

# AZ N-VISSZA FELADAT HATÁSA A KOGNITÍV KÉPESSÉGEKRE

Szappanos Csilla<sup>1</sup>, Dr. Kövi Zsuzsanna<sup>2</sup>

1,2 Károli Gáspár Református Egyetem, Bölcsészettudományi Kar,  
Pszichológia Intézet, Budapest

levelező szerző: Szappanos Csilla. sz.csill@freemail.hu

---

## Kivonat

Az elmúlt években a nemzetközi szakirodalomban jelentősen megnőtt azon kutatásoknak a száma, amelyek azt vizsgálják, hogy fejleszthető-e a munkamemória kapacitása, hatékonyak-e a különféle kognitív tréningek, milyen kapcsolat van a munkamemória és az iskolai teljesítmény között. Jelen vizsgálat célja választ találni arra, hogy az „n lépést vissza” feladatot alkalmazó memóriatréning rövid idő alatt fejleszti-e a gyerekek kognitív képességeit.

A vizsgálat résztvevői 11-12 éves gyerekek voltak. Mind a kísérleti, mind pedig a kontrollcsoportot 31 tanuló (18 fiú, 13 lány) alkotta. A memóriatréningek 4 héten át hetente 4-szer alkalmanként átlagosan 16 percet vettek igénybe. A munkamemória fejlesztéséhez használt számítógépes program a Brain Workshop játék volt.

A tréning kognitív képességekre gyakorolt hatását a kísérlet előtt és után felvett „Kognitív Profil Teszt” (Gyarmathy, 2009) eredményeinek összehasonlításával állapítottuk meg. A memóriafejlesztésen részt vevő gyerekek nemcsak a tréningfeladatban mutattak jelentős teljesítményjavulást, hanem a különböző tesztekkel mért, közvetlenül nem fejlesztett képességeket, készségeket igénylő feladatokban is. A memóriatréning után a gyerekek mennyiségfogalommal való bánásmódja jelentősen javult. Az *Olvásás* feladat eredményei szerint rövidebb idő alatt több szót olvastak el helyesen, mint a tréning előtt. Jelentős mértékben javult a koncentrált figyelmük és a számterjedelmi teljesítményük.

---

**Kulcsszavak:** iskolai teljesítmény ■ kognitív képességek ■ memóriatréning ■ munkamemória ■ „n lépést vissza” feladat.

---

## Abstract

The effect of an n-back training on cognitive functions  
In recent years, interest toward cognitive trainings and their effectiveness has risen. More and more studies investigate the links between working memory capacities and scholastic achievement.

The goal of this study was to find evidence whether an N-back working memory training improves children’s cognitive abilities in a short time.

A sample of 62 children aged 11 to 12 years participated in this study. The children were divided into an experimental group (n=31; 18 boys and 13 girls) and a passive (n=31; 18 boys and 13 girls) control group. The members of the experimental group were trained by means of Brain Workshop computer game based on an n-back brain training exercise.

The participants were asked to perform the task 4 times a week, about 16 minutes a day for a period of 4 weeks.

All students completed 10 subtests of Cognitive Profile Test at pre- and post-tests in order that we could determine the extent to which the benefits of the working memory training transferred to other cognitive skills.

The experimental group showed significant improvements in the training task. Moreover, the results of untrained cognitive measures improved as well. The children's performance on the quantity tasks and reading test increased. Their focused attention and digit span results improved significantly after the working memory training.

---

**Keywords:** scholastic achievement ▪ cognitive abilities ▪ memory training ▪ working memory ▪ N-back task

---

Mindennapi életünk során számtalan olyan helyzettel találkozunk, amikor munkamemóriánkra kell támaszkodnunk. Például ha fejből számolunk; elolvassuk egy cikket az újságban; beszélgetünk egy ismerőssel; előadást hallgatunk, és esetleg közben rápillantunk telefonunkra, milyen üzenetet kaptunk; vagy ha meg kell oldanunk egy problémát. Ezekben az esetekben a különféle információkat egyszerre kell rövidebb ideig tárolnunk és feldolgoznunk (Jaeggi, Buschkuhl, Shah & Jonides, 2013).

A munkamemóriával kapcsolatos elméleti háttér tanulmányozva az tapasztalható, hogy az elmúlt években jelentősen megnőtt a nemzetközi szakirodalomban az olyan kutatásokról írott beszámolók száma, amelyek azt vizsgálják, hogy fejleszthető-e a munkamemória kapacitása, hatékonyak-e a különféle kognitív tréningek, milyen kapcsolat van a munkamemória és az iskolai teljesítmény között (Klingberg, Forssberg & Westerberg, 2002; Jaeggi, Buschkuhl, Jonides & Perrig, 2008; Klingberg, 2010; Van der Molen, M. J., Van Luit, Van der Molen, M. W., Klugkist & Jongmans, 2010; Shiran & Breznitz, 2011; Chooi & Thompson, 2012; Loosli, Buschkuhl, Perrig & Jaeggi, 2012; Rudebeck, Bor, Ormond, O'Reilly & Lee, 2012).

## ELMÉLETI HÁTTÉR

A memória működésével kapcsolatban sok elmélet és modell született, olyan kutatók foglalkoztak a témával, mint Atkinson és Shiffrin (1968), Conway és Engle (1994), Ericsson és Kintsch (1995) vagy Cowan (2000). Napjainkban a munkamemóriát illetően a legszélesebb körben elfogadott Baddeley (2005, 2010) többkomponensű munkamemória modellje (Racsomány, Lukács, Németh & Pléh, 2005). Baddeley (2005, 2010) szerint a rövid távú memória munkamemóriaként működik. A munkamemória átmenetileg fenntartja és manipulálja az információt több kognitív feladat végrehajtása közben, korlátozott kapacitású és függet-

len információforrásokat hoz egymással kapcsolatba. Végrehajtó rendszerből és több alrendszerből áll, ezek a fonológiai hurok, a téri-vizuális vázlattömb és az epizodikus puffer.

Baddeley (2005, 2010) modellje szerint a munkamemóriát a központi végrehajtó irányítja. A központi végrehajtó kontrollfunkciót is betölt és inkább figyelmi rendszerként működik, nem pedig tárként. A téri-vizuális vázlattömb a vizuális információk manipulációjáért felelős. A fonológiai hurok tárolja és frissíti a beszédszerű információkat, valamint nagy szerepe van az olvasás és a beszéd tanulásában és a beszédmegértésben is. Az epizodikus puffer tárolja és összekapcsolja a különböző modalitású információkat. Puffer abban az értelemben, hogy átmenetileg elraktározza a munkamemória különböző rendszereiből és a hosszú távú memóriából származó információkat, és lehetővé teszi ezek egymásra hatását. Inkább passzív tárként működik, mint aktív processzorként.

A munkamemória kapacitásáról sokáig úgy tartották, hogy állandó, megváltoztathatatlan tulajdonság, amely szoros kapcsolatban van az általános intelligenciával (Miller, 1956; Kyllonen & Christal, 1990; Engle, Kane & Tuholski, 1999).

Az 1970-es évek óta számtalan, a munkamemória kapacitásának növelését célzó kísérlet született (Butterfield, Wambold & Belmont, 1973), amelyeket két kategóriába sorolhatunk annak megfelelően, hogy célja a munkamemória explicit vagy implicit módon történő fejlesztése (Klingberg és mtsai, 2002; Klingberg, 2010). Az előbbi csoportba azok a kísérletek tartoznak, amelyek különféle mnemotechnikai eljárásokat alkalmaznak (Brown, Campione, Bray & Wilcox, 1973; Butterfield és mtsai, 1973; Ericsson, Chase & Faloon, 1980). Ezek a memóriafejlesztő technikák javíthatnak valamelyest az egyén teljesítményén, de bizonyítékot eddig még nem találtak átvitelre sem a nem gyakorolt feladatokra, sem a mindennapos teljesítményre (Klingberg és mtsai, 2002; Klingberg, 2010). Az explicit stratégiákkal szemben, amelyek tudatosak, az implicit tréningek csak az ismétlésre, a visszajelzésre és a memória terhelésének fokozatos növelésére építenek (Klingberg, 2010).

Klingberg és mtsai (2002) elsőként érték el sikereket az implicit munkamemória-fejlesztés területén. A kísérleti személyeknek számítógépes munkamemória-feladatokat adtak, melyek nehézsége folyamatosan nőtt, igazodva az adott személy teljesítményéhez. A résztvevők eredményei nemcsak a gyakorolt feladatokban javultak, hanem olyan területeken is, amelyet nem „edzettek”. A kísérlet másik említésre méltó eredménye, hogy a benne részt vevő hiperaktív gyerekek tünetei is csökkentek.

Klingberg (2010) a tréningek hatását az agy formálhatóságával magyarázza. Szerinte a munkamemória-feladatok hatására megváltozik az agyi aktivitás a bazális ganglionokban, a frontális és a fali kéregben, valamint változás lép fel a dopaminreceptorok sűrűségében. A tréning hatása azért jelenik meg nem gyakorolt munkamemória-feladatokban is, mert a változások olyan agyi területeken történnek, amelyek idegi hálózata közös.

Shiran és Breznitz (2011) is hasonló eredményre jutottak, memóriatréning-feladat végrehajtása közben rögzített eseményhez kötött agyi potenciálok vizsgálatával bizonyítékot találtak Klingberg (2010) magyarázatára. Azt is megálapították, hogy kapcsolat van a nagyobb munkamemória-kapacitás és az olvasási képességek között.

Loosli és mtsai (2012) vizsgálatukban arra kerestek választ, hogy egyféle munkamemória-feladat ugyanolyan hatásos-e, mint amikor többfélét használnak a tréningek során. A kutatásban 9-11 éves gyerekek vettek részt, 10 alkalommal. Az általuk megoldott adaptív számítógépes feladat során állatok képeinek sorozatát kellett memorizálni. A megjegyzéssel párhuzamosan azt is jelezniük kellett, hogy a látott állat képe egyenes vagy fordított állású-e. Eredményeik szerint a gyerekek olvasási képessége szignifikánsan fejlődött a kontrollcsoport tagjaihoz képest.

Az implicit tréningek csoportjába sorolható az „*n* lépést vissza” paradigma is. Az „*n* lépést vissza” feladatban a kísérleti személyeknek különféle ingereket kell figyelniük, és akkor kell jelezniük, ha az éppen bemutatott jel azonos az 1, 2, 3, ... *n* lépéssel korábban bemutatottal. Az ingerek lehetnek például betűk, szavak, alakzatok, arcok vagy képek. Feladatuk ezen ingerek azonosságának vagy helyének megítélése. A kutatásokban alkalmazott feladatok a legtöbb esetben adaptívak: ha a kísérleti személyek teljesítménye javul, *n* értékét megnövelik, ha romlik, csökkentik.

Jaeggi és mtsai (2008) kísérletükben az „*n* lépést vissza” feladatot alkalmazták, és bizonyítékot találtak arra, hogy a munkamemória fejlesztése pozitív hatással van a folyékony intelligenciára. A tréning során a résztvevőknek párhuzamosan kétféle modalitású ingert mutattak (dual *n*-back). Az egyik sorozatban a kísérleti személyek betűket hallottak, a másik sorozat esetében pedig egy négyzetet láttak felvillanni a képernyő más-más helyein. A kísérlet azt is bizonyította, hogy a tréninggel eltöltött idő befolyásolja az eredményeket.

Chooi és Thompson (2012) megismételték Jaeggi és mtsai (2008) kísérletét, azonban az intelligencia változására, valamint a téri és problémamegoldó képességek fejlődésére nem találtak bizonyítékot.

Jaeggi és mtsai (2011) a Moody (2009) által megfogalmazott kritikai észrevételeket (különböző teszt a beavatkozás előtt és után, időkorlát a teszt megoldása során) figyelembe véve szintén megismételték a 2008-ban lefolytatott kutatásukat. Az újabb kísérletben a gyerekeknek csak téri-vizuális ingerekre (single *n*-back) kellett reagálniuk olyan „*n* lépést vissza” feladatban, amely számítógépes játékok formai elemeit használta. A kontrollcsoport tagjai általános tudást mérő feladatokat kaptak. Az eredmények egyértelműen alátámasztották a munkamemória-fejlesztő tréning pozitív hatását a folyékony intelligenciára és azt, hogy a változás három hónap elteltével is kimutatható. Azt a következtetést vonták le, hogy a kognitív tréning hatékony, és hatása hosszú ideig fennmaradhat.

Az eredményesség szerintük függ a tréninggel töltött idő hosszától és a gyakorolt feladatban nyújtott teljesítménytől.

Rudebeck és mtsai (2012) vizsgálatukban olyan összetett „n lépést vissza” feladatot készítettek, amelyben a kísérleti személyeknek fényképeket mutattak egy háromdimenziós szobában elhelyezett 8 keret egyikében. A vizsgálati alanyoknak jelezniük kellett, ha a kép pozíciója vagy az ábrázolt jelenet egyezett az  $n$  lépéssel korábban bemutatottal. A négy hétig (5 nap/hét, 20 perc/nap) tartó intenzív munkamemória-tréning eredményei bizonyítékkal szolgáltak arra, hogy egy egyszerű téri feladat szignifikáns hatással lehet az epizodikus memóriára és a folyékony intelligenciára.

Az „n lépést vissza” paradigma végrehajtása közben a munkamemória számos feladatot teljesít: folyamatos ellenőrzés, frissítés, információk manipulálása, információk megtartása, válasz kiválasztása, gátlás, anyag szervezése, kódolás az epizodikus memóriába. Az alkalmazott ingerek modalitásától (téri-vizuális, auditív, szaglási) függően különféle feldolgozó rendszerek állnak terhelés alatt (Owen, McMillan, Laird & Bullmore, 2005).

A memóriatréninggel foglalkozó szakemberek számára fontos szempont, hogy a gyakorolt feladatban jelentkező teljesítményváltozás együtt jár-e más területeken tapasztalt eredmények változásaival is. Ezeket a változásokat két csoportba lehet osztani. Megkülönböztethető a közeli átvitel (near transfer) és a távoli átvitel (far transfer). Közeli átvitelről akkor beszélünk, ha a fejlődés olyan típusú feladatokban tapasztalható, amelyek nagyon hasonlóak a tréning feladatához. Közeli átvitel például, ha egy adaptív „n lépést vissza” feladattal való „edzés” után magasabb pontszámokat mérünk egy egyszerű terjedelempeladatban. Távoli transzfer során a beavatkozás utáni jobb teljesítmény a munkamemóriát igénybevevő egyéb kognitív kapacitásokban jelentkezik. Távoli transzfernek minősül például, ha fejlődést mutatunk ki a folyékony intelligenciát (pl. Raven-teszt) vagy a szelektív figyelmet mérő (pl. Stroop-feladat) teszten adaptív terjedelmi „edzés” után (Shipstead, Redick & Engle, 2012; Von Bastian & Oberauer, 2014).

A munkamemória kapacitása egyéni eltérést mutat, és az életkor előrehaladtával is változik. Az alacsony munkamemóriakapacitású személyeknek különféle problémákkal kell szembenéznük. Az iskolai teljesítményt jelentősen befolyásolja a munkamemória, főként a végrehajtó funkciók. Ezek nem megfelelő működése tanulási zavarokhoz vezethet, a gyerekek nem tudják követni az utasításokat, problémáik vannak az olvasással, számolással, társaiktól lemaradnak, és nem fejlődnek megfelelő módon (Gathercole & Alloway, 2007; Tánczos, 2012).

Az iskolai előmenetel és a munkamemória közötti kapcsolatokat vizsgáló kutatások eredményei szerint a verbális munkamemória az anyanyelv tanulásával, a téri-vizuális memória pedig az anyanyelvvvel, a matematikával és a természettudományokkal mutatott kapcsolatot (Tánczos, 2012, 2014a, 2014b).

## A VIZSGÁLAT CÉLJA

Jelen vizsgálat célja bizonyítékot találni arra, hogy az „n lépést vissza” feladat rövid idő alatt fejleszti a gyerekek kognitív képességeit.

A vizsgálatban használt adaptív „n lépést vissza” feladat elsősorban a végrehajtó funkciók működését terheli, azonban jelen dolgozat feltevése az, hogy az „n lépést vissza” tréning hatására a beavatkozás előtt és után használt „Kognitív Profil Teszt” (Gyarmathy, 2009) skálái közül több memória- és figyelemfeladatban (Chein & Morrison, 2010; Klingberg és mtsai, 2002; Shipstead és mtsai, 2012) is jobbak lesznek a kísérleti csoport eredményei a kontrollcsoporténál.

Jelen kutatás arra is választ keres, hogy az „n lépést vissza” feladatban nyújtott egyéni teljesítményváltozások hogyan befolyásolják a „Kognitív Profil Teszt” (Gyarmathy, 2009) eredményeit, és feltételezi, hogy aki jobban teljesít a Brain Workshop („n lépést vissza”) játékban, annak jobbak lesznek a teszteredményei.

## MÓDSZER ÉS EREDMÉNYEK

*Vizsgálati személyek*

A vizsgálat résztvevői egy átlagos, kisvárosi általános iskola 6. évfolyamából kerültek ki. Az iskola az egyetlen a településen. Az intézményben sok a tanulási problémával küzdő tanuló, kb. 14%.<sup>1</sup> Ez az arány magasabb az országos átlagnál.<sup>2</sup> Ezek a tanulók az utóbbi években egyre több időt töltenek az iskolában, korrepetálásra, fejlesztésre járnak, de teljesítményük nincs ezzel egyenes arányban.

Az informált beleegyező nyilatkozatot 83 (89%) tanuló szülei írták alá. A „Kognitív Profil Tesztet” (Gyarmathy, 2009) ezen tanulókkal vettük fel. A kísérleti csoportba azok a diákok kerültek, akik vállalták, hogy négy héten keresztül részt vesznek egy „n lépést vissza” feladatot alkalmazó tréningen. A passzív kontrollcsoport (Jaeggi és mtsai, 2008) tagjai illesztett besorolással (Loosli és mtsai, 2011) a „Kognitív Profil Tesztet” (Gyarmathy, 2009) kitöltő többi tanuló közül kerültek ki. Mind a kísérleti, mind a kontrollcsoportot 31-31 tanuló alkotta. A résztvevők semmiféle ellenszolgáltatást nem kaptak.

A két csoport tagjai között szignifikáns statisztikai eltérés nem volt a „Kognitív Profil Teszt” (Gyarmathy, 2009) eredményei alapján, valamint az életkor, a tanulmányi átlag, a szorongalmjegy és a nemek arányának tekintetében sem, amint az az 1. és a 2. táblázatban is látható.

<sup>1</sup> [http://www.oktatas.hu/koznevelas/intezmenykereso/koznevelasi\\_intezmenykereso/!DARI\\_Intezmenykereso/oh.php?id=kir\\_int\\_mod&int\\_omkod=027884](http://www.oktatas.hu/koznevelas/intezmenykereso/koznevelasi_intezmenykereso/!DARI_Intezmenykereso/oh.php?id=kir_int_mod&int_omkod=027884)

<sup>2</sup> <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/oktat/oktatas1516.pdf>

1. táblázat

A kísérleti és a kontrollcsoport alapstatisztikai jellemzői

	Kísérleti csoport		Kontrollcsoport			
Fiú	$n = 18$		$n = 18$			
Lány	$n = 13$		$n = 13$			
Sajátos nevelési igényű	$n = 3$		$n = 3$			
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t(60) p</i>	
Életkor (hónap)	147,06	5,260	147,00	4,655	0,051	0,959
Szorgalom jegy	3,742	0,930	3,645	0,798	0,440	0,661
Tanulmányi átlag	3,903	0,742	3,771	0,660	0,740	0,462
Matematikajegy	3,123	1,005	3,134	0,983	-0,043	0,965

2. táblázat

A kísérleti és a kontrollcsoport „Kognitív Profil Teszten” (Gyarmathy, 2009) elért eredményei a kísérleti beavatkozás előtt (első mérés)

Teszt	Kísérleti csoport <i>M</i>	<i>SD</i>	Kontroll- csoport <i>M</i>	<i>SD</i>	Statiszti- kai próba	<i>p</i>
Figurateszt	12,39	2,836	11,58	2,579	$Z = 1,297$	0,195
Figyelem	5,484	3,586	5,613	3,062	$Z = 0,000$	1,000
Képemlékezet	12,81	3,646	13,26	3,706	$Z = -0,992$	0,321
Számolás	7,00	1,693	6,484	2,064	$Z = 1,351$	0,177
Mennyiségi feladatok	8,129	2,156	7,839	1,968	$Z = 0,727$	0,467
Szavak	9,387	1,202	8,806	1,905	$Z = 1,509$	0,131
Álszavak írása	7,419	2,306	7,226	2,813	$Z = -0,150$	0,881
Számismétlés visszafelé	5,355	2,470	5,258	2,543	$Z = 0,136$	0,892
Térészlelés	3,484	0,851	3,419	1,119	$t(60) = 0,256$	0,799
Vizuális emlékezet, színes	11,26	4,404	10,29	3,761	$t(60) = 0,930$	0,355
Olvasás	6,581	2,964	7,065	2,744	$Z = -0,807$	0,420
Olvasási idő	45,19	8,818	41,94	9,508	$t(60) = 1,399$	0,167

## VIZSGÁLATI ESZKÖZÖK

*A vizsgálat előtt és után használt teszt.* Jelen vizsgálat a „Kognitív Profil Teszt” (Gyarmathy, 2009; Gyarmathy & Szabó, é. n.) online kitölthető tesztjei közül tíz alszkálát használt annak megállapítására, hogy a munkamemória-tréning hogyan hat a gyerekek kognitív képességeire. A teszt az iskolai készségek fejlődésében szerepet játszó leglényegesebb részképességek, képességek és készségek vizsgálatát teszi lehetővé. Az egyén képességstruktúrájáról ad képet, nem célja, hogy az intelligenciatesztekhez hasonlóan egy adatban rögzítse az egyén képességeinek szintjét.

*A teszt feladatai*

*Figura teszt:* A vizsgálati személynek mátrixok hiányzó elemét kell megtalálnia. A Raven-teszt egyszerűsített változata. A feladat 3, egyre nehezedő sorozatból áll. Egy-egy sorozat 6 elemet tartalmaz.

*Figyelem:* Az itt használt eljárás a Pieron-féle figyelemtesztnek megfelelő vizsgálat, itt azonban az ábrák betűkkel vannak helyettesítve. A tanulók feladata 13 sor betű között megtalálni a feladat feletti sorban megadott betűpárokat.

*Képelemlékezet:* A gyerekek 10 pár ábrát néznek meg háromszor. A képeken állatok és tárgyak láthatók. A gyerekek feladata, hogy megjegyezzék az állatok sorrendjét, és hogy melyik állat melyik tárggyal szerepel együtt. Majd sorba kell állítaniuk az állatokat, és minden állat mellé odahúzni a megfelelő tárgyat. A főfeladat szeriális tanulás, az állatok és tárgyak párosítása pedig az egyszerre jelen lévő vizuális elemek megjegyzését vizsgálja.

*Vizuális emlékezet színes háttérrel:* A feladat a véletlen tanulás módszerével a szukcesszív és szimultán ingerfelvételt vizsgálja. A vizsgálati személy 10 olyan képet nézhet meg háromszor egymás után, amin egy állat látható színes háttér előtt, majd sorba kell állítania a képeket, ezután pedig össze kell párosítani az egyes állatokat a háttér színével.

*Térészlelés:* Ez a mentális forgatást igénylő feladat 6 képpárból áll. A vizsgálati személy két képet lát, amelyeken egy-egy tárgy van különböző helyzetben. Azt kell eldöntenie, hogy a két tárgy ugyanaz-e, vagy különböző.

*Iskolai készségeket mérő tesztek:*

*Számolási feladatok:* A vizsgálati személynek egyszerű számolási műveleteket (szorzás, osztás) kell végrehajtania. A műveletek egy része (4 db) kisebb számokkal, míg többsége (6 db) többjegyűvel történik.

*Mennyiségi feladatok:* A feladat a mennyiségfogalommal való bánásmódot méri. A vizsgálati személynek két egyszerű matematikai művelet közül ki kell választani azt, amelyiknek az eredménye nagyobb. A 10 művelet közül 2 egy-



szerűbb, a többi bonyolultabb, nagyobb számokkal, illetve több egyjegyű számmal végzendő.

*Szavak, álszavak írása:* A vizsgálati személyeknek szavakat kell leírniuk. Minden szót először mondatba foglalva hallanak, majd utána megismételve is. 10 szó értelmes szó, 10 pedig álszó.

*Számisméltés visszafelé:* A gyerekeknek 10 egyre hosszabb számsort kell megjegyezniük és emlékezetből visszafelé leírniuk.

*Olvasás:* A gyerekek öt szót látnak egymás alatt, és rá kell kattintaniuk arra, amelyik értelmes. A feladat 10 sorozatból áll. A tesztek közül ez az egyetlen időkorlátos. Egy-egy szócsoportot körülbelül 7 másodpercig látnak a résztvevők.

A teszteken minden helyes megoldás 1 pontot ér. Az egyes teszteken szereshető maximális pontot a 3. táblázat foglalja össze.

### 3. táblázat

A „Kognitív Profil Teszt” (Gyarmathy, 2009) skáláin elérhető maximális pontszámok

Teszt	Maximális pont
Figura	18
Figyelem	10
Képelemlékezet	20
Számolás	10
Mennyiségi feladatok	10
Számisméltés visszafelé	9
Vizuális emlékezet színes háttérrel	20
Szavak írása	10
Álszavak írása	10
Olvasás	10
Térészlelés	6

*A beavatkozáshoz használt program.* A munkamemória-tréningekhez használt program a Brain Workshop Version 4.8.4 volt, amely a Jaeggi és mtsai (2008) által használt „n lépést vissza” feladat ingyen letölthető változata (Hoskinson, 2008).

A Brain Workshop program az „n lépést vissza” feladat többféle változatának alkalmazását teszi lehetővé. A kísérleti beavatkozás során csak téri-vizuális ingert használó változatot (single n-back) alkalmaztunk. Ennek oka egyrészt, hogy Jaeggi és mtsai (2011) vizsgálatukban azt találták, hogy mind az egyféle modalitású ingert (single n-back) alkalmazó „n lépést vissza” feladat, mind pedig a kétféle ingert használó (dual n-back) változata egyformán hatékony. Másrészt a prog-

ram angol nyelvű, így a hangok felismerése nagyon megnehezítette volna a feladatot az angolul nem tudó tanulóknak.

A kísérletben használt feladat során a téri-vizuális inger egy kék négyzet, amely véletlenszerűen jelenik meg nyolc lehetséges pozícióban. A kísérleti személynek akkor kell jeleznie az A billentyű lenyomásával, ha az éppen mutatott jel helye megegyezik az 1, 2, 3... $n$  lépéssel korábban látottéval. Minél nagyobb  $n$ , annál többet kell gondolatban visszalépni, annál nagyobb a memória terhelése.

Egy sorozat  $20 + n^2$  próbából áll. A próbák 3 másodpercenként követik egymást.

Az első alkalommal a kezdő szint az 1-vissza, majd az ezt követő alkalomkor a vizsgálati személyek azon a szinten folytatják a játékot, ahol előző alkalommal befejezték. A program automatikusan változtatja az egyes szinteket az alábbi szabály alapján:

- ha az eredmény 80% vagy nagyobb,  $n$  szintjét megnöveli eggyel,
- ha az eredmény 50% és 79% közötti,  $n$  szintje nem változik,
- ha az eredmény háromszor 50% alatt van,  $n$  szintje eggyel csökken.

A százalékos eredmények a sorozatok befejezése után a helyes és a hibás találatok arányát mutatják. Ha a használó egy sorozat alatt egyszer sem jelez, teljesítménye 0%-nak minősül.

A program rögzíti a játékkal töltött időt és a szintek átlagát.

## ELJÁRÁS

A kísérleti beavatkozás előtt és után a „Kognitív Profil Teszt” (Gyarmathy, 2009) 10 skálájának felvétele csoportosan, online történt az iskola informatika termében. A teszt felvétele körülbelül 40 percet vett igénybe. A gyerekek a kísérletvezető felügyelete mellett, de önállóan dolgoztak. A feladatok megoldását segítő tájékoztató is a rendelkezésükre állt.

A kísérleti csoport tagjai reggel, a tanítás előtt vagy délután, a tanítási órák után vettek részt a memóriatréningben. Az időpontot a gyerekek elfoglaltsága befolyásolta. A tréningek 4 héten át, összesen 13 alkalommal zajlottak. A tanulók 9-13 alkalommal vettek részt ( $M = 11,23$ ,  $SD = 1,50$ ) a memóriatréningeken. Átlagosan 186,26 percet ( $SD = 25,11$ ) töltöttek gyakorlással, ez alkalomként átlagosan 16,62 percet ( $SD = 1,03$ ) jelentett.

A foglalkozások előtt volt egy „nulladik” alkalom, amikor a gyerekek megismerkedtek az „ $n$  lépést vissza” feladattal. Az itt elért eredményeket nem rögzítettük, de az első alkalom azon a szinten indult, ahol a gyakorlás alkalmával tartottak.

A gyerekek minden alkalommal ugyanannál a számítógépnél dolgoztak annak érdekében, hogy az előző alkalommal elért szinten folytathassák a gyakorlást. Az egyes alkalmak végén rögzítettük az „ $n$  lépést vissza” feladat átlagát és a gyakorlással eltöltött időt.

## EREDMÉNYEK

Az „n lépést vissza” tréning kognitív képességekre gyakorolt hatásának megálapítása a kísérlet előtt és után felvett „Kognitív Profil Teszt” (Gyarmathy, 2009) eredményeinek összehasonlításával történt. A vizsgálat során nyert adatokat a RopStat 2.0 statisztikai program segítségével dolgoztuk fel. A szavak és álszavak írását egy feladaton belül vettük fel, de értékelni külön kell, mivel nem teljesen ugyanazt méri a két teszt. A *Szavak írását* az összehasonlító vizsgálatok során nem értékeltük, mivel a tréning előtt felvett teszt eredményei szerint a kísérleti csoport tagjai közül 87% hibátlanul, illetve 1 hibával írta le a szavakat, plafonhatás jelentkezett.

A kísérleti és a kontrollcsoport teljesítményét független mintás t-próba segítségével és kétszemponos vegyes varianciaanalízissel (VA) hasonlítottuk össze (lásd pl. Takács, 2013), ahol a függő változók a tréning előtt és után felvett tesztek pontjai, a csoportosító változó pedig a kísérleti és kontrollcsoport voltak. A független mintás t-próba esetében ha a változók normalitása sérült, sztochasztikus egyenlőség tesztelésére került sor Mann–Whitney-statisztikával (lásd pl. Takács, 2012). A rangszórások egyenlőtlensége esetén a Fligner–Policello-próbát alkalmaztuk. Egymintás t-próbával külön a kontroll- és külön a kísérleti csoport teljesítményében történt változást elemeztük (lásd pl. Takács, 2010). Azokban az esetekben, amikor a különbségmutató normalitása sérült, a Johnson-vagy Gayen-próba és az előjelpróba értékeit vettük figyelembe.

A kontrollcsoportban nem mutatkozott szignifikáns eltérés az 1. és a 2. időpont között egyetlen feladatban sem (lásd 4. táblázat).

## 4. táblázat

A kontrollcsoport „Kognitív Profil Teszten” (Gyarmathy, 2009) elért eredményeinek változása az 1. és a 2. felvétel között.

Teszt	1. időpont <i>M</i>	<i>SD</i>	2. időpont <i>M</i>	<i>SD</i>	Statisztikai próba	<i>p</i>
Figurateszt	11,58	2,579	11,42	2,579	$t(30) = -0,339$	0,736
Figyelem	5,613	3,062	6,581	2,802	$t(30) = 1,901$	0,066
Képeplékezet	13,26	3,706	12,06	3,714	$t(30) = -1,490$	0,146
Számolás	6,484	2,064	6,258	1,999	Gayen-próba	0,473
Mennyiségi feladatok	7,839	1,968	7,452	2,234	$J(30) = -1,076$	0,290
Álszavak írása	7,226	2,813	7,581	2,062	$J(30) = 0,783$	0,439
Számismétlés visszafelé	5,258	2,543	5,871	2,156	$J(30) = 1,685$	0,102
Térészlelés	3,419	1,119	3,613	1,054	$t(30) = 0,701$	0,488
Vizuális emlékezet, színes	10,29	3,761	8,871	4,311	$t(30) = -1,525$	0,137
Olvasás	7,065	2,744	7,065	2,804	$t(30) = 0,000$	1,000
Olvasás	41,94	9,508	38,68	11,73	$J(30) = -1,788$	0,083

**5. táblázat**

A kísérleti csoport „Kognitív Profil Teszten” (Gyarmathy, 2009) elért eredményei  
a kísérleti beavatkozás után

<b>Teszt</b>	<b>1. időpont M</b>	<b>SD</b>	<b>2. időpont M</b>	<b>SD</b>	<b>Statisztikai próba</b>	<b>p</b>
Figura	12,39	2,836	11,94	2,502	$t(30) = -0,893$	0,3788
Figyelem	5,484	3,586	7,903	2,119	$t(30) = 3,981$	0,0004***
Képelemlékezet	12,81	3,646	12,58	3,862	$t(30) = -0,384$	0,7036
Számolás	7,000	1,693	7,452	1,387	$\#(X < Y) = 14, \#(X > Y) = 7$	0,1892
Mennyiségi feladatok	8,129	2,156	8,935	1,692	$J(30) = 2,699$	0,0113*
Álszavak írása	7,419	2,306	7,968	2,858	$\#(X < Y) = 18, \#(X > Y) = 5$	0,0106*
Számisméltés visszafelé	5,355	2,470	6,161	1,573	$t(30) = 2,315$	0,0276*
Térészlelés	3,484	0,851	3,677	1,045	$t(30) = 0,828$	0,4143
Vizuális emlékezet, színes	11,26	4,404	12,39	4,971	$t(30) = 1,362$	0,1835
Olvasás	6,581	2,964	7,871	2,217	$J(30) = 2,885$	0,0072**
Olvasási idő	45,19	8,818	38,00	7,629	$t(30) = -3,790$	0,0007***

\*:  $p < 0,05$  \*\*:  $p < 0,01$  \*\*\*:  $p < 0,001$

A kísérleti csoport viszont szignifikáns javulást mutatott a *Mennyiségi feladatban*, az *Álszavak írása*, a *Számisméltés visszafelé* és a *Figyelem* feladatban, valamint az *Olvasási* képességet mérő teszten (lásd 5. táblázat).

6. táblázat

A kísérleti és a kontrollcsoport beavatkozás utáni „Kognitív Profil Teszt” (Gyarmathy, 2009) eredményeinek két szempontos vegyes varianciaanalízise

	df	Főhatás ismétlés		Főhatás csoport		Interakció csoport x ismétlés	
		F	p	F	p	F	p
Figyelem	1; 60	18,253	0,0001***	0,889	0,349	3,353	0,072+
Mennyiségi feladatok	1; 60	0,654	0,422	3,998	0,050+	5,295	0,024*
Olvásás	1; 60	3,484	0,066 +	0,074	0,786	3,484	0,066+
Olvásási idő	1; 60	17,978	0,0001***	0,383	0,538	2,549	0,115
Számolási feladat	1; 60	0,248	0,620	4,595	0,036*	2,233	0,140
Vizuális emlékezet	1; 60	0,054	0,816	5,907	0,018*	4,18	0,045*
Számismétlés visszafelé	1; 60	6,783	0,011*	0,154	0,696	0,126	0,723
Képelemlékezet	1; 60	2,040	0,158	0,002	0,968	0,948	0,334
Térészlelés	1; 60	1,145	0,288	0,120	0,730	-0,000	1,000
Figurateszt	1; 60	0,780	0,380	1,346	0,250	0,175	0,677
Álsvyak írása	1; 60	2,175	0,145	0,263	0,609	0,100	0,753

\*:  $p < 0,05$  \*\*:  $p < 0,01$  \*\*\*:  $p < 0,001$

A *Mennyiségi feladatok* esetén a két szempontos vegyes VA a csoport és ismétlés főhatások interakcióját 5%-os szinten ( $F(1;60) = 5,295$   $p < 0,05$ ) jelezte. A kontrollcsoport bemeneti és kimeneti eredményei nem térnek el egymástól szignifikánsan ( $J(30) = -1,076$   $p > 0,05$ ). A kísérleti csoport saját eredményeit összehasonlítva szignifikáns az eltérés ( $J(30) = 2,699$   $p < 0,05$ ). A kísérleti és a kontrollcsoport eredménye között 1%-os szinten szignifikáns eltérést jelzett a Mann–Whitney-statisztika ( $Z = 3,140$   $p < 0,01$ ).

A *Számolási feladatok*ban nyújtott teljesítmény vonatkozásában a két szempontos vegyes varianciaanalízis eredményei azt mutatják, hogy a csoport főhatás szignifikáns ( $F(1;60) = 4,595$   $p < 0,05$ ). A két csoport közötti különbség is szignifikáns ( $FPW(51,8) = 2,782$   $p < 0,01$ ). A csoportok saját teljesítménye azonban nem változott szignifikánsan (kísérleti csoport:  $J(30) = 1,633$   $p > 0,05$ , kontrollcsoport:  $J(30) = -0,729$   $p > 0,05$ ). A közepes hatásmérték ( $d = 0,694$ ) a két csoport teljesítményének ellentétes irányú változásának tudható be.

Az *Olvásás* feladat esetében a VA tendenciaszinten jelezte az ismétlés hatását ( $F(1;60) = 3,484$   $p > 0,05$ ) és a csoport és ismétlés interakcióját ( $F(1;60) = 3,484$   $p > 0,05$ ). A kontrollcsoport teljesítménye nem változott a két mérés eredményei

alapján. A kísérleti csoport teljesítménye viszont 5%-os szinten szignifikáns ( $J(30) = 2,885$   $p < 0,01$ ). Az olvasási idő esetén a két szempontos vegyes VA 0,1%-os szinten szignifikáns ismétlés főhatást jelzett ( $F(1;60) = 19,978$   $p < 0,001$ ). Mind a két csoport rövidebb idő alatt oldotta meg a feladatot, a kimeneti mérés eredményei között nincs szignifikáns különbség ( $Z = 0,134$   $p > 0,05$ ). A csoportok saját fejlődését összehasonlítva a kísérleti csoport esetén a ráfordított idő szignifikánsan kevesebb ( $t(30) = 3,790$   $p < 0,001$ ). Összefoglalva tehát a kísérleti csoport rövidebb idő alatt több szót olvasott el helyesen, mint a bemeneti méréskor. A kontrollcsoport ugyanannyi szót olvasott el a kimeneti méréskor, de rövidebb idő alatt.

A *Figyelem* feladat adatainak feldolgozása során a vegyes VA az ismétlés faktor szignifikáns hatását mutatta ( $F(1; 60) = 18,253$   $p < 0,001$ ). A kísérleti csoport bemeneti és kimeneti eredményei között 0,1%-os szinten szignifikáns a különbség ( $t(30) = 3,981$   $p < 0,001$ ). A kontrollcsoport eredményei ( $t(30) = 1,901$   $p > 0,05$ ) is pozitív irányba változtak, de nem jelentős mértékben. A két csoport eredményei közötti különbség 5%-os szinten szignifikáns ( $t(60) = 2,096$   $p < 0,05$ ), ez közepes mértékű eltérés ( $d = 0,532$ ).

A *Számismétlés visszafelé* teszt esetén a két szempontos vegyes VA eredményei azt mutatják, hogy az ismétlés főhatás szignifikáns ( $F(1;60) = 6,783$   $p < 0,05$ ). A kontrollcsoport teljesítménye a bemeneti és kimeneti méréskor nem különbözött szignifikánsan ( $J(30) = 1,685$   $p > 0,05$ ). A két csoport eredménye között sincs szignifikáns eltérés ( $Z = 0,159$   $p > 0,05$ ). Az ismétlés főhatás szignifikanciáját a kísérleti csoport eredményének jelentős változása ( $t(30) = 2,315$   $p < 0,05$ ) okozhatja.

A *Vizuális emlékezet* teszt eredményeinek elemzése során a csoport hatása 5%-os szinten szignifikáns ( $F(60) = 5,907$   $p < 0,05$ ). A csoport és az ismétlés interakciója szintén 5%-os szinten szignifikáns ( $F(60) = 4,18$   $p < 0,05$ ). De sem a kontrollcsoport ( $t(30) = 1,525$   $p > 0,05$ ) sem a kísérleti csoport ( $t(30) = 1,362$   $p > 0,05$ ) saját eredményei nem különböznek szignifikánsan a bemeneti és a kimeneti mérés tekintetében. A két csoport egymáshoz viszonyított kimeneti teljesítménye azonban szignifikáns eltérést mutat ( $t(60) = 2,975$   $p < 0,01$ ). A közepes hatásmérték ( $d = 0,756$ ) a két csoport teljesítményének ellentétes irányba történő változásának tudható be.

### *Tréningfeladat*

A gyerekek alkalmankénti átlagteljesítményét a 7. táblázat foglalja össze. Az adatokból látható, hogy a teljesítmények folyamatosan emelkednek kisebb visszaesésekkel. A minimum- és a maximumértékek mutatják, hogy a gyerekek egyéni teljesítménye nagyon eltért, nem egyformán fejlődtek. Az első és az utolsó alkalom közötti különbség 0,1%-os szinten szignifikáns ( $t(30) = 10,979$ ,  $p <$

0,001). Az eredményeket összetartozó mintás varianciaanalízissel megvizsgálva ( $F(12,108) = 7,559$   $p < 0,001$ ) a Tukey-féle páronkénti összehasonlítás eredményei alapján szignifikáns eltérés van a második ( $T2_{13} = 7,38$   $p < 0,01$ ), a negyedik ( $T4_{13} = 5,22$   $p < 0,05$ ) és az utolsó alkalom között. Az ötödik alkalomtól kezdve az utolsóig a fejlődés mértéke nem szignifikáns.

7. táblázat

Az „n lépést vissza” feladat alkalmankénti eredményei

Alkalom	Résztevők N	M	SD	Minimum	Maximum
1.	25	1,807	0,580	1,00	3,71
2.	28	1,925	0,569	1,00	3,43
3.	29	2,182	0,644	1,15	3,80
4.	27	2,224	0,573	1,15	3,20
5.	27	2,550	0,804	1,50	4,80
6.	29	2,540	0,697	1,71	4,20
7.	28	2,695	0,714	1,71	5,00
8.	27	2,728	0,700	1,25	4,50
9.	26	2,626	0,659	1,27	4,00
10.	29	2,670	0,695	1,00	4,00
11.	29	2,652	0,573	1,88	3,86
12.	26	2,867	0,613	1,89	4,25
13.	18	2,839	0,662	1,75	4,40

Az egyéni különbségek és a teszteken elért eredmények közötti kapcsolat megállapítása Spearman-féle rangkorrelációs analízissel történt. A tanulók alkalmankénti teljesítményének átlaga és a tanulói teljesítmények közötti szignifikáns együttváltozásokat a 8. táblázat foglalja össze.

8. táblázat

Az „n lépést vissza” feladat tanulói átlaga és a kimeneti tesztek szignifikáns rangkorrelációi

Teszt	N	$r_s$	p
Számismétlés visszafelé	31	.353+	0,050
Számolási feladat	31	.363*	0,045
Mennyiségi feladat	31	.454*	0,010
Figyelemteszt	31	.422*	0,018
Álszavak írása	31	.370*	0,040

\*:  $p < 0,05$  \*\*:  $p < 0,01$  \*\*\*:  $p < 0,001$

A tesztek közül a *Számolási feladatok*, a *Mennyiségi feladatok*, a *Figyelem* és az *Álszavak írása* tesztek mutattak szignifikáns pozitív együttváltozást a tanulók „n lépést vissza” feladaton elért átlagával. A *Számismétlés visszafelé* teszt esetében csak tendenciaszintű az együttjárás.

## DISZKUSSZIÓ

Kutatásunk célja az volt, hogy megvizsgáljuk, az „n lépést vissza” feladatokkal való rövid gyakorlás javítja-e a gyermekek kognitív képességeit.

Jelen vizsgálatban 31 általános iskolás tanuló vett részt négy héten keresztül az „n lépést vissza” feladatot használó memóriatréningben. A „Kognitív Profil Teszt” (Gyarmathy, 2009) 10 alskálájának eredményei szolgáltak a tréning hatásának ellenőrzésére. A kísérleti csoport teljesítményét egy illesztett passzív kontrollcsoport (N = 31) teszteken nyújtott teljesítményével hasonlítottuk össze.

A memóriatréning előtt a kísérleti és a kontrollcsoport teszteken elért eredményei nem tértek el egymástól szignifikánsan. A kontrollcsoport esetében a fejlesztés előtt és után felvett tesztek eredményei nem különböztek szignifikánsan a „Kognitív Profil Teszt” (Gyarmathy, 2009) egyetlen feladatában sem. A kísérleti csoport saját teljesítményét vizsgálva szignifikáns javulás volt tapasztalható a *Figyelem*-, a *Mennyiségi feladatok*, az *Álszavak írása*, az *Olvasás*, a *Számismétlés visszafelé* teszt eredményei tekintetében, valamint nőtt az olvasási sebesség is.

Látható, hogy a memóriafejlesztésben részt vevő gyerekek nemcsak a tréningfeladatban mutattak jelentős fejlődést, hanem a különböző tesztekkel mért, közvetlenül nem fejlesztett képességeket, készségeket igénylő feladatokban is. A memóriatréning után a gyerekek mennyiségfogalommal való bánásmódja jelentősen javult. Az *Olvasás* feladat eredményei szerint rövidebb idő alatt több szót olvastak el helyesen, mint a tréning előtt. Jelentős mértékben fejlődött a koncentrált figyelmük és a számterjedelmi teljesítményük.

Az „n lépést vissza” feladat eredményes megoldásához szükséges a munkamemória tartalmának frissítése, a régi elemek újabb elemekkel való helyettesítése és a változások figyelése (Jaeggi és mtsai, 2008). A *Figyelem* feladatban nyújtott teljesítmény javulása magyarázható azzal, hogy a tréningfeladat során a folyamatos frissítés elősegítette a figyelem irányításának fejlődését. A központi végrehajtó hatékonyságának fejlődésével magyarázható a *Számismétlés visszafelé* teszt eredményeinek javulása is.

A *Mennyiségi feladatok* teszt eredményei összhangban vannak a Van der Molen és mtsai (2010) kutatásában talált eredményekkel, akik adaptív memóriatréning után a teljesítmények javulását tapasztalták egy számtani műveleteket alkalmazó teszten, valamint a Gathercole és Pickering (idézve Tánccos által,



2014a, 2014b) kutatásában talált eredményekkel, miszerint a kisiskolások munkamemória-kapacitása, valamint matematikai teljesítménye összefügg.

Az *Olvásás* feladat eredményei teljesen megegyeznek Shiran és Breznitz (2011) eredményeivel, akik szintén azt találták, hogy a vizsgálati személyek rövidebb idő alatt több szót olvastak el helyesen munkamemória-tréning utáni méréskor.

A memóriatréning során használt „n lépést vissza” feladat eredményei azt mutatják, hogy a gyerekek teljesítménye szignifikánsan fejlődött a feladatban. Fejlődésük a kezdeti jelentős növekedés után azonban lelassult. Ha a jelen vizsgálatban kapott eredményeket összehasonlítjuk Jaeggi és mtsai (2008) tanulmányával, több eltérés is felfedezhető. Először is, Jaeggi és mtsai (2008) vizsgálatában a fejlődési görbe meredekebben emelkedik a fejlesztés egész ideje alatt. Másodszor, az elért „n lépést vissza” szint jóval magasabb, mint a jelen vizsgálat esetében. Ezen eltérések okát a gyerekek motivációjának változásában kell keresni. A kezdeti alkalmakkor nagyobb lelkesedéssel gyakoroltak, az ismeretlen feladat felkeltette érdeklődésüket. Viszont az „n lépést vissza” feladat nehéz, sokat és kitartóan kell „edzeni”, hogy az eredmények javuljanak. Mivel a tréningnek pozitív hatásai vannak, a gyerekek motivációját sokkal érdekesebb, a számítógépes játékok elemeit felhasználó feladattal lehetne fenntartani.

Jelen dolgozat arra is választ keresett, hogy az „n lépést vissza” feladatban nyújtott egyéni teljesítmények milyen együttjárást mutatnak a tesztek eredményeivel, és feltételeztük, hogy aki jobban teljesít a Brain Workshop játékban, annak jobbak lesznek a teszteredményei is. Statisztikailag igazolható pozitív irányú együttjárást mutattak a *Számolási feladatok*, a *Mennyiségi feladatok*, a *Figyelem-* és az *Álszavak írása* teszt eredményei a gyerekek „n lépést vissza” feladaton elért átlagával. A *Számisméltés visszafelé* teszt esetében pedig tendenciaszintű korreláció volt megfigyelhető. A tréningfeladaton elért teljesítmény kapcsolatban van a tesztek eredményével. Mindez pedig összhangban van Jaeggi és mtsai (2011) megállapításával.

Jelen dolgozat korlátjaként merülhet fel, hogy a kutatásba bevont tanulók egyetlen iskolából kerültek ki; az aktív kontrollcsoport hiánya, valamint a nem véletlenszerű csoportba sorolás. A passzív kontrollcsoport alkalmazása befolyásolhatja az eredményeket, mert tagjai úgy érezhetik, hogy nekik nem kell fejlődést mutatniuk az utótesztnél, míg a kísérleti csoport tagjainak lehetnek elvárásaik (Shipstead és mtsai, 2012). A nem véletlen besorolás szintén hatással lehet a kapott eredményekre, így azok nem bizonyítják egyértelműen, hogy a javulás csak a memóriatréningnek tudható be.

A téma fontossága miatt célszerű lenne a vizsgálatot megismételni több diák bevonásával, és az illesztés mellett a véletlen csoportba sorolást alkalmazni.

Korábbi kutatások bizonyították a munkamemória és az iskolai teljesítmény közötti kapcsolatot (Tánczos, 2014a, 2014b), ezért fontos lenne további vizsgálatokat folytatni a fejlesztés egyes tantárgyakkal való kapcsolatáról, illetve hogy hatása mennyire hosszú távú.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük a kutatásban részt vevő általános iskola igazgatójának, Sági Tibornénak, hogy lehetővé tette a vizsgálatok, memóriatréningek lefolytatását és az adatok felvételét.

Köszönet illeti az intézményben informatikát tanító tanárokat a technikai segítségért, valamint a vizsgálatban részt vevő gyerekeket, akik rendszeresen megjelentek a memóriafejlesztő foglalkozásokon.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *Psychology of learning and motivation*, 2, 89–195. [http://dx.doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60422-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3)
- Baddeley, A. (2005). *Az emberi emlékezet*. (pp. 88-168). Budapest: Osiris Kiadó.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136–140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Brown, A.L., Campione, J.C., Bray, N.W., & Wilcox, B.L. (1973). Keeping track of changing variables: Effects of rehearsal training and rehearsal prevention in normal and retarded adolescents. *Journal of Experimental Psychology*, 101(1), 123–131. doi: 10.1037/h0035798
- Butterfield, E. C., Wambold, C., & Belmont, J. M. (1973). On the theory and practice of improving short-term memory. *American Journal of Mental Deficiency*, 77, 654–669.
- Chein, J. M., & Morrison, A. B. (2010). Expanding the mind's workspace: Training and transfer effects with a complex working memory span task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17(2), 193–199. doi:10.3758/PBR.17.2.193
- Chooi, W.-T., & Thompson, L. A. (2012). Working memory training does not improve intelligence in healthy young adults. *Intelligence*, 40, 531–542. doi:10.1016/j.intell.2012.07.004
- Conway, A. R. A., & Engle, R.W. (1994). Working memory and retrieval: A resource-dependent inhibition model. *Journal of Experimental Psychology, General*, 123(4), 354–373. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-3445.123.4.354>
- Cowan, N. (2000). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*. 24(1) 87–185. doi:10.1017/S0140525X01003922
- Engle, W.R., Kane, J.M., & Tuoholski, S.W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. In A. Myake, & P. Shah (Eds.). *Models of working memory*. (pp. 102–134). Cambridge: Cambridge University Press.
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102(2), 211–245. doi:10.1037/0033-295X.102.2.211
- Ericsson, K. A., Chase, W. G., & Faloon, S. (1980). Acquisition of a memory skill. *Science*, 208(4448), 1181–1182. doi: 10.1126/science.7375930
- Gathercole, S. E., & Alloway, T. P. (2007). *Understanding working memory. A classroom guide*. Lon-

- don: Harcourt Assessment. Letöltve: (2015. október 2.) <http://wmp.education.uci.edu/for-parents-and-educators/>
- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000). Assessment of working memory in six and seven-year old children. *Journal of Educational Psychology*, *92*(2), 377–390. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.92.2.377> (idézi Tánzos, 2014a, 2014b)
- Gyarmathy É. (2009). Kognitív Profil Teszt. *Iskolakultúra 3-4*, 60-73.  
 Letöltve: (2015. október 15.) <http://www.diszlexia.hu/>
- Gyarmathy É., & Szabó Z. (é.n.). „Kognitív Profil Teszt” (Gyarmathy, 2009). Letöltve: (2015. október 15.) <http://kognitivprofil.hu/index.php>
- Hoskinson, P. (2008). Brain Workshop 4.8.4 – A Dual N-back Game.  
 Letöltve: (2015. október 2.) <http://brainworkshop.sourceforge.net/>
- Jaeggi, S. M., Buschkuohl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *105*(19), 6829–6833. doi: 10.1073/pnas.0801268105
- Jaeggi, S. M., Buschkuohl, M., Jonides, J., & Shah, P. (2011). Short-and long- term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *108*(25), 10081–10086. doi: 10.1073/pnas.1103228108
- Jaeggi, S. M., Buschkuohl, M., Shah, P., & Jonides, J. (2013). The role of individual differences in cognitive training and transfer. *Memory & Cognition*, *42*(3), 464-480.  
 doi: 10.3758/s13421-013-0364-z
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *14*(7), 317-324. doi: 10.1016/j.tics.2010.05.002
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *24*(6), 781-791. doi: 10.1076/j.jcen.24.6.781.8395
- Kyllonen, P.C., & Christal, R.E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence*, *14*(4), 389–433. [http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896\(05\)80012-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896(05)80012-1)
- Loosli, S. V., Buschkuohl, M., Perrig, W. J., & Jaeggi, S. M. (2012). Working memory training improves reading processes in typically developing children. *Child Neuropsychology*, *18*(1), 62-78. doi: 10.1080/09297049.2011.575772
- Miller, G.A. (1956). The magical number seven, plus-or-minus two or some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, *63*(2), 81–97. <http://dx.doi.org/10.1037/h0043158>
- Moody, D. E. (2009) Can intelligence be increased by training on a task of working memory? *Intelligence*, *37*, 327-328. doi:10.1016/j.intell.2009.04.005
- Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, *25*, 46-59. doi:10.1002/hbm.20131
- Racsmány M., Lukács Á., Németh D., & Pléh Cs. (2005). A verbális munkamemória magyar nyelvű vizsgálóeljárásai. *Magyar Pszichológiai Szemle*, *60*(4), 479-505. doi: 10.1556/MPszle.60.2005.4.3
- Rudebeck, S. R., Bor, D., Ormond, A., O'Reilly, J. X., & Lee, A. C. H. (2012). A potential spatial working memory training task to improve both episodic memory and fluid intelligence. *PLoS ONE*, *7*(11), e50431. doi:10.1371/journal.pone.0050431

- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2012). Is working memory training effective? *Psychological Bulletin*, 138(4), 628–654. <http://dx.doi.org/10.1037/a0027473>
- Shiran, A., & Breznitz, Z. (2011). The effect of cognitive training on recall range and speed of information processing in the working memory of dyslexic and skilled readers. *Journal of Neurolinguistics*, 24(5), 524–537. doi:10.1016/j.jneuroling.2010.12.001
- Takács Sz. (2010). Egy nem hagyományos statisztikai eljárás bemutatása az OECD PISA adatbázison: Esettanulmány. *Alkalmazott Matematikai Lapok*, 27, 157–174. Letöltve: (2015. október 4.) <http://aml.math.bme.hu/wp-content/uploads/2014/03/27-takacs.pdf>
- Takács Sz. (2012). Érzékenységvizsgálatok a statisztikai eljárásokban. *Alkalmazott Matematikai Lapok*, 29, 67–100. Letöltve: (2015. október 4.) <http://aml.math.bme.hu/wp-content/uploads/2012/06/29-Tak%C3%A1cs.pdf>
- Takács Sz. (2013). *Többváltozós statisztikai módszerek: Segédanyag a pszichológus mesterképzés statisztika mesterfokon tantárgyának gyakorlatához*. Budapest: L'Harmattan Kiadó. Letöltve: (2015. október 4.) <http://www.kre.hu/ebook/>
- Tánczos T. (2012). A végrehajtó funkciók szerepe az iskolában és a verbális fluencia tesztek. *Iskolakultúra*, 6, 38–51. Letöltve: (2015. december 20.) [http://epa.oszk.hu/00000/00011/00166/pdf/EPA00011\\_Iskolakultura\\_2012\\_06\\_038-051.pdf](http://epa.oszk.hu/00000/00011/00166/pdf/EPA00011_Iskolakultura_2012_06_038-051.pdf)
- Tánczos T. (2014a). *A verbális fluencia és a munkamemória életkori változásai és szerepük az iskolai teljesítményben (Doktori Disszertáció)*. Letöltve: (2015. december 20.) [http://doktori.bibl.u-szeged.hu/2197/1/Disszertacio\\_Tanczos.pdf](http://doktori.bibl.u-szeged.hu/2197/1/Disszertacio_Tanczos.pdf)
- Tánczos T. (2014b). A munkamemória és végrehajtó funkciók kapcsolata az iskolai teljesítménnyel. *Alkalmazott Pszichológia*, 14(2), 55–75. Letöltve: (2015. december 20.) [http://ap.elte.hu/wp-content/uploads/2014/09/AP\\_2014\\_2\\_Tanczos\\_etal.pdf](http://ap.elte.hu/wp-content/uploads/2014/09/AP_2014_2_Tanczos_etal.pdf)
- Van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., Van der Molen, M. W., Klugkist, I., & Jongmans, M. J. (2010). Effectiveness of a computerised working memory training in adolescents with mild to borderline intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 433–447. doi:10.1111/j.1365-2788.2010.01285.x
- von Bastian, C. C., & Oberauer, K. (2014). Effects and mechanisms of working memory training: A review. *Psychological Research*, 78(6), 803–820. <http://dx.doi.org/10.1007/s00426-013-524-6>