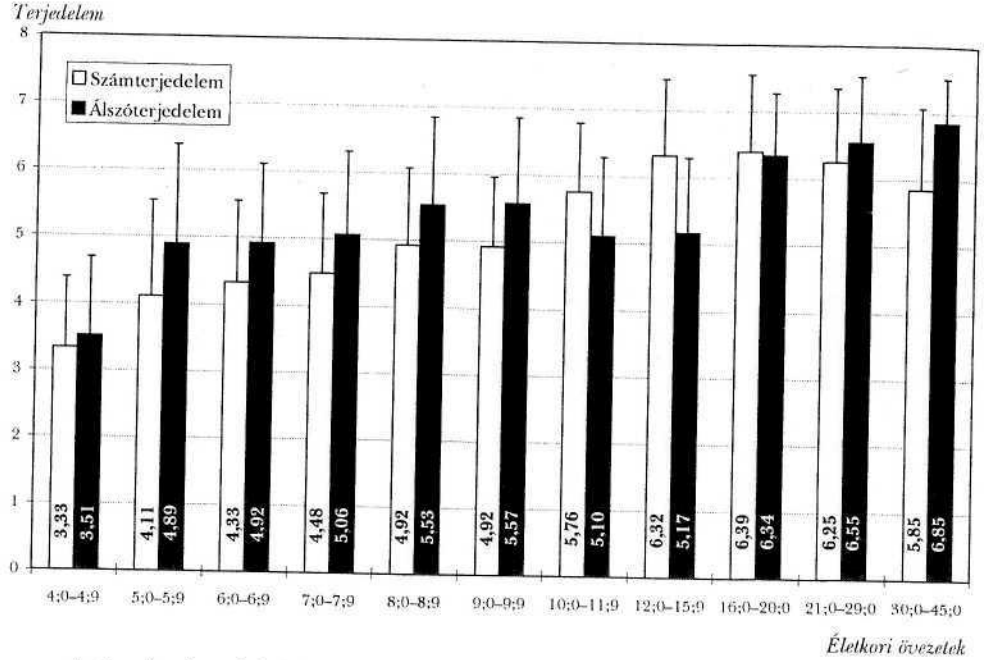
A tesztet elsősorban terjedelmi mérésre alakítottuk ki, minden szótaghosszúsághoz négy magyar fonológiájú álszó tartozik, a vizsgálati személy álszóterjedelmét azon szótag hosszúság fogja kijelölni, amelyik álszavaiból legalább kettőt helyesen ismételt meg (lásd 2. *függelék*). A normatív adatbázis kialakításához összesen 738 személyt vontunk be a vizsgálatba (365/373 férfi/nő; 701/37 jobb/bal kezes), két régióban: Budapesten és környékén, valamint Szegeden és környékén végeztünk vizsgálatokat, az életkori övezeteket ugyanúgy alakítottuk ki, mint a számterjedelmi teszt esetében.

2. táblázat. A magyar álszóismétlési teszt terjedelmi mutatói (N = 738)

Életkori övezet (év;hónap)	N	Átlag	SD	Centilis terjedelmi értékek						
				5	10	25	50	75	90	95
4;0–4;9	35	3,51	1,17	1,8	2	3	3	4	5	6
5;0–5;9	35	4,89	1,49	3	3	4	5	6	6	7,8
6;0–6;9	83	4,92	1,18	3	4	4	5	6	7	7
7;0–7;9	85	5,06	1,25	3	3	4	5	6	7	7
8;0–8;9	91	5,53	1,31	3	4	5	5	7	7	8
9;0–9;9	46	5,57	1,28	4	4	5	5	6,3	7,3	8
10;0–11;9	61	5,1	1,18	3,1	4	4	5	6	7	7
12;0–15;9	66	5,17	1,12	3	4	4	5	6	7	7
16;0–20;0	92	6,34	0,94	5	5	6	6	7	7	8
21;0–29;0	112	6,55	0,99	5	5	6	7	7	8	8
30;0–45;0	32	6,85	0,67	5	6	6,8	7	7	8	8

A számterjedelmi feladathoz hasonlóan az álszóteszt esetében is megfigyelhető, hogy az életkor növekedésével szignifikánsan nő a terjedelem. Az adatokat egyszempontos varianciaanalízisbe vontuk, ahol megint csak az életkori övezet volt a csoportosító változó, az eredmények szignifikáns főhatást mutatnak, $F(1,10) = 34{,}2$, $p < 0{,}001$. Megfigyelhető, hogy az 5 és 6 éves korú csoportnál a legmagasabb a szórás, amely lehet az alacsonyabb elemszám következménye is, továbbá, hogy a növekvő teljesítmény kifejezettebb az alacsony, mint a középső centiliseknél, ezek az eredmények megegyeznek GATHERCOLE és munkatársai (1994) angol nyelvű eredményeivel. Az eredeti angol nyelvű vizsgálatban számos hibatípust különítettek el (például fonématörlés, fonémabeillesztés, transzpozíció, lexikalizáció stb.), mi a jelen vizsgálatban – követve HAKIM és RATNER (2004) eljárását – nem különítettük el ezeket a hibatípusokat, csak helyes vagy helytelen válaszokat állapítottunk meg.

Az angol álszóteszt kialakításánál a validálási munka lényeges része volt az álszóterjedelem és a hagyományosabbnak számító számterjedelem együttjárásának vizsgálata. Az angol nyelvű vizsgálatok többnyire az $r = 0{,}4$–$0{,}6$ közötti övezetbe helyezik korrelációs együtthatót. Saját vizsgálatunkban összesen 562 személlyel vettük fel a két verbális munkamemória-feladatot, a korrelációs elemzés szerint a számterjedelmi teszt és az álszóteszt korrelációs együtthatója $r = 0{,}52$, $p < 0{,}001$. A két verbális munkamemória által mért terjedelmek ugyanabból az övezetből indulnak 4 éves korban, és végig párhuzamosan alakul a két profil (lásd 2. *ábra*). Eredményeink is alátámasztják azt a feltételezést, hogy mind a számterjedelmi teszt, mind pedig az álszóteszt terjedelmi mutatóit hasonlóan befolyásolják a verbális munkamemória egyéni különbségei. További lényeges elméleti és gyakorlati kérdés az, hogy melyik terjedelmi mutató jósolja meg jobban a szókincsfejlődés ütemét, az olvasási készségek alakulását vagy a fejlődési zavarokban megfigyelhető nyelvi fejlődést. Gathercole és munkatársainak adatai alapján úgy tűnik, hogy az angol álszóismétlési teszt jobban korrelál a szókincsfejlődés ütemével és az olvasási, valamint a szövegmegértési készségek alakulásával (lásd GATHERCOLE, ADAMS, 1994).



2. ábra. A számterjedelmi teszt és a magyar álszóteszt által mért verbális munkamemória terjedelmének fejlődése

AZ OLVASÁSTERJEDELMI TESZT (READING SPAN)

Az Egyesült Államokban továbbra is népszerű az egységes munkamemória-erőforrás felfogás, amelynek kapacitását a DANEMAN és CARPENTER (1980) által kidolgozott olvasásterjedelmi feladattal mérik. A vizsgálati személynek ebben a helyzetben mondatokat kell hangosan olvasnia, meg kell jegyeznie a mondatok utolsó szavát, és természetesen meg kell értenie a mondatot. Az olvasásterjedelmi feladaton nyújtott teljesítmény alapján a személyeket magas, közepes és alacsony munkamemória-kapacitású csoportokba sorolják. DANEMAN és CARPENTER (1980) adatai szerint a munkamemória-terjedelem és a szövegmegértés között igen magas a korreláció. Az olvasásterjedelmi feladat tehát egy komplex munkamemória-feladat, amelynek lényege, hogy egyszerre terheli a feldolgozó és tároló komponenseket, amelyek az egységes kapacitás elmélet szerint ugyanabból a munkamemória-kapacitásból vonnak el forrásokat, mint amit a nyelvi megértés során mozgósítunk. A komplex munkamemória-terjedelmet mérő feladatokkal azonban számos probléma van. Az egyik súlyos kritika az ilyen típusú eljárásokkal szemben, hogy gyakran nem sikerül replikálni a komplex munkamemória-terjedelem és a megértés közötti szoros korrelációt, valamint, hogy igen nagy a teszt-retesztvariancia (WATERS, CAPLAN, 1996; CAPLAN, WATERS, 1999). A másik, és talán súlyosabb

probléma az, hogy nem sikerült megnyugtatóan tisztázni azt a kérdést, hogy vajon az olvasásterjedelemi teszt valóban egy általános munkamemória-kapacitást mérő eljárás-e vagy pedig egy, a nyelvi megértést mérő, specifikusan a nyelvi feldolgozást ellenőrző tesztmódszer (TOWSE, HITCH, 1995). Ez utóbbi esetben ugyanis semmi meglepő nem lenne abban, ha az olvasásterjedelmi feladat és más, nyelvfeldolgozást érintő tesztek eredményei között szoros együttjárást találnánk. Adams és munkatársai 4-5 éves gyerekekkel végzett, igen elegáns kísérletsorozatukban mind a többkomponensű munkamemória alrendszereit mérő teszteket (számterjedelem, nem-szó teszt, Corsi-kockák), mind a komplex munkamemória-kapacitást célzó vizsgálóeljárásokat (például olvasásterjedelmi feladat) bevonták egy komplex regresszióelemzésbe, amelyben a függő változók a receptív és produktív szókincs mutatói voltak (ADAMS, WILLIS, 2001). A nyelvi produkciót a fonológiai hurok tesztjei (számterjedelem, álszóteszt) jelezték előre legjobban. A komplex munkamemória-feladatokban nyújtott teljesítménynek az általános képességek kontrollálása után semmilyen prediktív hatása nem volt a nyelvi fejlődés színvonalára nézve (ADAMS, WILLIS, 2001). Elméletileg tehát továbbra is hasznosnak tűnik a többkomponensű munkamemória-modell alkalmazása, de a munkamemória-kutatás alapvető feladata marad az alrendszerek elkülönült működésének és a fejlődésre gyakorolt specifikus hatásának vizsgálata, és ebben biztos, hogy az olvasásterjedelmi feladat hasznos eszköz lehet. Bár elméletileg nem pontosan tisztázott az olvasásterjedelmi teszt kapcsolata a verbális munkamemória komponenseivel, továbbra is népszerű vizsgálati eszköznek számít, mivel igen jó előrejelzést ad szövegmegértési feladatokban nyújtott teljesítményekkel kapcsolatban (FRIEDMAN, MIYAKE, 2004; SAITO, MIYAKE, 2004.) A mondatmegértési képességek és az álszóismétlési teszttel és az olvasásterjedelmi teszttel mért verbális munkamemória-kapacitás közötti kapcsolatról NÉMETH (2002) közöl magyar nyelvű adatokat.

A magyar olvasásterjedelmi teszt 60 mondatból áll, valamennyi mondat utolsó szava közepes gyakoriságú kétszótagú szó. A mondatok kiválasztásánál népszerű magyar ifjúsági regények mondatait vettük alapul. Így próbáltuk elkerülni a mondatok „mesterkéltségét". A mondatok hossza megközelítőleg egyenlő. A hosszúságot az eredeti angol nyelvű teszt alapján határoztuk meg. Mivel a tesztben a mondatok utolsó szavait kell megjegyezni, ezek szótagszáma (két szótag) és gyakorisága megegyezik.

A vizsgálati személynek hangosan kell felolvasnia a kártyákon lévő mondatokat, majd az elhangzás sorrendjében kell visszamondania a mondatok utolsó szavát. A teszt három sorozatból áll, amelyek átlaga adja az olvasási terjedelem mérőszámát. Tehát, ha a vizsgálati személy három mondat után mind a három mondatbefejező szót pontosan megismétli, négy mondat után azonban már nem tudja pontosan elismételni a mondatok végén álló szavakat, akkor olvasásterjedelme három. Az eredeti vizsgálatban a maximálisan elérhető terjedelem hat volt, ezért 60 mondatból áll a teszbattéria (DANEMAN, CARPENTER, 1980). Amennyiben a vizsgálati személy mind a három sorozatban eléri a hatos terjedelemszintet, aminek az esélye minimális *(3. táblázat)*, akkor két sorozat átlaga alapján számoljuk ki a terjedelmet.

A magyar olvasásterjedelmi teszt normatív adatbázisához 327 személlyel (147/180 férfi/nő; 308/19 jobb/bal kezes) végeztük el a vizsgálatot. Mivel a teszt folyékony olvasási készségeket igényel, a legfiatalabb vizsgálati személyeink nyolc évesek voltak.

3. táblázat. A magyar olvasásterjedelmi teszt terjedelmi mutatói (N = 327)

Életkori övezet (év;hónap)	N	Átlag	SD	Centilis terjedelmi értékek						
				5	10	25	50	75	90	95
8;0–10,0	30	1,94	0,45	1,3	1,3	1,7	2	2,1	2,7	2,8
10;0–13;0	38	2,39	0,56	1,3	1,7	2	2,3	2,7	3,1	3,3
14;0–17;0	30	2,56	0,71	1,5	1,7	2	2,3	3,3	3,7	3,8
18;0–30;0	206	3,86	1,05	2,3	2,5	3	3,6	4,5	5,3	5,8
31;0–45;0	23	3,68	1,08	2	2,2	3	4	4	5,1	6,3

A két korábban bemutatott verbális munkamemória-teszthez hasonlóan az életkornak itt is szignifikáns hatása volt a terjedelmi mutatókra. Az adatokat a korábbi elemzésekhez hasonlóan egyszempontos varianciaanalízisbe vontuk, ahol megint csak az életkori övezet volt a csoportosító változó, az eredmények szignifikáns főhatást mutatnak, $F(1,4) = 47,5$, $p < 0,001$.

További vizsgálatokat igényel annak tisztázása, hogy az olvasásterjedelmi teszten megfigyelhető életkori változásokat milyen mértékben határozzák meg a verbális munkamemória kapacitásában bekövetkező változások, valamint a megváltozott emlékezeti kódolási és előhívási stratégiák.

ÖSSZEFOGLALÁS

Tanulmányunkban három új, magyar nyelvű munkamemória-vizsgáló eszközt mutattunk be. A számterjedelmi teszt és az álszóismétlési teszt a nemzetközi irodalomban régóta a verbális munkamemória bevett vizsgálóeljárásának számít. A magyar nyelvű normatív adatbázist több mint 700 személy adatai alapján készítettük el, a két vizsgálóeljárás mutatói között erős korrelációt találtunk. A komplex munkamemória-tesztek a tárolás és feldolgozás funkcióit együttesen vizsgálják. Ezen eljárások közül az olvasásterjedelmi feladat a leggyakrabban használt komplex feladat, amely egyszerre igényli az olvasott szöveg megértését és bizonyos verbális információk átmeneti megtartását. A magyar nyelvű olvasásterjedelmi teszt normatív adataihoz több mint 300 vizsgálati személy adatait dolgoztuk fel. Mindhárom munkamemória-teszten erős életkori változások figyelhetőek meg, a számterjedelmi és álszóteszteken 12 éves korig egyenletes kapacitásnövekedés látható, az olvasásterjedelmi teszten a növekedés 18 éves korig tart, ami feltehetően a feladat megoldásához szükséges emlékezeti stratégiák fejlődésének következménye. További vizsgálatokban kell tisztázni az egyes feladatok által involvált kognitív funkciók kapcsolatát, így reményeink szerint mindhárom bemutatott vizsgálómódszer lényeges szerepet kaphat a hazai fejlődéspszichológiai vizsgálatokban.

FÜGGELÉK

1. függelék. Számterjedelmi teszt

Eljárás

A vizsgálatvezető egyenként olvassa fel a számokat egy másodperces szünetet tartva minden szám után. Csak a pontosan megismételt számsorozat fogadható el, kihagyott és felcserélt számok egyaránt hibásnak számítanak.

Instrukció

A következő feladatban különböző hosszúságú számsorozatokat fogok felolvasni. Kérem, hogy amikor egy számsor után befejeztem az olvasást, mondja vissza a számokat ugyanabban a sorrendben, mint ahogy hallotta! Fontos, hogy végig nagyon figyeljen, mert egy számsort csak egyszer fogok elmondani!

Név: **életkor:**

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

Terjedelem:

2. függelék. Magyar álszóismétlési teszt

Eljárás

A szavakat monoton hangon, hangsúlyozás nélkül kell felolvasni. A vizsgálati személy válaszait jegyzőkönyvezni és lehetőleg diktafonnal rögzíteni is kell, így lehetőség lesz a későbbi hibaelemzésre.

Instrukció

A következő feladatban különböző hosszúságú, furcsa hangzású, értelmetlen szavakat fogok felolvasni. Próbálja meg a lehető legpontosabban utánam mondani őket! Fontos, hogy végig nagyon figyeljen, mert egy szót csak egyszer fogok elmondani!

1	s	gáv	gyem	Szan	dolk
2	z	zomás	galonc	Gabam	ardul
3	ó	tarembik	cselika	hübedin	vazóga
4	t	ipebanér	limefürék	serkápanta	berszidelén
5	a	hápamarogány	gyilonitora	tesilbengecsék	fortüklempelesz
6	g	abalamofálsag	sémernyegvőterec	hulukatánatalm	innécsésziderszil
7	u	dögeliztetmereni	kusztenirselemenég	intogszocolarásu	tömínegéveltemérg
8	n	igyótanumazálubirc	polankilimapszilógis	elüsekéketérsenim	réíjenólpáulatamú
9	a	vanatyfovagyatázólarka	ladatobanrapolsazridant	ninolamebefalintelék	szikunblómitílaradiga

Álszóismétlés összesen:

Terjedelem:

3. függelék. Az Olvasásterjedelmi teszt magyar változata

Válaszlap

	1. sorozat	2. sorozat	3. sorozat
2 mondat			
3 mondat			
4 mondat			
5 mondat			
6 mondat			
7 mondat			
8 mondat			
Összesen:			
Olvasási terjedelem:			

Eljárás

A kísérleti személynek hangosan kell felolvasnia a kártyákon lévő mondatokat, majd az elhangzás sorrendjében kell visszamondania a mondatok utolsó szavát.

Instrukció

A következő feladatban mondatok utolsó szavát kell megjegyezni és visszamondani.

Minden kártyán egy mondat van. A kártyákon lévő mondatokat olvassa fel hangosan! Figyeljen a mondatok jelentésére is! A kísérletvezető belekérdezhet a mondat tartalmába. A mondatok utolsó szavát az elhangzás sorrendjében mondja vissza!

Először két kártyát fog kapni. Olvassa fel hangosan a két mondatot és utána két szót kell visszamondania az elhangzás sorrendjében!

. . . . . .

Köszönöm.

Most három kártyát fog kapni, és három szót kell visszamondani az elhangzás sorrendjében! (És így tovább)

Példa

Sorozat	Hangosan felolvasandó mondatok	Helyes válasz
Kétszavas	*A róka olyan alaposan kifosztotta a házat, hogy nem maradt más ebédre, mint egy sovány csirke.* *Lacinak már nagyon magas láza volt és a torka is bedagadt, mire kifulladva megérkezett az orvos.*	„csirke, orvos"
Háromszavas	*„A betörő óvatosan a sötét szobába lépett és a szíve is megállt ijedtében, mikor felgyulladt a lámpa."* *„Amikor elmentem hozzá, nagyon hangosan ordibált az emberekkel, így egyből tudtam, ki itt a főnök."* *„Gáspár el volt keseredve, hogy lúdtalpa miatt ő az egyetlen legény a faluban, aki nem lehet vitéz."*	„lámpa, főnök, vitéz"
Négyszavas	*„Reggel a szerzetes furcsa arcot vágott, mikor ráeszmélt, hogy a toronyból hiányzik az új harang."* *„Vilmos macskánk minden nap egy órakor megjelenik a kapuban, mert jól tudja, mikor van az ebéd."* *„A megtermett szőke csatár nagy erővel a kapu felé lőtt, de a csúszós fű miatt mellé gurult a labda."* *„Tavasszal, amikor sokat esik az eső, és olvad a hó, mindig kiárad a ház mögött csörgedező patak."*	„harang, ebéd, labda, patak"

Az olvasásterjedelmi teszt mondatainak néhány magyar nyelvű példája

Mondatok

1. Nyaranta, amikor késő este van, a nyitott ablakon át csak úgy tódul be a madárszó és a kellemes meleg.
2. Szabó Kati nagyon szeret a közeli modern uszodába járni, mert egyik kedvenc időtöltése az úszás.
3. Vilmos macskánk minden nap egy órakor megjelenik a kapuban, mert jól tudja, mikor van az ebéd.
4. Szulejmán, a török fővezér megparancsolta, hogy azonnal derítsék ki, hol van a csodatevő gyémánt.
5. Amikor elmentem hozzá, nagyon hangosan ordibált az emberekkel, így egyből tudtam ki itt a főnök.
6. Az utolsó öltés már réges-régen megvolt, de a varrónő még mindig nem mondta, hogy elkészült a ruha.
7. A kirándulás alkalmával hiába böngésztük a térképet, szerencsére Panni néni meglátta, hol van a tábla.
8. András elfelejtette behúzni a kéziféket, így a lejtőn legurult, és egy nagy fának ütközött a drága autó.
9. Mivel számozás nem volt és a lámpa sem működött, nem tudtunk rájönni, hogy melyik a keresett ajtó.
10. Ahogy hátrafordult, rögtön észrevette, hogy a dohányzóasztalon még mindig ott hever a barna táska.
11. Amint felhajtott a széles autóútra, és meglátta a szikrázó fényeket, tudta, hogy már nincs messze a város.
12. Mire a három gyerek a szobába ért, az ebédlőasztalon már ott gőzölgött a finom, ropogós pulyka.
13. Amikor a puskalövések dörrentek, hatalmas hápogással szállt fel a közeli bokorból egy riadt kacsa.
14. A Földközi-tengeren már hosszú idő óta garázdálkodik, és hajókat támad meg vérszomjas bandájával egy elvetemült kalóz.
15. Tavasszal, amikor sokat esik az eső, és olvad a hó, mindig kiárad a ház mögött csörgedező patak.
16. A sportversenyt eddig minden évben Karcsika nyerte meg, mert a falusi iskolában ő a legerősebb gyerek.
17. A megtermett szőke csatár nagy erővel a kapu felé lőtt, de a csúszós fű miatt mellé gurult a labda.
18. Édesapám odaállt mögém a viaszgyertyával, hogy jobban látszódjon a titkos naplómba írt betű.
19. Tegnap a rendőrök nem vigyáztak elég éberen a városi börtönben, és késő éjjel megszökött a híres rabló.
20. Az ebéd utáni nagy mosogatás során anya keze csúszós volt a mosogatószertől, és leesett a földre egy pohár.

21. A magas fa ágán sziszegett, és lassan csúszott a kicsiny madárfészek felé egy hatalmas, vastag kígyó.
22. A kocsmapultnál állt az öreg bányász, rajta bőrkötője, lámpás az övében, a vállán meg egy csákány.
23. A táncosnő felugrott a levegőbe, én pedig elkaptam a derekát és éreztem, hogy könnyű, mint a pehely.
24. Az olaj kiömlött, a könyv pedig azon nyomban meggyulladt, és már lángolt is, mint a száraz rőzse.
25. Ahogy vállunkon a hátizsákkal felfelé ballagtunk az ösvényen, szép lassan beköszöntött az este.
26. Mivel a bútorokat széthordták a szomszédok, nem maradt más a szobában, mint egy régi asztal.
27. Jancsi elkezdett sírni, mert finom mogyorós csokiját megette a ketrecből kinyúló pimasz majom.
28. Hiába várták egész nap kétségbeesetten a fontos üzenetet, csak másnap délután szólalt meg a csengő.
29. A ruhásszekrény hirtelen felborult, és hatalmas robajjal tört darabokra az oldalára szerelt régi tükör.
30. Reggel a szerzetes furcsa arcot vágott, mikor ráeszmélt, hogy a toronyból hiányzik az új harang.
31. Felnevetett örömében, mikor meglátta, hogy a szekrény tetején ott van az elveszettnek hitt doboz.
32. A hosszú élet titka a kiegyensúlyozott életmód, a jó közérzeté pedig az egészséges táplálkozás és a gyakori mozgás.
33. Bár sok mindenben különbözött a véleményük, abban egyetértettek, hogy a legillatosabb virág a rózsa.
34. Mire az ellenséges csapatok a kis határ menti városkába értek, már lement a nap, és kiürült az utca.
35. Ahogy az állat egyre közelebb ért a sötétben, láttam, hogy nem farkas az, hanem egy megtermett kutya.
36. Az öregasszony még álldogált egy ideig a parton, de aztán belátta, hogy aznap már nem jön a hajó.
37. Ahogy egyre gyorsabban rohant, saját lihegésétől nem hallotta, hogy a nyomában már ott van a másik futó.
38. Először azt gondolta, hogy végre húst eszik, de később rádöbbent, hogy az bizony csak tészta.
39. A kirándulók gyakran nem oltják el maguk után a tüzet, így sajnos nagyon könnyen kigyullad az erdő.
40. Éppen búvárkodni készülődtem, amikor észrevettem, hogy a hajó mellett ott úszik egy hatalmas cápa.
41. Gáspár el volt keseredve, hogy lúdtalpa miatt ő az egyetlen legény a faluban, aki nem lehet vitéz.
42. A betörő óvatosan a sötét szobába lépett, és a szíve is megállt ijedtében, mikor felgyulladt a lámpa.

43. A sok éhes ragadozó és a betegségek miatt néhány év alatt teljesen elnéptelenedett a bájos sziget.
44. Szinte mindenki adakozott az egyháznak, hogy végre felépüljön a főtéren a várva várt új torony.
45. A vezetőség egy teljes héten át vitatkozott, mégsem tudták eldönteni, hogy ki legyen az új elnök.
46. Nagyon nehezen boldogult a fordítással, mert a szöveg nehéz volt, és nem volt nála rendes szótár.
47. A nagy havazás és a sűrű köd miatt igen sok baleset volt, így több mint három órát késett a vonat.
48. Lacinak már nagyon magas láza volt, és a torka is bedagadt, mire kifulladva megérkezett az orvos.
49. A híres gengszternek hiába voltak drága ügyvédei és befolyásos barátai, mégis elítélte a bíró.
50. Rögtön látszott, hogy kisgyerek van a háznál, mert az ablakban ott lógott a frissen mosott pólya.
51. Nagyon későn keltek fel, így a nagy rohanásban nem vették észre, hogy bekapcsolva maradt a tévé.
52. Az idén rengeteg eső esett és sok napsütés volt, ezért lett olyan hatalmas és finom a kertünkben a borsó.
53. Nem tudtunk rájönni, hová tűnt a kutyám, míg fel nem fedeztük, hogy az út alatt van egy régi barlang.
54. Mikor meglátta a bizonyítványomat apám, mérgében akkorát csapott az asztalra, hogy kiborult a cukor.
55. Egész éjjel azt álmodta, hogy nagyon fázik, és csak reggel vette észre, hogy a földön van a pokróc.
56. A kismedve mohón felfalt mindent első este, és másnap szomorúan látta, hogy nem maradt több málna.
57. Mivel állandóan esett az eső, be kellett látnom, hogy végre elkelne a ruhatáramba egy vízhatlan cipő.
58. A róka olyan alaposan kifosztotta a házat, hogy nem maradt más ebédre, mint egy sovány csirke.
59. A művészeti igazgató közölte a híres zenésszel, hogy a gyengébb teljesítmény ellenére jár neki a gitár.
60. Mikor az alapos takarításnak vége lett, az épület összes emeletén megszűnt az általános rossz illat.

IRODALOM

ADAMS, A. M., GATHERCOLE, S. E. (2000) Limitations in working memory: Implications for language development. *International Journal of Language and Communication Disorders, 35,* 95–117.

ADAMS, A. M., WILLIS, C. (2001) Language processing and working memory: A developmental perspective. In Andrade, J. (ed.) *Working memory in perspective.* 151–175. Psychology Press, Hove

ATKINSON, R. C., SHIFFRIN, R. M. (1968) Human Memory: A proposed system and its control processes. In Spence, K. W. (ed.) *The psychology of learning and motivation: advances in research and theory. Vol. 2.* 89–195. Academic Press, New York

AWH, E., JONIDES, J., SMITH, E. E., SCHUMACHER, E. H., KOEPPE, R. A., KATZ, S. (1996) Dissociation of storage and rehearsal in verbal working memory. *Psychological Science, 7,* 25–31.

BADDELEY, A, D. (1986) *Working Memory.* Clarendon Press, Oxford

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

BADDELEY, A. D., GATHERCOLE, S. E., PAPAGNO, C. (1998) The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review, 105,* 158–173.

BADDELEY, A. D., HITCH, G. J. (1974) Working Memory. In Bower, G. (ed.) *Recent Advances in Learning and Motivation. Vol. VIII.* 47–90. Academic Press, New York

BADDELEY, A. D., PAPAGNO, C., VALLAR, G. (1988) When long-term learning depends on short-term storage. *Journal of Memory and Language, 27,* 119–131.

BADDELEY, A. D., THOMSON, N., BUCHANAN, M. (1975) Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Behavior, 14,* 575–589.

BARNARD, P. J. (1999) Interacting cognitive subsystems: modelling working memory phenomena within a multiprocessor architecture. In Miyake, A., Shah, P. (eds) *Models of working memory: mechanisms of active maintance and executive control.* 298–340. Cambridge University Press, Cambridge

BRADY, S., SHANKWEILER, D., MANN, V. (1983) Speech perception and memory coding in relation to reading ability. *Journal of Experimental Child Psychology, 35,* 345–367.

BROADBENT, D. E. (1957) A mechanical model for human attention and immediate memory. *Psychological Review, 64,* 205–215.

BROWN, J. (1958) Some tests of the decay theory of immediate memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 10,* 12–21.

CAMPBELL, R., BUTTERWORTH, B. (1985) Phonological dyslexia and dysgraphia in a highly literate subject: A developmental case with associated of phonemic processing and awareness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 37A,* 435–475.

CAPLAN, D., WATERS, G. S. (1999) Verbal working memory and sentence comprehension. *Behavioral and Brain Sciences, 22,* 77–126.

COBLENTZ, J. M., MATTIS, S., ZINGESSER, L. H., KASOFF, S. S., WISNIEWSKI, H. M., KATZMAN, R. (1973) Presenile Dementia. *Archives of Neurology, 29,* 299–308.

COLANTONIO, A., BECKER, J. T., HUFF, F. J. (1993) Factor structure of the Mattis Dementia Rating Scale among patients with probable Alzheimer's Disease. *The Clinical Neuropsychologist, 7,* 313–318.