

AZ IOWA SZERENCSEJÁTÉK FELADAT (IOWA GAMBLING TASK, IGT) HAZAI ALKALMAZÁSA SORÁN SZERZETT EREDMÉNYEK ÉS TAPASZTALATOK

Rózsa Sándor^{1,2} Kun Judit², Eisinger Andrea³, Magi Anna³,
Gyurkovics Máté³, Czabány Roland⁴, Kálmán Rita⁵, Kő Natasa^{2,3}

¹Washington University, St. Louis, Egyesült Államok,

²OS Hungary Tesztfejlesztő Kft., Budapest,

³Eötvös Loránd Tudományegyetem, Pszichológiai Intézet, Budapest,

⁴Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Ergonómia
és Pszichológia Tanszék, Budapest,

⁵LG Magyarország, Budapest

levelező szerző: Rózsa Sándor. Email-cím: rozsasqq@gmail.com

Absztrakt

Az Iowa Szerencsejáték Feladat (Iowa Gambling Task, IGT) a legnépszerűbb és széles körben validált neurokognitív mérőeszköz, amely a valós élet döntéseit jeleníti meg. A jelen tanulmány fókuszában az IGT érvényességének és a teljesítménymutatók alakulásának vizsgálata áll különböző feltételek mellett (pl. egyéni, csoportos és online teszt-felvétel), melynek empirikus hátterét nagy elemszámú vizsgálati minta szolgáltatja. Összesen 1553, 15 és 72 éves kor közötti személlyel vettük fel az IGT magyar nyelvű változatát, akiket 3 jól elkülönülő csoportra oszthatunk: 1. 906 önkéntes résztvevő, akik az IGT számítógépes változatát egyéni, csoportos vagy online módon töltötték ki; 2. 115 fogvatartott (fiatalkorú és felnőtt) különböző büntetés-végrehajtási intézményből; 3. az előfeszítés hatását 532 önkéntes résztvevőn vizsgáltuk; az IGT felvétele előtt a Ballon Analogues Risk Task (BART) módszer felvétele történt. Eredményeink szerint a felvétel módja nem befolyásolta szignifikánsan az IGT feladat során elért teljesítménymutatókat. A Steingroever és munkatársainak (2013) tanulmányában szereplő 3 fő hipotézist mi is megvizsgáltuk: 1. az egészséges személyek gyakran a kis gyakoriságú „rossz” pakli (B) iránt alakítanak ki preferenciát; 2. az egészséges személyek gyakran a szokásostól eltérő módon választanak; 3. az egészséges személyek paklik közötti váltásai nem mutatnak szisztematikus csökkenést. A kapott eredményeink összhangban vannak Steingroever és munkatársainak eredményeivel, amelyek az IGT hagyományos értelmezési keretét kérdőjelezik meg. A fogvatartottak és az illesztett kontrollcsoport teljesítménymutatóinak összehasonlításakor nem találtunk szignifikáns eredményt, bár az jól látható, hogy a bűnelkövetők a tanulási fázisban (1–40 választás) általában lassabban tanulják meg, hogy a rossz pakliból ne válasszanak. Eredményeink azt is alátámasztották, hogy a kognitív előfeszítés szignifikáns hatást gyakorol az IGT feladaton elért teljesítménymutatókra.

Kulcsszavak: Iowa Szerencsejáték Feladat (IGT) ■ döntéshozatal ■ felvételi mód ■ kognitív előfeszítés ■ fogvatartottak.

Abstract

The Iowa Gambling Task (IGT) is the most frequently cited and well-validated neuro-cognitive measure that simulates real-life decision-making. The present study focuses on the validity of the test and the performance on it under different conditions (i. e.: individual, group and online administrations, with and without cognitive priming). We assessed 1553 Hungarian subjects (between 15 and 72 years) using the Hungarian version of the Iowa Gambling Task. Participants were divided into three groups: 1) 906 healthy volunteers were tested in the IGT in individualized, group and online assessment settings; 2) 115 inmates (adolescents and adults) were tested in different correctional institutions; 3) the role of procedural priming's was investigated by administering the Balloon Analogue Risk Task (BART) before the IGT with 532 healthy volunteers. In the first sample there was no evidence that assessment settings (individualized, group and online) had significant effects on the performance on IGT. Following the findings of the study of Steingroever et al. (2013) we also examined three key assumptions about the performance of healthy participants: 1. healthy participants often prefer card decks with infrequent losses; 2. healthy participants show idiosyncratic choice behavior; 3. healthy participants do not show a systematic decrease in the number of switches across trials. Our findings confirm the results of Steingroever et al. (2013) and question the prevailing interpretation of the IGT data. We found no significant difference between the performance of the control group and the group of correctional inmates. Nonetheless, there is evidence that inmates in general learned to avoid the risky card decks more slowly than controls across the learning phase (trials 1–40). Our results indicate that procedural priming did have a significant effect on learning patterns, the priming yielded better results in the IGT.

Keywords: Iowa Gambling Task, decision-making, assessment settings, cognitive priming, prisoners.

BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedekben jelentős érdeklődés irányult a komplex döntési folyamatok kognitív és érzelmi aspektusainak feltárására. A gyenge döntéshozatali képesség és a döntésekben való bizonytalanság számos neuropszichológiai és klinikai zavar központi tünete: pl. agysérülések, figyelemhiányos hiperaktivitás zavar (ADHD), kábítószer-, alkohol- és szerencsejáték-függőség, mánia és az evészavarok bizonyos típusai. A Bechara, Damasio, A. R., Damasio, H. és Anderson (1994) által kidolgozott Iowa Szerencsejáték Feladat (Iowa Gambling Task, IGT) a legnépszerűbb neuropszichológiai paradigma, amelyet a döntési folyamatok deficitjének felmérésére alkalmaznak a legkülönbözőbb klinikai mintákon. A módszer népszerűségét a tudásmetriai adatok is jól szemléltetik. A Google tudományos keresője, a Google Scholar közel 30 ezer bejegyzést ad a módszer nevének beírására, a világ legerjedtebb orvosi adatbázisa, a Medline pedig több mint 800 tudományos művet jelez.

A mérőmódszer kidolgozásának alapját a ventromediális prefrontális kérgi (vmPFC) agysérültek társas magatartásában bekövetkező változások megfi-

gyeléseit adták. Az ilyen személyek képtelenek a cselekedeteik jövőbeni következményeit hatékonyan felmérni, vagy vágyaik teljesülését késleltetni, így viselkedésüket többnyire a pillanatnyi pozitív vagy negatív események határozzák meg. Az orvostudomány egyik legismertebb ilyen esete a 19. században élt Phineas Gage építési művezető szörnyű balesetét írja le, akinek egy robbantás során hosszú vasrúd fúródott a fejébe, a frontális lebeny nagymértékű károsodását okozva. Gage túlélte a balesetet, sőt, a fizikai gyógyulása teljes volt, hiszen pár hónap múlva már hosszabb sétákra is képes volt, és semmilyen fájdalmat nem érzett. A baleset azonban jelentősen megváltoztatta a személyiségét és a társas magatartását. A korábban szeretetre méltó és figyelmes mérnök egy fegyelmetlen és agresszív személlyé vált. Damasio (1996) híres könyvében, a *Descartes tévedésében* Gage esetén keresztül szemlélteti a frontális lebeny, az érzelem és a gyakorlati döntéshozatal közötti kapcsolatot. Az Iowa Szerencsejáték Feladat elméleti hátterét a Damasio által megfogalmazott *somatikus marker* hipotézis jelenti, ami azt fejezi ki, hogy a különböző helyzetek és események átélése során kialakuló belső érzelmi állapotok az ismétlődések következtében összekapcsolódnak a kiváltó kontextuális elemekkel, és elraktározódnak. A helyzetek pozitív vagy negatív kimenetelével társított érzelmi és fiziológiai lenyomatok hasonló szituációban újra aktiválódhatnak, és ezáltal megkönnyíthetik a helyzet értékelését vagy a szituációban szükséges döntések meghozatalát. A mindennapos döntési helyzetekben sokszor rendkívül nagyszámú megoldási lehetőség között kell választanunk, melyek közül pusztán költség-haszon elemzéssel kiválasztani a megfelelőt nagyon hosszadalmas lenne, így sok esetben a „megérzéseinkre” támaszkodunk. A szomatikus markerek azáltal segítik a döntést, hogy bizonyos veszélyes vagy kedvező lehetőségeket kiemelnek, így ezeket gyorsan kiiktatják a további mérlegelésből. Damasio elmélete alapján a Gage társas kapcsolataiban bekövetkező változást a prefrontális kérgi sérülés következtében kialakult érzelmi deficit okozta, ami a társas magatartásszabályozás központi elemét, a szomatikus marker jelzőrendszert iktatta ki.

Damasio közeli munkatársa és tanítványa, Antoine Bechara (2003) az addikciót és a döntési folyamatokat tanulmányozva alkotta meg az életszerű döntési helyzeteket modellező Iowa Szerencsejáték Feladatot, amely az azonnali jutalom előnyben részesítésének tendenciáját vizsgálja, szemben a hosszabb távon történő gyarapodással.

AZ IOWA SZERENCSEJÁTÉK FELADAT BEMUTATÁSA

A számítógépes feladat során a résztvevőknek 4 pakliból (A, B, C és D) kell kártyákat választaniuk (összesen 100 választás) úgy, hogy a lehető legnagyobb nyereséget ériék el. Minden egyes kártya kiválasztása után megjelenik a kártyához

rendelt nyereség és/vagy veszteség¹. Az egyes kártyapaklik nyereség- és veszteségjellemzői rögzítettek. Két kártyapakli (A és B) választása hosszabb távon előnytelen (magas rizikó). Ezek a kártyapaklik a nyerő kártyák esetében magas jutalmat tartalmaznak, a veszteséges kártyák azonban ezt a nyereséget jelentősen meghaladják. Összességében a veszteség jóval súlyosabb, mint a nyereség. A másik két kártyapakli (C és D) a hosszabb távon előnyös, kifizetődő stratégiát tartalmazza (kis rizikó) alacsony nyereség és veszteség mellett, összességében azonban a nyereség magasabb a veszteségeknél (1. táblázat). Az eredmények értékelése során az „A” és „B” paklikat általában „rossz” pakliknak, míg a „C” és „D” paklikat „jó”-nak szokták nevezni.

1. táblázat

Az Iowa Szerencsejáték Feladat paklijainak nyereség- és veszteségjellemzői

	„Rossz” paklik		„Jó” paklik	
	A	B	C	D
Nyereség (választásonként)	100	100	50	50
Veszteség (10 választásból)	1250	1250	250	250
Összeredmény (10 választásból)	-250	-250	250	250
Veszteségek száma (10 választásból)	5	1	5	1

Az „A” kártyapakli választásakor az azonnali nyereség 100 és minden 10 választásban véletlenszerűen 5 veszteség van, aminek a mértéke 150 és 350 között ingadozik (150, 200, 250, 300, 350). Tíz választás esetén tehát a veszteség 1250, a nyereség pedig 1000, ami összesítve 250 veszteséget jelent. Ha valaki mind a 10 választás során csak ezt a kártyapaklit választaná, akkor az összesített vesztesége 2500 (10 X 250) lenne.

A „B” kártyapakli jutalma minden választáskor 100, azonban minden 10 választásra egy véletlenszerű 1250-es veszteség esik. A 10 választás tehát összességében 250 veszteséget jelent, ami megegyezik az „A” kártyapakli veszteségével. Az „A” és „B” kártyapaklik veszteségei közötti különbség a gyakoriságban („A” kártyapakli esetében 10-ből 5, a „B” esetében 10-ből 1) és a veszteségek nagyságában jelenik meg („A” kártyapakli esetében 150 és 350 között változik, a „B” esetében pedig állandó, 1250).

A „C” kártyapakli választásakor az azonnali nyereség 50, és minden 10 választásból véletlenszerűen 5 esetben 50 a veszteség. A 10 választás során tehát

¹ Fontos kiemelni, hogy egy kártyalap egy nyereségösszeget (pl. 100) vagy egy veszteségösszeget (pl. 0 vagy 50) tartalmaz.

a nyereség 500, míg a veszteség 250 (5×50), ami összességében 250 nyereséget jelent. Ha valaki mind a 100 választás során ezt az egy paklit választaná, akkor összességében a nyeresége 2500 lenne.

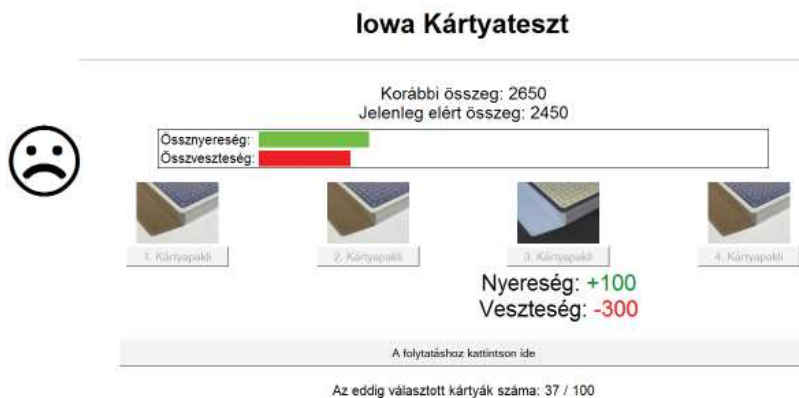
A „D” kártyapakli választásakor a nyereség minden esetben 50, és minden 10 választásban egy véletlenszerű veszteség van, aminek a mértéke 250. A nyereség és a veszteség összege megegyezik a „C” paklinál leírtakkal. Különbég a veszteségek mintázatában van. A „C” kártyapakli esetében a veszteségek gyakrabban fordulnak elő (10-ből 5 esetben), mint a „D” kártyapakli esetében (10-ből 1 esetben), ellenben az értékük kisebb: 50 vs. 250.

Az elméleti feltevések és számos vizsgálati eredmény alapján az egészséges személyek a kezdeti kipróbálási szakasz után hamar megtanulják, hogy az alacsony rizikót jelentő kártyapaklikból válasszanak, hiszen így a nyereségüket hosszabb távon maximalizálni tudják. Leggyakrabban a kiértékelés és értelmezés során a 100 választást 5 blokkba sorolják (blokkonként 20 választás). A hosszú távon nyereséges jó paklik választásainak számát összeadják és kivonják belőle a rossz paklikra adott választásokat: $(C + D) - (A + B)$. Ezt az összesített mutatót nem csak a 100 választásra kalkulálják, hanem az egyes blokkokra is. Ha a személy összességében a hosszútávon nyereséges stratégiát választotta, akkor a jó paklik választási gyakorisága nagyobb lesz, mint a rossz pakliké, így az összesített gyakoriságmutató pozitív szám. A negatív szám a rossz paklik előnyben részesítését jelenti.

A Bechara (2007) által kifejlesztett számítógépes program segítségével a vizsgálati személy a kártyapaklikból az egerrel történő kattintással választhat lapokat. A kiválasztott kártyalapot hangjelzés kíséri, és a megfordított lapon látható a nyereség vagy a veszteség pontos összege. A nyereséget egy vidám, míg a veszteséget egy szomorú hangulatjel (emoticon) emeli ki. A próbák során szerzett össznyereséget egy vízszintes zöld sáv, míg az összveszteséget egy piros szemlélteti. A képernyő alján az aktuális választás száma az összes választás arányában folyamatosan nyomon követhető: pl. 15/100 (1. ábra). A kezdeti pozitív balansz fenntartása érdekében általában valamilyen induló összeget biztosítanak; a klasszikus feladathelyzetben ez 2000 dollár. A nyereségek és a veszteségek blokkonként randomizáltak, melynek következtében a veszteségek egyenletesen elosztottak.

A módszer felvételére több számítógépes program is rendelkezésre áll. Az amerikai Psychological Assessment Resources (PAR) tesztforgalmazó kézikönyvvel és 932 fős reprezentatív minta alapján kialakított amerikai normákkal árusítja a programot. Akadnak ingyenesen elérhető programok is: pl. a The Psychology Experiment Building Language (PEBL), a Google-be ágyazott program, Androidra és iPodra készített applikációk. Érdekes még kiemelni a tudományos kutatási célokra kifejlesztett nagy pontosságú Inquisit programot, amely számos pszichológiai paradigma online felvételét teszi lehetővé, többek között az Iowa Szerencsejáték Feladatát is. A kidolgozott programok többnyire az eredeti, Bechara

(2007) által kifejlesztett instrukciót és visszajelzési sémát alkalmazzák, de lehetőséget biztosítanak arra is, hogy az alapvető paramétereken változtassunk: pl. a választások száma, nyereség- és veszteségjellemzők.



1. ábra. Az Iowa Szerencsejáték Feladat számítógépes felülete

A módszernek az elmúlt 20 év során több változata is született, melyek koncepciója alapvetően megegyezik az eredeti elképzeléssel: pl. gyermekek számára kidolgozott verzió (Van den Bos, Koot, & De Visser, 2014), rágcsálókra adaptált változat (Crone, & Van Der Molen, 2004). Léteznek olyan változatok is, amik csak apró vonásokban térnek el az Iowa-laboratórium eredeti paradigmájától. Egyik ilyen alapvető változó például az, hogy mennyire „valós” a feladathelyzet. Kezdetben valós kártyapaklikat használtak, de a későbbi kutatások azt igazolták, hogy a számítógépes változat is hasonló eredményeket adott (Bowman, Evans és Turnbull, 2005). Érdekes azonban megemlíteni olyan kutatási eredményeket is, amelyek szerint a személyek teljesítménye virtuális kártyákkal alacsonyabb, mint amikor igazi kártyákkal játszanak (Overman és Pierce, 2013). Fernie és Tunney (2006) vizsgálati eredményei alapján a teljesítményre hatással van az is, hogy az instrukcióban szerepel-e utalás a paklik eltérő nyereség-vesztés jellemzőire. A szerzők szerint ilyen instrukció mellett nem klasszikus döntéshozási feladatról van szó, hanem arról, hogy a személyek képesek különbséget tenni „jó” és „rossz” opciók között. Némely változatban időkorlát is bevezetésre került: Cella, Dymond, Cooper és Turnbull (2007) eredményei nyomán, amennyiben a döntési időt 2 másodpercre korlátozzuk, az káros hatással van a személyek tanulására. Bowman és munkatársai (2005) a próbák közötti időt korlátozták, ám ennek nem volt jelentős hatása a teljesítményre.

AZ IOWA SZERENCSEJÁTÉK FELADATTAL VÉGZETT KUTATÁSOK

Bár a módszer a korábbiakban már bővebben kifejtett pszichofiziológiai hipotézis tesztelésére született, hamarosan a „forró” döntéshozatali folyamatok² viselkedéses mérőeszközzé vált. Ennek egyik oka, hogy a kezdeti, elektrodermális aktivitást is regisztráló kutatások (Bechara, Damasio, H. Tranel, & Damasio, A. R., 1997) alapján az egészséges személyek már akkor is megemelkedett bőrvezetési választ mutatnak a „rossz” paklikra, amikor explicit módon még nem tudták megfogalmazni, melyik paklinak milyen sajátosságai vannak. Ennek megfelelően a bőrellenállás szomatikus markerként, érzelmi lenyomatoként fogható fel.

A publikálását követő elmúlt 20 évben a módszert a legkülönbözőbb neurológiai, neuropszichiátriai és pszichológiai problémával küzdők döntéshozatali folyamatainak vizsgálatára, a szociális magatartás önszabályozásának felmérésére, a jutalomra és a büntetésre való érzékenység felmérésére, illetve pszichodiagnosztikai eszközként is alkalmazták.

Az eredeti koncepcionális keretet meghaladva számos klinikai kutatás irányult olyan pszichológiai és pszichiátriai problémák vizsgálatára, melyeknél az impulzivitás és az ehhez szorosan kötődő személyiségvonások és működési mechanizmusok (pl. a büntetéssel kapcsolatos érzéketlenség, gyenge válaszképesítési képesség, jutalomfüggőség) vizsgálata volt a fő cél: pl. *figyelemhiányos hiperaktivitás zavar* (Malloy-Diniz, Fuentes, Leite, Corrêa, & Bechara, 2007; Abouzari, Oberg, Gruber, Tata, 2015; Miller, Sheridan, Cardoos, & Hinshaw, 2015), *kényszerbetegség* (Roscha és mtsai., 2011; Kodaira és mtsai., 2013; Grassi és mtsai., 2015; Kim és mtsai., 2015), *étkezési zavarok* (Brogan, Hevey & Pignatti, 2010; Guillaume és mtsai., 2015), *bipoláris affektív zavar* (Martino, Strejilevich, Torralva, & Manes, 2011; Edge, Johnson, & Carver., 2013; van Enkhuizen és mtsai., 2014; Ono és mtsai., 2015), *drog- és alkoholabúzus* (Gonzalez és mtsai., 2012; Tomassini és mtsai., 2012; Nejték, Kaiser, Zhang, & Djokovic, 2013; Adinoff és mtsai., 2016), *kóros játékszenvedély* (Linnet, Røjskjaer, Nygaard, & Maher, 2006; Lakey, Goodie és Campbell., 2007; Power, Goodyear, & Crockford, 2012), *borderline személyiségzavar* (Cackowski és mtsai., 2014; LeGris, Toplak és Links., 2014), *antiszociális személyiségzavar vagy pszichopátia* (Schitt és mtsai., 1999; Beszterczey, Nestor, Shirai és Harding, 2013; Hughes, Dolan, Trueblood és Stout, 2015), *poszttraumás stressz szindróma* (Borges és mtsai., 2011), *generalizált szorongás* (Mueller, Nguyen, Ray, & Borkovec, 2010; Couto és mtsai., 2010), *öngyilkosság* (Gorlyn, Keilp, Oquendo, Burke, & Mann., 2013; Richard-Devantoy, Bellim, & Jollant., 2014; Wyart és mtsai., 2016).

² A megismerési és végrehajtó folyamatok forró és hideg (hot, cold) megkülönböztetése az érzelmi és a kognitív alapú felosztáson nyugszik. A tanulás, a végrehajtó funkciók vagy a döntéshozatali mechanizmusok esetében akkor beszélünk forró folyamatokról, amikor az érzellem jelentős szerepet játszik.

A fenti klinikai vizsgálatok konstruktumvaliditást erősítő eredményei mellett érdemes megemlíteni azokat a kutatásokat is, amelyek az Iowa Szerencsejáték Feladaton elért teljesítményt biológiai háttértényezőkkel vettették össze: pl. a lassú (delta és théta: δ és θ) és gyors (béta: β) agyhullámok aránya (Schutter és Van Honk, 2005), a jobb és baloldali prefrontális kéreg α -aktivitása (Schutter, de Haan és Van Honk, 2005), a tesztoszteron hatása egészséges fiatal nők esetében (van Honk és mtsai., 2004), a ventromediális és a dorsolaterális prefrontális kérgi területek kölcsönhatásai (Sanfey, Hastie, Colvin, & Grafman, 2003), a kockázat anticipálására adott idegi reakciók fMRI-vel történő vizsgálata (Fukui, Murai, Fukuyama, Hayashi, & Hanakawa 2005).

Az Iowa Szerencsejáték Feladat módszertanával és pszichometriai jellemzőivel foglalkozó kutatások főként az instrukció szerepére, az életszerű helyzet modellezésének lehetőségeire és korlátaira (pl. valós jutalom, motiváció), szociodemográfiai különbségekre (pl. életkori és nemi hatások) és az értékelés finomítására (pl. pakliváltások gyakoriságának elemzése, reakcióidő figyelembevétele) irányultak: pl. Fernie és Tunney (2006), van den Bos, Houx, & Spruijt (2006), Dymond, Cella, Cooper, & Turnbull (2010), van den Bos, Homberg, & de Visser (2013) és Schiebenerm és Brand (2016).

A MÓDSZER ELŐNYEI, ALKALMAZHATÓSÁGA ÉS KRITIKÁJA

Dunn, Dalgleish és Lawrence (2006) igen részletes és körültekintő tanulmányban fejtik ki az Iowa Szerencsejáték Feladat erényét és kritikáját. A módszer erősségei közül elsőként a konstruktumvaliditást és a standard tesztfelvétel hatékonyságát emelik ki. Több vizsgálati eredmény is alátámasztja, hogy az instrukcióban adott apróbb változtatások nem befolyásolják számottevően az eredményt. A módszer validitását a jól értelmezhető nemi és életkori különbségek, valamint számos döntéshozatali deficittel jellemezhető klinikai betegcsoport összehasonlító vizsgálati eredménye is alátámasztja.

A módszer hátrányai és gyengeségei Dunn és munkatársai (2006) szerint az alábbiak mentén körvonalazhatók. Egyrészt felmerül, hogy a módszerbe könnyebb „kognitív betekintést” nyerni, mint ahogy azt kidolgozói feltételezik. Bechara és munkatársai (1997) ugyanis úgy vélik, a módszer egyik alapvető jellegzetessége, hogy a személyek nem tudatos döntést hoznak, hanem szomatikus markereik alapján „emocionális megérzésüket” követik. Maia és McClelland (2004) eredményei alapján azonban úgy tűnik, a vizsgálati személyek viszonylag hamar tudatos véleményt képesek megfogalmazni arról, melyik pakli milyen kimenetellel jár, vagyis a döntéseiket kevésbé a nem-tudatos, implicit tényezők, mint inkább tudatos elvárások alakítják. Bechara, Damasio, H., Tranel és Damasio, A. R. (2005) a kritikákra adott válaszukban azt hangsúlyozzák, hogy a szomatikus marker hipotézis fókuszában nem a döntéshozást torzító *nem-tu-*

datos folyamatok állnak, hanem az, hogy a tudatos vagy nem-tudatos *emocionális jelzések* hatással lehetnek a kognitív folyamatokra. Mindazonáltal érdemes megjegyezni, hogy egészséges személyek már hamar, kb. 20 próba után a véletlennél jobb arányban képesek megnevezni, mely paklik „jó”, illetve „rosszak”, vagyis feladatmegoldás közben valószínűleg markánsabban van jelen a tudatosság, mint ahogyan az a tesztet kidolgozók eredetileg feltételezték (Bowman és mtsai., 2005).

A módszer széleskörű használata során további olyan eredmények is napvilágot láttak, amelyek az eredeti, Iowa-laboratóriumhoz fűződő magyarázó elvek újragondolására sarkallták a kutatókat. Az egyik ilyen eredmény a „B” pakli preferencia jelenség (Lin, Chiu, Lee, & Hsieh, 2007). Ennek értelmében a neurológiailag nem érintett személyek egy része is preferálja a rövid távon nyereséges, de hosszú távon veszteséges „B” paklit a hosszú távon előnyös „C” és „D” paklikhoz képest – mintha a kutatók által alkalmazott 2 x 100 próba során nem alakult volna ki az erős szomatikus marker, ami eltéríti a személyeket ettől a veszteséges paklitól. Emellett – ugyanezen kutatócsoport érvelése alapján (Chiu & Lin, 2007) – az sem világos, hogy az előnyös „C” paklit valóban azért preferálják-e a személyek az „A” paklihoz képest, mert hosszú távon nyereséges, vagy esetleg azért, mert a két pakli nyereség/veszteség aránya a valóságban nem kiegyenlített. Ugyanis, míg az „A” pakli kártyáinak fele összességében nyereséges (nyereség 100, veszteség 0, összesen a kártya összértéke 100) és másik fele összességében veszteséges (a kártya összértéke -50/-100/-150/-200 vagy -250), addig a „C” pakli esetében a kártyák összértéke nagyobb arányban nyereséges vagy semleges (0), mint veszteséges (pl. az első tíz húzás esetében 50%-ban nyereségesek /a kártya összértéke 50/ és 50%-ban semlegesek /a kártya összértéke 0/ a kártyalapok összértékük alapján). Mindez arra figyelmeztet, hogy a nyereség/veszteség arány fontosabb meghatározója lehet a személyek döntéseinek, mint a hosszú távú kimenetek emocionális súlyozása. Emellett praktikus szinten Lin és munkatársai (2007) azt is kiemelik, hogy fontos az empirikus tanulmányokban a paklinkénti választási adatokat is bemutatni, a helyett, hogy csupán az előnyösnek („C” és „D”) és előnytelennek („A” és „B”) tekintett paklik összesített adatait értékelik a kutatók. Ugyancsak az összesített mutatók használata ellen érvel Buelow és Suhr (2009) is, akik további problémás kimeneti változót is felsorolnak: pl. a teljes végső nyeremény mértéke. Ezek az összesített mutatók minden bizonnyal elmosás a pakliválasztások mintázata közötti különbségeket.

A módszer értékelését nehezíti, hogy nagy a variabilitás a teszten mutatott teljesítményben. Egyrészt különböző tanulmányok eredményei között nagy eltérések vannak, másrészt pedig egyének között is nagy különbségek adódhatnak (Bull, Tippett és Addis, 2015; Dunn és mtsai., 2006). Előbbi oka az lehet, hogy különböző kutatások különbözőképpen implementálták a módszert. Bull és munkatársai (2015) szerint már apró eltérések (pl. a feladat hossza, a paklik tér-

beli elrendezése) is mérhető különbségekhez vezethetnek a tanulmányok között, ami részben ellentmondani látszik Dunn és munkatársai (2006) fentebb idézett megállapításának, miszerint a módszer nem érzékeny az adminisztrációs mód változásaira, azonban összhangban van Overman és Pierce (2013) empirikus adataival. Az egyének közötti különbségeket pedig az okozhatja, hogy a személyek tanulási rátája eltérő, így elképzelhető, hogy némelyeknél csupán később (a 100. és a 200. próba között) szilárdul meg a „profitábilis” választás iránti preferencia (Bull és mtsai., 2015). Ez a módszer 100 próbában való maximálásának gyakorlata ellen szól, ugyanakkor a kétszázpróbás változatnak is lehetnek problémái: pl. a „B” pakli kerülésének tendenciája nem feltétlenül alakul ki ennyi idő alatt sem. Buelow és Suhr (2009) további két problémás kérdéskört azonosít. Az Iowa Szerencsejáték Feladat egy komplex, viselkedéses mérőeszköz, ami egy összetett konstruktumot tapogat le. A teszten nyújtott teljesítményt számos tényező befolyásolhatja: pl. a személyek hangulata; személyiségváltozói. Buelow és Suhr (2013) eredményei alapján például a negatív hangulat és a személyiség bizonyos vonásai – pl. impulzivitás, élménykeresés – igazolhatóan összefüggésben állnak azzal, hogy a személyek mely paklikat preferálják. Mindemellett a módszer megbízhatósága még nem igazolt, hiszen kevés a megismételt „tesztereszt” mérés.

Dunn és munkatársai (2007) úgy látják, hogy az Iowa Szerencsejáték Feladat megfelelő értékeléséhez kellő számú próba szükséges, amik során „kiegyenlítődnének” a tanulási ráta egyéni különbségei, emellett pedig célszerű összevont mutatók helyett paklikra lebontott értékeket vizsgálni. Ezzel együtt érdemes lehet a vizsgálatokat pszichofiziológiai mérésekkel is kiegészíteni, valamint a teszt reliabilitása érdekében ismételt tesztfelvételt végrehajtani. A statisztikai elemzés terén szenzitívebb elemzési módszereket sürgetnek: pl. trendelemzés.

TANULMÁNYUNK CÉLJA

Az Iowa Szerencsejáték Feladat alkalmazásával kapott eredményeket áttekintve szembeötlő, hogy a vizsgálatok többsége meglehetősen alacsony (kb. 20-30 fős) mintával dolgozik, melynek elsődleges oka, hogy a számítógépes tesztfelvétellel helyhez kötött és a vizsgálatvezető jelenléte a szociális kontextus miatt elvárt. Bár a tesztfelvétel csak 10-15 percet vesz igénybe, ennek ellenére a laboratóriumi körülmények nem kedveznek a gyors felvételnek és nagy elemszámú vizsgálati minták kialakításának. Az elmúlt években összegyűjtött, egészséges személyek bevonásával szerzett mintákon elsőként azt elemezzük, hogy az *egyéni*, a *csopartos* és az *online* kitöltés eredményei milyen mértékben és miben térnek el egymástól. Az egyéni tesztfelvétellel a klasszikus laboratóriumi helyzetet tekintjük, ahol a számítógépes felvételt egy vizsgálatvezető segíti. A csoportos kitöltés során egy számítógépekkel berendezett teremben többen is részt vehet-

nek, s a felvételt ebben az esetben is egy vizsgálatvezető segíti. Az online kitöltés alatt azt értjük, hogy a vizsgálati személy egy felkérő elektronikus levélben kapja meg a számítógépes program elérhetőségét és a tesztfelvétel az interneten keresztül történik. Ebben az esetben nem tudjuk, hogy a személy hol tartózkodik, van-e jelen másvalaki is a szobában. Mivel mindeztől hasonló kutatási elrendezést és elemzést nem készítették, így óvatos előzetes feltevésként azt várjuk, hogy az egyéni és a csoportos tesztfelvételben nem lesz különbség, ellenben az online kitöltés esetében sokkal több érvénytelen adat lesz³. Érdeemes megjegyeznünk, hogy az egyéni és csoportos helyzet lényegét tekintve csupán abban tér el egymástól, hogy hány személy van jelen egyszerre a tesztfelvételkor, és mivel valószínűsíthető, hogy a jelenlévők nem értékelői vagy megfigyelői szerepben vesznek részt, így nincs teljesítményt befolyásoló szerepük. Feltételezhető azonban, hogy néhány személy esetében a társas helyzet önmagában esetleg arousal-növelő lehet, ami megnehezítheti számukra a szomatikus markereik értelmezését, ami rosszabb teljesítményhez vezethet, míg némelyeknek épp az egyéni helyzet lehet stresszkeltő vagy arousal-növelő.

Második kérdésfeltevésünk a módszer serdülők körében történő alkalmazására irányult. Vajon a 18 évnél fiatalabbak körében megbízhatóan alkalmazható-e a módszer, illetve milyen jellegzetes mintázatokat adnak? Bár az Iowa Szerencsejáték Feladatnak létezik gyermekekre adaptált változata, ennek ellenére serdülők körében is gyakran alkalmazzák az eredeti, felnőtteknek készült változatot (pl. Hooper, Luciana, Conklin, & Yarger 2004; D’Acromont és Van der Linden, 2006; Ursache és Raver, 2015).

A következő három elemzésünk célja a Steingroever, Wetzels, Horstmann, Neumann és Wagenmakers (2013) által elvégzett, egészséges személyek teljesítményét vizsgáló metaelemzés eredményeinek megerősítése, a következő kérdéskörök elemzésével: a.) az egészséges személyek megtanulják, hogy melyek a „jó” és melyek a „rossz” paklik; b.) az egészséges személyeket homogén mintázatú válaszadás jellemzi; c.) az egészséges személyek először felméri a paklik tulajdonságait (nyereség-veszteség jellemzők), majd az előnyös tulajdonságokkal rendelkező paklikat választva a nyereségüket maximalizálják.

További elemzési szempontunk a mérőeszköz kritériumcsoport validitásának bizonyítása normál, és fogvatartott fiatal, valamint felnőtt személyek teljesítményének összevetésével; végül pedig a büntetésre való érzékenység növelésének hatását nézzük meg a teljesítményre.

³ Az online kitöltés során az egyes válaszadási időkből megbízható következtetéseket lehet levonni arra vonatkozólag, hogy a személy mennyire vette komolyan a feladatot.

AZ ELEMZÉSRE KERÜLŐ VIZSGÁLATI MINTÁK

Munkacsoportunk az elmúlt 8 évben több olyan vizsgálatot is végzett, melyek keretében az Iowa Szerencsejáték Feladat felvételre került. Az eredményeinkből már több tudományos közlemény (pl. szakdolgozat, műhelymunka, konferencia-előadás) is készült: pl. Huller és mtsai. (2008), Somogyi (2009), Féderer (2009), Sípos és Varga (2009), Magi (2011), Eisinger (2011), Malinka (2012). A jelen tanulmányban közölt elemzéseink ezen kutatások összesített adatbázisán készültek. A felvételek során valamennyi esetben a klasszikus paradigma nyereség-vesztés jellemzőit, instrukcióját és visszajelző sajátosságait használtuk. Az alkalmazott számítógépes program felületét az *1. ábra* szemlélteti. Az Iowa Szerencsejáték Feladat mellett több esetben más papír-ceruza tesztek (pl. Barratt-féle Impulzivitás Skála /BIS-11/, Cloninger-féle Temperamentum és Karakter Kérdőív /TCI-R/) is felvételre kerültek.

Az alábbi elemzések „normatív” empirikus hátterét összesen 906 személy (569 nő és 337 férfi) számítógépes eredményei alkotják. A résztvevők átlagéletkora 21,5 év (szórás 8,5 év). A legfiatalabb kitöltő 15 éves, míg a legidősebb 72. A vizsgálati minta túlnyomó többsége (477 fő, 53%) az egyetemi és főiskolai tanulmányaikat végző 18-25 éves fiatalokból állt, és igen nagyszámú általános iskolás is részt vett (181 fő, 20%).

A fenti minta mellett két további vizsgálati csoport felvételi eredményeit is szemléltetjük: 1. fiatal (15-18 éves fiúk az Aszódi Javítóintézetből, 77 fő) és felnőtt fogvatartott bűnelkövetők (22-43 éves férfiak a Budapesti Fegyház és Börtönből, 38 fő); 2. kísérleti paradigmában részt vevő személyek (532 fő, 348 nő és 184 férfi, átlagéletkor 22,5 év).

EREDMÉNYEK

Az egyéni, a csoportos és az online felvétel eredményeinek összevetése

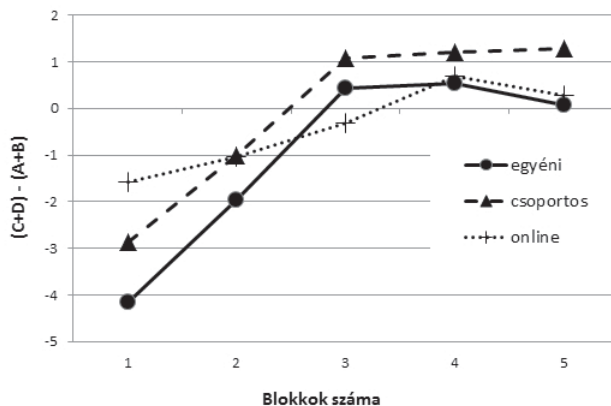
A 18-25 éves, felsőfokú tanulmányokat végző hallgatók mintáján (477 fő) kétszemponos varianciaanalízissel (felvétel típus X nem) megvizsgáltuk, hogy az Iowa Szerencsejáték Feladat főbb mutatóit (az egyes paklik válaszgyakoriságát blokkonként összesítve, a kedvező és kedvezőtlen választások arányát, össznyereségét és összvesztését) mennyire befolyásolja a felvétel típusa és a nem. A modellbe az életkort kovariánsként illesztettük be. Az elemzések eredményeként mindössze egyetlen esetben kaptunk enyhe szignifikáns eredményt (a B paklik választási gyakorisága nők esetében magasabb: $p=0,03$, $F=4,68$), más főhatás vagy interakció, illetve az életkor, mint kovariáns sem mutatott jelentős hatást. Az összesített eredményeket a felvétel típusa és a nemek bontásában az *2. táblázat* szemlélteti.

2. táblázat

Az Iowa Szerencsejáték Feladat során elért eredmények a nemek és a felvétel típusa szerinti bontásában (az A, B, C és D betűk az egyes paklikat jelölik, a cellákban található számok pedig a választási gyakoriságukat 100 próbából)

	A felvétel típusa					
	Egyéni		Csoportos		Online	
	Nők (n=49)	Férfiak (n=11)	Nők (n=102)	Férfiak (n=12)	Nők (n=186)	Férfiak (n=117)
A	13,9 (8,4)	14,6 (6,4)	13,2 (8,9)	17,7 (5,7)	14,0 (8,6)	14,2 (9,0)
B	40,5 (12,0)	29,8 (12,8)	37,0 (16,8)	32,7 (7,5)	37,4 (17,9)	35,9 (19,0)
C	17,2 (11,9)	19,6 (14,7)	16,9 (15,4)	24,2 (14,2)	16,5 (13,4)	18,4 (14,9)
D	28,4 (11,1)	36,0 (13,8)	33,0 (17,0)	25,5 (9,2)	31,9 (18,3)	31,4 (22,2)
(C+D)-(A+B)	-8,8 (24,4)	11,3 (24,4)	-3,7 (30,7)	-0,7 (15,6)	-3,0 (37,1)	-0,4 (41,4)
Össznyereség	7719 (609)	7218 (609)	7506 (866)	7517 (389)	7552 (932)	7496(1041)
Összvesztés	8172 (1262)	7377 (1192)	7685 (1749)	7763 (1086)	7797 (2227)	7817 (2361)

A fenti elemzéseinket mélyítve, az 5 blokkra osztott teljesítmény alakulását a teszt-felvételi típus és a nem felosztásában is megvizsgáltuk. Erre ismételt méréses multifaktoriális varianciaanalízist alkalmaztunk, melynek belső tényezőjeként (within subjects factor) a blokkokon elért eredményt tekintettük, a köztes tényező (between-subjects factor) pedig a felvétel típusa és a nem. Az életkor befolyásoló szerepét ebben az esetben is kovariánsként kezeltük. A kapott eredményeink szerint egyetlen esetben sem mutatkozott statisztikailag szignifikáns hatás sem az egyes blokkokban elért eredmények esetében (belső tényező), sem a felvételtípus, a nem vagy életkori hatásoknál. A hosszú távon nyereséges paklikra [(C+D)-(A+B)] adott választási gyakoriságok alakulása a blokkok függvényében az egyéni, csoportos és online felvételek esetében



2. ábra. Az Iowa Szerencsejáték Feladat hosszú távon kifizetődő paklijaira [(C+D)-(A+B)] adott választási gyakoriságok alakulása a blokkok függvényében az egyéni, csoportos és online felvételek esetében

rövid távon előnyös paklik (A+B) különbségeit az egyes blokkokra vetítve a 2. ábrán szemléltetjük.

A fenti kutatási eredményeinket összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a nem, az életkor és a tesztfelvétel típusa nem befolyásolta számottevően az Iowa Szerecszejáték Feladaton elért teljesítményt a 18 és 25 éves, felsőfokú tanulmányokat végzők esetében. Bár a 2. ábrán a tanulási hatás, vagyis a hosszú távon kedvező paklik választása az előnytelen paklikkal szemben, az elvárásoknak megfelelő tendenciát mutatja, ennek ellenére ezek a különbségek statisztikailag nem voltak jelentősek. Láthatjuk, hogy az első 3 blokk növekvő tanulási teljesítményét a 4. és 5. blokkban stagnálás követi. Fontos megjegyezni, hogy a teljesítménymutatók és a blokkonkénti eredmények jelentős szórást mutatnak, ami azt jelzi, hogy a feladatban elért teljesítmény sok esetben szélsőséges, nem homogén.

A serdülők teljesítménye összevetve a felnőtt minta eredményeivel

Mivel a fenti elemzéseink eredményei azt mutatták, hogy a tesztfelvétel típusa nem játszik jelentős szerepet a teljes vizsgálati mintánk jelentős hányadát kitevő, 18-25 év közötti hallgatók mintáján, így a következőkben a teljes mintán (906 fő) végeztünk további elemzéseket. Az életkori csoportok (15-17, 18-25, 26-35 és 36-72 évesek) és a nem (férfi és nő) befolyásoló hatását az összesített teljesítménymutatókra kétszemponos varianciaanalízis segítségével vizsgáltuk. A „C” paklik összesített választási gyakoriságán túl egyetlen esetben sem találtunk szignifikáns főhatást vagy interakciót. A „C” paklit a férfiak szignifikánsan többször választották, mint a nők ($F=9,28$, $p=0,002$).

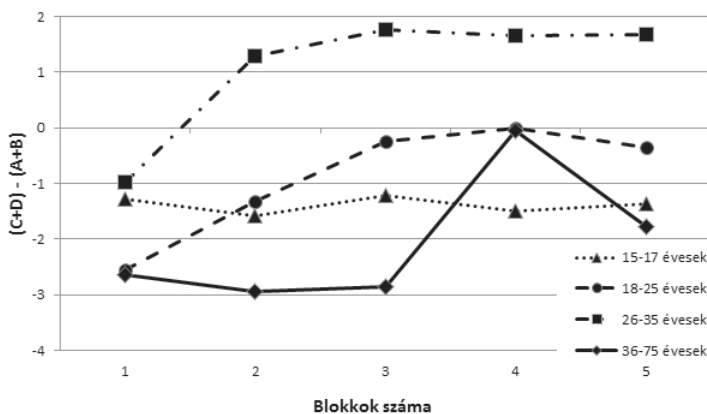
A nemmel kapcsolatos és az életkori hatásokat, valamint a blokkonkénti teljesítményt szintén ismételt mérésű multifaktoriális varianciaanalízissel vizsgáltuk. A blokkonkénti teljesítmény és a blokk X nem interakció, mint belső tényezők szignifikáns hatást mutattak (Blokk: $F=4,65$, $p=0,001$; Nem x Blokk: $F=2,41$, $p=0,047$), ugyanakkor más belső vagy külső tényező (főhatás vagy interakció) nem volt szignifikáns.

A fenti eredményeket a 3. táblázat és a 3. ábra szemlélteti. Összességében megállapíthatjuk, hogy a serdülők összesített mutatói nem térnek el jelentősen a korban idősebb csoportokhoz képest. Ugyanakkor a blokkonkénti teljesítményt szemügyre véve látható, hogy enyhe tanulási hatás szinte valamennyi életkori csoportban mutatkozik, ellenben a serdülők esetében a hosszú távon nyereséges paklik preferenciája nem jelenik meg. A 18-25 és a 26-35 évesek (a két legnagyobb elemszámú minta) tanulási görbájének alakulása hasonló, a 3. blokkig enyhe növekedés majd pedig stagnálás látható. Ezzel szemben a 36-75 évesek teljesítménye csak a 3. és 4. blokk között változik jelentősen, majd az 5. blokknál visszaesik.

3. táblázat

Az Iowa Szerencsejáték Feladat során elért eredmények korcsoportos bontásban

	Életkori csoportok				
	15-17 évesek (n=181)	18-25 évesek (n=620)	26-35 évesek (n=51)	36-72 évesek (n=54)	Összevonva (n=906)
A	16,9 (7,4)	15,1 (8,4)	15,3 (7,9)	16,0 (10,6)	15,6 (8,4)
B	36,5 (12,8)	37,1 (15,3)	31,9 (19,4)	39,1 (20,2)	36,8 (15,5)
C	17,5 (8,1)	17,4 (12,6)	21,2 (17,2)	16,4 (12,9)	17,6 (12,2)
D	29,0 (10,9)	30,3 (15,3)	31,4 (18,6)	28,5 (19,5)	30,0 (15,0)
(C+D)-(A+B)	-6,9 (22,9)	-4,5 (31,2)	5,4 (42,9)	-10,2 (42,3)	-4,8 (31,4)
Össznyereség	7673 (573)	7603 (782)	7357 (1068)	7752 (1058)	7612 (786)
Összveszteség	7955 (1419)	7946 (1807)	7791 (2641)	8119 (2225)	7949 (1820)



3. ábra. Az Iowa Szerencsejáték Feladat hosszú távon kifizetődő paklik [(C+D)-(A+B)] választásának preferenciája korcsoportos bontásban

A fenti eredmények alapján elmondható, hogy bár a teljesítménymutatók nem jeleznek számottevő különbséget serdülőknél, ennek ellenére a fiatalok esetében semmilyen tanulási hatást nem figyelhetünk meg. Fontos itt is hangsúlyoznunk, hogy a vizsgálati minta eredményei rendkívül nagy szórást mutatnak.

Az egészséges személyek teljesítményének válasszintázódásai

Bár az Iowa Szerencsejáték Feladatot nagyon széles körben használják, ennek ellenére az „egészséges” személyeken végzett vizsgálatok száma elenyésző, holott a 20–30 fős klinikai minták összehasonlítását szolgáló „egészséges” személyekből álló kontrollcsoportok szerepe jelentős. Steingroever és munkatársai (2013) részletes szakirodalmi kereséssel mintegy 39 olyan tanulmányt azonosítottak, melyekben összesen 1427 egészséges kontrollszemély teljesítménymutatóit figyelhették meg. A metaelemzést végző kutatócsoport a megjelent publikációk mellett e-mailben kért további adatokat és részleteket a közölt eredményekről. Összesen 7 szerző küldte el eredményeit és adatbázisát további elemzésekre.

Steingroeverék az egészséges mintával kapcsolatosan megfogalmazott három olyan alapvető állítást próbáltak igazolni, amelyeket az Iowa-laboratórium kutatói állítottak fel. Az első állítás arra vonatkozott, hogy az egészséges személyek megtanulják, hogy melyik a „jó” pakli, a második azt fejezte ki, hogy az egészséges személyeket homogén válaszadás (alacsony variabilitás) jellemzi, majd végül a harmadik állítás arra vonatkozott, hogy az egészséges személyek először felmérik a 4 pakli veszteség-nyereség jellemzőit, majd a hosszú távon előnyös stratégiát felismerve a későbbi blokkokban már döntően csak ezeket a paklikat választják.

Az egyes paklik választási gyakoriságainak alakulását a saját és a nemzetközi kutatások fényében a 4. táblázat szemlélteti. A táblázatban elkülönítettük a publikációból származó átvételt, az újraelemzett adatokat és legvégül a saját eredményeinket. Az eredményekből jól látható, hogy az egészséges személyek igen nagy része elsődlegesen nem a hosszú távon előnyös (C és D) „jó” paklik iránt alakít ki preferenciát. A rizikós „B” pakli erős dominanciája a legtöbb vizsgálatban felfedezhető. A nemzetközi vizsgálatokban alkalmazott egészséges személyek teljesítménymutatói alapján elmondható, hogy a „B” és „D” paklik választási gyakorisága közel azonos, 30% körül mozog. A saját eredmények részben megerősítik ezt a megfigyelést, bár a „B” pakli választási gyakorisága mintánkban eléri a 36%-ot. Ezt az eltérést természetesen okozhatja a vizsgálati mintánk sajátossága, hiszen a teljes mintában a serdülők és a fiatal felnőttek aránya magas, míg a nemzetközi vizsgálatok esetében a kontrollcsoport életkora a klinikai mintához igazított, ami rendszerint középkorú felnőtteket jelent.

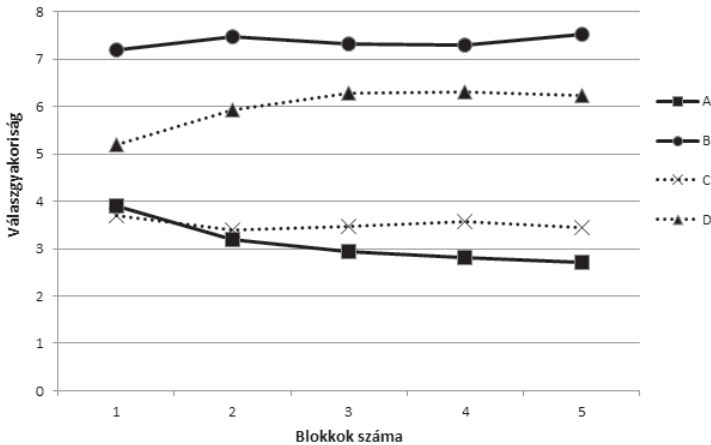
Vizsgálati minták A tanulmányokból azonosított eredmények	Eset- szám	Az összesített válaszgyakoriságok			
		A	B	C	D
Bark, Dieckmann, Bogarts, Northoff (2005)	26	0,23	0,29	0,24	0,24
Bechara & mtsai. (1994)	44	0,14	0,16	0,35	0,35
Caroselli, Hiscock, Scheibel, & Ingram. (2006)	141	0,22	0,35	0,20	0,23
Fernie & Tunney (2006)	20	0,20	0,33	0,22	0,25
Fridberg & mtsai. (2010)	15	0,13	0,30	0,14	0,43
Kester & mtsai. (2006)	25	0,21	0,25	0,26	0,28
Martino & Bucay, Butman, & Allegri (2007)	15	0,15	0,27	0,21	0,37
North & O'Carroll (2001)	20	0,10	0,20	0,36	0,34
O'Carroll & Papps (2003)	11	0,15	0,28	0,20	0,37
Petry (2001)	21	0,16	0,25	0,26	0,33
Ritter, Meador-Woodruff, & Dalack (2004)	15	0,18	0,25	0,24	0,33
Rodríguez-S. mtsai. (2005)	22	0,16	0,30	0,20	0,34
Sevy mtsai. (2007)	20	0,19	0,31	0,23	0,27
Shurman, Horan & Nuechterlein(2005)	10	0,16	0,18	0,34	0,32
Tomb, Hauser, Deldin, & Caramazza (2002)	10	0,15	0,19	0,34	0,32
Toplak, Jain & Tannock (2005)	34	0,23	0,30	0,20	0,27
Wilder, Weinberger, & Goldberg (1998)	30	0,20	0,27	0,24	0,29
<i>Összesített adatok, (elemszám és átlag)</i>	479	0,19	0,28	0,24	0,29
Újraelemzett adatok					
Fernie & Tunney (2006)	20	0,20	0,33	0,22	0,25
Fridberg & mtsai. (2010)	15	0,13	0,30	0,14	0,43
Kjome & mtsai. (2010)	19	0,17	0,26	0,22	0,35
Premkumar & mtsai. (2008)	25	0,16	0,21	0,27	0,36
Rodríguez-S. mtsai. (2005)	19	0,16	0,30	0,20	0,34
Toplak & mtsai. (2005)	34	0,23	0,30	0,20	0,27
Wood, Busemeyer, Koling, Cox, & Davis (2005)	153	0,17	0,29	0,23	0,31
Steingroever és mtsai. (2013)	162	0,15	0,35	0,20	0,30
<i>Összesített adatok, (elemszám és átlag)</i>	447	0,17	0,31	0,21	0,31
Saját összesített eredményeink	906	0,16	0,36	0,18	0,30

4. táblázat

Az Iowa Szerencsejáték Feladat paklijainak választási gyakorisága a teljes feladatvégzés során (100 választás)

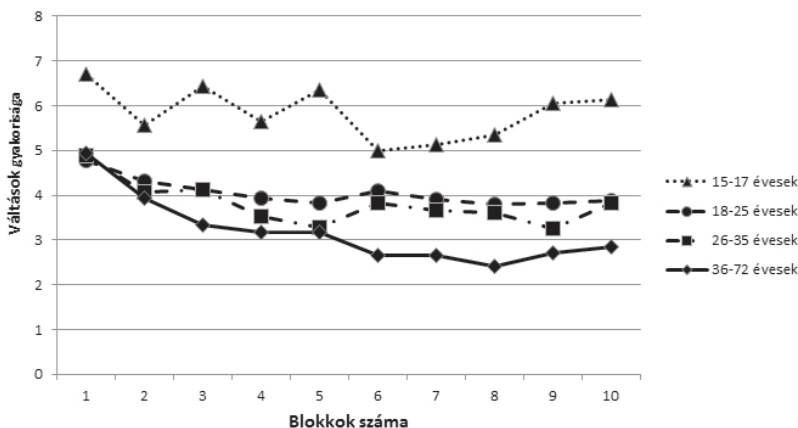
A teljes vizsgálati mintánkon (N=906) kapott blokkonkénti eredményt a 4. ábra szemlélteti. Láthatjuk, hogy az összesített eredmények szerint a „B” pakli preferenciája minden blokkban magasabb, mint a „D” paklié, a „C” és „A” paklik válaszgyakorisága pedig közel azonos. Mindez azt mutatja, hogy az egészséges személyek sokkal inkább a ritkán előforduló büntetést tartalmazó paklikat preferálják, szemben a feltételezett hosszú távon nyereséges felosztással szemben, melynek során a „C” és „D” paklik válaszgyakoriságának megemelkedett számát várjuk. A kapott mintázódás nagyfokú hasonlóságot mutat Steingroever és munkatársai (2013) eredményeivel, akik szintén viszonylag magas esetszámmal (N=162) dolgoztak.

Összességében a nemzetközi és a hazai eredmények ellentmondanak annak, hogy az egészséges személyek a „jó” paklikat preferálnák. Láthatjuk, hogy ez a preferencia inkább a ritkán előforduló büntetések mentén szerveződik, mintsem a hosszú távon nyereséges pakliválasztásokon. A veszteségek gyakoriságára utaló elsődleges hatást már más szerző is megfogalmazta (pl. Ahn, Busemeyer, Wagenmakers, & Stout, 2008; Chiu és mtsai., 2008; Steingroever és mtsai., 2013). Érdeemes megjegyezni azt is, hogy az eredeti elképzelések szerint, melyet a klinikai mintákon gyakran érvényesítenek, a „jó” és a „rossz” paklik negatív balansa (amikor a rossz paklikra eső válaszgyakoriságok magasabbak) a döntési folyamatok deficitjét jelzi. A Steingroever-munkacsoport által áttekintett, egészséges személyeken végzett vizsgálatok igen nagy részében 50%-nál nagyobb „rossz” pakli preferencia mutatkozott. A Steingroever és munkatársai által újraelemzett mintákban (összesen 8 vizsgálat, beleértve a saját vizsgálatukat is) az összességében kedvezőtlen stratégiát (50%-nál nagyobb „rossz” pakli választás) alkalmazó személyek százalékos aránya rendkívül széles övezetben, 20% és 65% között mozgott. Jelen kutatásunkban ez a mutató 59% volt, vagyis egészséges személyeink túlnyomó többsége nem az „elvárásoknak megfelelő” stratégiát alkalmazta. A 4. táblázatban közölt nemzetközi eredményekből, és a saját vizsgálati eredményeket szemléltető 2. és 3. táblázatokból jól látható, hogy az Iowa Szerencsejáték Feladat teljesítménymutatói nemcsak vizsgálatonként, hanem vizsgálatokon belül is nagymértékű variabilitást mutatnak.



3. ábra. Az Iowa Szerencsejáték Feladat paklijainak választási gyakoriságai a blokkok bontásában (N=906)

A következőkben azt vizsgáltuk, hogy a személyek milyen gyakran váltogatják a különböző kártyapaklikat. Váltásnak azt nevezzük, ha egy, az újabb választásnál az előzőtől eltérő paklit választ a személy. Becharáék (1994) eredeti feltételezése szerint az egészséges személyek először feltérképezik a kártyapaklik tulajdonságait, majd a nyereség- és veszteségjellemzőket felismerve a későbbiekben már a preferált („jó”) paklikat részesítik előnyben. Ennek elemzése érdekében a Steingroever és munkatársai által is használt 10 blokkos felosztást vizsgáltuk (minden blokkban 10 választás). A saját adatok elemzése alapján azt kaptuk, hogy a paklik közötti váltások enyhén csökkenő tendenciát mutatnak. Különösen igaz ez a legidősebb vizsgálati csoportunk esetében. Az első 20 választás (két blokk) 3-4 pakliváltása után ez az érték a 6. bloktól kezdve már 3 váltás alá esik. Hasonlóan csökkenő tendenciát figyelhetünk meg a 18-25 és 26-35 évesek korcsoportjainál is. Ezzel szemben a 15-17 évesek minden blokk esetében sokkal több váltást produkálnak, mint az idősebbek, bár egy enyhe csökkenő tendencia itt is látható (4. ábra). Érdeemes megjegyezni, hogy a Steingroever és munkacsoportja által újraelmzett mintákon a saját elemzéseinkhez hasonlóan enyhén csökkenő vagy stagnáló váltási gyakoriságokat kaptak a kutatók. Mivel ők életkori csoportokon belüli különbségeket nem vizsgáltak, így eredményeink fontosak, hiszen egyértelműen látható, hogy a váltási gyakoriságokat az életkor jelentősen befolyásolja. Például a 9-10. blokkok esetében (80-100 közé eső választások) a 15-17 évesek több mint kétszer annyit váltanak a paklik között, mint a legidősebbek: 6 vs. 3 váltás 10 választásból.



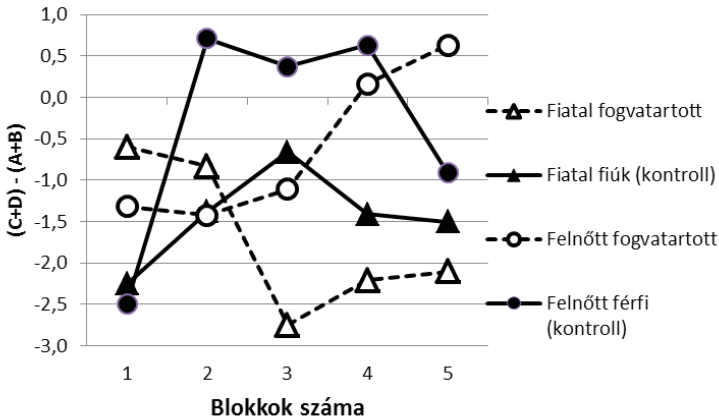
4. ábra. Az Iowa Szerencsejáték Feladat pakli váltásainak gyakorisága 10 blokk bontásában (N=906)

Az Iowa Szerencsejáték Feladat kritériumvaliditása

Több nemzetközi kutatás is alátámasztotta az antiszociális vagy pszichopata vonásokkal jellemezhető bűnelkövetők döntési folyamatainak deficitjét (lásd pl. Schitt és mtsai., 1999; Beszterczey és mtsai., 2013; Huhges és mtsai., 2015). Az alábbiakban a vizsgálataink során gyűjtött fiatal és felnőtt férfi fogvatartotti minták eredményeit szemléltetjük korban illesztett férfi kontrollcsoporttal összevetve.

A 77 javítóintézetben élő 15-18 éves fiúhoz 122 fős hasonló életkorú kontrollcsoportot választottunk, míg a 38 felnőtt fogvatartotthoz 70 fős illesztett kontrollt rendeltünk. Bár a mintákon végzett összehasonlító elemzés nem jelzett statisztikailag szignifikáns eltérést az egyes célcsoportok és a nekik megfelelő kontroll között az Iowa Szerencsejáték Feladaton nyújtott teljesítményben, ennek ellenére a kapott tendenciák a várakozásnak részben megfelelnek. A fiatal és felnőtt egészséges kontrollszemélyek tanulási görbéje a második blokkra megemelkedik, ezzel szemben a fogvatartotti csoportok (fiatal és felnőtt) egyaránt stagnáló vagy csökkenő tendenciát mutatnak. Jól látható, hogy az egészséges személyek egy korán elért plató után csökkenést mutatnak, ezzel szemben a fogvatartotti minták enyhe tanulási folyamatot mutatnak a 3-5. blokkokban.

Ismételten hangsúlyoznunk kell, hogy mind az egészséges, mind a fogvatartott mintán belüli variabilitás rendkívül magas, ami az összehasonlítás eredményességét megnehezíti. Az 5. ábrán jelzett tanulási görbék amplitúdója kicsi, a legalacsonyabb és a legmagasabb eltérések közötti különbségek mindössze 2-3 válaszgyakorisági eltérést jeleznek a „jó” és „rossz” paklik között.



5. ábra. Az Iowa Szerencsejáték Feladat hosszú távon kifizetődő paklijaira [(C+D)-(A+B)] adott válaszgyakoriságok blokkok szerinti alakulása fiatal és felnőtt fogvatartottak, valamint a kontrollcsoportok bontásában

Az előfeszítés hatása az Iowa Szerencsejáték Feladatban nyújtott teljesítményre

A fenti eredményeink arról árulkodnak, hogy az egészséges személyeknek tekintett vizsgálati minta teljesítménye rendkívül nagy variabilitást mutat. Az elvárt, hosszú távon nyereséges stratégia alkalmazása összességében nem jellemző, helyette sokkal inkább a gyakori jutalom és a ritka büntetés mentén szerveződnek a választások. Vagyis mintha a kutatásunkba bevont egészséges személyek csak a jutalom és büntetés gyakorisági mintázatát vennék figyelembe, a nyereség és a veszteség mennyiségi mutatóit pedig elhanyagolnák. Kézenfekvő magyarázatnak tűnik, hogy ennek hátterében a figyelmetlenség, a motiváció és a valós helyzet átélésének hiánya áll. Egy 210 fős, középiskolás fiatalokra kiterjedő vizsgálatunkban azt kaptuk, hogy a Cloninger-féle általános temperamentum jellemzők közül (újdonsgkeresés, ártalomkerülés, jutalomfüggőség és kitartás) egyedül a viselkedés fenntartásáért felelős jutalomfüggőség⁴ mutatott szignifikáns pozitív korrelációt ($r=0,24$; $p<0,001$) a „B” pakliból történő vá-

⁴ A jutalomfüggőség a viselkedés fenntartásának, folytatásának öröklött mintáját jelenti, amely megjelenhet az érzékenységben, a szociális kötődésben, a mások elismerésétől való függőségben. A dimenzió az átlagosnál magasabb értéket elérők nagyon érzékenyek a szociális ingerekre, a dicséretre. Annyira vágyanak az elismerésre, hogy kitartanak hosszú idővel az után is, hogy a jutalommal történő megerősítés elmarad. A kevésbé jutalomfüggők szociálisan elkülönültek, érzelmileg hidegek, gyakorlatiasak, érzelmileg függetlenek attól, hogy mit akarnak tenni. Olyan gyakorlati jutalmakra ugyan reagálnak, mint a pénz, de érzéketlenek a szociális megerősítés verbális jeleire és könnyen felfüggesztik a nem-jutalmazó aktivitásaikat, és kapcsolataikat (Rózsa és mtsai., 2004).

lasztással, míg ugyanilyen mértékű, de ellentétes irányút a „C” pakli választásával ($r=-0,24$; $p<0,001$).

A „B” pakli választása tehát feltehetően a jutalomérzékenységgel függ össze, amit a büntetés mértékének figyelmen kívül hagyása kísér. A kevésbé motivált személyek feltehetően nem tesznek túl nagy erőfeszítést annak érdekében, hogy a nyereség- és veszteségjellemzőiket folyamatosan mérlegeteljék, inkább a nagy gyakorisággal előforduló jutalmakat részesítik előnyben. Ezzel szemben a jutalomfüggés dimenzióan alacsonyabb pontszámot elérő személyek sokkal gyakorlatiasabbak és a nyereségre racionálisabban reagálnak, így érthető, hogy a hosszútávon kifizetődő ugyanannyi nyereség és veszteségi aránnyal (10 választásból 5 veszteség) jellemezhető „C” paklit preferálják.

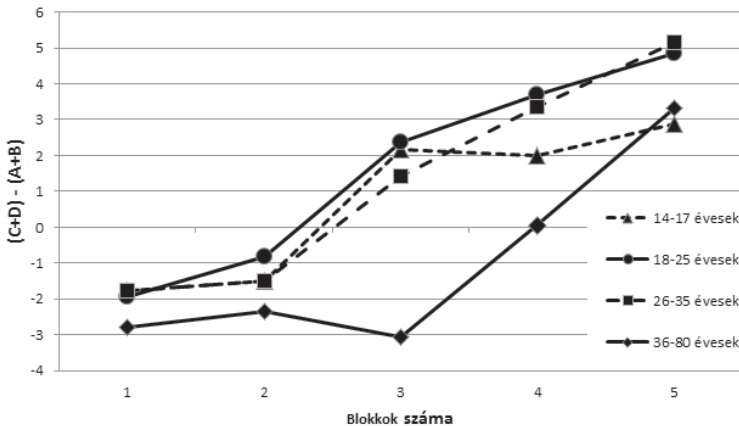
Felmerül a kérdés, hogy az Iowa Szerencsejáték Feladat teljesítményét mennyire befolyásolná, ha a személyek büntetésre való érzékenységet növelnénk. A következőkben egy olyan kísérleti elrendezés eredményét szemléltetjük, amelyben az Iowa Szerencsejáték Feladat előtt a rizikóvállalás felmérésére kidolgozott lufi fújó feladatot, a Balloon Analogue Risk Task-ot (BART, Lejuez és mtsai., 2002) alkalmaztuk. Az ugyancsak valós helyzetet szimuláló számítógépes programban egy lufit kell a vizsgálati személynek felfújnia. Minden kattintás egy pumpálás, amit hang kísér és a képernyőn megjelenő lufi is nagyobb lesz. Minden fújás után pénzjutalom jár, ha a lufi nem pukkan ki. Ha a lufi kipukkan az addig szerzett pénz elveszik. Ha a lufi kipukkanása előtt a személy abbahagyja a pumpálást, akkor az addig szerzett összeget a program elmenti, és a személy új lufi fújásába kezdhet. Kutatásunkban a klasszikus 30 lufis változatot használtuk, 1 és 128 közé eső randomizált kipukkanással és pumpálásenként 100 Ft jutalommal. A pumpálások tehát egyre nagyobb rizikóval járnak, és természetesen nagyobb potenciális nyereséggel is. Úgy gondoltuk, hogy pumpálások és a kipukkanó lufi éles hangjelzése, illetve látványa a rizikóvállalás mértékét csökkenti, a büntetésre való érzékenységet pedig jelentősen növeli, szemben az Iowa Szerencsejáték Feladat visszajelzésével (szomorú hangulatjel és pirossal a veszteséget jelölő pénzüsszeg).

Ezt a kísérleti paradigmát az Inquisit online program segítségével vettük fel, melyet 532 fő töltött ki. Az átlagéletkor 22,5 év volt, a minta túlnyomó többsége a 18-25 éves kategóriába tartozott (368 fő), a legfiatalabb korosztályban (14-17 évesek) 70 fiatal, a 26-35 éves kategóriában 37 fő, míg a legidősebb korcsoportban 41 fő volt. Elsőként a lufi fújó feladatot végezték el a személyek, melynek felvétele kb. 5-10 percet vett igénybe. Ezt a feladatot követte az Iowa Szerencsejáték Feladat.

Az Iowa Szerencsejáték Feladat blokkonkénti teljesítménymutatóján [(C+D) – (A+B)] a fentiekben már alkalmazott ismételt méréses multifaktoriális varianciaanalízist alkalmaztunk, melynek belső tényezőjeként (within subjects factor) a blokkokon elért eredményt tekintettük, a köztes tényező (between-subjects factor) pedig az életkori csoport, a nem és az iskolai végzettség volt.

Az iskolai végzettséget 3 kategóriába soroltuk: általános, középfokú és felsőfokú. A belső tényezőként elemzett blokk esetében szignifikáns főhatást találtunk, valamint ugyanitt a blokk, korcsoport és iskolai végzettség hármasszinterakció is szignifikánsnak bizonyult: Blokk: $F=15,21$, $p<0,001$; Blokk x Korcsoport x Iskolázottság: $F=2,54$, $p=0,002$. A köztes tényezők között nem találtunk szignifikáns hatást. Az 532 fő Iowa Szerencsejáték Feladaton elért blokkonkénti eredményét a 6. ábra szemlélteti.

Az ábrán jól látható, hogy valamennyi életkori csoportban a tanulási görbe az elvárásoknak megfelelően növekvő tendenciát mutat. A korábbi eredményektől eltérően a hosszú távon nyereséges „jó” paklik választásának növekedési értéke a kezdeti szinthez képest 6 egység, vagy annál nagyobb. Emlékeztetőül, a korábbiakban a legkisebb és a legnagyobb érték közötti változás 2-3 választás volt, és a tanulási görbék nem voltak monoton növekvők. Érdekes kiemelni, hogy a 18-25 és a 26-35 évesek tanulási görbéjének lefutása nagyon hasonló. Az első 3 blokkig a 14-17 évesek is hasonló válaszmintázódást mutatnak, de az utolsó két blokkban a teljesítményük növekedése már elmarad a fenti két életkori csoporttól. A 36-80 évesek tanulási görbéje az első 3 blokkban nem mutat növekedést, csak a 3. blokktól kezdve emelkedik meredeken, az utolsó próbában már meghaladva a legfiatalabb korcsoport teljesítményét is.



6. ábra. Az Iowa Szerencsejáték Feladat hosszú távon kifizetődő paklijaira [(C+D)-(A+B)] adott választágyakoriságok blokkok szerinti alakulása fiatal és felnőtt fogvatartottak, valamint a kontrollcsoportok bontásában

Eredményeink értelmezése és összefoglalása

Kapott eredményeink több szempontból is jelentősnek mondhatóak, hiszen az Iowa Szerencsejáték Feladatok teljesítménymutatóit egészségesek körében mindezidáig csak kisebb mintákon elemezték, és arra sem irányult eddig vizsgálat, hogy az egyéni, a csoportos vagy az online tesztfelvételi helyzet befolyásoló hatását felmérjék. Ugyancsak újszerűnek mondható az utolsó vizsgálatunkban szereplő előfeszítési hatás kimutatása.

A különböző tesztfelvételi típusok összehasonlítása során kapott hasonló teljesítménymutatók lehetővé teszik, hogy a tesztfelvételt az egyéni szint mellett akár csoportosan, vagy éppen online módon végezzük. Ez lehetőséget teremt nagyobb elemszámú vizsgálati minták kialakítására, vagy a módszer széles körű sztenderdizációjára, normázására. Mindezidáig csak az amerikai normák állnak rendelkezésre, és más országban nem kezdeményezték a módszer normáinak kialakítását. Bár a csoportos és az online felvételi mód nehezebben kontrollálható, az invalid válaszadások könnyen azonosíthatók. A jelen vizsgálat adatbázisán például kiszűrtük azokat az eseteket, akik mind a 100 választásukat csak 1 vagy 2 paklira adták le. Ugyancsak akadtak olyanok, akiknek az elmentett reakcióideje árulkodott arról, hogy a feladatot nem vette komolyan, az eredményei így nem érvényesek. Érdeemes megjegyezni, hogy a teljes vizsgálati mintánkból mindössze 18 személy adatait töröltük. A későbbiekben mindenképpen szeretnénk olyan átfogó algoritmust biztosítani, ami az invalid kitöltéseket megbízhatóan megragadja. Feltételezhető, hogy adatbázisunkban számos olyan érvénytelen eset került, ami az eredményeket torzítja. Az egyéni és csoportos felvételen résztvevők egy közel 300 fős almintáján megkérdeztük azt is a kitöltőktől, hogy mennyire vették komolyan a feladatot. Az egyéni felvételi helyzetben mintegy 15%, míg a csoportosban 44% mondta, hogy nem vette komolyan a feladatot. Érdekesség azonban, hogy a két csoport teljesítménymutatóiban nem találtunk számottevő különbséget, így ezt inkább annak tulajdonítottuk, hogy a nemmel válaszoló személyek tisztában voltak azzal, hogy valós helyzetben, igazi pénzzel másképpen cselekednének.

Feltehetően a figyelmetlenség, a motiváció hiányának, a kevésbé életszerű döntési helyzetnek tulajdonítható a vizsgálatok közötti, és a vizsgálatokon belüli nagyfokú teljesítményvariabilitás. Bár az egyéni helyzetek sokkal nagyobb kontrollt biztosítanak, ennek ellenére a vizsgálatvezető elvárásai, segítő instrukciói a kis minták esetében akár jelentősen is torzíthatják az eredményeket. A 20-30 fős nem randomizált és nem „vak” elrendezést tartalmazó kontrollcsoportot alkalmazó kutatások esetében ezzel feltehetően számolni is kell, amit számos kis elemszámú vizsgálati eredmény alá is támaszt.

Bár az alapvető teljesítménymutatókban a serdülők kevésbé maradtak el az idősebb korcsoportok eredményeitől, ennek ellenére a válaszmintázódásaikból látszik, hogy a tanulási jellemzőik és a paklik közötti váltási gyakoriságok eltér-

nek az idősebbek eredményeitől. Feltehető, hogy számukra a pénz, mint motíváló tényező még kisebb jutalomértékkel vagy büntetéssel bír, szemben a felnőttekkel.

Steingroever és munkatársainak (2013) metaelemzési eredményeit a saját adataink is meggyőzően alátámasztják. A kutatásban résztvevő egészséges személyek nem az elvárásoknak megfelelő, hosszú távon nyereséges „C” és „D” paklikat preferálják, hanem sokkal valószínűbb, hogy a „B” és „D” választások magas arányának hátterében az alacsony büntetési gyakoriság áll, hiszen mindkét pakli esetében 10 esetből csak 1 veszteség van, aminek jelentős mértékével a vizsgálati személyek többsége nem számol. Túlzónak tűnik tehát az a feltételezés, hogy ha a „rossz” paklik választási aránya meghaladja a „jó” paklikét, az a döntési folyamatok problémáját jelezné. Sajnos valóban nincs mérőszámunk arra vonatkozólag, hogy a személy mennyire vette komolyan a feladatot, és valószínűleg hogyan viselkedne. A kisebb, valós pénzeszegek nyerését lehetővé tévő kutatásokat többnyire felsőfokú tanulmányaikat végző személyeken végzik. Láthattuk, hogy a paklik közötti váltások száma összességében valóban csökkenő tendenciát mutat a 18 évesnél idősebb korosztályok esetében, vagyis a pakli-preferenciák megjelennek, de mivel ezek a preferenciák sokszor nem az elvárt „jó” paklikat jelentik, így a teljesítménymutatókban ez nem látszik.

A módszer konstruktumvaliditását a jelen kutatási adataink csak részben támasztják alá. A fiatal és felnőtt fogvatartotti csoportok és a hozzájuk illesztett kontrollcsoportok eredményei nem hoztak szignifikáns eltéréseket, bár a blokkonkénti eredmények és a tanulási görbék alakulása jól magyarázható. Valamennyi elemzésre kerülő vizsgálati csoportnál nagymértékű variabilitást láttunk, vagyis a csoportok a módszer teljesítménymutatói alapján nem tekinthetők homogénnek.

Érdekes és újszerű kutatási eredménynek ígérkezik az Iowa Szerencsejáték Feladat előtti büntetésérzékenység előfeszítése. A tesztfelvételek közbeni és az eredmények megbeszélése utáni általános tapasztalatunk, hogy sokan a büntetés jelzéseire nem fordítanak kellő figyelmet. A feladat képernyőjén található instrukció megértése sokszor hiányos, ami további figyelmetlenséget és motívációvesztést eredményezhet. A büntetésérzékenység előfeszítésével és fokozásával az Iowa Szerencsejáték Feladat teljesítménymutatói látványosan javultak, ami a kiegészítő információk szerepét hangsúlyozza és képes a személyt jobb teljesítményre hangolni. Fontos megválaszolendő kérdésként merül fel, hogy vajon a döntési folyamatok nehézségeivel küzdők körében egy ilyenfajta segítés milyen teljesítményjavulást idézne elő.

A fenti eredményeink és tesztfelvételi tapasztalataink alapján az összesített teljesítménymutatók mellett más kvantitatív és kvalitatív jellemző figyelembe vételét is ajánljuk, mind a csoportos mind az egyéni kiértékelés során. Az egyéni értékelés során rendkívül informatív lehet a személy összes válaszáinak megjelenítése és a büntetésekre vagy jutalmakra adott reakcióinak az elemzése,

esetleg a válaszadási reakcióidők figyelembe vétele. Az alábbiakban 3 példán szemléltetjük az egyéni válaszmintázódások hasznosságát és értelmezési lehetőségeit.

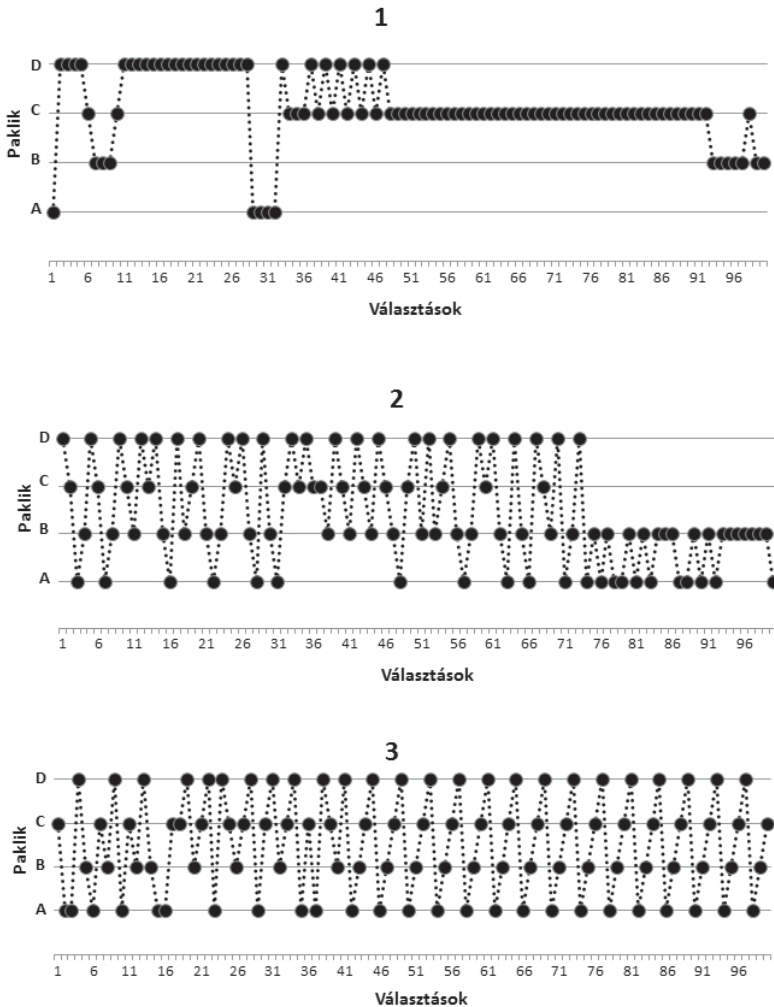
A 7. ábrán 3 személy válaszmintázódásait látjuk. A 21 éves személy a 100 választásból 56 alkalommal választotta a „C” paklit és 28 esetben a „D”-t. Láthatjuk, hogy az első 10 választásával minden kártyapaklit felderített, majd a 11. választástól egészen a 27. választásig a „D” paklit választotta. Utána néhány válasz erejéig visszatért az „A” paklira, majd a „C” és „D” pakli között váltogatva figyelte a nyeresi és veszteségi jellemzőiket. Úgy találta, hogy hosszú távon a „C” a nyereséges ezért 43 egymást követő választást adott a „C” paklira. Az utolsó válasz sorozatában azonban a „B” paklit is „megfuttatta”. Érdeemes megjegyezni, hogy a 9. „B” paklis választásnál -1250 veszteséget kapott, s innentől kezdve túlnyomórészt más paklikból választott, de a legvégén egy rövid próbálkozás erejéig visszatért a „B” paklira. Összességében ez a profil egy büntetésre igen érzékeny, óvatos és kockázatkerülő személy profilját mutatja. Az ő eredményei összességében az egészséges személyektől elvárt jellemzőket adják: a „jó” paklik feltérképezése, majd a nyereség maximalizálása.

A második személy válaszai sokkal változatosabbak. Legnagyobb számban a „B” és „D” paklit választotta. Az első 30 választásban még inkább a kártyapaklik tulajdonságainak feltérképezése látható, amit a „B” és „D” paklik preferenciája vált fel a következő mintegy 35 választásban, majd a legvégén az utolsó blokkban az „A” és „B” paklik váltogatása látható. Az összesített mutatók a döntési folyamatok problémáját jeleznék, hiszen a „B” és „A” paklik választása jelentősen meghaladja a „C” és „D” paklik választásának számát. Ugyanakkor látható, hogy a személy az első blokk végén már kialakított valami preferenciát a „C” és „D” paklikra, amit a 2. és 3. blokkokban érvényesít is, ellenben az utolsó két blokkban vált a „B” és „A” paklikra. A tanulási görbében mutatkozó hanyatlás nagyon sok fiatal esetben megfigyelhető. Feltehetően a nyereségi és veszteségi jellemzőket hamar felismerik, és a középső próbákban ebből profitálnak is, de az egyhangúságot megtörve újabb explorációba kezdenek.

A 3. személy explorációs törekvése az első blokkban még felismerhető, de a 3. bloktól adott válaszai már csak sormintaszzerűek, a paklik egymás utáni ismétlődését mutatják. Ez a profil feltehetően invalid, a személy nem vette komolyan a feladatot, csak végigcsinálta.

Tanulmányunkban az Iowa Szerencsejáték Feladat főbb hazai eredményeiről és a felvételek során szerzett tapasztalatainkról számoltunk be. Az egészséges személyek vizsgálati mintáján kapott eredményeink sok kérdést vetnek fel a mérő módszer alkalmazásával és validitásával kapcsolatosan. Bár a csoportos és online tesztfelvételek kaput nyithatnak nagyobb elemszámú minták kialakításában, ennek ellenére az egészséges személyek nem feltétlenül felelnek meg az értékelés alapját jelentő jellemzőknek: pl. a „C” és „D” „jó” paklik előnyben részesítése az „A” és „B” „rossz” paklikkal szemben, az egészséges személyek az

első blokkokban feltárják a paklik jellemzőit, majd az előnyös paklik konzisztens választásával nyereségüket maximalizálják. Úgy gondoljuk, hogy eredményeink nem csak a nagyobb mintán történő kiterjesztés lehetőségét szolgálják (pl. serdülők vagy online és csoportos tesztfelvétel), hanem a módszer körületekintő használatára, az értékelés módjának újragondolására is sarkallnak.



7. ábra. Az Iowa Szerencsejáték Feladat egyéni profiljainak szemléltetése

IRODALOM

- Abouzari, M., Oberg, S., Gruber, A., & Tata, M. (2015). Interactions among attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) and problem gambling in a probabilistic reward-learning task. *Behavioural Brain Research*, *291*, 237–43.
- Adinoff, B., Carmody, T. J., Walker, R., Donovan, D. M., Brigham, G. S., & Winhusen, T. M. (2016). Decision-making processes as predictors of relapse and subsequent use in stimulant-dependent patients. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, *42*(1), 88–97.
- Bark, R., Dieckmann, S., Bogerts, B., & Northoff, G. (2005). Deficit in decision making in catatonic schizophrenia: An exploratory study. *Psychiatry Research*, *134*, 131–141.
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, *50*, 7–15.
- Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. R., & Lee, G. P. (1999). Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making. *The Journal of Neuroscience*, *19*, 5473–5481.
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*, *275*(5304), 1293–1295.
- Bechara, A. (2003). Risky business: emotion, decision-making, and addiction. *Journal of Gambling Studies*, *19*, 23–51.
- Bechara, A. (2007). *Iowa gambling task professional manual*. Psychological Assessment Resources; Lutz.
- Beszterczey, S., Nestor, P. G., Shirai, A., Harding, S. (2013). Neuropsychology of decision making and psychopathy in high-risk ex-offenders. *Neuropsychology*, *27*(4), 491–7.
- Borges, M. C., Braga, D. T., Iêgo, S., D'Alcante, C. C., Sidrim, I., Machado, M. C., ... Fontenelle, L. F. (2011). Cognitive dysfunction in post-traumatic obsessive-compulsive disorder. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, *45*(1), 76–85.
- Bowman, C. H., Evans, C. E., & Turnbull, O. H. (2005). Artificial time constraints on the Iowa Gambling Task: The effects on behavioural performance and subjective experience. *Brain and cognition*, *57*(1), 21–25.
- Brogan, A., Hevey, D., & Pignatti, R. (2010). Anorexia, bulimia, and obesity: shared decision making deficits on the Iowa Gambling Task (IGT). *Journal of the International Neuropsychological Society*, *16*(4), 711–5.
- Buelow, M. T., & Suhr, J. A. (2009). Construct validity of the Iowa gambling task. *Neuropsychology Review*, *19*(1), 102–114.
- Buelow, M. T., & Suhr, J. A. (2013). Personality characteristics and state mood influence individual deck selections on the Iowa Gambling Task. *Personality and Individual Differences*, *54*(5), 593–597.
- Bull, P. N., Tippett, L. J., & Addis, D. R. (2015). Decision making in healthy participants on the Iowa Gambling Task: new insights from an operant approach. *Frontiers in Psychology*, *6*, 391.
- Cackowski, S., Reitz, A. C., Ende, G., Kleindienst, N., Bohus, M., Schmahl, C., & Krause-Utz, A. (2014). Impact of stress on different components of impulsivity in borderline personality disorder. *Psychological Medicine*, *44*(15), 3329–40.

- Caroselli, J. S., Hiscock, M., Scheibel, R. S., & Ingram, F. (2006). The simulated gambling paradigm applied to young adults: An examination of university students' performance. *Applied Neuropsychology, 13*, 203–212.
- Cella, M., Dymond, S., Cooper, A., & Turnbull, O. (2007). Effects of decision-phase time constraints on emotion-based learning in the Iowa Gambling Task. *Brain and Cognition, 64*, 164–169.
- Chiu, Y. C., & Lin, C. H. (2007). Is deck C an advantageous deck in the Iowa Gambling Task? *Behavioral and Brain Functions, 3*(1), 37.
- Couto, T. C., Neves, F. S., Machado, M. C., Vasconcelos, A. G., Corrêa, H., & Malloy-Diniz, L. F. (2012). Assessment of impulsivity in bipolar disorder (BD) in comorbidity with generalized anxiety disorder (GAD): revisiting the hypothesis of protective effect. *Clinical Neuropsychiatry, 9*, 102–6.
- Crone, E. A., & van der Molen, M. W. (2004). Developmental changes in real life decision making: performance on a gambling task previously shown to depend on the ventromedial prefrontal cortex. *Developmental neuropsychology, 25*(3), 251–279.
- D'Acremont, M., & Van der Linden, M. (2006). Gender differences in two decision-making tasks in a community sample of adolescents. *International Journal of Behavioral Development, 30*(4), 352–358.
- Damasio, A. (1996). *Descartes tévedése*. Budapest: Aduprint.
- Dunn, B. D., Dalgleish, T., & Lawrence, A. D. (2006). The somatic marker hypothesis: A critical evaluation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 30*(2), 239–271.
- Dymond, S., Cella, M., Cooper, A., & Turnbull, O. H. (2010). The contingency-shifting variant Iowa Gambling Task: an investigation with young adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 32*(3), 239–48.
- Edge, M. D., Johnson, S. L., Ng, T., & Carver, C. S. (2013). Iowa Gambling Task performance in euthymic bipolar I disorder: a meta-analysis and empirical study. *Journal of Affective Disorders, 150*(1), 115–22.
- Eisinger A. (2011). *Impulzivitás és bűnelkövetés* (Szakdolgozat). ELTE PPK, Budapest.
- Féderer S. (2009). *Az impulzivitás, egokontroll és egorugalmasság összefüggései serdülőknél* (Szakdolgozat). ELTE PPK, Budapest.
- Fernie, G., & Tunney, R. J. (2006). Some decks are better than others: the effect of reinforcer type and task instructions on learning in the Iowa Gambling Task. *Brain and Cognition, 60*(1), 94–102.
- Fridberg, D. J., Queller, S., Ahn, W. Y., Kim, W., Bishara, A. J., Busemeyer, J. R., ... Stout, J. C. (2010). Cognitive mechanisms underlying risky decision-making in chronic cannabis users. *Journal of Mathematical Psychology, 54*, 28–38.
- Fukui, H., Murai, T., Fukuyama, H., Hayashi, T., & Hanakawa, T. (2005). Functional activity related to risk anticipation during performance of the Iowa Gambling Task. *Neuroimage, 24*(1), 253–9.
- Gonzalez, R., Schuster, R. M., Mermelstein, R. J., Vassileva, J., Martin, E. M., & Diviak, K. R. (2012). Performance of young adult cannabis users on neurocognitive measures of impulsive behavior and their relationship to symptoms of cannabis use disorders. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 34*(9), 962–76.
- Gorlyn, M., Keilp, J. G., Oquendo, M. A., Burke, A. K., & Mann, J. (2013). Iowa gambling task performance in currently depressed suicide attempters. *Psychiatry Research, 207*(3), 150–7.

- Grassi, G., Pallanti, S., Righi, L., Figuee, M., Mantione, M., Denys, D., Piccagliani, D., Rossi, A., & Stratta, P. (2015). Think twice: Impulsivity and decision making in obsessive-compulsive disorder. *Journal of Behavioral Addictions, 4*(4), 263–72.
- Guillaume, S., Gorwood, P., Jollant, F., Van den Eynde, F., Courtet, P., & Richard-Devantoy, S. (2015). Impaired decision-making in symptomatic anorexia and bulimia nervosa patients: a meta-analysis. *Psychological Medicine, 45*(16), 3377–91.
- Hooper, C. J., Luciana, M., Conklin, H. M., & Yarger, R. S. (2004). Adolescents' performance on the Iowa Gambling Task: implications for the development of decision making and ventromedial prefrontal cortex. *Developmental Psychology, 40*(6), 1148–58.
- Hughes, M. A., Dolan, M. C., Trueblood, J. S., & Stout, J.C. (2015) Psychopathic Personality Traits and Iowa Gambling Task Performance in Incarcerated Offenders. *Psychiatry, Psychology and Law, 22*, 1, 134–144.
- Huller E., Fiáth T., Kovács F., Nemszilaj A., Rózsa S., & Vargáné K. Zs. (2008). Az Iowa Gambling Task teszt alkalmazásával szerzett hazai tapasztalatok fogvatartottak körében. Előadás a Magyar Pszichológiai Társaság XVIII. Országos Tudományos Nagygyűlésén. Nyíregyháza, 2008. május 22–24.
- Kester, H. M., Sevy, S., Yechiam, E., Burdick, K. E., Cervellione, K. L., & Kumra, S. (2006). Decision-making impairments in adolescents with early-onset schizophrenia. *Schizophrenia Research, 85*, 113–123.
- Kim, H. W., Kang, J. I., Namkoong, K., Jhung, K., Ha, R. Y., & Kim, S. J. J. (2015). Further evidence of a dissociation between decision-making under ambiguity and decision-making under risk in obsessive-compulsive disorder. *Journal of Affective Disorders, 176*, 118–24.
- Kjome, K. L., Lane, S. D., Schmitz, J. M., Green, C., Ma, L., Prasla, I., ... Moeller, F. G. (2010). Relationship between impulsivity and decision making in cocaine dependence. *Psychiatry Research, 178*, 299–304.
- Kodaira, M., Iwadare, Y., Ushijima, H., Oiji, A., Kato, M., Sugiyama, N., ... Saito, K. (2012). Poor performance on the Iowa gambling task in children with obsessive-compulsive disorder. *Annals of General Psychiatry, 11*(1), 25.
- Lakey, C. E., Goodie, A. S., & Campbell, W. K. (2007). Frequent card playing and pathological gambling: the utility of the Georgia Gambling Task and Iowa Gambling Task for predicting pathology. *Journal of Gambling Studies, 23*(3), 285–97.
- LeGris, J., Toplak, M., & Links, P. S. (2014). Affective decision making in women with borderline personality disorder. *Journal of Personality Disorders, 28*(5), 698–719.
- Lejuez, C. W., Read, J. P., Kahler, C. W., Richards, J. B., Ramsey, S. E., Stuart, G. L., ... Brown, R. A. (2002). Evaluation of a behavioral measure of risk taking: the Balloon Analogue Risk Task (BART). *Journal of Experimental Psychology: Applied, 8*, 75–84.
- Lin, C. H., Chiu, Y. C., Lee, P. L., & Hsieh, J. C. (2007). Is deck B a disadvantageous deck in the Iowa Gambling Task?. *Behavioral and Brain Functions, 3*(1), 16.
- Linnert, J., Røjskjær, S., Nygaard, J., & Maher, B. A. (2006). Episodic chasing in pathological gamblers using the Iowa gambling task. *Scandinavian Journal of Psychology, 47*(1), 43–9.
- Magi A. (2011). *Pszichopátia vizsgálata elitélt mintán. Assessing psychopathy in an incarcerated sample* (Szakdolgozat). ELTE PPK, Budapest.

- Maia, T. V., & McClelland, J. L. (2004). A reexamination of the evidence for the somatic marker hypothesis: What participants really know in the Iowa gambling task. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *101*(45), 16075–16080.
- Malinka J. (2012). *Érzelémfelismerés és jutalompreferencia bűnelkövetői mintán* (Szakdolgozat). ELTE PPK, Budapest.
- Malloy-Diniz L. F., Fuentes, D., Leite, W. B., Corrêa, H., & Bechara, A. (2007). Impulsive behavior in adults with attention deficit hyperactivity disorder: characterization of attentional, motor and cognitive impulsiveness. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *13*, 1–6.
- Martino, D. J., Bucay, D., Butman, J. T., & Allegri, R. F. (2007). Neuropsychological frontal impairments and negative symptoms in schizophrenia. *Psychiatry Research*, *152*, 121–128.
- Martino, D. J., Strejilevich, S. A., Torralva, T., & Manes, F. (2011). Decision making in euthymic bipolar I and bipolar II disorders. *Psychological Medicine*, *41*(6), 1319–27.
- Miller, M., Sheridan, M., Cardoos, S. L., & Hinshaw, S. P. (2013). Impaired decision-making as a young adult outcome of girls diagnosed with attention-deficit/hyperactivity disorder in childhood. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *19*(1), 110–4.
- Mueller, E. M., Nguyen, J., Ray, W. J., & Borkovec, T. D. (2010). Future-oriented decision-making in Generalized Anxiety Disorder is evident across different versions of the Iowa Gambling Task. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *41*(2), 165–71.
- Nejtek, V. A., Kaiser, K. A., Zhang, B., & Djokovic, M. (2013). Iowa Gambling Task scores predict future drug use in bipolar disorder outpatients with stimulant dependence. *Psychiatry Research*, *210*(3), 871–9.
- North, N. T., & O'Carroll, R. E. (2001). Decision making in patients with spinal cord damage: Afferent feedback and the somatic marker hypothesis. *Neuropsychologia*, *39*, 521–524.
- O'Carroll, R. E., & Papps, B. P. (2003). Decision making in humans: the effect of manipulating the central noradrenergic system. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *74*, 376–378.
- Ono, Y., Kikuchi, M., Hiroasawa, T., Hino, S., Nagasawa, T., Hashimoto, T., ... Minabe, Y. (2015). Reduced prefrontal activation during performance of the Iowa Gambling Task in patients with bipolar disorder. *Psychiatry Research*, *233*(1), 1–8.
- Overman, W. H., & Pierce, A. (2013). Iowa Gambling Task with non-clinical participants: effects of using real + virtual cards and additional trials. *Frontiers in psychology*, *4*, 935.
- Petry, N. M. (2001). Substance abuse, pathological gambling, and impulsiveness. *Drug and Alcohol Dependence*, *63*, 29–38.
- Power, Y., Goodyear, B., & Crockford, D. (2012). Neural correlates of pathological gamblers preference for immediate rewards during the iowa gambling task: an fMRI study. *Journal of Gambling Studies*, *28*(4), 623–36.
- Premkumar, P., Fannon, D., Kuipers, E., Simmons, A., Frangou, S., & Kumari, V. (2008). Emotional decision-making and its dissociable components in schizophrenia and schizoaffective disorder: A behavioural and MRI investigation. *Neuropsychologia*, *46*, 2002–2012.
- Richard-Devantoy, S., Berlim, M. T., & Jollant, F. (2014). A meta-analysis of neuropsychological markers of vulnerability to suicidal behavior in mood disorders. *Psychological Medicine*, *44*(8), 1663–73.
- Ritter, L. M., Meador-Woodruff, J. H., & Dalack, G. W. (2004). Neurocognitive measures of prefrontal cortical dysfunction in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *68*, 65–73.

- Rocha, F. F., Malloy-Diniz, L. F., Lage, N. V., & Corrêa, H. (2011). The relationship between the Met allele of the BDNF Val66Met polymorphism and impairments in decision making under ambiguity in patients with obsessive-compulsive disorder. *Genes, Brain and Behavior*, *10*, 523–9.
- Rodríguez-Sánchez, J. M., Crespo-Facorro, B., Iglesias, R. P., Bosch, C. G.-B., Álvarez, M., Llorca, J., & Vázquez-Barquero, J. L. (2005). Prefrontal cognitive functions in stabilized first-episode patients with schizophrenia spectrum disorders: A dissociation between dorsolateral and orbitofrontal functioning. *Schizophrenia Research*, *77*, 279–288.
- Rózsa S., Kő N., Komlósi A., Somogyi E., Dezső L., Kállai J., ... Bánki M. Cs. (2004). A személyiség pszichobiológiai modellje: A Temperamentum és Karakter Kérdőívvel szerzett hazai tapasztalatok. *Pszichológia*, *3*, 283–304.
- Sanfey, A. G., Hastie, R., Colvin, M. K., & Grafman, J. (2003). Phineas gauged: decision-making and the human prefrontal cortex. *Neuropsychologia*, *41*(9), 1218–29.
- Schiebenerm J., & Brand, M. (2016). Age-related variance in decisions under ambiguity is explained by changes in reasoning, executive functions, and decision-making under risk. *Cognition & emotion*, Megjelenés előtt, online: 2016 Mar 22:1–9.
- Schmitt, W. A., Brinkley, C. A., & Newman, J. P. (1999). Testing Damasio's somatic marker hypothesis with psychopathic individuals: risk takers or risk averse? *Journal of Abnormal Psychology*, *108*(3), 538–43.
- Schutter, D. J., & Van Honk, J. (2005). Electrophysiological ratio markers for the balance between reward and punishment. *Brain research. Cognitive brain research*, *24*(3), 685–90.
- Schutter, D. J., de Haan, E. H., & van Honk, J. (2004). Anterior asymmetrical alpha activity predicts Iowa gambling performance: distinctly but reversed. *Neuropsychologia*, *42*(7), 939–43.
- Sevy, S., Burdick, K. E., Visweswarajah, H., Abdelmessih, S., Lukin, M., Yechiam, E., & Bechara, A. (2007). Iowa gambling task in schizophrenia: A review and new data in patients with schizophrenia and co-occurring cannabis use disorders. *Schizophrenia Research*, *92*, 74–84.
- Shurman, B., Horan, W. P., & Nuechterlein, K. H. (2005). Schizophrenia patients demonstrate a distinctive pattern of decision-making impairment on the Iowa Gambling Task. *Schizophrenia Research*, *72*, 215–224.
- Sípos M., & Varga T. (2009). *Jövőkép, személyiség, jóllét és kockázatvállalás állami gondozott serdülőknél* (Műhelymunka). ELTE PPK, Budapest.
- Somogyi G. (2009). *A viselkedéses gátoltság, gátolatlanág és a Pszichológiai Immunrendszer kapcsolata* (Szakdolgozat). ELTE PPK, Budapest.
- Steingroever, H., Wetzels, R., Horstmann, A., Neumann, J., & Wagenmakers, E. J. (2013). Performance of healthy participants on the Iowa Gambling Task. *Psychological Assessment*, *25*(1), 180–93.
- Tomassini, A., Struglia, F., Spaziani, D., Pacifico, R., Stratta, P., & Rossi, A. (2012). Decision making, impulsivity, and personality traits in alcohol-dependent subjects. *American Journal on Addictions*, *21*(3), 263–7.
- Tomb, I., Hauser, M., Deldin, P., & Caramazza, A. (2002). Do somatic markers mediate decisions on the gambling task? *Nature Neuroscience*, *5*, 1103–1104.
- Toplak, M., Jain, U., & Tannock, R. (2005). Executive and motivational processes in adolescents with attention-deficit-hyperactivity disorder (ADHD). *Behavioral and Brain Functions*, *1*, 1–12.

- Ursache, A., & Raver, C. C. (2015). Iowa Gambling Task Performance and Executive Function Predict Low-income Urban Preadolescents' Risky Behaviors. *Personality and Individual Differences*, *79*, 1–6.
- Van den Bos, R., Homberg, J., & de Visser, L. (2013). A critical review of sex differences in decision-making tasks: focus on the Iowa Gambling Task. *Behavioral Brain Research*, *238*, 95–108.
- Van den Bos, R., Houx, B. B., & Spruijt, B. M. (2006). The effect of reward magnitude differences on choosing disadvantageous decks in the Iowa Gambling Task. *Biological Psychology*, *71*(2), 155–61.
- Van den Bos, R., Koot, S., & de Visser, L. (2014). A rodent version of the Iowa gambling task: 7 years of progress. *Frontiers in Psychology*, *5*.
- Van Enkhuizen, J., Henry, B. L., Minassian, A., Perry, W., Milienne-Petiot, M., Higa, K. K., ... Young, J. W. (2014). Reduced dopamine transporter functioning induces high-reward risk-preference consistent with bipolar disorder. *Neuropsychopharmacology*, *39*(13), 3112–22.
- Van Honk, J., Schutter, D. J., Hermans, E. J., Putman, P., Tuiten, A., & Koppeschaar, H. (2004). Testosterone shifts the balance between sensitivity for punishment and reward in healthy young women. *Psychoneuroendocrinology*, *29*(7), 937–43.
- Wilder, K. E., Weinberger, D. R., & Goldberg, T. E. (1998). Operant conditioning and the orbitofrontal cortex in schizophrenic patients: Unexpected evidence for intact functioning. *Schizophrenia Research*, *30*, 169–174.
- Wood, S., Busemeyer, J., Kolling, A., Cox, C. R., & Davis, H. (2005). Older adults as adaptive decision makers: Evidence from the Iowa gambling task. *Psychology and Aging*, *20*, 220–225.
- Wyart, M., Jaussent, I., Ritchie, K., Abbar, M., Jollant, F., & Courtet, P. (2016). Iowa Gambling Task Performance in Elderly Persons with a Lifetime History of Suicidal Acts. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, *24*(5), 399–406.

A VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓK ADAPTÍV MÉRÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

Dr. Mohai Katalin¹, Dr. Kálózi-Szabó Csilla², Dr. Rózsa Sándor³

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem – Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar, Gyógypedagógiai
Pszichológiai Intézet, Budapest, ²ELTE Gyakorló Pedagógiai Szakszolgálat,

³Washington University, St. Louis, Egyesült Államok

levelező szerző: Dr. Mohai Katalin. mohai.katalin@barczi.elte.hu

Absztrakt

A végrehajtó funkciók mérésére számos közismert, bevált neuropszichológiai paradigmákon nyugvó eljárás létezik. Ezeket a ma már zömében digitális tesztek hazánkban elsősorban kutatási célokra használják, a hazai klinikumban történő használatukra bár lenne igény, de a kevés magyar nyelvű adaptáció és a normaértékek hiányában ennek előfordulása szórványos csupán. Kutatásunk¹ fő célkitűzése négy végrehajtó funkciót vizsgáló eljárás hazai adaptálásával a pedagógiai szakszolgálatok infokommunikációs eszközökkel támogatott diagnosztikai tevékenységének elősegítése innovatív, korszerű és legitim eszközök fejlesztésével. A sajátos nevelési igény (SNI) hátterében komplex neurokognitív fejlődési zavarok húzódnak meg, melyek minél átfogóbb feltérképezéséhez (többek között) a végrehajtó funkciók széles spektrumát feltáró eszközökre lenne szükség. Kutatásunk egyik újszerűsége, hogy a tesztek egy részét az adaptív tesztelmélet alapján ültettük át digitális formátumba. A modern, technológia-alapú eszközök használata ugyanis komoly potenciált rejt az optimalizált, szükségletekhez igazodó diagnosztikus folyamatokban és intervenciókban egyaránt.

A végrehajtó funkciók fogalmi körülhatárolása után ismertetjük azok legelterjedtebb vizsgálati módszereit. Kitérünk a technológia alapú mérések lehetőségére, elsősorban a neurokognitív fejlődési zavarok feltárásának szemszögéből. Bemutatjuk a kutatás során kifejlesztett tesztek: a London torony Adaptív Tesztet, a Corsi Kocka és Fordított Corsi Kocka Adaptív Tesztet, a Folyamatos Teljesítménytesztet, valamint a Gyors Megnevezés és Váltás feladatot. Közöljük az alapvető pszichometriai mutatókat, illetve a kismintás bemérésünk során kialakított normaértékeket (lásd Mellékletek), továbbá a klinikai mintán való kipróbálás tapasztalatait.

Bízunk benne, hogy a továbbfejlesztett tesztek hosszú távon a végrehajtó funkciók vizsgálatára szolgáló pszichometriai készlet alappillérvé válhatnak a klinikumban.

Kulcsszavak: végrehajtó funkciók ■ technológia-alapú mérés ■ adaptív tesztelés

¹ A kutatás az Educatio Kht támogatásával a Sajátos nevelési igényű gyerekek integrációja (Szakszolgálatok fejlesztése) TÁMOP-3.4.2.B-12-2012-0001 projekt keretében valósult meg.

Abstract

Several assessment tools have been developed based on well-known neuropsychological paradigms to measure executive functions in the past. Most of these assessment tools are available in both paper-pencil and digital forms and are primarily used by researchers in Hungary. Although there is a need for executive function tasks in clinical practice, most tasks that are available for researchers cannot be reliably used by clinicians because they have no normative data and were not adapted for Hungarian children. The main goal of this research was to adapt four innovative and authentic executive function tools that can be used for clinical purposes at the Education Centers for Special Needs Children. The novelty of our research is twofold; we developed these tasks based on the adaptive test theory and we created a digital version of each paper-pencil test. The tasks included the Tower of London Adaptive Test, the Corsi Span Adaptive Test, the Inverse Corsi Span Adaptive Test, the Continuous Performance Test, as well as the Rapid Naming and Switching Task. In this paper, we are reporting basic psychometric values and normative data from our study. Furthermore, we are discussing some clinical issues that we noted during the adaptation process of these tasks.

Keywords: executive functions ■ adaptive testing

BEVEZETÉS

A végrehajtó működés koncepciója a 70-es évektől került – elsősorban a neuropszichológia közvetítésével – a kognitív tudományok érdeklődési körébe, bár a kontroll mechanizmus koncepciójának leírása a prefrontális kéreg sérülésével kapcsolatban már a 19. században megtörtént (lásd J. M. Harlow, 1848-as híres-hírhedt esetleírását Phineas Gage balesete kapcsán, vagy Oppenheim 1890, 1891 esetleírásait. Mindkettőt id. Damasio és mtsai., 1994). Az elmúlt évtizedekben a végrehajtó funkció kifejezés a viselkedésszervezés szempontjából fontos fogalommá vált, noha magának a pszichológiai konstruktumnak az értelmezését, terminológiáját és mérését illetően a mai napig nem született egy egységes, széles körben elfogadott meghatározás és modell (Győri, 2008).

A VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓK FOGALMI KÖRÜLHATÁROLÁSA

Tanulmányunk elméleti bevezetőjében röviden kitérünk azokra a részben klinikai-neuropszichológiai, részben kognitív pszichológiai kutatásokra, melyek fontos mérföldkövei lettek a végrehajtó funkciók 21. századi mainstream kutatásainak. Maga a végrehajtó kifejezés Lurijától (1975) ered, aki úgy gondolta, hogy kell lennie egy átfogó rendszernek, ami a kognitív erőforrások koordinálásáért felelős (melyek láthatóan rosszul működtek a homloklebeny sérülést elszenvedett pácienseknél).

Már az első információfeldolgozási elméletek (Broadbent szűrő-modellje,

1958; vagy Shiffrin-Schneider koncepciója, 1977) megkülönböztették az automatikus és a kontrollált folyamatokat. Posner (1980) ezeket az elképzeléseket kibővítette azzal, hogy a figyelmi folyamatok – szemben az automatikus folyamatokkal – egyfajta tudatos kognitív kontrollhoz kapcsolhatók.

A kognitív kontroll fontos szerepet játszik Shallice és Normann (1986) klaszszikus ellenőrző figyelmi rendszer (SAS: Supervisory Attentional System) modelljében is, mely alapján két egymástól relatíve független rendszer szervezi a viselkedést. Az egyikben túltanult viselkedéselemek, sémák irányítják automatikusan, tudatos figyelmi erőfeszítés nélkül a cselekvést. A másik rendszer maga az ellenőrző figyelmi rendszer, mely folyamatosan ellenőrzi a környezetet és a cselekvést, szükség esetén pedig – az adott szituáció szempontjából adaptív, tervezett és szándékos viselkedés érdekében – felül tudja írni az automatikus válaszokat (Győri, 2008; Goldstein & Naglieri, 2014).

Baddeley és Hitch (1974) munkamemória modelljében a 'központi végrehajtó' rendszer ellenőrzi (és összeköti) a két eltérő modalitású alrendszert: a fonológiai hurkot, és a téri-vizuális vázlattömböt (illetve az epizodikus puffert), így biztosítva a tervezést, az időmegosztást, a szelektív figyelmet, a hosszú távú memória időleges aktiválását, és a tervek közötti váltás funkcióját. Hasonlóan értelmezi Miller és Cohen (2001) integratív modelljében a kognitív kontroll fogalmát, mely a munkamemóriában azokat a (neurális) aktivitásmintázatokat tartja fenn, melyek a célt és annak jelentését reprezentálják. A célorientált viselkedés eléréséhez és fenntartásához három jól elkülöníthető kognitív funkciót emelnek ki: figyelem (releváns ingerek szelektációja), aktív emlékezet (ezen információk on-line fenntartása, frissítése), és a gátlás (elnyomni az irreleváns ingereket). A gátlás, a munkamemória és a figyelmi kontroll a végrehajtó funkciók lényeges alkotórészeinek számítanak.

E rövid fogalomtörténeti előzmény után a **funkció felől** közelítve, a végrehajtó működést gyűjtőfogalomként értelmezzük, mely jelöli valamennyi komplex kognitív folyamatnak azt a területáltalános összetevőjét, amely az újszerű, nehezebb és célorientált feladatok megoldásában, a környezeti változásokhoz történő flexibilis alkalmazkodásban kulcsszerepet tölt be (Hughes & Ensor, 2008; McCloskey, Perkins & Van Divner, 2014). A végrehajtó folyamatok funkciója tulajdonképpen a mentális működés differenciált koordinálása (McCloskey igen szemléletesen zenekari karnagyként titulálja), a pszichés folyamatok összehangolása a percepció, emóció, kogníció, és kivitelezés területein (McCloskey, Perkins & Van Divner, 2014). Ezáltal lehetővé teszi a viselkedés szabályozását, beleértve az önszabályozást is (Barkley, 2011). A végrehajtó működés, természeténél fogva sokrétű, heterogén részfolyamatokat, ha tetszik, alkotórészeket takar, melyek közül a legfontosabbak a már korábban említett gátlás, munkamemória és figyelmi kontroll.

A három funkció nagyon hasonlít Miyake és munkatársai (2000) faktoranalitikus kutatásokkal elkülönített végrehajtó funkció alkotórészekhez, akik úgy

találták, hogy problémamegoldás esetében három fő faktor játszik szerepet: a váltás (shifting), a frissítés (updating), és a gátlás (inhibition). A váltás az összetett feladatok, a műveletek és a mentális készletek közötti rugalmas átjárást jelenti, egyfajta figyelmi kontrollt. A frissítés a munkamemória tartalmának frissítését és dinamikus manipulációját igényli, melynek során a bejövő információ monitorozása és kódolása lehetővé teszi, hogy a többé már nem használatos információkat új, a probléma szempontjából relevánsabb információkkal helyettesítse. A gátlás segítségével szándékosan letiltjuk azokat a domináns, automatikus vagy prepotens válaszokat, melyek a cél elérése szempontjából nem lényegesek. A végrehajtó funkciók fenti három alkotórészén túl számos egyéb, meglehetősen heterogén részfolyamatokról is beszámolnak, melyekre most területi korlátok miatt nem térünk ki (részletesen magyarul Győri, 2008; Csépe, 2005).

A neuropszichológiai valamint képalkotó eljárások megjelenésével mára már evidencia, hogy a végrehajtó működésben a frontális cortex, pontosabban a prefrontális cortex közvetít. Tévedés lenne azonban egyenlőséget tenni a homloklebenyi károsodások és a végrehajtó működés zavarai között – ahogyan még gyakran szokás. A végrehajtó funkciózavaroknak van ugyan kapcsolata (átfedések) a frontális-, prefrontális sérülésekkel, ám fontos megjegyezni, hogy az agynak a homloklebenyen kívüli egyéb sérülései is produkálnak zavart a végrehajtó funkciókban (Otero, Barker & Naglieri, 2014.). A végrehajtó működés az emberi agy területén egymástól akár nagyobb távolságokra is **szétosztott idegi hálózat**² segítségével működik. A régiók munkájának integrálásában, mediálásában a homloklebenyek prefrontális területei jelentősen érintettek.

A prefrontális agykérget a végrehajtó működések szempontjából orbitofrontális és dorsolaterális részekre oszthatjuk (Csépe, 2005). Az orbitofrontális kéreg a viselkedés önszabályozását biztosítja, fontos szerepet játszik a gátlás-serkentés szabályozásában, a szakirodalomban gyakran „meleg” végrehajtó funkcióként említik. A terület sérülése leginkább a viselkedés megszerzésének és az érzelmi alapon történő döntéshozatal nehézségében mutatkozik meg, mely gátlástalanság, hiperaktivitás, impulzív viselkedés formájában nyilvánulhat meg (Tárnok és mtsai., 2006), és szociális és érzelmi viselkedés zavarokhoz vezethet (Csépe, 2005). A dorsolaterális rész a kontroll, a szabályozás, a kognitív folyamatok integrációjában játszik központi szerepet, irányítja és fenntartja a figyelmet, biztosítja a feladattervezés-szervezés működését, illetve a munkamemória működésében tölt be fontos szerepet, a végrehajtó funkciók „hideg” összetevője. Károsodásakor gyengül a hipotézisalkotás, a gondolkodásban perszeverációk és konkretizálás, valamint munkamemória-zavarok figyelhetők meg (Tárnok és mtsai., 2006), azaz úgynevezett „tisztán kognitív” zavarok lépnek fel (Csépe, 2005, 97 o.). Fontos azonban megjegyeznünk, hogy a mindennapokban az adap-

² Ebben a vonatkozásban, hálózat alatt a térben egymástól távolabbi agyi régiókat értjük, amelyek aktivitási szintjei összefüggést jeleznek, funkcionalitásukat tekintve pedig összekapcsolódnak, így együttesen alakítják ki a viselkedést (Gyuláházi & Varga, 2014).

tív viselkedés folyamatos interakciót jelent az emocionális és a kognitív feldolgozás, a meleg és hideg végrehajtó funkciók között.

A VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓK MÉRÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

A végrehajtó funkciók mérésére ma már számos (több mint 150) eszköz áll rendelkezésünkre, melyeket elsősorban klinikai neuropszichológiai irányultságú felhasználás céljából, másodsorban pedig kognitív pszichológiai alapkutatások végzéséhez fejlesztettek ki (Tánczos, 2012; Goldstein & Naglieri, 2014). Meg kell jegyeznünk azonban, hogy a végrehajtó működést, mint területáltalános funkciót egészében megragadó vizsgálati módszer nem áll a rendelkezésünkre, ami részben a fogalom egzakt körülhatárolásának nehézségével, részben pedig az alkotórészek széles halmazával magyarázható. A végrehajtó funkciókat vizsgáló tesztek az exekutív funkció egy-egy specifikus aspektusára fókuszálnak (Font, Kóbor, & Takács, 2013; Győri, 2008). A következő táblázatban a végrehajtó funkciók legelterjedtebb mérőeszközzeit foglaltuk össze.

1. táblázat

A végrehajtó funkciók mérésének legelterjedtebb eljárásai

A végrehajtó működés komponensei	Vizsgáló eljárás	Az eljárás kidolgozója
Tervezés	Hanoi-torony	Simon, 1975
	London-torony	Shallice, 1982
Válaszgátlás	Állj-jelzés feladat (Stop Signal task)	Logan, 1994
	Válaszgátlási feladat (Go-noGo task)	Donders, 1969
	Stroop-teszt	Stroop, 1935
	Eriksen-paradigma	Eriksen és Eriksen, 1974
	Trail Making Teszt A és B	
Vigilancia	Conners féle teljesítmény-teszt (CPT)	Conners és mtsai, 2003
	TOVA	Greenberg és Waldman, 1993
Kognitív flexibilitás	Wisconsin kártyaszórtírozási teszt	Grant és Berg, 1981
	Gyors automatikus váltás (RAS, Rapid automatic Switching)	Wolf és Denckla, 2005
	Verbális fluencia-feladatok	Lezak, 1995, Troyer és mtsai., 1997
	Dizájnfluenciafeladatok	Lee és mtsai., 1997

	Fordított számterjedelem	Milner, 1956
	Hallási mondatterjedelem teszt	Janacsek és mtsai., 2009
Munkamemória központi végrehajtó komponense	Vizuális mintázat teszt	Sala és mtsai., 1997
	Corsi-kockák feladat	Corsi, 1972
	Rey komplex ábra	Rey, 1942
	N-t vissza feladat (N-back task)	Kirchner, 1958

A végrehajtó funkciók átfogó vizsgálatát célzó eljárások: NEPSY-I, II, Delis-Kaplan, CANTAB

Az itt felsorolt teszteknek mára már számos változata ismert, sok közülük digitalizálásra is került, vagy egyenesen infokommunikációs technológia (IKT) alapú eljárásnak fejlesztették ki.

A VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓK IKT-ALAPÚ MÉRÉSE

Az infokommunikációs technológia alapú mérések magukban foglalnak minden olyan mérést vagy értékelést, amelyek esetében valamilyen infokommunikációs eszközt használunk. Ez lehet a klasszikus értelemben vett számítógép, tablet vagy esetleg mobiltelefon (Csapó, Molnár, & Tóth, 2008). Az IKT hatását az emberek mindennapi életére nem lehet alábecsülni, az európai népesség többsége számára akár a mobil, akár a rögzített megoldások használata ismerős, gyakran alkalmazott eszköz. Az informális (szociális hálózatok) és formális (elektronikus ügyintézés) aktivitásokban való részvételi képességhez szorosan hozzátartozik az IKT használata, mint kompetencia. A kutatási, fejlesztési projektek egyik fontos konklúziója, hogy a hozzáférhető és optimális technológiahasználat érdekében szükséges a felhasználói oldal specifikus igényeinek azonosítása a valamilyen szempontból akadályozott csoportokban (Whitney et al., 2011).

A digitális technológia használata komoly potenciált rejt magában a szükségletekhez igazodó, optimalizált, széles értelemben vett (az iskolai helyzetet magába foglaló, de azon túl is mutató) tanítási, tanulási és természetesen diagnosztikus folyamatokban is.

A fejlődési zavarok feltárásában számos lehetőséget rejt a technológia-alapú mérés, értékelés. A digitális interfész számtalan lehetőségeit felhasználva (tablet, okostelefon, laptop stb.) optimalizált, költséghatékony és precízebb vizsgálatra nyílik lehetőség a kognitív architektúra atipikus mintázatainak feltárása.

Az infokommunikációs technológia integrálása több szinten, eltérő lehetőségek kiaknázásával történhet:

Nulladik szint: mely a már meglévő papír-ceruza tesztek mindennemű változtatások nélküli, digitális formába történő átültetését jelenti. Ilyen módon a

mért konstruktum nem változik meg, csupán a médium: az adatfelvétel és kiértékelés új formátumot ölt. Már a technológia ilyen szintű igénybevétele is számos előnyt nyújt, úgy mint: idő- és költséghatékonyság, azonnali értékelés és visszajelzés, az adatvesztés és adattorzítás kiküszöbölése, motiváció és a vizsgáló szubjektivitásának minimalizálása.

Első szint: a papír-ceruza teszt átültetése olyan módon, hogy a mérőeszköz az átültetés során gazdagodik, bővül. Ezen a szinten lehetőség nyílik a különböző multimédiás eszközök bevonására, többletinformációk gyűjtésére (pl. reakcióidő, szemmozgás követés, stb.). Az előző szinthez képest további előnyt képez az új tesztitemtípusok alkalmazásának lehetősége (multimédiás elemek bevonása), továbbá lehetőséget teremtenek a napjainkban, különösen az angolszász országokban terjedő ún. *dinamikus értékelés* (dynamic assessment) megvalósítására.

Második szint: ezen a szinten már megjelennek az automatikus itemek, amik lehetővé teszi az azonos nehézségű, de különböző feladatok generálását. Előnyei közé sorolandók a fentiekén túl: az ún. *automatikus itemgenerálás* (bizonyos típusfeladatok új formában jelenhetnek meg), a *randomizált itemválasztás* (azonos nehézségű, de különböző feladatok generálása), továbbá *feladatbank* létrehozása.

Harmadik szint: már megköveteli egy ún. feladatbank létezését, amiből egy algoritmus az egyén sajátos képességeihez illesztve generálja a feladatokat. Mindez lehetővé teszi, hogy a vizsgálati személyek a számukra legnagyobb diagnosztikus erővel rendelkező feladatokat oldják meg.

Ez utóbbi két szinten válik lehetővé az új típusú, kizárólag elektronikus formában alkalmazható itemek előnyeinek kiaknázása. Természetesen az utolsó szint rejti magában a legtöbb potenciált, mely a szakirodalomban az ún. *számítógépes adaptív tesztelés* (Computerized Adaptive Testing - CAT) fogalomként ismert. Az adaptív tesztelés lényege, hogy a számítógép azonnal értékeli a személy válaszát, ami meghatározza a következő feladat nehézségi fokát. A feladatok egymásutánisága tehát már nem a linearitás elvét követi, hanem a személy képességeihez igazodik, ami a teljesítmény finomabb értékelését teszi lehetővé. Ilyen módon a vizsgálati személy olyan itemeket kap, melyek a becsült képesség szintjéhez igazodnak. Ehhez egy feladatbankból kerül kiválasztásra a megoldandó item, mely lehetőséget biztosít a további képességszint optimális megállapítására. Ennek megvalósítása két feltételhez kötött: 1. precízen bemért itembank, 2. megfelelő módszertani algoritmus, ami a tesztelés során képes megbecsülni a személy képességszintjét.

Az adaptív tesztelés során jóval precízebben mérhető a kognitív kapacitás illetve annak határa, és ezáltal szenzitívebb vizsgálóeljárások kidolgozására is lehetőség nyílik, mely bizonyos rendellenességek (pl. Parkinson-kór vagy a fejlődési zavarok közül az ADHD) esetén pontosíthatják a diagnózis felállítását (Parsey & Schmitter-Edgecombe, 2013). Mindennek módszertani alapját az ún.

valószínűségi tesztelmélet (IRT: Item Response Theory) képezheti (minderről részletesebben ld. magyarul Tóth, 2012; Csapó és mtsai, 2008, valamint Magyar, 2012 munkáit).

A felsorolt ígéretes előnyökön túl természetesen érdemes elgondolkodnunk a lehetséges hátrányokról is, úgymint a *jelentős indulóköltés* (megfelelő mennyiségű laptop, okostelefon, tablet vagy számítógép beszerzése; szoftvercsomagok telepítése; internetkapcsolat kiépítése), az *esélyegyenlőtlenségből fakadó hátrányok növelése*, (Csapó, Molnár, és Tóth, 2008 nyomán).

Számos kutatás foglalkozott a konvencionális és digitalizált neuropszichológiai eljárások pszichometriai jellemzőinek összehasonlításával. Az eredmények több esetben is hasonló – sőt bizonyos esetekben jobb – reliabilitást mutattak az IKT-alapú tesztelés során (Mataix-Cols & Bartres-Faz, 2002; Parsey & Schmitter-Edgecombe, 2013). Ezzel ellentétben Schlegel és Gilliland (2007) az IKT alapú tesztek minőségbiztosításának vizsgálata alapján arra figyelmeztetnek, hogy a komputerizált tesztek nem lehet egy az egyben elfogadni a papír-ceruza felmérésekkel szemben. A médiumhatás befolyása is kérdéses (Buchanan, 2002; Butcher, Perry & Atlis, 2000; Doniger et al., 2006), és mindenképpen jelentős különbségeket okozhat a teszt-teljesítményre vonatkozóan, főleg az idősebb populációban.

Fontos azonban hangsúlyoznunk, hogy a digitalizált eljárások kellő körültekintéssel, evidencia-alapú tervezéssel és próbavizsgálatokkal válhatnak valóban hasznos eljárásokká.

Jelen kutatásunk a neuropszichológiai gyakorlatban és kutatásokban jól ismert végrehajtó funkciók vizsgálatára alkalmazott eljárások hazai kipróbálását célozta meg.

A TESZTEK³ RÖVID ISMERTETÉSE

Az exekutív funkciókat vizsgáló neuropszichológiai irányultságú tesztek, mint amilyenek a kutatásunkban alkalmazott eljárások is, nagy hagyománnyal rendelkeznek mind a kognitív fejlődés-neuropszichológiai kutatásokban, mind a klinikai felhasználás területén (Csépe, 2005; Racsmány, 2007). A tesztek olyan általános pszichológiai paradigmákon alapulnak, melyek nincsenek levédve, ugyanakkor az elméleti és klinikai tapasztalatok nyomán folyamatos változtatásokon, fejlesztéseken mennek át, ezért felépítésük, struktúrájuk, értékelésük, valamint a közvetítő médium (papír-ceruza ill. IKT-alapú) vonatkozásaiban is igen jelentős variabilitást mutatnak (Baron, 2004).

³ Fontos megjegyeznünk, hogy a pályázati kiírásnak megfelelően a tesztek jelenleg a Pedagógiai szakszolgálatok számára elérhetőek az Integrált Nyomonkövető Rendszerben (INYR keretrendszerben), a szoftverek érintőképernyős tabletre, Windows 8.1 operációs rendszerre optimalizáltak. A tesztfelvételi kézikönyv szintén elérhető az INYR rendszerben.

A tesztek különböző verziói mára már beépültek az átfogó neuropszichológiai, pszichológiai vizsgálóeljárásokba, mint amilyen a NEPSY-I, II. (Korkman, Kirk & Kemp, 1998; Kemp, & Korkman, 2010), az IKT-alapú CANTAB⁴, vagy a most már hazánkban is standardizált 3DM-H (magyar verzió: Tóth, Csépe, Vaessen, & Blomert, 2014). Egy részük pedig ingyenesen hozzáférhető online programcsomagokban is mint például a PEBL⁵, vagy az Inquisit.⁶ Ezen túl számos külföldi és hazai vizsgálóeljárások is adaptálták, átdolgozták ezeket a paradigmákat, így például a RAN teszt egyfajta változata megtalálható a hazai fejlesztésű *Szól-e? Szűrőeljárás az óvodáskori logopédiai ellátáshoz* vizsgálatban is.⁷

A tesztek IKT magyar nyelvű fejlesztése során az ingyenesen hozzáférhető PEBL szoftvercsomagból indultunk ki, azzal az alapfeltevéssel, hogy céljainknak megfelelően alapjaiban át kell alakítanunk a vizsgálo eljárások konstrukcióját, az ingerek típusát, a válaszadás és a kiértékelés módját.

A tesztfejlesztések során különböző mértékben ugyan, de igyekeztünk kiaknázni a technológia-kínálta lehetőségeket (lásd lentebb, digitalizálás szintjei). Célunk volt az is, hogy a végrehajtó funkciók eltérő aspektusait megragadó teszteknek legyen egy egységes, következetes struktúrája, ami mind a kliens, mind a tesztfelvevő szempontjából felhasználóbarát alkalmazást tesz lehetővé. Az 'éles' tesztelést megelőzően hozzászoktatjuk a vizsgálati személyt (v.sz.) a szituációhoz, ráhangoljuk a válaszadás módjára. Ehhez multimédiás elemeket építettünk be (hangfájlokat és animációt is). Ezt követően egy ún. ellenőrző szakaszban a vsz. korrektív visszajelzést kap a feladatmegoldásról, ezáltal a vizsgálatvezető is ellenőrizheti a megfelelő feladatmegértést. A tesztek egységes struktúrája megkönnyíti a v.sz. feladathoz való adaptálódását. A kiértékelés szintén automatizált, a különböző vizsgálati paraméterek egy xls kiterjesztésű outputban jelennek meg.

LONDON-TORONY ADAPTÍV TESZT

A teszt célja: végrehajtó funkciók (tervezés) vizsgálata

A teszt módszere: egyéni számítógépes teszt, 7,00 éves kortól

A teszt felépítése: három elkülöníthető részből tevődik össze:

1. Betanítás: lehetőség nyílik, hogy a személy az interfésszel ismerkedjen, megértse a feladatot
2. Szintfelmérés: lineáris felépítésű feladatokból áll, célja, hogy az adott v.sz. képességeit felbecsülje, ez képezi a tesztelés szint kiinduló pontját
3. Tesztelés: a szintfelmérés során kapott érték alapján generálja a különbö-

⁴ Lásd. <http://www.cambridgecognition.com>

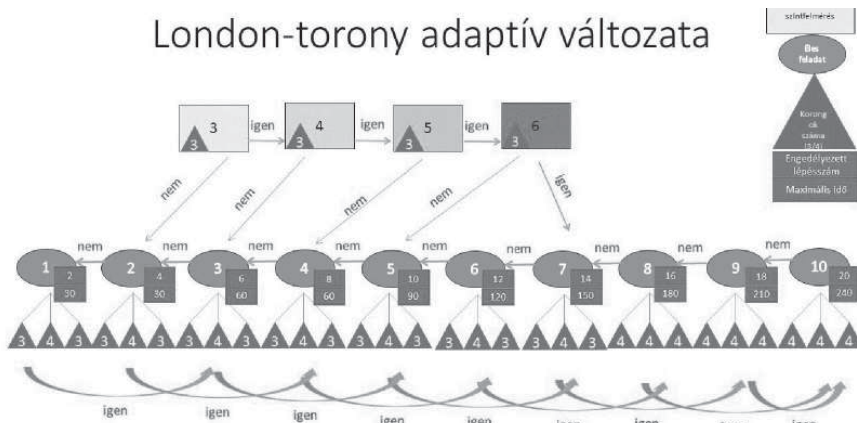
⁵ Lásd. <http://pebl.sourceforge.net>

⁶ Lásd. <http://www.millisecond.com>

⁷ Lásd. www.szole.hu

ző nehézségi fokú feladatokat. Helyes megoldás esetén a következő megoldandó feladat – a hagyományos teszteléstől eltérően – két szinttel nehezebb. Helytelen megoldás esetén pedig egy nehézségi fokkal csökken a megoldandó feladat. (az itemgenerálás algoritmusát lásd az 1. ábrán)

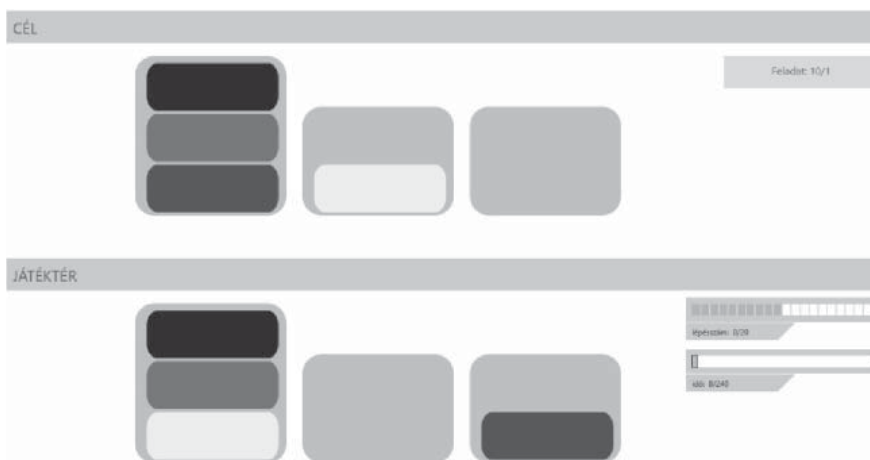
A tesztfeladatok célja: a képernyő alsó felében lévő korongoknak a képernyő felső felében látható minta alapján történő elhelyezése. A feladat során egyszerre csak egy korong mozdítható el, ugyanakkor korong csak abba a „verembe” helyezhető el, ahol még van hely. Az első „verembe” mindhárom korong belefér, a másodikba már csak kettő, míg az utolsóba mindössze egy. Összesen tíz szint van, szintenként három-három feladat. Egy adott szint akkor tekinthető teljesítettnek, ha a v.sz. három feladatból legalább kettőt helyesen oldott meg. A feladat megoldásához korlátozott a lépések száma, valamint a megoldásra rendelkezésre álló időtartam. Mindkettőnek a csökkenését a képernyő jobb alsó sarkában figyelemmel lehet kísérni. A feladat két egymás utáni szint helytelen megoldása után szakad meg. A 2. ábrán néhány példát lehet látni a működő teszt képernyőfelületéről.



1. ábra. A London torony Adaptív teszt algoritmus

Értékelés: Az értékelés során a helyesen és helytelenül megoldott feladatok számát, a tervezésre fordított időt, illetve a megoldáshoz szükséges időt vesszük figyelembe.

A digitalizálás szintje: harmadik szint, adaptív tesztelés



2. ábra. A London torony Adaptív teszt képernyőfelülete 8

CORSI KOCKA ADAPTÍV TESZT

A teszt célja: téri-vizuális emlékezeti terjedelem mérése

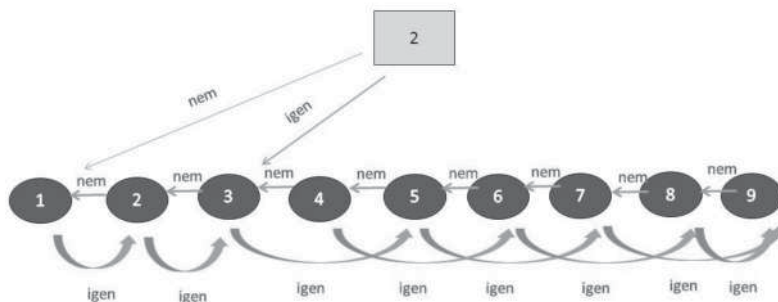
A teszt módszere: egyéni számítógépes teszt, 7,00 éves kortól.

A Corsi feladat felépítése: három elkülöníthető részből tevődik össze:

1. Betanítás: lehetőség nyílik, hogy a személy az interfésszel ismerkedjen, megértse a feladatot
2. Szintfelmérés: célja, hogy az adott v.sz. képességeit felbecsülje, ez képezi a tesztelés szint kiinduló pontját
3. Tesztelés: a szintfelmérés során kapott érték alapján generálja a különböző nehézségi fokú feladatokat. Helyes megoldás esetén a következő megoldandó feladat – a hagyományos teszteléstől eltérően – két szinttel nehezebb. Helytelen megoldás esetén pedig egy nehézségi fokkal csökken a megoldandó feladat. (3. ábra)

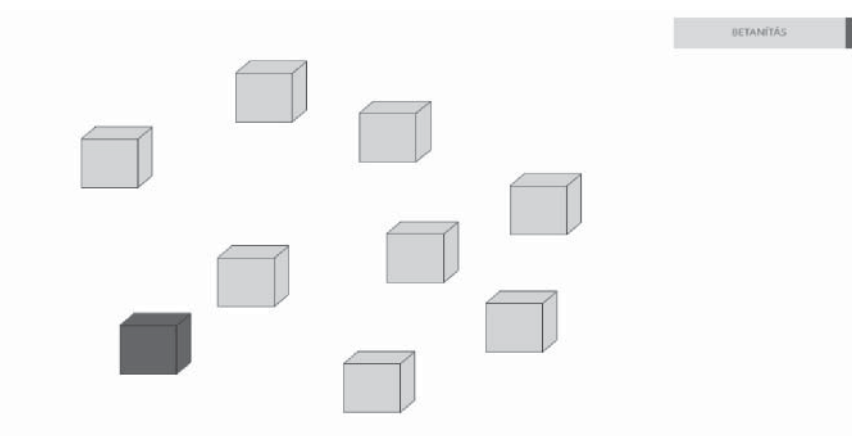
⁸ Itt szükséges megjegyeznünk, hogy természetesen a tesztek színesben jelennek meg a képernyőfelületen, jelen tanulmányban azonban a tesztek szemléltetésére csupán fekete-fehér formátumban volt lehetőségünk.

Corsi-kocka adaptív változata



3. ábra. A Corsi kocka Adaptív Teszt algoritmus

A tesztfeladatok célja: a képernyőn megjelenő kilenc kocka közül néhány kis időre szint vált. A feladat: megérinteni a kockákat ugyanabban a sorrendben, ahogy azok felvillantak. Ugyanazon terjedelem vizsgálatára három feladat áll rendelkezésre, ha a három feladatból legalább két feladatot helyesen teljesít, akkor nagyobb terjedelmű feladatot kap. A feladat akkor szakad meg, ha a személy egy adott terjedelmet vizsgáló feladatok közül kettőre helytelenül válaszolt. Az 4. ábrán példát lehet látni a működő teszt képernyőfelületéről.



4. ábra. A Corsi kocka előre Adaptív teszt képernyőfelülete

Értékelés: Az értékelés során a helyesen és helytelenül megoldott feladatok számát, a tervezésre fordított időt, illetve a megoldáshoz szükséges időt vesszük figyelembe.

A digitalizálás szintje: harmadik szint, adaptív tesztelés

FORDÍTOTT CORSI KOCKA ADAPTÍV TESZT

A teszt célja: téri-vizuális emlékezeti terjedelem és műveleti terhelés (munkamemória) mérése

A teszt módszere: egyéni számítógépes teszt, 7,00 éves kortól

A vizsgálatához szükséges eszközök: érintőképernyős tablet

Tesztfelvételi kompetencia: pszichológus, gyógypedagógus szupervízióval

A Fordított Corsi feladat felépítése: három elkülöníthető részből tevődik össze:

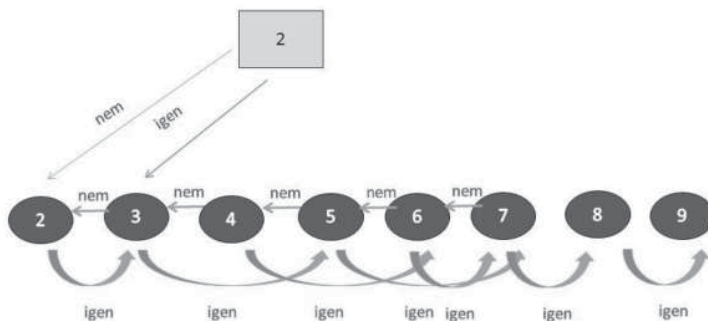
1. Betanítás: lehetőség nyílik, hogy a személy az interfésszel ismerkedjen, megértse a feladatot
2. Szintfelmérés: célja, hogy az adott v.sz. képességeit felbecsülje, ez képezi a harmadik, tesztelés szint kiinduló pontját
3. Tesztelés: a szintfelmérés során kapott érték alapján generálja a különböző nehézségi fokú feladatokat. Helyes megoldás esetén a következő megoldandó feladat egy bizonyos fokig két szinttel nehezebb, majd ezt követően – a helyes megoldás nehézségére való tekintettel – a hagyományos tesztelés linearitását követi. Helytelen megoldás esetén pedig egy nehézségi fokkal csökken a megoldandó feladat. (5. ábra)

A tesztfeladatok célja: A képernyőn megjelenő kilenc kocka közül néhány kis időre színt vált. A feladat fordított sorrendben megérinteni a kockákat, mint ahogy azok felvillantak. Elsőnek tehát mindig a legutóbb felvillant kockát kell megérinteni, míg utolsónak azt, amelyik először villant fel. Ugyanazon terjedelem vizsgálatára három feladat áll rendelkezésre, ha a három feladatból legalább két feladatot helyesen teljesít, akkor nagyobb terjedelmű feladatot kap. A feladat akkor szakad meg, ha a személy egy adott terjedelmet vizsgáló feladatok közül kettőre helytelenül válaszolt.

Értékelés: Az értékelés során a helyesen és helytelenül megoldott feladatok számát, a tervezésre fordított időt, illetve a megoldáshoz szükséges időt vesszük figyelembe.

A digitalizálás szintje: harmadik szint, adaptív tesztelés

Fordított Corsi-kocka adaptív változata



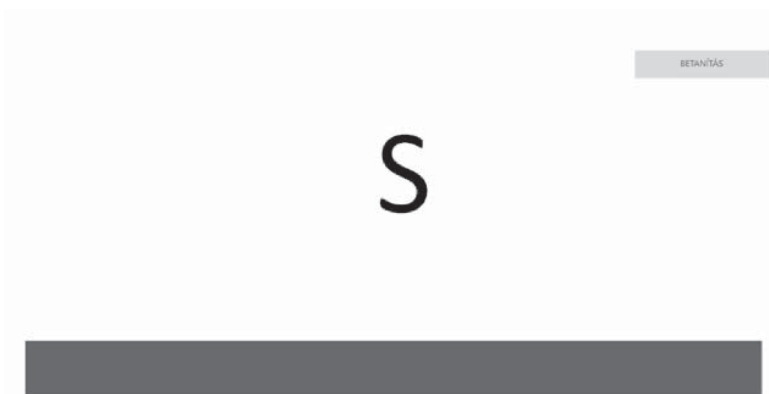
5. ábra. A Fordított Corsi-kocka algoritmus

FOLYAMATOS TELJESÍTMÉNYTESZT

A teszt célja: a vigilancia, gátlás mérése

A teszt módszere: egyéni számítógépes teszt, 2-4. osztályos tanulók részére.

A tesztfeladat célja: A képernyő közepén megjelenő eltérő időközökkel (1000 ms, 2000 ms, 4000 ms) megjelenő betűingerekre kell válaszolni a képernyő megérintésével, kivéve, amikor X betű jelenik meg. A 6. ábrán példát lehet látni a működő teszt képernyőfelületéről.



6. ábra. A Folyamatos Teljesítményteszt képernyőfelülete

Értékelés: az értékelés az eltérő időközökkel felvillanó ingerekre adott válaszok alapján történik, úgy mint helyes feladatok száma, helyes válaszok száma, helyes mellőzések száma, kihagyásos hibák száma, elkövetési hibák száma, helyes válasz reakció idő, helyes válasz reakció idő szórás, helytelen válasz reakció idő, helytelen válasz reakció idő szórás, plusz érintések száma, illetve a túl gyors válaszok száma.

A digitalizálás szintje: második szint

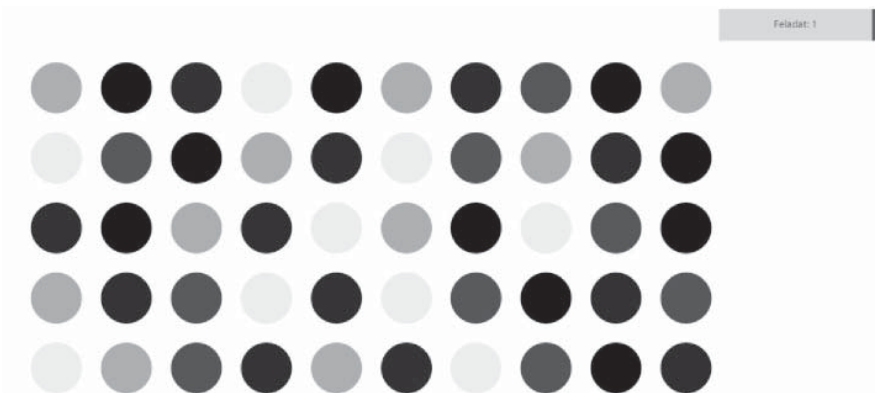
GYORS AUTOMATIZÁLT MEGNEVEZÉS FELADATOK (SZÍN, SZÁM, BETŰ)

A teszt célja: Ismétlődő színek, számok, illetve betűk nevének gyors megnevezésén keresztül a lexikonhoz való hozzáférés pontossága és sebessége, szekvencia fenntartása, figyelem, vizuális követés.

A teszt módszere: egyéni számítógépes teszt, 7;00 éves kortól.

A tesztfeladat célja: a tesztben színeket, számokat, illetve betűket kell a vizsgálati személynek minél rövidebb idő alatt megneveznie.

A feladathelyzetben a vizsgált személynek egy 50 itemből (5X10) álló feladatot exponálunk, a vizsgálati személynek pedig jobbról balra haladva minél gyorsabban meg kell neveznie az itemeket. A 7. ábrán példát lehet látni a működő teszt képernyőfelületéről.



7. ábra. A Gyors Színmegnevezés feladat képernyőfelülete

Értékelés: Kvantitatív értékelés két paraméter mentén történik: pontosság (max pontszám: 50), és sebesség másodpercben.

A digitalizálás szintje: második szint

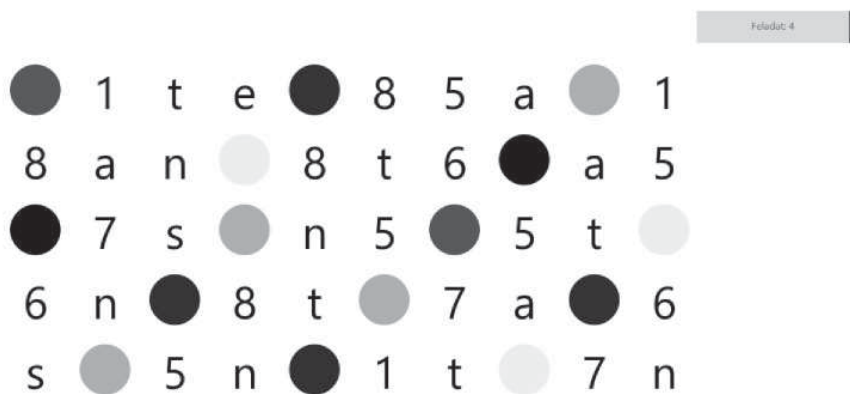
GYORS AUTOMATIZÁLT VÁLTÁS FELADAT

A teszt célja: Ismétlődő színek, számok és betűk nevének gyors megnevezésén keresztül a lexikonhoz való hozzáférés pontossága és sebessége, szekvencia fenntartása, figyelem, vizuális követés.

A teszt módszere: egyéni számítógépes teszt, 7,00 éves kortól.

A tesztfeladat célja: a tesztben színeket, számokat és betűket kell a vizsgálati személynek minél rövidebb idő alatt megneveznie.

A feladathelyzetben a vizsgált személynek egy 50 íte mből (5X10) álló feladatot exponálunk, a vizsgálati személynek pedig jobbról balra haladva minél gyorsabban meg kell neveznie az itemeket. A 8. ábrán példát lehet látni a működő teszt képernyőfelületéről.



8. ábra. A Gyors Automatizált Váltás feladat képernyőfelülete

Értékelés: Kvantitatív értékelés két paraméter mentén történik: pontosság (max pontszám: 50), és sebesség másodpercben.

A digitalizálás szintje: második szint

VIZSGÁLATI MINTA ÉS A FELVÉTEL MENETE

A vizsgálati mintát 302 gyermek alkotta Magyarország különböző településeiről. Bár pontos reprezentatív mintavételt nem készítettünk, ügyeltünk arra, hogy a kutatásba bevont gyermekek a lehető legjobban megközelítsék az ilyen életkorú magyar gyermekek sajátosságait: lakóhely típusa, szülők iskolai végzettsége, nemi arányok. Az átlagéletkor 9,1 év (szórás: 1,0 év), a legfiatalabb résztvevő 7, míg a legidősebb 12 éves volt. Az osztályfokozatokat tekintve 102 gyermek 2. osztályos volt, 91 tanuló 3., míg 105 tanuló 4. osztályba járt. Két-két tanuló 5. és 6. osztályos volt. A 214 fő tipikusan fejlődő gyermek mellett két jól

elkülönülő klinikai csoportba sorolt tanulókat (32 fő diszlexiás és 50 fő ADHD-s) is bevontunk a kutatásba, melynek elsődleges célja a mérőeszközök alkalmazhatóságának kipróbálása a klinikai csoportokon, illetve a módszerek konstruktum-validitásának vizsgálata. Jelen tanulmányban a klinikai csoportok eredményeinek mélyebb interpretálásától eltekintünk, mivel az elődleges célunk a tapasztalatgyűjtés volt. Későbbiekben az adatok mind kvalitatív mind kvantitatív részletes elemzése szükséges.

A szülői beleegyezéssel történő tesztfelvételek során képzett pszichológus és gyógypedagógus szakemberek voltak segítségünkre. Valamennyi tesztfelvétel Windows 8.1 operációs rendszerű érintőképernyős tableten került felvételre.

A LONDON-TORONY ADAPTÍV TESZT ELEMZÉSÉNEK EREDMÉNYEI

Elsőként az elért pontszámok konzisztenciáját és nehézségi mutatóit vizsgáltuk. Az egyes feladatokon elért eredményeket egy skálának foghatjuk fel, ahol megvizsgálható, hogy egy adott pontszám milyen jól korrelál az összpontszámmal (az adott tételt nem számítjuk bele). Általánosan elfogadott, hogy egy feladatot akkor tekintünk jónak, ha az összpontszámmal való korrelációja meghaladja a kb. 0,2-et. Ennek a mutatónak az értékelését azonban több szempont is befolyásolhatja. A 2. táblázatból látható, hogy szinte valamennyi feladat jóságát becsülő korrelációs mutató az elfogadható tartományban van. Csak egyetlen feladat (3/3) korrelációja nem éri el a 0,2-et. A feladatsor elején található alacsonyabb értékek azt jelzik, hogy ezek a mutatók még kevésbé tudják bejósolni az összpontszámot (kisebb korrelációt adnak vele), mint a nehezebb feladatok. A nehezebb feladatoknál a korrelációs értékek magasabbak. A 30 feladatra bontható skála megbízhatóságát becsülő belső konzisztencia mutató értéke 0,90 (Cronbach-alfa), ami kiváló megbízhatósági mutatónak tekinthető.

2. táblázat

A London-torony feladaton elért pontszámok belső konzisztenciája és nehézségi indexe

Feladatok	Nehézségi index	Item-maradék korreláció
1/1	99,7	0,22
1/2	99,7	0,22
1/3	99,7	0,22
2/1	99,7	0,22
2/2	99,7	0,22
2/3	99,0	0,30
3/1	98,3	0,21
3/2	98,3	0,31
3/3	92,1	0,15
4/1	92,4	0,37
4/2	93,7	0,27
4/3	91,1	0,37
5/1	81,5	0,40
5/2	76,8	0,28
5/3	77,8	0,35
6/1	78,5	0,60
6/2	82,1	0,59
6/3	81,1	0,72
7/1	66,9	0,59
7/2	73,5	0,56
7/3	67,5	0,67
8/1	60,3	0,58
8/2	57,5	0,68
8/3	58,6	0,75
9/1	51,0	0,63
9/2	42,1	0,57
9/3	42,1	0,62
10/1	42,7	0,63
10/2	39,1	0,62
10/3	29,5	0,50

A következőkben azt vizsgáltuk, hogy a feladat összesített mutatói milyen kapcsolatban vannak az elért pontszámokkal. A program az alábbi összesített mutatókat számítja ki: *összidő*, *összlépés* és az *elért legmagasabb szint*. Az elvárásoknak megfelelően az összpontszám szoros együttjárást adott az elért legmagasabb szinttel: $r=0,92$ (3. táblázat). Az összlépések száma mérsékelt pozitív együttjárást mutatott az összpontszámmal ($r=0,46$), s hasonló mértékű együttjárást figyelhetünk meg az összidő és a lépések száma között is ($r=0,52$). Érdeemes megjegyezni, hogy az összpontszám és az összidő között enyhe negatív együttjárás mutatkozott ($r=-0,11$), ami azzal magyarázható, hogy aki egy meghatározott időn belül nem tudta megoldani a feladatot, a későbbiekben felhasznált plusz idő már nem igazán segítette a jó megoldást, sőt az enyhe negatív együttjárás azt mutatja, hogy ezek a tanulók inkább gyengébb összpontszámot értek el, mint a kevesebb időt használó társaik.

Kézenfekvőnek tűnik, hogy az összidő nem tekinthető olyan abszolút mutatónak, ami az elért teljesítménnyel közvetlenül összefüggésbe hozható lenne, ezért az összlépések és az összidő hányadosából egy hatékonysági mutatót képeztünk: az *egy lépésre fordított idő* mutatót. Ez a mutató már enyhe pozitív együttjárást ($r=0,25$) adott az összpontszámmal, és ugyancsak enyhén korrelált az elért legmagasabb szinttel is: $r=0,25$.

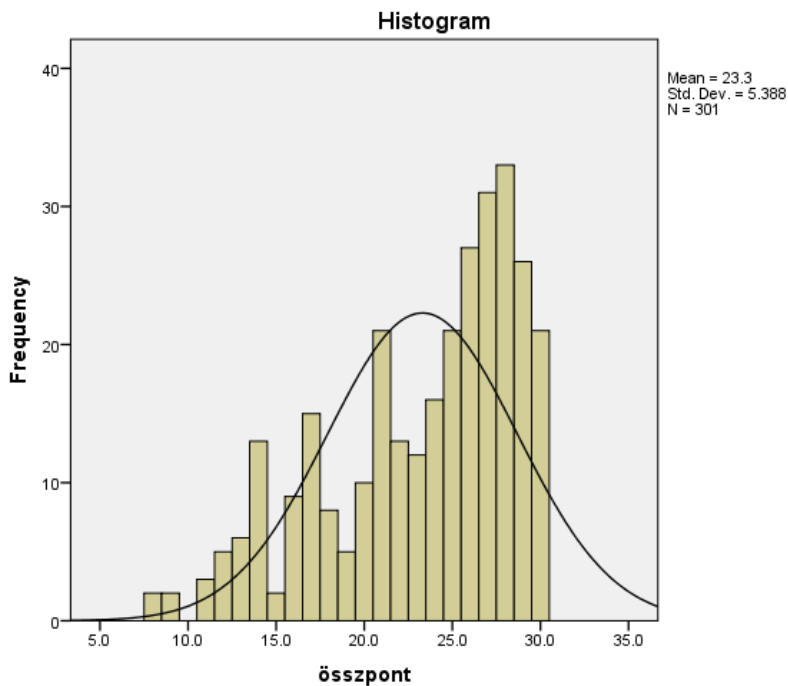
Emellett felvethető az elért összpontszámok elérése során mutatott hatékonyság is. Ennek kalkulációjához az összpontszámot elosztottuk a lépések számával. Az így kapott mutató mérsékelt, de szignifikáns együttjárás adott az elért legmagasabb szinttel ($r=0,50$), az összidővel pedig negatívan korrelált: $r=-0,36$.

3. táblázat

A London-torony feladaton elért összesített mutatók együttjársai (** $p<0,01$).

	összpont	összidő	összlépés
összidő	-0,11		
összlépés	0,46**	0,52**	
legmagasabb szint	0,92**	0,18**	0,55**

Az elért összpontszám eloszlási gyakoriságait megvizsgálva láthatjuk, hogy a normális eloszlás feltételeinek nem tesz maradéktalanul eleget a mutató, ennek ellenére a ferdeség és a csúcosság mutatók értékelése alapján (abszolút értékben nem haladják meg az 1-et) úgy gondoljuk, hogy a mutató alkalmas arra, hogy a gyermekek végrehajtó funkcióját megbecsülje (9. ábra). Az összpontszám és az összlépés hányadosából képzett mutató eloszlása és normalitás mutatói szintén hasonló képet mutattak.



9. ábra. A London-torony feladatok összpontszámainak eloszlási gyakorisága

A teljes vizsgálati mintából 47% érte el a 10., legmagasabb szintet, míg a közbül-ső szinteken (pl. 4-9. szint) az eloszlási arány 4-15% között mozgott. A próbák során elért teljesítményt megvizsgálva a teljes mintából mindössze 5 tanuló volt, akik a próba során a 0. szintről nem tudtak fentebb lépni.

A London-torony feladat teljesítménymutatóinak alakulását a tipikusan fej-lődő és a klinikai csoportok (diszlexiás és ADHD) bontásában a 4. táblázat szem-lélteti. Az elvárásunkkal ellentétesen egyetlen esetben sem kaptunk szignifikáns eltérést a csoportok között.

4. táblázat

A London-torony feladaton elért összesített mutatók középértékeinek alakulása
a különböző csoportok bontásában

		N	Átlag	Szórás
összpontszám	normatív	214	23,51	5,34
	Diszlexiás	32	22,50	6,06
	ADHD	50	22,82	5,06
	Total	296	23,29	5,37
összidő	normatív	214	512,84	187,88
	Diszlexiás	32	501,09	206,45
	ADHD	50	539,86	193,98
	Total	296	516,13	190,64
összlépés	normatív	214	130,63	32,73
	Diszlexiás	32	129,31	37,78
	ADHD	50	136,16	35,83
	Total	296	131,42	33,78
legmagasabb szint	normatív	214	8,15	2,20
	Diszlexiás	32	7,84	2,21
	ADHD	50	7,78	2,54
	Total	296	8,06	2,26
lépés/idő	normatív	214	,27	,09
	Diszlexiás	32	,27	,08
	ADHD	50	,26	,07
	Total	296	,27	,09
összpont/összlépés	normatív	214	,18	,05
	Diszlexiás	32	,18	,04
	ADHD	50	,17	,04
	Total	296	,18	,04

**A FOLYAMATOS TELJESÍTMÉNYTESZT (CPT)
ELEMZÉSEINEK EREDMÉNYE**

A CPT belső konzisztenciáját a 18 próbán elért teljesítmények homogenitásával jellemezhetjük. Egy blokkban 3 próba van (próbánként 20 ingerrel), így a 6 blokkban összesen 18 próba található. A reliabilitást becsülő Cronbach-alfa mutató magas (0,92), ami a próbákon elért teljesítmények megbízhatóságát támasztja alá. A próbákon elért pontszámok részletes vizsgálatakor kapott eredmény az egyes próbák konzisztenciáját támasztják alá (5. táblázat). A fentiek alapján úgy tűnik, hogy a próbák összegzésével előálló mutató konzisztensnek, megbízhatónak mondható.

5. táblázat

A CPT feladaton elért pontszámok belső konzisztenciája

	Item-totál korreláció
1/1000	0,51
1/2000	0,37
1/4000	0,35
2/1000	0,65
2/2000	0,58
2/4000	0,59
3/1000	0,61
3/2000	0,66
3/4000	0,69
4/1000	0,64
4/2000	0,67
4/4000	0,68
5/1000	0,63
5/2000	0,57
5/4000	0,67
6/1000	0,61
6/2000	0,57
6/4000	0,64

A CPT összesített mutatóinak korrelációi a különböző idejű ingerexponálási helyzetekben (1000, 2000, 4000 ms) magas együttjárásokat ad (0,75–0,82), ami az eltérő helyzetek konstruktumbeli hasonlóságát támasztja alá (6. táblázat). Az összesített helyes válaszok eloszlási gyakoriságai a normális eloszlás feltételeinek nem tesznek eleget, nagyfokú csúcsosság és erős jobbra tolódás, plafonhatás mutatkozik.

6. táblázat

A CPT feladaton elért összesített mutatók együttjárásai (** $p < 0,01$.)

	o/1000	o/2000
o/2000	0,77**	
o/4000	0,75**	0,82**

A CPT összesített helyes válaszai (hv) mellett a következő összesített mutatókat képeztük: a helyes válaszok reakcióidejét (hvri), a kihagyásos hibák (kh) és az elkövetési hibák összegét (eh). Ezen átfogó mutatók Sperman-féle rangkorrelációjának eredményét a 7. táblázat szemlélteti. A helyes válaszok mutatójával enyhe pozitív együttjárást ($r=0,149$) adott az összesített reakció idő, vagyis az inger megjelenéstől a válaszadásig eltelt idő. A hibás válaszok és az elkövetési hibák között mérsékelt negatív együttjárást kaptunk, míg az elkövetési hibák a feladat definíciója szerint inverz kapcsolatban volt a helyes válaszokkal.

7. táblázat

A CPT feladaton elért összesített mutatók együttjárásai (** $p < 0,01$.)

	hv	hvri	kh
hvri	0,17*		
kh	-0,13*	-0,35**	
eh	-1,00**	-0,17**	0,13*

A CPT összesített mutatóinak validitás vizsgálatához a már előzőekben bemutatott ADHD-s és Diszlexiás csoportok középértékeinek alakulását vizsgáltuk (8. táblázat). Az egyszempontos varianciaelemzés a négy összesített mutatóból csak a helyes válaszok reakcióidejénél nem mutatkozott jelentősnek, a másik 3 mutató esetében a csoportosító tényező szignifikáns vagy tendenciaszintű hatást jelzett. A helyes válaszok összpontszámánál lévő hatás tendencia szintű volt. A páronkénti összehasonlítás alapján a helyes válaszok összpontszáma tendencia szinten különbözött az ADHD-s gyerekeknél a normatív mintához képest ($p=0,082$). A kihagyásos és az elkövetési hiba az ADHD-s gyerekek körében volt jelentősen magasabb. A páronkénti összehasonlításakor a kihagyásos hiba esetében az ADHD-s diákok szignifikánsan különböztek a másik két csoporttól,

míg az elkövetési hiba esetében az ADHD-s és a normatív csoport eltérése csak tendenciaszintű volt ($p=0,082$).

8. táblázat

A CPT feladaton elért összesített mutatók középértékeinek alakulása a különböző csoportok bontásában

		N	Átlag	Szórás
hv	normatív	215	237,02	20,94
	Diszlexiás	31	234,03	17,49
	ADHD	49	230,00	16,92
	Total	295	235,54	20,11
hvri	normatív	215	1456,506	344,971
	Diszlexiás	31	1501,517	251,515
	ADHD	49	1432,898	214,684
	Total	295	1457,315	317,661
kh	normatív	215	35,326	20,028
	Diszlexiás	31	35,839	20,194
	ADHD	49	47,898	18,572
	Total	295	37,468	20,290
eh	normatív	215	14,977	20,949
	Diszlexiás	31	17,968	17,494
	ADHD	49	22,000	16,920
	Total	295	16,458	20,109

A CORSI-KOCKÁK ADAPTÍV TESZT ADATAINAK ELEMZÉSE

A Corsi kockák előre és visszafelé történő feladatsorain elvégzett belső konzisztencia vizsgálat eredményét a 9. táblázatban szemléltetjük. A próba 9 blokkból áll, amely 3-3 feladatot tartalmaz. A vizsgálat mintában nem volt olyan gyermek, aki az előre feladatban a 9. blokkot, míg a visszafelé történő sorrend esetén a 8-9. blokkot megoldotta volna, így a táblázatban csak az első 8, illetve 7 blokk eredményei láthatóak. Az *előre feladatok* belső konzisztenciáját becsülő Cronbach-alfa mutató értéke 0,94, míg a *visszafelé feladatsoré* 0,87, ami mindkét esetben kiválóan mondható. Az item-totál korrelációk rávilágítanak arra, hogy az *előre* és a *visszafelé feladatok* nehezebb blokkjaiban (pl. 7. blokk) az

item-maradék korrelációk alacsonyabbak, de ez magyarázható azzal, hogy idáig már csak kevés gyermek jutott el.

9. táblázat

A Corsi kocka feladatsoron elért pontszámok belső konzisztenciája

	Item-totál korreláció	
	<i>előre</i>	<i>visszafelé</i>
1/1 pont	0,88	0,32
1/2 pont	0,89	0,29
1/3 pont	0,89	0,29
2/1 pont	0,89	0,50
2/2 pont	0,89	0,54
2/3 pont	0,90	0,53
3/1 pont	0,83	0,52
3/2 pont	0,82	0,52
3/3 pont	0,90	0,67
4/1 pont	0,74	0,67
4/2 pont	0,74	0,66
4/3 pont	0,76	0,71
5/1 pont	0,64	0,59
5/2 pont	0,45	0,52
5/3 pont	0,57	0,66
6/1 pont	0,21	0,32
6/2 pont	0,26	0,34
6/3 pont	0,19	0,27
7/1 pont	0,13	0,30
7/2 pont	0,16	0,08
7/3 pont	0,11	0,12
8/1 pont	0,11	–
8/2 pont	0,11	–
8/3 pont	0,11	–
9/1 pont	–	–
9/2 pont	–	–
9/3 pont	–	–

Az összpontszámok eloszlása megközelítőleg normálisnak mondható, amit a normalitás mutatók is megerősítenek. A ferdeség és a csúcsosság mutatók abszolút értékben nem haladják meg az 1-et.

A Corsi-kocka feladatsorokon elért összesített mutatók együttjárásait a 10. táblázatban szemléltetjük. Az összpontszám mellett megkülönböztettük az összesített latencia időt, ami az inger és a válaszadás közötti időszakot ragadja meg, illetve az összzidőt és az összesített megoldási időt (a latencia nélkül) különítettük el. A táblázat alsó részében, az átló alatt a Corsi-kocka előre feladat eredményei láthatóak, míg az átló felett a visszafelé feladaté. Láthatjuk, hogy mindkét feladatsor összpontszáma mérsékelt és szoros (0,21-től 0,59-ig) együttjárásokat ad az idői mutatókkal. A legerősebb együttjárást a feladatsorok összpontszáma és az összmegoldási idő között figyelhetjük meg (0,98 és 0,97).

A két feladatsor azonos mutatóinak összevetésekor az összpontszámok közötti korreláció 0,39**, az összlátencia esetében 0,38**, az összzidő esetében 0,41**, míg végül az összmegoldási időnél 0,39**. Ezek az eredmények a két módszer konvergens és divergens validitásának tényét igazolják: a két konstruktum ugyan eltérő, de mégis hasonló jellemzők megragadását végzi.

10. táblázat

A Corsi-kocka feladatsorokon elért összesített mutatók együttjárásai (az átló alatt az előre feladatsor korrelációi, míg az átló felett a visszafelé feladatsor együttjárásai láthatóak) (** $p < 0,01$.)

	összpontszám	összlátencia	összzidő	összmegoldási idő
összpontszám		0,21**	0,54**	0,59**
összlátencia	0,21**		0,68**	0,50**
összzidő	0,54**	0,68**		0,97**
összmegoldási idő	0,57**	0,53**	0,98**	

A Corsi-kocka kritériumcsoport validitásának vizsgálatok az egyszempontos varianciaanalízis a következő változók esetében jelzett szignifikáns eltérést a csoportok között: az összpontszám mindkét változat esetében, és az összzidő és összmegoldási idő a fordított esetben (11. táblázat). Az elvárásoknak megfelelően az összpontszám mindkét feltételben a normatív csoportban volt a legmagasabb, az ADHD és Diszlexiás csoport között nem volt számottevő különbség. A fordított esetben az idői változók esetében a normatív minta átlaga volt magasabb, amit feltehetően az is befolyásol, hogy ők oldották meg a legtöbb feladatot.

11. táblázat

A Corsi-kocka feladatsoron elért összesített mutatók középértékeinek alakulása
a különböző csoportok bontásában

		N	Átlag	Szórás
összpontszám	normatív	211	11,512	3,0804
	Diszlexiás	32	10,563	3,6273
	ADHD	50	10,400	3,0305
	Total	293	11,218	3,1601
összlatencia	normatív	211	00:16.1	00:05.0
	Diszlexiás	32	00:16.9	00:05.7
	ADHD	50	00:15.5	00:04.5
	Total	293	00:16.1	00:05.0
összidő	normatív	211	01:03.0	00:22.8
	Diszlexiás	32	01:00.7	00:20.5
	ADHD	50	00:56.8	00:19.9
	Total	293	01:01.7	00:22.2
összmegoldidő	normatív	211	00:46.7	00:19.6
	Diszlexiás	32	00:43.4	00:17.9
	ADHD	50	00:41.3	00:16.8
	Total	293	00:45.5	00:19.1
összpontvissza	normatív	211	10,972	3,1622
	Diszlexiás	32	8,938	4,3916
	ADHD	50	8,429	3,4641
	Total	293	10,324	3,5162
összlatenciavissza	normatív	211	00:16.8	00:06.0
	Diszlexiás	32	00:16.9	00:05.2
	ADHD	50	00:15.3	00:04.7
	Total	293	00:16.6	00:05.7
összidővissza	normatív	211	01:00.5	00:23.4
	Diszlexiás	32	00:52.9	00:16.8
	ADHD	50	00:49.3	00:19.4
	Total	293	00:57.8	00:22.5
összmegoldidővissza	normatív	211	00:43.6	00:19.7
	Disz	32	00:35.7	00:14.5
	ADHD	50	00:33.7	00:15.4
	Total	293	00:41.1	00:18.9

**A GYORS MEGNEVEZÉS ÉS VÁLTÁS FELADAT
PSZICHOMETRIAI JELLEMZŐI**

A Gyors megnevezés tesztek estében – a feladatok jellege miatt – csak kritériumcsoport validitást vizsgáltunk (12. táblázat). A pontszámok közül a váltás betű pontszám, míg a reakció idők közül a szám, a betű és a vegyes betű idők szignifikánsan eltértek a csoportok között. A váltáspont esetében a normatív minta átlaga volt a legmagasabb, a legalacsonyabb pedig a diszlexiás csoporté. A reakcióidők a normatív minta esetében alacsonyabbak voltak, mint a klinikai csoportoknál.

12. táblázat

A Gyors megnevezés és Váltás feladaton elért összesített mutatók középpértékeinek alakulása a különböző csoportok bontásában

		N	Átlag	Szórás
színpont	normatív	214	49,556	1,115
	Diszlexiás	32	49,344	1,3821
	ADHD	50	49,56	0,7866
	Total	296	49,534	1,098
színidő	normatív	214	49:41.0	11:36.2
	Diszlexiás	32	50:35.5	11:39.6
	ADHD	50	53:06.7	15:35.1
	Total	296	50:21.6	12:23.3
számpont	normatív	214	49,421	4,8276
	Diszlexiás	32	48,719	5,6353
	ADHD	50	49,84	0,4219
	Total	296	49,416	4,5031
számidő	normatív	214	31:53.0	08:56.8
	Diszlexiás	32	36:11.3	16:16.2
	ADHD	50	36:36.6	10:54.9
	Total	296	33:08.8	10:28.1
betűpont	normatív	214	49,519	3,6097
	Diszlexiás	32	48,344	6,5284
	ADHD	50	48,38	7,1796
	Total	296	49,199	4,7661

		N	Átlag	Szórás
betűidő	normatív	214	32:41.0	10:43.1
	Diszlexiás	32	36:45.7	13:42.8
	ADHD	50	37:28.3	11:37.4
	Total	296	33:56.0	11:22.2
váltáspont	normatív	214	49,388	1,3476
	Diszlexiás	32	47,844	5,2432
	ADHD	50	48,18	7,0528
	Total	296	49,017	3,5819
váltás idő	normatív	214	42:33.8	11:12.2
	Diszlexiás	32	45:45.9	13:41.3
	ADHD	50	51:03.6	28:09.0
	Total	296	44:20.6	15:52.6

A MÉRŐESZKÖZÖK KONSTRUKTUM VALIDITÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Mivel a kutatásunk fókuszában az alapvető leíró jellemzők mellett a négy módszer konstruktumvaliditásának vizsgálata állt, így a következőkben a négy módszeren elért teljesítmények együttjárásait szemléltetjük. Általában elfogadott, hogy a 0,7-0,8 feletti korrelációk esetében megegyező konstruktumokról beszéljünk, 0,4-0,6 közötti korrelációk esetében pedig hasonló konstruktumokról. Természetesen ezek a mutatók csak támpontul szolgálnak, a mérőeszközök pontos mérési tartománya nagyban befolyásolhatja az elvárásokat.

A London-torony eljárás összesített teljesítménymutatói között nem találtunk olyat, amit a CPT feladat mutatóival szignifikáns együttjárást adott volna (13. táblázat). A Corsi-kocka összesített mutatói közül nem találtunk olyan együttjárást, ami a 0,4-et meghaladta volna. A két mérőmódszer összesített összpontszámai közötti együttjárások nem érik el a 0,3-et sem. A RAN-RAS összesített mutatói is csak enyhe korrelációkat adnak a London-torony feladat mutatóival.

13. táblázat
A London-torony feladat összesített mutatóinak együttjárásai más mérőeljárások mutatóival

	A London-torony feladat összesített mutatói					
	összpont	összidő	összlépés	legmagasabb szint	Lépés_idő	összpont_összlépés
hv	0.09	-0.057	0.036	0.106	0.071	0.029
hvri	0.015	0.057	-0.038	0.042	-0.103	0.057
kh	-0.063	-0.023	0.015	-0.057	0.058	-0.08
eh	-0.09	0.057	-0.036	-0.106	-0.071	-0.029
összlatenciaelőre	0.033	.197**	0.006	0.059	-.249**	0.02
összpontelőre	.194**	-.156**	0.042	.131*	.190**	.137*
összidőelőre	.130*	0.09	-0.017	.116*	-.152**	.138*
összmegoldidőelőre	.142*	0.045	-0.025	.120*	-0.107	.158**
terjedelemelőre	.179**	-.132*	0.03	0.106	.164**	.135*
összlatenciafordított	0.031	.175**	-0.03	0.005	-.215**	0.069
összpontfordított	.263**	-.129*	0.078	.227**	.180**	.166**
összidőfordított	.166**	0.083	0.02	.149*	-0.095	.138*
összmegoldidőfordított	.182**	0.042	0.027	.170**	-0.047	.143*
terjedelemfordított	.251**	-0.069	0.073	.220**	.132*	.161**
színpont	0.06	0.017	0.018	0.067	0.001	0.041
színidő	-.125*	.114*	-0.104	-.117*	-.211**	0.001
számpont	-.117*	0.076	0.088	-0.086	-0.006	-.226**
számidő	-0.084	.176**	-0.039	-0.08	-.212**	-0.026
betűpont	0.053	0.021	0.076	0.054	0.062	-0.05
betűidő	-0.074	.230**	0.004	-0.077	-.253**	-0.047
váltáspont	0.057	-0.005	0.044	0.07	0.056	0.004
váltás idő	-.177**	.149**	-.159**	-.178**	-.286**	0.012

A fenti mérőeszközök kapcsolatrendszerének részletesebb vizsgálatára faktorelemzést végeztünk. Az összesített mutatók elemzése során arra voltunk kíváncsiak, hogy az egyes mutatók milyen csoportokba rendeződnek, s ez a rendeződés alátámasztja-e a mérőeszközök érvényességét. A főkomponens elemzés alapján 3 faktor valószínűsít

hető, ami összesen az összvariancia 41,1%-át magyarázza (14. táblázat). Az *első faktorba* a Gyors megnevezés és váltás összesített mutatói mellett negatív előjellel a London-torony összpontszám mutatója, a legmagasabb szint és a Corsi-kocka előre összpontszám került. Talán érdemes megemlíteni a Fordított corsi összlátencia, a London-torony összpontszám és összlépés hányadosából képzett mutató, valamint a CPT kihagyásos hibázásainak számait, amelyek ezzel a faktoriall 0,3-nél erősebb keresztöltéseket adnak. Ez összességében a végrehajtó funkciókat magába foglaló dimenzióknak tekinthető, amelyben minden mérőeljárás összesített mutatója fellelhető. A *második faktorba* a Corsi és a London-torony mérőeljárások megoldási vagy reakcióidővel kapcsolatos mutatói kerültek, vagy azok a származtatott mutatók, amelyekben az idő szerepet játszik. Érdekes, hogy az időt tartalmazó mutatók közül a London-torony feladatok összmegoldási ideje nem ide tartozik. A *harmadik faktorba* döntően a hibázással összefüggő mutatók kerültek. Kivétel ez alól, a fentiekben említett London-torony összzidő, ami áttételesen természetesen a hibázásokkal függhet össze, vagyis azoknál, akik többször hibáznak, ott az összzidő megnövekszik.

Úgy gondoljuk, hogy a fenti eredmények jól alátámasztják a különböző mérőeljárások érvényességét és változóik értelmezési lehetőségét, struktúráját. A mérőeljárások összesített pontszámai főként egy végrehajtó funkció dimenziót írnak le, amely mellett megtalálható a feldolgozási sebesség, mint ettől elkülönülő dimenzió, illetve a hibázások által alkotott dimenzió (pontosság). Ezek az eredmények jól összhangba hozhatók a mérőeszközök mérési tartományával és a nemzetközi szakirodalmi adatokkal egyaránt.

Érdemes megjegyeznünk, hogy a London-torony összpontszámával és a lépések számával előállított származtatott mutató mindhárom dimenzióval kapcsolatot mutat, vagyis a kombinált mutatók nem csak a végrehajtó funkciók működését, hanem a feldolgozási sebesség és a hibázások dimenzióit is megragadják.

Természetesen az eredményeinket a viszonylag alacsony mintaelemszám miatt csak óvatosan és körültekintően szabad értelmeznünk és általánosítanunk. A jövőben a fenti összefüggések mélyebb és nagyobb mintán történő elemzése szükséges.

14. táblázat

A kutatásban szereplő mérőeszközök összesített mutatóin végzett faktorelemzés eredménye
(csak a 0,3-nél magasabb faktortöltéseket tüntettük fel)

	Faktorok		
	I	II	III
összidőelőre (Corsi)	.901		
összmegoldidőelőre(Corsi)	.874		
összlatenciaelőre (Corsi)	.662		
terjedelemelőre (Corsi)	.639	-.455	
összpontelőre (Corsi)	.610	-.473	
összlatenciafordított (Corsi)	.485		.313
hvri (CPT)			
összpon_összlépés (London-torony)			
számidő (RAN-RAS)		.737	
váltásidő (RAN-RAS)		.705	
betűidő (RAN-RAS)		.695	
színidő (RAN-RAS)		.673	
eh (CPT)		.562	
hv (CPT)		-.562	
összidő (London-torony)		.457	
Lépés_idő (London-torony)		-.441	
színpont (RAN-RAS)			
kh (CPT)			
számpont (RAN-RAS)			
legmagasabb szint (London-torony)			.688
összpont (London-torony)			.679
összpontfordított (Corsi)			.673
terjedelemfordított (Corsi)			.669
összmegoldidőfordított (Corsi)	.480		.646
összidőfordított (Corsi)	.529		.628
összlépés (London-torony)			.512
váltáspont (RAN-RAS)			
betűpont (RAN-RAS)			

ÖSSZEFOGLALÁS

Tapasztalatainkat összefoglalva elmondhatjuk, hogy az elemzésre kerülő három módszer pszichometriai jellemzői összességében jók. Úgy gondoljuk, hogy a fenti eredmények jól alátámasztják a különböző mérőeljárások érvényességét és a változók értelmezési lehetőségét, struktúráját.

A kutatás eredményeképpen megállapítható, hogy a gyermekek számára a digitális tesztfelvételi helyzet a hagyományos papír-ceruza módszerhez képest nagyobb motivációs erővel bírt, a gyermekek figyelmét és aktivitását jobban fenntartotta.

Tesztfelvevői nézőpontból pedig könnyebbé és gördülékenyebbé vált a tesztek felvétele és kiértékelése. Kifejezett hátrányokat a teszt bemérése során nem tapasztaltunk.

A KUTATÁS KORLÁTAI

A kutatás egyik korlátjának számít, hogy az IKT alapú tesztek kipróbálása viszonylag kis létszámú mintán valósult meg, ami az eredmények általánosíthatóságát kérdőjelezi meg. Mindezt nehezíti még az a tény is, hogy nem rendelkezünk előzetes tapasztalatokkal és beméréssel sem az adaptív változattal, sem a klasszikus verzióra vonatkozóan. Ez természetesen felveti azt a kérdést is, hogy vajon a teszteknek e kutatásban alkalmazott adaptív változatai vajon ugyanazt a konstruktumot mérik-e, mint a hagyományos verziók.

A kutatás korlátjaként említhetjük meg a tesztfelvétel innovatív módját, ami a szakemberek részéről a technológiával szemben egy olyan fajta idegenkedést vonhat maga után, ami a tesztek széleskörű elterjedését akadályozhatja.

A KUTATÁS TÁVLATAI

A jelen kutatásban kipróbált tesztek hosszú távon a diagnosztikai folyamat szerves részévé válhatnak, ami korszerű, komplex, tudatosan szervezett, azonos színvonalú ellátást tesz lehetővé, ezáltal növeli az egyenlő hozzáférés esélyeit.

Az IKT alapú tesztfejlesztés idő- és költséghatékonyságot biztosít, lehetőséget nyújt az azonnali értékelésre és visszajelzésre, az adatvesztés és adattorzítás kiküszöbölésére, valamint a vizsgáló szubjektivitásának minimalizálására.

A digitalizált tesztek és eredmények Integrált Informatikai Nyomonkövető Rendszerben (INYS) történő megjelenése lehetővé teszi a szakszolgálatok számára a gyerekek állapotának és fejlődésének nyomon követését, ugyanis ennek segítségével a szűkebb normaértékek mellett a fejlődés dinamikájának „önmagához képest” történő objektív összehasonlítása is megvalósítható. Mindez

nem csupán az egységes diagnosztikus protokoll, hanem az egységes ellátási protokoll szempontjából is releváns. Nem utolsó sorban az adatbázisok digitalizálása, a feladatbankok létrejötte jóval átfogóbb kutatások megvalósulásához is hozzájárulhat. Ezen kutatási eredmények gyakorlatban történő hasznosítása fontos előrelépést jelentene a bizonyítékon alapuló (evidence-based) gyógyterápia számára.

A nyugaton jól bevált diagnosztizálási folyamat minőségének és eredményességének eléréséhez hazánkban további jelentős lépések, átalakítások átgondolására van szükség, hosszú távon a külföldön jól bevált Response to Intervention modellt (RtI-modell) érdemes a magyar viszonyokhoz adaptálni. Mindehhez az ellátó rendszerbe történő belépés átgondolása mellett, további olyan IKT alapú tesztek, eljárások kidolgozása, adaptálása is szükségessé válik, melyek egy-egy adott zavar, nehézség minél korábbi és pontosabb felismerését tennék lehetővé. Ugyanakkor arra is törekedni kell, hogy megtaláljuk a kellő egyensúlyt az elektronikus alapú mérőeljárások és a tradicionális eszközrendszerek között, hiszen természetesen a modern technológia térhódítása mellett ez utóbbi továbbra is indokolt és szükséges marad.

IRODALOMJEGYZÉK

- Baddeley, A. (2003). *Az emberi emlékezet*. Budapest: Osiris Kiadó.
- Baddeley, A., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In Bower, G. (Ed.): *Recent Advances in Learning and Motivation* (47-90). New-York: Academic Press.
- Barkley, R.A. (2012). *Executive Functions: What They Are, How They Work, and Why They Evolved*. New York: The Guilford Press.
- Baron, I. S. (2004). *Neuropsychological Evaluation of the Child*. Oxford University Press.
- Broadbent, D. (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.
- Buchanan, T. (2002). Online assessment: Desirable or dangerous? *Professional Psychology: Research and Practice*, 33, 148–154.
- Butcher, J. M., Perry, J. M., & Atlis, M. M. (2000). Validity and utility of computer-based test interpretation. *Psychological Assessment*, 12, 6–18.
- Conners, C. K., Epstein, J. N., Angold, A., Klaric, J. (2003). Continuous Performance Test Performance in a Normative Epidemiological Sample. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 31, 555-562.
- Corsi P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. Dissertation Abstract International. 34, 891B
- Csapó B., Molnár Gy., R.-Tóth K. (2008). A papír alapú tesztetől a számítógépes adaptív tesztelésig: a pedagógiai mérés-értékelés technikájának fejlődési tendenciái. *Iskolakultúra*, 3-4. sz. 3–16.
- Csépe V. (2005). *Kognitív fejlődés-neuropszichológia*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- Damasio H., Grabowski T., Frank R., Galaburda A. M., & Damasio, A. R. (1994). "The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient". *Science*, 264 (5162): 1102–5. doi:10.1126/science.8178168.

- Donders, F. C. (1969). On the speed of mental processes. *Acta Psychologica*, 30, 412–431. (Original work published 1868).
- Doniger, G. M., Dwolatzky, T., Zucker, D. M., Chertkow, H., Crystal, H., & Schweiger, A. (2006). Computerized cognitive testing battery identifies mild cognitive impairment and mild dementia even in the presence of depressive symptoms. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, 21, 28–36.
- Eriksen, B. A., Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon identification of a target letter in a non-search task. *Perception and Psychophysics*, 16, 143–149.
- Font O., Kóbor A., & Takács Á. (2013). A nem verbális fluencia fejlődési mintázata 3. és 5. osztály között. *Gyógypedagógiai Szemle*, 41(4), 275-288.
- Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (2014). *Handbook of Executive Functioning*. New York: Springer.
- Grant D. A. & Berg E. A. (1981). *Wisconsin Card Sorting Test manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources, Inc.
- Greenberg, L. M., & Waldman, I. D. (1993). Developmental normative data on the test of variables of attention (T.O.V.A.). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 34(6), 1019–1030.
- Győri M. (2008). Viselkedéskontroll és megismerés: a végrehajtott működések. In Csépe V., Győri M., & Ragó A. (Ed.) *Általános pszichológia 3.: Nyelv, tudat, gondolkodás (321-356)*. Budapest: Osiris.
- Gyulaházi J., & Varga K. (2014). A tudat és az agy alaplüködési hálózatának kapcsolata. *Ideggyógyászati Szemle* 67(1–2), 19–30.
- Hughes, C., & Ensor, R. (2008). Does Executive Function Matter for Preschoolers' Problem Behaviors? *Journal Abnorm Child Psychol*, 36, 1-14.
- Janacsek K., Tánczos T., Mészáros T., & Németh, D. (2009). A munkamemória új magyar nyelvű neuropszichológiai mérőeljárása: A hallási mondatterjedelem teszt (HMT). *Magyar Pszichológiai Szemle*, 64(2), 385-406.
- Kemp, S.L., & Korkman, M. (2010). *Essentials of NEPSY-II Assessment*. New Jersey: John Wiley.
- Kirchner, W. K. (1958). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of Experimental Psychology*, 55(4), 352-358
- Korkman, M., Kirk, R., & Kemp, S. L. (1998). *NEPSY: A Developmental Neuropsychological Assessment*. San Antonio: The Psychological Corporation.
- Lee, G. P., Strauss, E., Loring, D. W., McCloskey, L., Haworth, J. M., & Lehman, R. A. (1997). Sensitivity of figural fluency on the Five-Point Test to focal neurological dysfunction. *The Clinical Neuropsychologist*, 11, 59-68.
- Lezak, M. (1995). *Neuropsychological assessment* (3rd Ed.). New York: Oxford University Press.
- Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A user's guide to the stop signal paradigm. In Dagenbach D., & Thomas, H. C. (Ed.) *Inhibitory processes in attention, memory and language (189-236)*. San Diego: Academic Press.
- Lurija, A. R. (1975). *Válogatott tanulmányok*. Budapest: Gondolat könyvkiadó
- Magyar A. (2012). Számítógépes adaptív tesztelés. *Iskolakultúra*, 5, 52-60.
- Mataix-Cols D, Bartrés-Faz D. (2002). Is the Use of the Wooden and Computerized Versions of the Tower of Hanoi Puzzle Equivalent? *Applied Neuropsychology*. 9(2), 117–120.

- McCloskey, G., Perkins, L. A., & Van Divner, B (2014). *Assessment and Intervention for Executive Function Difficulties*. New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annu. Rev. Neurosci*, 24,167-202.
- Milner, G. A. (1956). The magical number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity And Diversity Of Executive Functions And Their Contributions To Complex „Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1). 49–100.
- Otero, T.M, Barker L.A., & Naglieri, J.A. (2014). Executive function treatment and intervention in schools. *Appl Neuropsychol Child*. 3(3), 205-214.
- Parsey, C. M. & Schmitter-Edgecombe, M. (2013). Applications of technology in neuropsychological assessment. *Clin Neuropsychol*, 27(8), 1328-61
- Posner, M.I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 32, 3-25.
- Racsmány M. (Ed.). (2007). *A Fejlődés Zavarai és Vizsgáló Módszerei*. Budapest: Akadémia Kiadó.
- Racsmány M., Lukács Á, Németh D., & Pléh Cs. (2005). A verbális munkamemória magyar nyelvű vizsgálóeljárásai. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 4, 479–505.
- Rey, A. (1942). L'examen psychologique dans les cas d'encephalopathie traumatique. *Archives de psychologie*, 28, 286-340.
- Sala, S. D., Gray, C., Baddeley, A., & Wilson, L. (1997). *Visual Patterns Test: a test of short-term visual recall*. Feltham: Thames Valley Test Company.
- Schlegel R. E., & Gilliland K. (2007). Development and quality assurance of computer-based assessment batteries. *Arch. Clin. Neuropsychol.*, 22S, 49–61.
- Schmitter-Edgecombe, M., Seelye, A., & Cook, D. J. (2013). Technologies for health assessment, promotion and assistance: Focus on gerontechnology. In Randolph, J. J. (Ed.). *Positive Neuropsychology: An Evidence-Based Perspective on Promoting Cognitive Health (143-160)*. New York: Springer Science and Business Media
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 298, 199-209.
- Shallice T., & Norman D. (1986). Attention to action: willed and automatic control of behavior. In Davidson, R., Schwartz, R., & Shapiro, D. (Ed.). *Consciousness and Self-Regulation: Advances in Research and Theory IV (1-18)*. Plenum Press
- Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84(1)
- Simon, H. A. (1975). The functional equivalence of problem solving skills. *Cognitive Psychology*, 7, 268-288.
- Stroop, J. D. (1935). Studies of interference in Serial Verbal Reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Tánczos T. (2012). A végrehajtó funkciók szerepe az iskolában és a verbálisfluencia-tesztek. *Iskolakultúra*,22(6),38-51.
- Tárnok Zs., Barsi P., Gádoros J., Halász P. (2006). Végrehajtó funkciók zavara frontális károsodásokban és frontális epilepsziában. *Ideggyógyászati Szemle*, 59, 269–280.

- Tóth D., Csépe V., Vaessen A., & Blomert L. (2014). *3DM-H: A diszlexia differenciáldiagnózisa: Az olvasás és helyesírás kognitív elemzése. Technikai kézikönyv*, Nyíregyháza: Kogentum.
- Tóth D. (2012). *Mit, miért, hogyan? Mérés és értelmezés a kognitív olvasásfejlődési vizsgálatokban*. Budapest: Doktori (PhD) disszertáció.
- Troyer, A. K., Moscovitch, M., Winocur, G., Alexander, M. P. & Stuss, D. (1998). Clustering and switching on verbal fluency: the effects of focal frontal- and temporal-lobe lesions. *Neuropsychologia*, 36, 499–504.
- Whitney, G., Keith, S., Bühler, C., Hewer, S., Lhotska, L., Miesenberger, K., & Velasco, C. A. (2011). Twenty five years of Training and Education in ICT Design for All and Assistive Technology. *Technology and Disability*, 23(3), 163-170.
- Wolf, M., & Denckla, M., B. (2005). *RAN/RAS: Rapid Automatized Naming and Rapid Alternating Stimulus Tests (RAN/RAS)*. Austin: TX: Pro-Ed

MELLÉKLETEK

LONDON TORONY ADAPTÍV TESZT

London-torony						
T-érték	<i>7-8 évesek</i>			<i>9-10 évesek</i>		
	<i>Összpont</i>	<i>Összidő</i>	<i>Összlépés</i>	<i>Összpont</i>	<i>Összidő</i>	<i>Összlépés</i>
25	11	54	51	10	92	48
26		74	55		107	51
27	12	95	58	11	121	54
28		116	61		136	57
29	13	136	65	12	150	61
30		157	68		165	64
31	14	178	71	13	180	67
32		198	75		194	70
33	15	219	78	14	209	73
34		240	81		223	76
35	16	261	85	15	238	79
36		281	88		253	82
37	17	302	92	16	267	86
38		323	95	17	282	89
39	18	343	98		296	92
40		364	102	18	311	95
41	19	385	105		326	98
42		405	108	19	340	101
43	20	426	112		355	104
44		447	115	20	369	108
45	21	468	118	21	384	111
46		488	122		399	114
47	22	509	125	22	413	117
48		530	128		428	120
49	23	550	132	23	442	123
50		571	135		457	126

A VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓK ADAPTÍV MÉRÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

T-érték	<i>7-8 évesek</i>			<i>9-10 évesek</i>		
	<i>Összpont</i>	<i>Összidő</i>	<i>Összlépés</i>	<i>Összpont</i>	<i>Összidő</i>	<i>Összlépés</i>
51	24	592	139	24	472	129
52		612	142	25	486	133
53	25	633	145		501	136
54		654	149	26	515	139
55	26	675	152		530	142
56		695	155	27	545	145
57	27	716	159		559	148
58		737	162	28	574	151
59	28	757	165	29	588	155
60		778	169		603	158
61	29	799	172	30	618	161
62		819	175		632	164
63	30	840	179	31	647	167
64		861	182		661	170
65	31	882	186	32	676	173
66		902	189	33	691	176
67	32	923	192		705	180
68		944	196	34	720	183
69	33	964	199		734	186
70		985	202	35	749	189
71	34	1006	206		764	192
72		1026	209	36	778	195
73	35	1047	212	37	793	198
74		1068	216		807	202
75	36	1089	219	38	822	205

CORSI KOCKA, FORDÍTOTT CORSI KOCKA ADAPTÍV TESZT

Corsi				
T-érték	<i>7-8 évesek</i>		<i>9-10 évesek</i>	
	<i>Összpont előre</i>	<i>Összpont visszafele</i>	<i>Összpont előre</i>	<i>Összpont visszafele</i>
25	3	3	4	4
26				
27	4		5	
28		4		5
29				
30			6	
31	5	5		6
32				
33			7	
34	6	6		
35				7
36				
37	7		8	
38				8
39		7		
40	8		9	
41				9
42		8		
43				
44	9		10	
45		9		
46				10
47	10			
48		10	11	
49				11
50	11			

A VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓK ADAPTÍV MÉRÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

T-érték	<i>7-8 évesek</i>		<i>9-10 évesek</i>	
	<i>Összpont előre</i>	<i>Összpont visszafele</i>	<i>Összpont előre</i>	<i>Összpont visszafele</i>
51			12	
52		11		12
53	12			
54			13	
55				13
56	13	12		
57			14	
58				14
59	14			
60		13	15	
61				15
62				
63	15	14		
64			16	16
65				
66	16	15		
67			17	17
68				
69	17	16		18
70				
71			18	19
72	18			
73		17		
74				
75	19	18	19	20

GYORS MEGNEVEZÉS ÉS VÁLTÁS

RAN-RAS								
T-érték	7-8 évesek				9-10 évesek			
	Színidő	Számidő	Betűidő	Váltásidő	Színidő	Számidő	Betűidő	Váltásidő
25	24	15	7	18	22	10	10	18
26	25		8	20	23	11	11	
27	26	16	9	21	24		12	19
28	27	17	10	22	25	12		20
29	29	18	11	23	26	13	13	21
30	30	19	13	24		14	14	
31	31		14	25	27		15	22
32	32	20	15	27	28	15		23
33	33	21	16	28	29	16	16	24
34	35	22	17	29	30		17	25
35	36	23	19	30	31	17	18	
36	37	24	20	31	32	18		26
37	38		21	32	33	19	19	27
38	39	25	22	34	34		20	28
39	41	26	23	35	35	20	21	29
40	42	27	25	36	36	21		
41	43	28	26	37	37	22	22	30
42	44	29	27	38	38		23	31
43	45		28	40	39	23	24	32
44	47	30	29	41	40	24		33
45	48	31	31	42	41	25	25	
46	49	32	32	43	42		26	34
47	50	33	33	44	43	26	27	35
48	51	34	34	45	44	27		36
49	53	35	35	47	45		28	37
50	54		37	48	46	28	29	

A VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓK ADAPTÍV MÉRÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

T-érték	<i>7-8 évesek</i>				<i>9-10 évesek</i>			
	<i>Színidő</i>	<i>Számidő</i>	<i>Betűidő</i>	<i>Váltásidő</i>	<i>Színidő</i>	<i>Számidő</i>	<i>Betűidő</i>	<i>Váltásidő</i>
51	55	36	38	49	46	29	30	38
52	56	37	39	50	47	30		39
53	57	38	40	51	48		31	40
54	59	39	41	52	49	31	32	41
55	60	40	43	54	50	32	33	
56	61		44	55	51	33		42
57	62	41	45	56	52		34	43
58	63	42	46	57	53	34	35	44
59	65	43	47	58	54	35	36	45
60	66	44	49	59	55			
61	67	45	50	61	56	36	37	46
62	68		51	62	57	37	38	47
63	69	46	52	63	58	38	39	48
64	71	47	53	64	59			49
65	72	48	55	65	60	39	40	
66	73	49	56	66	61	40	41	50
67	74	50	57	68	62	41	42	51
68	75		58	69	63			52
69	77	51	59	70	64	42	43	53
70	78	52	61	71	65	43	44	
71	79	53	62	72	65		45	54
72	80	54	63	73	66	44		55
73	81	55	64	75	67	45	46	56
74	83	56	65	76	68	46	47	57
75	84	57	67	77	69	47	48	58

FOLYAMATOS TELJESÍTMÉNYTESZT

Folyamatos teljesítményteszt								
T-érték	7-8 évesek				9-10 évesek			
	hv	hvri	kh	eh	hv	hvri	kh	eh
25	190	284			179	130		
26	192	293			182	143		
27	194	302			184	157		
28	195	311			186	170		
29	197	320			189	184		
30	199	329			191	197		
31	201	338			194	210		
32	203	347	0		196	224	0	
33	205	356			198	237		
34	206	365	1		201	250	1	
35	208	374	2		203	264		
36	210	383	3		205	277	2	
37	212	392			208	290	3	
38	214	401	4		210	304		
39	215	410			213	317	4	
40	217	419	5		215	330		
41	219	428	6	0	217	344	5	
42	221	437			220	357	6	
43	223	446	7	1	222	370		
44	224	455	8	2	224	384	7	0
45	226	464			227	397	8	
46	228	473	9	3	229	410		1
47	230	482	10		231	424	9	2
48	232	491		4	234	437	10	3
49	234	500	11	5	236	450		
50	235	509	12		239	464	11	4

A VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓK ADAPTÍV MÉRÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

T-érték	<i>7-8 évesek</i>				<i>9-10 évesek</i>			
	<i>hv</i>	<i>hvri</i>	<i>kh</i>	<i>eh</i>	<i>hv</i>	<i>hvri</i>	<i>kh</i>	<i>eh</i>
51	237	518	13	6	241	477	12	5
52	239	527			243	490		6
53	241	536	14	7	246	504	13	7
54	243	545	15	8	248	517		
55	244	554			250	530	14	8
56	246	563	16	9	253	544	15	9
57	248	572	17		255	557		10
58	250	581		10	257	570	16	11
59	252	590	18	11	260	584	17	
60	254	599	19		262	597		12
61	255	608		12	265	611	18	13
62	257	617	20		267	624	19	14
63	259	626	21	13	269	637		15
64	261	635		14	272	651	20	
65	263	644	22		274	664	21	16
66	264	653	23	15	276	677		17
67	266	662			279	691	22	18
68	268	671	24	16	281	704		
69	270	680	25	17	283	717	23	19
70	272	689	26		286	731	24	20
71	274	698		18	288	744		21
72	275	707	27		291	757	25	22
73	277	716	28	19	293	771	26	
74	279	725		20	295	784		23
75	281	734	29	21	298	797	27	24

AZ N-VISSZA FELADATBAN NYÚJTOTT TELJESÍTMÉNY ÉLETKORI FEJLŐDÉSI MINTÁZATA ÉS KORRELÁTUMAI

Kövi Zsuzsanna¹, Kovács Kristóf², Szappanos Csilla¹, Kása Dorottya¹,
Péter-Szarka Szilvia³, Faragó Boglárka², Dávid Mária², Rózsa Sándor⁴

¹ Károli Gáspár Református Egyetem, Pszichológiai Intézet, Budapest

² Eszterházy Károly Egyetem, Eger

³ Debreceni Egyetem, Pszichológiai Intézet, Debrecen

⁴ Department of Psychiatry, Washington University School of Medicine, St. Louis, USA

Levelező szerző: Kövi Zsuzsanna, kovi.zsuzsanna@kre.hu

Absztrakt

Kutatásunkban 9-19 éves tehetséges- és kontroll gyerekek és fiatalok n-vissza feladatban nyújtott teljesítményének életkori változásait térképeztük fel, valamint vizsgáltuk, hogy az n-vissza feladat milyen együttjárást mutat az egyszerű terjedelem-feladatokkal (számterjedelem, Corsi-kocka) és a fluid intelligenciával.

Az eredmények alapján a 12-17 év közötti tehetséges- és iskolás fiatalok mintáján lineáris teljesítménynövekedést figyeltünk meg az n-vissza feladatokban. A legnagyobb életkori különbségeket a 3-vissza feladat esetében találtuk. Az életkor előrehaladtával megnyilvánuló teljesítménynövekedést a téves riasztási arány csökkenésében, az interferáló itemekre adott válaszok legátlásában (a retroaktív interferencia csökkenésében), valamint a d érzékenységi mutató növekedésében tapasztaltuk.

Az n-vissza feladat a fluid intelligenciával mutatta a legerősebb kapcsolatot, ezenkívül gyenge együttjárás mutatkozott az n-vissza feladat és az egyszerű munkamemória feladatok között.

Kulcsszavak: n-vissza ▪ munkamemória ▪ IQ, életkori változások

Abstract

We explored developmental changes in the n-back task in gifted and control children aged 9-19. We also examined the n-back task's relation with verbal and spatial span tasks (computerised versions of the digit span and the Corsi block tests, both forward and backward), and with fluid intelligence. We found a linear improvement in n-back performance from 12 to 17; the largest age differences were found in the 3-back version of the task. Age had a marked effect on several indicators: false alarms decreased, inhibition of responses for interfering elements became more effective (i.e., retroactive interference decreased), and the 'd sensitivity indicator' increased. Performance on the n-back task was most strongly correlated with fluid intelligence, yet weak but significant correlations were found with forward and backward versions of the verbal and spatial span tasks, too.

Key words: n-back ▪ working memory ▪ IQ ▪ developmental changes

ELMÉLETI BEVEZETŐ

A munkamemória és a végrehajtó funkciók

A rövid távú emlékezet vagy más néven a munkamemória kutatása egészen a 1890-es évekig nyúlik vissza. William James (1890) különböztette meg először a rövid távú memóriát (elsődleges emlékezet) a hosszú távú memóriától.

A munkamemória elmélete Alan Baddeley és Graham Hitch nevéhez fűződik (1974). Ez az elmélet Atkinson és Shiffrin (1968) modelljének ellenőrzéséből született; e korábbi modell három különböző emlékezeti rendszert, tárat írt le, a szenzoros-, a rövid távú- és a hosszú távú tárat. A modell sajátossága, hogy egységesnek tartotta a rövid távú memóriát, amely szerint a hosszú távú emlékezet előtti tárolásban tölt be fontos szerepet, azonban ez a tár csak korlátozott kapacitással rendelkezik.

Baddeley és Hitch (1974) a vizsgálati személyeket feladatok párhuzamos végzésére kérték, így a munkamemóriájukat leterhelve kellett megértési feladatot végezniük, ám eredményük szerint - a várttal szemben - ez nem okozott jelentős teljesítménycsökkenést. Kutatásuk alapján a rövid távú memória tehát nem egységes. A munkamemória az információk tárolását és feldolgozását párhuzamosan végzi, biztosítja az információk időleges tárolását és manipulálását olyan komplex kognitív feladatok végrehajtása során, mint például a nyelvi megértés, a tanulás és a gondolkodás.

Baddeley és Hitch (1974) háromkomponensű munkamemória modelljükben a következő alkomponensekre osztották a munkamemóriát: fonológiai hurok, téri vizuális vázlattömb és központi végrehajtó. Baddeley ezt a modellt később (2000) egy komponenssel, az epizodikus pufferrel egészítette ki.

A fonológiai hurok feladata a beszéd-alapú információ fenntartása, míg a téri vizuális vázlattömb a téri-vizuális képek fenntartását és manipulációját végzi (Baddeley, 1992). Az epizodikus puffer tárolja és összekapcsolja a különböző modalitású információkat (Baddeley, 2005, 2010).

A központi végrehajtó felelős a figyelmi kontrollért, részt vesz a munkamemória rendszer irányításában és szabályozásában. A feltételezések szerint különböző végrehajtó funkciókban van szerepe, mint például az alrendszerek koordinálása, a tervezés, a monitorozás, az irreleváns ingerek gátlása, a figyelem fókuszálása és váltása, a hosszú távú memória reprezentációinak aktiválása, de nem vesz részt az időleges tárolásban (Baddeley és Logie, 1999).

A legtöbb kutató egyetért, hogy a végrehajtó funkciók idegrendszeri háttere a prefrontális kéregben található, és ezek a funkciók közreműködnek a munkamemória által működtetett folyamatok szabályozásában. Bár nincs egységes meghatározása a végrehajtó folyamatok fogalmának, de a megegyezések szerint közülük sorolhatók a következők: figyelem és gátlás, váltás, tervezés, frissítés és monitorozás, kódolás (Smith és Jonides, 1999).

Miyake és munkatársai (2000) elmélete szerint a végrehajtó funkcióknak három fő komponense van: frissítés, gátlás és váltás. A frissítés a munkamemória tartalmának folyamatos monitorozását és tartalmának törlését vagy új elem gyors hozzáadását jelenti. A gátlás alatt az adott helyzetnek nem megfelelő vagy automatikus válaszok kiszorítását értjük, míg a váltás a különböző feladatok, mentális állapotok közötti átváltást, átkapcsolást jelenti.

A munkamemória és a végrehajtó funkciók fejlődése

Baddeley (1992) munkamemória modelljének komponensei idegtudományi módszerekkel is elkülöníthetőek, ezenkívül a fejlődésük üteme is eltérő (Gathercole, 1999).

Egy magyar vizsgálatban 647, 4 és 89 év közötti személy vizsgálatával kimutatták, hogy a Hallási Mondatterjedelem Teszttel felmért munkamemória-kapacitásban gyermekkortól 17 éves korig meredek teljesítménynövekedés figyelhető meg, majd az elért teljesítmény felnőttkorban stagnál, és 45 éves korban kezdődik a teljesítmény hanyatlása (Janacsek, Tánczos, Mészáros, Németh, 2009).

Gathercole vizsgálatában (1999) a munkamemória életkori változásait vizsgálta különböző feladatokkal. A számterjedelem és az álszó ismétlés tesztek szolgálták a verbális, a Corsi-kocka teszt pedig a vizuális rövid távú memória mérőeszközeként. A hallási mondatterjedelem és a fordított számterjedelem teszteket pedig a komplex munkamemória kapacitásának mérésére használta. Eredményei szerint általánosságban megállapítható, hogy a munkamemória teljesítmény meredeken nő 8 éves korig, majd fokozatosabb fejlődés figyelhető meg 11-12 éves korig, a növekedés üteme pedig 16-17 éves korban lelassul. Ettől eltérő mintázatot mutatott a komplex munkamemória terjedelmet mérő hallási mondatterjedelem teszt, melynél állandó meredek fejlődési tendencia figyelhető meg 16 éves korig (Gathercole, 1999).

Chiappe, Hasher és Siegel (2000) szerint a komplex munkamemória kapacitás fejlődésének vége 19 éves korra tehető, azután pedig fokozatos teljesítménycsökkenés figyelhető meg 49 éves korig.

A kutatások során tapasztalt eredmények arra utalhatnak, hogy a komplex munkamemória fejlődése hosszabb ideig tart, mint a verbális és vizuális rövid távú memóriáé. Ez az elképzelés összhangban van a homloklebeny fejlődésének hosszabb időtartamával, amely agyi terület kapcsolatba hozható a komplex munkamemória kapacitásával (Gathercole, 1999).

Az agy fejlődése során a prefrontális területek érése megy végbe utolsóként (Giedd és mtsai., 1999; Shaw és mtsai., 2006; Thompson és mtsai., 2000). Ezen késői érés következtében a végrehajtó funkciók az utolsó funkciók között vannak, amelyek elérik az érettséget (Blakemore és Choudhury, 2006; Boeema és

mtsai., 2014; Crone, 2009). Az agy fejlődésével összhangban a végrehajtó funkciók fejlődése az alapvetőbbektől a komplexebb készségek felé haladó sorrendet követ (De Luca és Leventer, 2010). Anderson (2002) szerint a végrehajtó rendszer elemeinek fejlődése egymásra épülő, nem lineáris, hanem lépcsőzetes, kiugrási pontokkal (spurts).

Senn, Espy és Kaufman (2004) vizsgálatuk alapján feltételezték, hogy a gátlás funkció fejlődik ki először. Huizinga, Dolan és van der Molen (2006) a gátlás funkció folyamatos fejlődését találták a Stop - signal feladaton 15 éves korig, és a Stroop feladaton 21 éves korig. Ezek az eredmények a gátlás funkció folyamatos érését jelzik a kamaszkoron át a korai felnőttkorig.

Best, Miller és Jones (2009) tanulmányukban áttekintették a végrehajtó funkciók fejlődését és az általuk vizsgáltak szerint a gátlás funkció jelentős fejlődést mutat az iskoláskor előtt, majd kisebb változás figyelhető meg a későbbiekben. A munkamemória és a váltás fejlődésnek indul az iskoláskor előtt, de igazából nagyobb mértékű, lineárisabb fejlődést a későbbiekben mutat. A tervezés a legnagyobb mértékben késő gyermekkorban és a serdülőkorban fejlődik.

De Luca és munkatársai (2003) azt találták, hogy a figyelmi váltás 8-10 éves korban eléri a felnőtt szintet, továbbá funkcionális fejlődést mutattak ki a munkamemória kapacitásában, a tervezésben és a problémamegoldásban 15 és 19 éves kor között.

Klimkeit, Mattingley, Sheppard, Farrow és Bradshaw (2004) 7-12 éves korú gyerekek vizsgálata során a 8 és 10 évesek csoportjában tapasztalták a legnagyobb mértékű fejlődést a váltásban, a gátlásban, a szelektív figyelemben, amit egy plató követett 10-12 éves kor között.

De Luca és Leventer (2010) szerint a végrehajtó funkciók fejlődésének szempontjából a kamaszkorra úgy kell tekinteni, mint a fejlődés egy következő, de nem utolsó állomására.

A munkamemória kapacitásának mérése

A kutatók többféle tesztet dolgoztak ki a munkamemória kapacitásának mérésére, amelyek általában az egyes komponensekre irányulnak. Az 1. sz. táblázatban néhány mérőeljárást mutatunk be. (A tesztek részletes leírása megtalálható: pl. Gathercole, 1999; Racsmány, Lukács, Németh, és Pléh, 2005; Kovács, 2014; Táncoz, 2014; Táncoz és Németh, 2010).

1. sz. táblázat

Az egyes munkamemória komponensek és mérőeljárásai
(Forrás: Gathercole, 1999, 412. o., ill. Tánczos és Németh, 2010, 104. o.)

Munkamemória komponensek	Mérőeljárások
Fonológiai hurok	Álszó-ismétlési teszt Számterjedelem teszt Szóterjedelem teszt
Téri vizuális vázlattömb	Corsi-kocka teszt Mintázatterjedelem teszt Térkép-tesztek
Központi végrehajtó	Stroop-teszt Számok és betűk teszt Wisconsin kártyaszortírozási teszt Szemantikus fluencia teszt
Komplex munkamemória 1.: fonológiai hurok + központi végrehajtó	N-vissza feladat (*) Hallási mondatterjedelem teszt Műveleti terjedelem teszt Fordított számterjedelem teszt Olvasásterjedelem teszt
Komplex munkamemória 2.: téri vizuális vázlat-tömb + központi végrehajtó	Fordított lokációterjedelem teszt

* Az N-vissza feladatot Tánczos és Németh (2010) a központi végrehajtó tesztekhez helyezi.

Az eljárásokat két nagy csoportba lehet sorolni: az egyszerű és komplex terjedelmi feladatok csoportjába (Redick és Lindsey, 2013). Az egyszerű (rövid távú memória) terjedelmi feladatokban a vizsgálati személyeknek a sorozatokat azok mentális manipulálása nélkül kell visszamondaniuk. Az emlékezetben tartandó elemek számát fokozatosan növelik a próbák során addig, amíg a felidézésük pontatlanná válik. A memória kapacitása a legtöbb hibátlanul felidézett elem számával azonos (Gathercole, 1999).

A komplex (munkamemória) terjedelmi feladatok abban térnek el az egyszerű terjedelmi feladatoktól, hogy a bemutatott elemek megjegyzésén kívül egy másodlagos, feldolgozási feladatot is el kell végezniük a vizsgálati személyeknek (Conway, Kane, és Engle, 2003).

Például az olvasásterjedelmi feladatban a műveleti komponens a mondatok olvasása és megértése, a tárolási komponens pedig a mondatok utolsó szavának megjegyzése, ez a komplex feladat tehát a fonológiai hurok és a központi végrehajtó együttesét méri.

Alkalmasak a munkamemória mérésére az úgynevezett koordinációs és transzformációs próbák is, melyek során a prezentált információt manipulálni vagy transzformálni kell a helyes válasz elérése érdekében. Ilyen például a Wechsler Gyermek Intelligenciatesztben (WISC-IV) is megtalálható „betű-szám szekvencia” feladat (Gold, Carpenter, Randolph, Goldberg, és Weinberger, 1997),

amelynek során a vizsgált személy betűk és számok kevert sorozatát kapja, majd azokat a bemutatás után sorba (a számokat növekvő-, a betűket ABC-sorrendbe) rendezve kell visszamondania. Ide tartoznak a visszafelé mért terjedelmi tesztek is, amelyekben az elemeket a bemutatotthoz képest fordított sorrendben kell előhívni.

Az n-vissza feladat

Az n-vissza feladatot széles körben használják a munkamemória vizsgálata során, különösen az agyi képalkotó eljárásokat alkalmazó tanulmányok esetében, ennek ellenére kevés a pszichometrikus bizonyíték ennek alkalmasságáról. Jaeggi, Buschkuhl, Perrig és Meier (2010) eredményei szerint az n-vissza feladat hasznosnak bizonyult a munkamemória kísérleti vizsgálatára, azonban a korábbi kutatásokhoz hasonlóan ez is alátámasztja, hogy az n-vissza feladat - részben a gyenge reliabilitás miatt - nem alkalmas mérőeszköz a munkamemória egyéni különbségeinek mérésére.

Az n-vissza feladatot először Kirchner (1958) alkalmazta, aki vizsgálatában négy nehézségi fokot használt, az n értékét nullától háromig növelte. Egy tipikus n-vissza feladatban ingerek sorozatát mutatják a vizsgálati személyeknek, akiknek feladata az, hogy minden ingerről eldöntsék, hogy az inger azonos-e az n lépéssel korábban látottal. A terhelés mértéke növelhető n mennyiségének növelésével (Jonides és mtsai., 1997).

Ma az n-vissza feladatnak többféle változatát használják kutatásokban. Van olyan tanulmányok, ahol az ingersorozat a célelemeken kívül megtévesztő, interferáló (lure) elemeket is tartalmaz, amik abban különböznek a célelemektől, hogy nem a megfelelő pozícióban vannak bemutatva (pl. egy 3-vissza feladatban a második Q betű a T-Q-K-Q-L-M-Q sorozatban egy becsapós elem, mert nem a hárommal, hanem a kettővel korábban bemutatott betűvel egyezik) (Redick és Lindsey, 2013).

Szmalec, Verbruggen, Vandierendonck és Kemps (2011) szerint az, hogy mit mér az n-vissza feladat nagyrészt attól függ, hogy a bemutatott sorozat tartalmaz-e megtévesztő elemeket vagy sem. Ha nem alkalmaznak megtévesztő elemeket, a feladat főleg az ismerősségre támaszkodva is teljesíthető. Ha a megtévesztő elemek számát növeljük, az elemek tudatosan irányított felidézésére van szükség és a kognitív kontroll források erősen terheltek azért, hogy a memória tartalmát megóvják az interferenciától. Így az n-vissza feladat segítségével a kognitív kontroll is mérhető a munkamemória teljesítmény mellett.

Jonides és munkatársai (1997) tanulmányában az n-vissza feladatot elemezve több olyan kognitív műveletet sorol fel, amik szükségesek a feladat sikeres végrehajtásához: a kódolás, az ingerek tárolása, az ismétlés, az épp bemutatott inger összehasonlítása a korábban látottal, a sorrendiségi információk megőr-

zése, a gátlás és a frissítés. Az n-vissza feladat tehát megfelel a Baddeley (1992) által megfogalmazott munkamemória definíciójának.

A komplex terjedelmi feladatokhoz hasonlóan, az n-vissza feladatot a munkamemória mérőeljárásának tekintik, hiszen teljesítéséhez szükség van azokra a folyamatokra, amelyek részt vesznek mind az információk tárolásában, mind pedig azok manipulálásában, illetve a képpalkotó eljárások eredményei szerint azokat az agyi területeket aktiválja, amelyeket más munkamemória feladatok is (Jonides és mtsai., 1997). Ennek ellenére az n-vissza feladat a kutatások szerint csak gyengén korrelál más munkamemória feladatokkal (Kane, Conway, Miura és Colflesh, 2007; Jaeggi és mtsai., 2010). Redick és Lindsey (2013) metaanalízise szerint a komplex és az egyszerű terjedelmi feladatok hasonló – gyenge – mértékben korrelálnak az n-vissza feladattal. Összességében tehát úgy tűnik, hogy a munkamemória egy sok-komponensű rendszer, amely számos különböző tárolási és feldolgozó folyamat együtteseként határozza meg az információfeldolgozási kapacitás határait (Conway, Macnamara, Getz, és Engel de Abreu, 2011).

Az intelligencia és a munkamemória

Daneman és Carpenter (1980) megmutatták, hogy az olvasási terjedelem feladat eredménye meglepően magasan korrelál különféle verbális teszteredményekkel, elsősorban a szövegértéssel. Ezt azzal magyarázták, hogy a jobban olvasóknak több kognitív erőforrásuk marad a feladat emlékezeti komponensére, vagyis lényegében a jobb olvasás okozza a magasabb olvasási terjedelmet.

Turner és Engel (1989) vitatták ezt a magyarázatot, és azt állították, hogy az okság iránya éppen fordított: a nagyobb munkamemória-kapacitás okozza a jobb olvasási teljesítményt. Megmutatták, hogy a jobban olvasók nagyobb munkamemória-kapacitással rendelkeznek a kevésbé jól olvasóknál akkor is, ha a munkamemória-kapacitást olyan feladattal mérik, amelyben egyáltalán nem is kell szövegeket olvasni, hanem másodlagos feladatként például számolni kell. Vagyis eredményeik szerint a nagyobb munkamemória-kapacitás független a háttérfeladat típusától és elsősorban terület-általános végrehajtó folyamatokat tükröz, ennél fogva pedig a kognitív képességekkel való korrelációja sem terület-specifikus.

Kane és munkatársai (2004) is azt találták, hogy a verbális és téri munkamemória-kapacitás erősebben korrelál egymással, mint a rövid távú emlékezet esetében: a különböző terület-specifikus munkamemória-feladatok közti korreláció nagyjából olyan mértékű volt, mint a rövid távú emlékezeti feladatoknál az azonos területhez tartozóké. Ebből arra következtettek, hogy a munkamemória-kapacitást elsősorban terület-általános-, és csak másodsorban terület-specifikus készségek határozzák meg, míg a rövid távú emlékezeti kapacitás épp

fordított: elsősorban a terület-specifikus tárolási komponenseket, és csak másodsorban a központi végrehajtó teljesítményét tükrözik.

Daneman és Carpenter (1980) a szövegértéssel foglalkozó úttörő kutatását követően számos későbbi vizsgálat foglalkozott a munkamemória-kapacitás és különböző kognitív képességek közti kapcsolattal. Egy korai vizsgálat (Kyllonen és Christal, 1990) például statisztikai azonosságot talált a munkamemória és a mentális tesztek általános faktorai között, ami alapján a szerzők megfogalmazták, hogy a két képesség lényegében azonos. Egy 86 tanulmányt összefoglaló metaanalízis (Ackerman, Beier és Boyle, 2005) már árnyalja a képet: $r=0,48$ -as korrelációt talált az intelligencia általános (g) faktora és a munkamemória-kapacitás között. Érdekes rámutatni ugyanakkor, hogy egy másik metaanalízis, amely kizárólag a fluid, nem verbális intelligenciát mérő tesztekkel végzett vizsgálatokat vette figyelembe azt találta, hogy a munkamemória-kapacitás és a fluid gondolkodás (Gf) közti korreláció ennél sokkal magasabb ($r=0,72$), vagyis a fluid intelligencia és a munkamemória-kapacitás varianciájának nagyjából 50%-a közös (Kane, Hambrick és Conway, 2005).

Több kutató egyszerű terjedelmi feladatot is bevont a komplex munkamemóriát és az intelligenciát mérő tesztek mellé, és azt találták, hogy a kognitív képességekkel csak a komplex munkamemória korrelál, a rövid távú emlékezeti faktor nem (Engle, Laughlin, Tuholski és Conway, 1999; Conway, Cowan, Bunting, Theriault és Minkoff, 2002). Továbbá, ha különféle képességszettek munkamemóriával és rövid távú emlékezettel való korrelációit összehasonlítjuk, akkor kiderül, hogy a munkamemóriának az egyszerű tároláson és előhíváson túli komponense (vagyis a végrehajtó komponens) elsősorban a fluid intelligenciával függ össze, a verbális képességekkel vagy a perceptuális sebességgel sokkal kevésbé (Conway és Kovacs, 2013; Kovacs, 2010).

Ugyanakkor a munkamemória és az intelligencia közti kapcsolat hátterében több különböző folyamat állhat: bár a transzformációs feladatok, az n -vissza feladatok és a komplex terjedelmi feladatok mind korrelálnak a fluid intelligenciával, többszörös regresszió elemzés eredményei alapján kiderül, hogy a fluid intelligenciában lévő variancia különböző részeit magyarázzák (Conway és Mtsai, 2011). Úgy tűnik tehát, hogy a munkamemória kapacitást és a fluid intelligenciát mérő tesztek eredményeit egyaránt több, terület-általános kognitív mechanizmus határozza meg, és számos olyan terület-általános kognitív mechanizmus létezik, amely a fluid intelligenciát és a munkamemória-kapacitást mérő feladatokban nyújtott teljesítményhez egyaránt szükséges. Ez az átfedés magyarázhatja azt, hogy a két konstrukció varianciájának nagyjából a fele közös (Kovacs és Conway, 2016).

MÓDSZEREK

A vizsgálat célja

Vizsgálatunk első célja az n-vissza feladatban nyújtott teljesítmény életkori fejlődési mintázatának feltárása volt.

Másodlagos célunk volt megvizsgálni az n-vissza feladatban nyújtott teljesítmény együttjárását a terjedelem-feladatokkal és az intelligenciafeladattal.

Vizsgálati minták

Mintánk egyik részét a „Magyar Templeton Program, Kivételes kognitív tehetségek támogatása” projektjében részt vevő fiatalok (10-19 évesek) adták, akik egy online rendszeren keresztül felmérhették kognitív képességeiket¹.

Egy másik, sztenderdizáláshoz használt mintában (Kovács, Faragó, Kövi, Rózsa és Dávid, 2016) egri és Eger környéki állami iskolák 4., 8., és 12. évfolyamai vettek részt, az első csoportba tartozó diákok 9-11, a másodikba tartozók 13-15, a harmadikba tartozók pedig 17-19 évesek voltak.

A Templeton mintában az n-vissza feladat mellett egy intelligenciateszt eredményeit is felhasználjuk, míg az állami iskolákban felvett mintában az n-vissza feladatot verbális és nem verbális terjedelem-tesztekkel vetjük össze.

A minták életkori és nemi megoszlása a 2. sz. táblázatban láthatók.

2.sz. táblázat

A minták nemek és korcsoportok szerinti eloszlása

		Magyar Templeton Program		Iskolai felmérés		Össz.	
		fő	%	fő	%	fő	%
Nem	fiú	*	*	349	48,9%	349	48,9%
	lány	*	*	364	51,1%	364	51,1%
Korcsoport	9-12	1998	24,4%	226	31,7%	2224	25,0%
	13-16	3810	46,6%	281	39,4%	4091	46,0%
	17-19	2375	29,0%	206	28,9%	2581	29,0%
	Össz.	8183	100,0%	713	100,0%	8896	100,0%

A Magyar Templeton Programban résztvevők nemét adatvédelmi okokból nem rögzítettük.

¹ A projekt során a fiatalok több tesztet is kitöltöttek, több fordulón keresztül, online, majd személyesen, és a legkiválóbbak Junior Templeton Fellow-ként kerülhettek be a Magyar Templeton Programba.

Vizsgálati eszközök

N-vissza feladat

Az „n-vissza” feladatban minden soron következő bemutatott ingernél el kellett dönteni, hogy azonos-e az n-lépéssel, pl. 1-gyel, 2-vel, 3-mal vagy 4-el azelőtt bemutatott ingerrel.

Az elrendezés itt ismertetett változata a MATEHETSZ (Magyar Tehetségsegítő Szervezetek Szövetsége) megbízásából, a „Magyar Templon Program, Kivételes kognitív tehetségek támogatása” projekt keretein belül készült. Az elrendezés alapját Kane és munkatársainak (2007) vizsgálati elrendezése adta. Az ingerek: B, F, K, H, M, Q, R, X. Az n nulla és négy között változik, vagyis a sorozat egy 0-vissza feladattal kezdődik gyakorlásként, itt egyszerűen az X-ek megjelenésekor kell jelezni. Ezt követi az 1-vissza feladat, amelyet egy gyakorló blokk után egy „éles” követ, majd sorrendben a 2, 3, és 4-vissza blokkok, amelyek mindegyike egy gyakorló és két „éles” blokkból áll. Összesen tehát 12 blokkból áll a feladat. Az 1-vissza feladattól kezdve a próbákban úgynevezett „csali” (lure) próbák is szerepelnek. Itt olyan, n+1 és n-1 helyen szereplő „zavaró” ingerekről van szó, amelyek proaktív, illetve retroaktív interferenciát váltanak ki, pl. a 3-vissza feladatnál Q H M F Q, illetve Q H Q, stb. Egy blokkon belül minden betű 6-szor tűnik fel és minden betű egyszer szerepel célingerként.

3. sz. táblázat

A N-vissza feladat teljes elrendezése

		Az egy blokkon belül szereplő betűk előfordulási száma (hányszor jelenik meg az adott betű egy blokkban)							Az egy blokkon belül szereplő itemek összesen és a különféle ingertípusok száma			
		B	F	K	H	M	Q	R	X	Itemek száma	Cél-ingerek száma	Csali (lures)
0-vissza	1	3	3	3	3	3	3	3	8	29 db	8 db	
1-vissza	1 + 1 gyakorló	4	4	4	4	4	4	4	4	32 db	8 db	8 db 2-vissza
2-vissza	2 + 1 gyakorló	6	6	6	6	6	6	6	6	48 db	8 db	6 db 1-vissza 6 db 3-vissza 2 db 1 és 3 vissza egyaránt
3-vissza	2 + 1 gyakorló	6	6	6	6	6	6	6	6	48 db	8 db	6 db 2-vissza 6 db 4-vissza 2 db 2 és 3 vissza egyaránt
4-vissza	2 + 1 gyakorló	6	6	6	6	6	6	6	6	48 db	8 db	6 db 3-vissza 6 db 5-vissza 2 db 3 és 5 vissza egyaránt

A betűk között 500 ms szünet volt, és minden betű 2000 ms-ig látszódott, ha a vizsgálati személy nem nyomta meg gombot, hogy az adott inger célinger. Amennyiben lenyomta a gombot, 500 ms után érkezett a következő inger.

Eredmény-mutatókként vizsgálatunkban a hagyományos találat (TA), kihagyás (KI), helyes elutasítás (HE), vagy téves riasztás (TR) arány mutatók mellett két speciális mutatót is használtunk Kane és mtsai. (2007) leírása alapján:

D érzékenységi mutató:

$$d_L = \ln\left\{\frac{TA(1-TR)}{(1-TA) TR}\right\}$$

Az érzékenységi mutató minél magasabb, annál jobb teljesítményt jelez.

C válaszadási torzítási mutató:

$$C_L = 0,5[\ln\left\{\frac{(1-TR)(1-TA)}{(TA)(TR)}\right\}]$$

A negatív válaszadási torzítási mutató egy „liberális”, igen-válasz fele történő torzításra utal (azt mutatja, hogy a vizsgálati személy hajlamos akkor is lenyomni a gombot, ha bizonytalan a válaszban, azaz inkább téves riasztásokat is vét, mintsem hogy kihagyjon találatot), míg a pozitív CL érték „konzervatív”, nem-válasz fele történő torzításra utal (inkább kihagy találatot, mintsem téves riasztása legyen).

Intelligencia feladat

Az intelligenciát egy számítógépes, adaptív (a vizsgálati személy képességének szintje határozza meg, hogy milyen nehézségű feladatokat kap: amennyiben jól old meg egy feladatot, úgy nehezebbet kap, amennyiben rosszul, úgy könnyebbet) teszttel mértük. A teszt a fluid intelligenciát méri, vagyis az újszerű, szokatlan problémák megoldására való képességet olyan helyzetben, amikor nem alkalmazhatók korábban már elsajátított ismeretek vagy készségek. A teszt teljesen nemverbális, úgynevezett mátrix-problémákból áll. A teszt részletes leírását és pszichometriai tulajdonságait lásd Kovács és Temesvári (2016) cikkében.

Corsi feladat (oda- és visszafelé)²

A Corsi-feladat a téri rövid távú emlékezetet méri. A képernyőn kilenc kék színű négyzet látható fekete háttérrel, ezek közül minden próba során egyesével villog fel néhányuk sárgán 1 másodpercenként. A felvillanások 750 ms-ig tartanak. A vizsgálati személynek fel kell idéznie a felvillanások sorrendjét és az eredeti-

² Mindkét Corsi-feladat eredeti változatát David Nitz készítette, © Millisecond Software.

vel azonos sorrendben kattintani a korábban felvillant négyzetekre. A leghosszabb lehetséges sorozat 16 felvillanásból áll. Az összpontszámot Kessels és mtsai (2000) által bevezetett összpontszám adja, amely a feladat során a hibátlanul megoldott sorozatok számának és terjedelemnek (a leghosszabb helyesen megoldott sorozat hosszának) szorzata. A *Corsi visszafelé* feladat elrendezése meg-egyeznek az odafelé mért Corsi feladattal, azzal a különbséggel, hogy itt fordított sorrendben kell a négyzetekre kattintani, mint ahogy felvillantak.

Számterjedelem (oda- és visszafelé)³

A feladatok Woods és munkatársai (2011) első kísérletének elrendezését követik. A feladat mindkét változatában számok villannak fel a képernyő közepén, másodpercenként egy. A számok megjelenését követően egy szövegdoboz jelenik meg, amelybe a személynek be kell írni a látott számokat; az odafelé számterjedelmi feladatban az eredeti, a visszafelé számterjedelmi feladatban fordított sorrendben. Amennyiben a válasz helyes a számjegyek sorozata eggyel nő. Amennyiben helytelen, megismétlődik az adott hosszúságú sorozat. Két egymást követő hiba után a hosszúság eggyel csökken, de nem mehet az odafelé feladatban három, a visszafelé feladatban kettő alá. A számterjedelem mutatójaként vizsgálatunkban a leghosszabb, két egymást követő hibázás előtt helyesen felidézett számsorozat hosszát vettük (TE_ML).

ELJÁRÁS

A Templeton program kezdete előtt nyújtottuk be kérelmünket a Nemzeti Adatvédelmi és Információszabadság Hatósághoz az adatok gyűjtésére, kezelésére és kutatási célú felhasználására vonatkozóan, mely kérelmet pozitívan bírálták el. Ennek megfelelően az adatgyűjtés körülményein, etikai szempontból megfelelően történt, illetve az eredményeket anonim módon tároltuk és használtuk fel.

A tesztkitöltés megkezdése előtt a 10-19 évesek a Templeton teszt ismertetőt olvasták el. A kitöltőknek email címükkel kellett regisztrálniuk, és csak az életkorukat és a lakhelyük megyéjét kellett megnevezni, melyek a jogi döntés értelmében még nem minősültek személyes adatnak. Az ismertető elolvasása után a tesztkitöltők bejelölték, hogy elolvasták a kutatásleírást és beleegyeznek a részvételbe, illetve kiskorúak esetén azt is, hogy a szülők is jóváhagyják a teszt kitöltését. A részvétel névtelen, önkéntes és bármikor megszakítható volt.

Az iskolai felmérés első ismertetését Kovács és munkatársainak tanulmánya tartalmazza (2016). A kutatáshoz az Eszterházy Károly Főiskola Kutatás-

³ A feladat eredeti változatát Katja Borchert készítette, © Millisecond Software.

etikai Bizottsága adott engedélyt. A kutatásnak otthont adó intézmény vezetői írásos hozzájárulásukat adták a kutatáshoz, mely a TÁMOP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0027 „Digitális átállás az oktatásban” című pályázat „A tanulási eredményesség összefüggései az önszabályozó tanulás, és a munkamemória fejlettségével, az IKT használat gyakorisága függvényében” című kutatásának részét képezte. A vizsgálat jellegéről annak megkezdése előtt a szülőket írásban tájékoztatták a vizsgálatról, míg a diákok szóbeli tájékoztatást kaptak. A kérdőíves vizsgálat és a munkamemória teszt kitöltése csoportosan, osztálykeretben történt, kb. 2X45 percet vett igénybe. A részvétel névtelen, önkéntes és bármikor megszakítható volt.

A kutatásban résztvevők adatait titkosan kezeltük, a tesztfeladatok kitöltése név nélkül történt.

18 év alatti tanulóknál a szülők beleegyezését is kérték: a nekik küldött tájékoztatót abban az esetben kellett visszaküldeniük, (vagy az osztályfőnök felé jelezniük), ha nem engedélyezték gyermekük részvételét a kutatásban, szóbeli tájékoztatás esetén pedig azonnali választ adhattak.

EREDMÉNYEK

Eloszlásvizsgálatok

Az n-vissza feladat mutatók (találati arány, téves riasztás arány, interferencia mutatók, d érzékenységi mutatók, c válaszadási torzítás mutatók) mind szignifikánsan eltérnek a normál eloszlástól a Kolmogorov-Smirnoff próbák esetén ($p < 0,000$ minden mutató esetében).

Életkori mintázatok

Eredményeink szerint mind a Magyar Templeton Program mintában, mind az iskolákban felvett mintában, három életkori csoportot összehasonlítva (9-12, 13-16, 17-19), az életkor előrehaladtával szignifikánsan javult az n-vissza feladatban nyújtott teljesítmény (ld. 4. sz. táblázat). Fokozatos változást (mindhárom korcsoport közti szignifikáns különbséget) tapasztaltunk a téves riasztási arány csökkenésében, az interferáló itemekre adott válaszok legátlásában, a retroaktív interferencia mértékében, valamint a d érzékenységi mutató növekedésében. A korcsoport hatását mintánként Kruskal-Wallis próbával ellenőriztük (ld. 1. sz. melléklet), és páros összehasonlításokra Mann-Whitney próbákat végeztünk (ld. 2. sz. melléklet). Mindezek mellett kétszemponos varianciaanalízist is végeztünk az η^2 hatásmértékek megvizsgálására (ld. 3. sz. melléklet). A vizsgált változók mindegyikében szignifikáns különbségeket találtunk a korcsoportok

között a Templeton mintában, az iskolai felmérésben pedig a találati arány és a proaktív interferencia kivételével tapasztalhattunk szignifikáns eltéréseket. A varianciaanalízisek a korcsoport szignifikáns hatását mutatták a proaktív interferencia változó kivételével mindenhol. A statisztikai adatfeldolgozás során Takács Szabolcs (2012, 2013) által közölt eljárásokat követtük.

A korcsoport hatása a „találat-téves riasztás” valamint az „n-1 csalik esetében mutatott helyes válaszarány” esetében mutatkozott a legnagyobb mértékűnek, jóllehet ezen esetekben is csupán 4,7%-os η^2 -et kaptunk.

A korcsoportonkénti átlagértékek (és szórások) táblázatában Bonferroni módszerrel korrigált t-próbákkal vannak összehasonlítva az átlagok (SPSS - Custom Tables - oszlopátlagok összehasonlítása American Psychological Association által preferált formátumban, „APA style subscripts formában”).

Az életkori változásokat további részleteiben a Templeton mintában tudtuk megvizsgálni, mivel abban a 10-19 évesek koreloszlása közel egyenletes volt.

Az n-vissza feladat mutatóinak részletesebb – évenkénti – életkori változásait az 5.sz. táblázat, valamint az 1. és 2. ábra mutatja. A korrelációs elemzések alapján, az életkorral együttjáró teljesítménynövekedés leginkább a találat-téves riasztás arány ($r=0,284^{**}$, $\rho=0,230^{**}$), a retroaktív interferenciát okozó (n-1) itemekre való helyes elutasítási arány ($r=0,231^{**}$, $\rho=0,264^{**}$), valamint a d érzékenységi mutató változásaiban mutatkozott meg ($r=0,279^{**}$, $\rho=0,294^{**}$). E változások a grafikonokon is jól nyomon követhetőek. Amennyiben a blokkonkénti felosztást vizsgáljuk, a 3-vissza feladatban nyilvánultak meg a legnagyobb életkori változások. Az életkori változásokat évenkénti felbontásban vizsgálva pedig megállapítható (ld. 5. sz táblázat, 4. és 5. Sz. melléklet), hogy a 10-12 éves, ill. 17-19 éves intervallumokon belül nem történt szignifikáns változás sem a találat-téves riasztási arány, sem a d érzékenységi mutató tekintetében. Érdekes eredmény, hogy 10-12 év között a találati arány enyhén csökkent, a téves riasztás pedig enyhén nőtt, azaz éppen ellentétes mintázatot mutattak, mint ami a több korosztályban volt megfigyelhető.

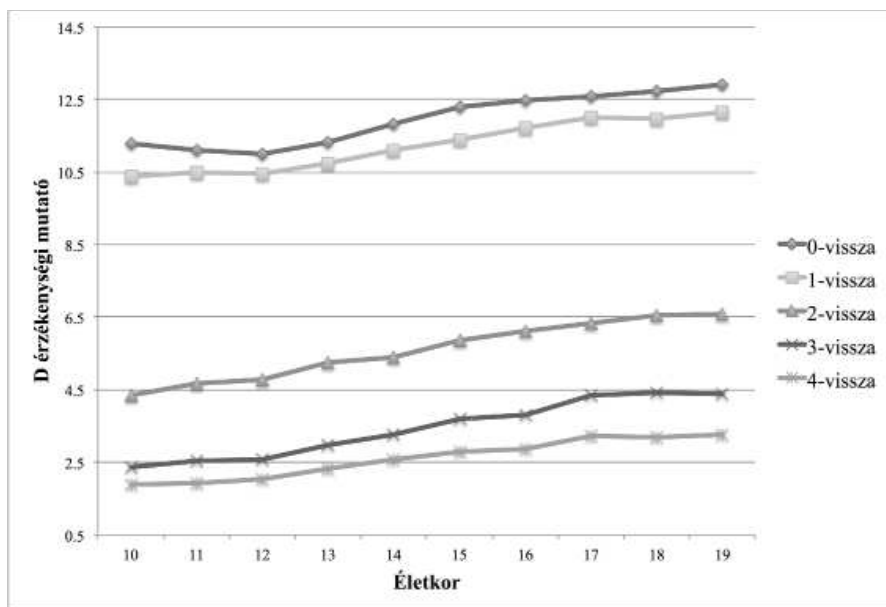
Összességében tehát 12-17 éves kor között volt tapasztalható teljesítménynövekedés.

4. sz. táblázat

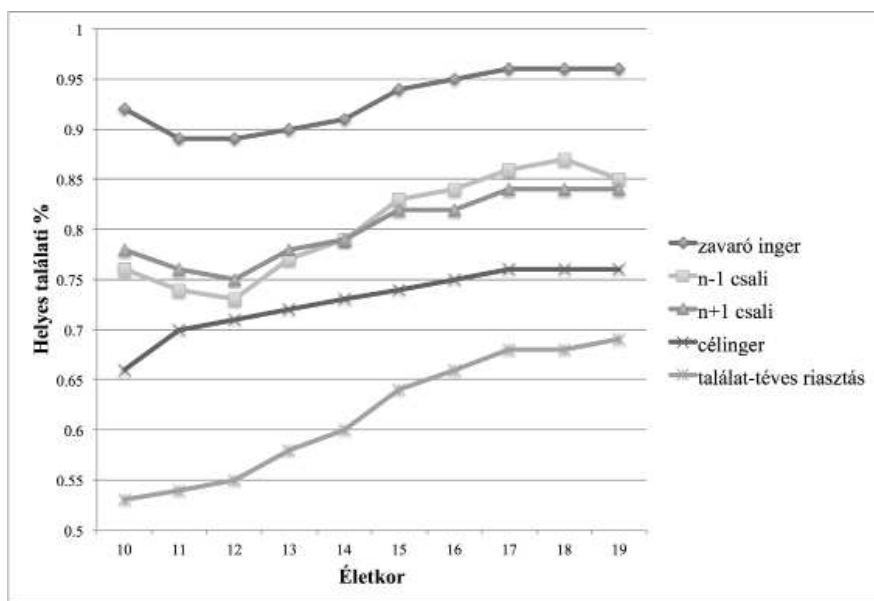
Az n-vissza feladat mutatóinak értékei (átlag és szórás) korcsoportonként

	Templeton (Tehetség-kutatás)						Iskolai felmérés					
	9-12		13-16		17-19		9-12		13-16		17-19	
	Átlag	SD	Átlag	SD	Átlag	SD	Átlag	SD	Átlag	SD	Átlag	SD
Találati arány	0,69 _a	0,13	0,74 _b	0,12	0,76 _c	0,12	0,66 _a	0,13	0,67 _{a,b}	0,12	0,69 _b	0,11
Téves riasztás arány	0,15 _a	0,18	0,11 _b	0,16	0,08 _c	0,11	0,35 _a	0,21	0,20 _b	0,19	0,13 _c	0,15
Találat-téves riasztás arány	0,54 _a	0,19	0,62 _b	0,19	0,68 _c	0,17	0,32 _a	0,16	0,47 _b	0,17	0,56 _c	0,16
n+1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	0,76 _a	0,19	0,80 _b	0,18	0,84 _c	0,14	0,59 _a	0,21	0,72 _b	0,20	0,79 _c	0,16
n-1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	0,74 _a	0,21	0,81 _b	0,19	0,86 _c	0,15	0,51 _a	0,23	0,68 _b	0,22	0,78 _c	0,17
Proaktív interferencia	0,13 _a	0,10	0,12 _b	0,09	0,12 _c	0,09	0,12 _a	0,10	0,12 _a	0,09	0,12 _a	0,09
Retroaktív interferencia	0,15 _a	0,12	0,12 _b	0,10	0,10 _c	0,09	0,20 _a	0,13	0,16 _b	0,10	0,13 _c	0,08
Nem interferáló itemekre helyes elutasítási arány	0,90 _a	0,18	0,93 _b	0,16	0,96 _c	0,11	0,71 _a	0,21	0,84 _b	0,19	0,91 _c	0,15
D érzékenységi mutató	3,07 _a	1,39	3,73 _b	1,64	4,30 _c	1,76	1,54 _a	0,84	2,56 _b	1,19	3,22 _c	1,31
C válaszadási torzítás mutató	0,62 _a	0,96	0,69 _b	0,76	0,82 _c	0,62	0,02 _a	0,81	0,50 _b	0,89	0,68 _b	0,81

Megjegyzés: Az azonos sorban és altáblázatban szereplő értékek, amelyek szignifikánsan ($p < 0,05$) eltérnek egymástól, különböző alsó index értékekkel rendelkeznek. Az összehasonlítások (t-próbák) szignifikanciái Bonferroni módszerrel lettek korrigálva (hasonló összehasonlítási módszer alkalmazásához lásd pl. Takács, 2010).



1. ábra



2. ábra

5. sz. táblázat

N-vissza feladat mutatóinak értékei (átlag és szórás) korcsoportonként, valamint életkorral való korrelációjuk a Templeton mintában

	r	rho	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
TA	0,213**	.209**	0,66 _a	0,70 _b	0,71 _{b,c}	0,72 _{c,d}	0,73 _{d,f}	0,74 _{d,e,f}	0,75 _{f,g}	0,76 _g	0,76 _{g,h}	0,76 _{g,i}
TR	-0,179**	-.261**	0,13 _a	0,16 _{a,b}	0,16 _b	0,14 _{a,b}	0,13 _a	0,10 _c	0,09 _c	0,08 _c	0,08 _c	0,08 _c
0-vissza TA-TR	0,141**	.298**	0,88 _{a,b}	0,86 _{a,b}	0,86 _a	0,87 _{a,b}	0,90 _{b,c}	0,93 _{c,d}	0,94 _d	0,95 _{d,e}	0,95 _{d,f}	0,96 _{d,g}
1-vissza TA-TR	0,140**	.166**	0,85 _a	0,86 _a	0,87 _a	0,88 _{a,b}	0,89 _{a,b}	0,91 _{b,c}	0,94 _{c,d}	0,95 _d	0,95 _{d,e}	0,95 _{c,d,f}
2-vissza TA-TR	0,173**	.167**	0,63 _a	0,65 _{a,b}	0,66 _{a,b}	0,69 _b	0,70 _{b,c,d}	0,73 _{d,e}	0,74 _e	0,76 _{e,f}	0,76 _{e,g}	0,77 _{e,h}
3-vissza TA-TR	0,284**	.188**	0,37 _a	0,40 _a	0,41 _a	0,46 _b	0,48 _b	0,54 _c	0,56 _{c,d}	0,59 _{d,e}	0,61 _e	0,60 _{d,e,f}
4-vissza TA-TR	0,224**	.290**	0,28 _a	0,29 _a	0,30 _a	0,35 _b	0,37 _{b,c}	0,40 _{c,d}	0,42 _{d,e}	0,44 _e	0,44 _{e,f}	0,44 _{e,g}
TA-TR	0,284**	.230**	0,53 _a	0,54 _a	0,55 _a	0,58 _b	0,60 _b	0,64 _c	0,66 _{c,d}	0,68 _d	0,68 _{d,e}	0,69 _{d,f}
N-1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	0,231**	.264**	0,76 _{a,b}	0,74 _{a,b}	0,73 _a	0,77 _{b,c}	0,79 _c	0,83 _d	0,84 _{d,e}	0,86 _{e,f}	0,87 _f	0,85 _{d,e,f}
N+1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	0,167**	.177**	0,78 _{a,c}	0,76 _{a,b}	0,75 _b	0,78 _{a,b,c}	0,79 _c	0,82 _d	0,82 _d	0,84 _d	0,84 _d	0,84 _d
Proaktív interferencia	-0,059**	-.062**	0,13 _a	0,13 _{a,b}	0,13 _a	0,13 _{a,b}	0,12 _{a,b}	0,12 _{a,b}	0,13 _{a,b}	0,12 _b	0,12 _{b,c}	0,12 _{a,b}
Retroaktív interferencia	-0,193**	-.192**	0,16 _a	0,15 _{a,b}	0,15 _a	0,13 _{b,c}	0,12 _{c,d}	0,11 _{d,f}	0,11 _{d,e,f}	0,10 _{f,g}	0,09 _g	0,11 _{d,f,g,h}
Nem interferáló itemekre helyes elutasítási arány	0,153**	.274**	0,92 _{a,c}	0,89 _{a,b}	0,89 _b	0,90 _{a,b}	0,91 _a	0,94 _{c,d}	0,95 _d	0,96 _{d,e}	0,96 _{d,f}	0,96 _{d,g}
d érzékenység	0,279**	.294**	3,03 _a	3,07 _a	3,09 _a	3,38 _b	3,59 _b	3,90 _c	4,00 _c	4,27 _d	4,32 _d	4,33 _d
d 0 vissza	0,166**	.167**	11,30 _{a,b}	11,11 _a	11,00 _a	11,33 _{a,b}	11,83 _{b,c}	12,29 _{c,d}	12,49 _d	12,60 _{d,e}	12,74 _{d,f}	12,90 _{d,g}
d 1 vissza	0,155**	.166**	10,37 _a	10,49 _{a,b}	10,44 _a	10,75 _{a,b}	11,09 _{b,c}	11,38 _{c,d}	11,73 _{d,e}	12,02 _e	11,98 _{d,e,f}	12,16 _{e,g}
d 2 vissza	0,198**	.181**	4,35 _a	4,66 _{a,b}	4,77 _{a,b}	5,24 _{b,c}	5,41 _{c,d}	5,87 _{d,e}	6,13 _{e,g}	6,33 _{e,f,g}	6,55 _g	6,59 _{g,h}
d 3 vissza	0,248**	.276**	2,37 _a	2,53 _{a,b}	2,58 _{a,b}	2,96 _{b,c}	3,26 _c	3,69 _d	3,82 _d	4,35 _e	4,42 _e	4,37 _e
d 4 vissza	0,192**	.225**	1,88 _a	1,92 _{a,b}	2,03 _{a,b}	2,31 _{b,c}	2,59 _{c,d}	2,81 _{d,g}	2,88 _{d,e,g,h}	3,23 _f	3,18 _{f,g}	3,25 _{f,h}
C torzítás	0,095**	.121**	0,79 _a	0,58 _b	0,52 _b	0,59 _b	0,63 _b	0,76 _a	0,77 _a	0,82 _a	0,82 _a	0,81 _a

Az n-vissza feladat együttjárása más kognitív feladatokkal

A 6. sz. táblázat a többi munkamemória-feladattal, ill. a fluid intelligenciával való együttjárást mutatja, az életkor hatását kiszűrve. Az n-vissza mutatók közül a találat-téves riasztás, valamint a d érzékenységi mutató korrelált legalább 0,2-es szinten valamelyik másik kognitív feladattal. A találat-téves riasztás a Corsi, a Corsi-vissza és az IQ feladatokkal, a d érzékenységi mutató pedig a Corsi, a számterjedelem-vissza és az IQ feladatokkal korrelált legalább 0,2-es szinten. A legnagyobb korrelációt az n-vissza teljesítménnyel az IQ pontszám mutatta, mégpedig az egyes mutatók közül a találat-téves riasztás pontszámmal. Rangkorrelációs eredményeink (ld. 6. sz. melléklet) nagyobb korrelációs együttthatókat eredményeztek, azonban itt is láthatjuk a mintázatot, mely szerint a legtöbb mutató esetében a legmagasabb a korreláció az IQ-val fordult elő. Fontos megemlítenünk, hogy a rangkorrelációk nem szűrik az életkor hatását, ezért is lehetnek nagyobbak e mutatók értékei.

6. sz. táblázat

Az n-vissza mutatók parciális korrelációi a terjedelem és az intelligencia feladatokkal az életkor hatását kiszűrve

		Corsi	Corsi vissza	Szám-ter- jedelem	Szám-ter- jedelem vissza	IQ
TA	r	0,118	0,068	0,143	0,194	0,240
	szig.	0,005	0,108	0,001	0,000	0,000
TR	r	-0,114	-0,156	-0,044	-0,037	-0,341
	szig.	0,007	0,000	0,303	0,383	0,000
TA-TR	r	0,215	0,225	0,154	0,184	0,443
	szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0-vissza TA-TR	r	0,070	0,114	0,049	0,080	0,223
	szig.	0,097	0,007	0,248	0,058	0,000
1-vissza TA-TR	r	0,059	0,068	0,078	0,090	0,227
	szig.	0,162	0,110	0,066	0,034	0,000
2-vissza TA-TR	r	0,217	0,165	0,121	0,139	0,328
	szig.	0,000	0,000	0,004	0,001	0,000
3-vissza TA-TR	r	0,198	0,215	0,126	0,167	0,383
	szig.	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000
4-vissza TA-TR	r	0,101	0,153	0,129	0,132	0,310
	szig.	0,017	0,000	0,002	0,002	0,000
N-1 interferáló itemekre HE	r	0,132	0,144	0,066	0,048	0,335
	szig.	0,002	0,001	0,121	0,260	0,000
N+1 interferáló itemekre HE	r	0,132	0,152	0,037	0,053	0,334
	szig.	0,002	0,000	0,389	0,210	0,000
Proaktív interferencia	r	-0,083	-0,009	-0,002	-0,057	-0,092
	szig.	0,050	0,826	0,957	0,175	0,000
Retroaktív interferencia	r	-0,096	-0,016	-0,067	-0,049	-0,126
	szig.	0,024	0,702	0,115	0,245	0,000
Nem interferáló itemekre HE	r	0,097	0,156	0,038	0,027	0,322
	szig.	0,021	0,000	0,375	0,525	0,000
d érzékenység	r	0,232	0,188	0,188	0,234	0,398
	szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d 0 vissza	r	0,109	0,126	0,077	0,073	0,251
	szig.	0,010	0,003	0,068	0,083	0,000
d 1 vissza	r	0,081	0,115	0,122	0,144	0,237
	szig.	0,057	0,007	0,004	0,001	0,000

d 2 vissza	r	0,234	0,149	0,112	0,179	0,320
	szig.	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000
d 3 vissza	r	0,174	0,163	0,160	0,179	0,314
	szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d 4 vissza	r	0,080	0,103	0,118	0,165	0,246
	szig.	0,060	0,015	0,005	0,000	0,000

DISZKUSSZIÓ

Kutatásunkban 9-19 éves tehetséges- és iskolás fiatalok kognitív képességeit vizsgáltuk. Célunk az volt, hogy megvizsgáljuk, hogy az n-vissza feladatban nyújtott teljesítmény hogyan fejlődik az életkor előrehaladtával, továbbá hogy az n-vissza feladat milyen együttjárást mutat az egyszerű terjedelem-feladatokkal és a fluid intelligenciával.

Best és munkatársai (2009) eredményeivel konzisztensen a munkamemória és a végrehajtó funkciók lineáris fejlődést mutattak az iskoláskortól a serdülőkorig. Eredményeink szerint mindkét mintában a három életkori csoport (9-12 év, 13-16 év, 17-19 év) között szignifikáns különbség, fokozatos javulás figyelhető meg az n-vissza feladatban. Az életkor előrehaladtával megnyilvánuló teljesítménynövekedést a téves riasztási arány csökkenésében, az interferáló itemekre adott válaszok legátlásában, a retroaktív interferencia mértékében, valamint a d érzékenységi mutató növekedésében tapasztaltuk. Az n-vissza feladatok közül a 3-vissza helyzet esetében mutatkoztak a legnagyobb életkori változások a korcsoportok között.

Évenként vizsgálva a teljesítménynövekedést, megállapítható, hogy a 10-12 éves és a 17-19 éves korosztályokon belül nem történt szignifikáns változás, sem a találat-téves riasztási arány, sem a d érzékenységi mutató tekintetében. Érdekes eredmény azonban, hogy 10-12 év között a találati arány enyhén csökkent, a téves riasztás pedig enyhén nőtt, így ellentétes mintázatot mutatnak, mint a többi korcsoport.

Az eredmények alapján tehát elmondható, hogy a 12-17 éves fiatalok között teljesítménynövekedés figyelhető meg az n-vissza feladatban nyújtott teljesítményben.

Vizsgáltuk még az n-vissza feladat együttjárását más egyszerű munkamemória-feladatokkal és a fluid intelligenciával.

Conway és munkatársai (2011) szerint a transzformációs feladatok, az n-vissza feladatok és a komplex terjedelem feladatok mind korrelálnak a fluid intelligenciával. Az n-vissza feladat Gathercole (1999) besorolása szerint egy komplex terjedelem feladatnak tekinthető. A vizsgálatok szerint az n-vissza feladat mégis gyenge korrelációt mutat az egyszerű- (Kane és mtsai., 2007; Jaeggi és mtsai.,

2010) és a komplex (Redick és Lindsey, 2013) terjedelem feladatokkal is. A korábbi kutatások eredményeihez hasonlóan e kutatásban is szignifikáns, de gyenge korrelációt találtunk az n-vissza feladat és az egyszerű munkamemória feladatok (Corsi, Corsi-vissza, számterjedelem, számterjedelem-vissza) között. Az n-vissza mutatók közül a találat-téves riasztás a Corsi- és a Corsi-vissza feladattal, a d érzékenységi mutató pedig a Corsi- és a számterjedelem-vissza feladattal korrelált legalább 0,2-es szinten.

Egy másik elképzelés szerint, Tánczos és Németh (2010) az n-vissza feladatot a központi végrehajtó tesztekhez sorolják. Conway és Kovacs (2013), valamint Kovacs (2010) kutatásai alapján a végrehajtó funkciók erősebb kapcsolatot mutatnak a fluid intelligenciával, mint más képességtesztekkel. Vannak kutatások, amelyek egyenlőségjelet tesznek az intelligencia és a munkamemória kapacitása között (Kyllonen és Christal, 1990). Későbbiekben a munkamemória kapacitásának intelligenciával való összefüggését vizsgálva Ackerman és munkatársai (2005) közepes összefüggést találtak az intelligencia g faktorával és még ugyanabban az évben Kane és munkatársai (2005) ennél erősebb kapcsolatot találtak a fluid, nem verbális intelligenciával.

Saját vizsgálatunkban is erősebb együttjárást találtunk az n-vissza feladat és a fluid intelligencia között, mint az n-vissza és az egyszerű terjedelem feladatok között. Vizsgálatunkban az n-vissza teljesítménnyel a legnagyobb korrelációt az IQ pontszám mutatta, mégpedig az egyes mutatók közül a találat-téves riasztás pontszámmal, ezenkívül közepes korreláció volt kimutatható a d érzékenységi mutató esetében.

ÖSSZEGZÉS

Az eredmények alapján a 12-17 év közötti tehetséges- és iskolás fiatalok mintáján lineáris teljesítménynövekedést figyeltünk meg az n-vissza feladatokban. A legnagyobb életkori különbségeket a 3-vissza feladat esetében találtuk. Az n-vissza feladat a fluid intelligenciával mutatta a legerősebb kapcsolatot, ezenkívül gyenge együttjárás mutatkozott az n-vissza feladat és az egyszerű munkamemória feladatok (Corsi, Corsi-vissza, számterjedelem, számterjedelem-vissza) között.

IRODALOMJEGYZÉK

- Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs?. *Psychological Bulletin*, 131(1), 30–60.
doi: 10.1037/0033-2909.131.1.30
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71–82.
<http://dx.doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- 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. D. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556–559. doi:10.1126/science.1736359
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. doi: 10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A. D. (2005). *Az emberi emlékezet* (pp. 88–168). Budapest: Osiris Kiadó. (Eredeti: Baddeley, A. (1997). *Human Memory. Theory and Practice*. Hove: Psychology Press. Fordította: Racsmany Mihály)
- Baddeley, A. D. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136–140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47–89. doi:10.1016/S0079-7421(08)60452-1
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple component model. In Miyake, A., & Shah, P. (Eds.). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28–61). New York: Cambridge University Press.
- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180–200. doi:10.1016/j.dr.2009.05.002
- Blakemore, S. J., & Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: Implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 47(3-4), 296–312. doi:10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x
- Boelema, S. R., Harakeh, Z., Ormel, J., Hartman, C. A., Vollebergh, W. A. M., & van Zandvoort, M. J. E. (2014). Executive functioning shows differential maturation from early to late adolescence: longitudinal findings from a TRAILS study. *Neuropsychology*, 28(2), 177–87. doi:10.1037/neu0000049
- Chiappe, P., Hasher, L., & Siegel, L. S. (2000). Working memory, inhibitory control, and reading disability. *Memory & Cognition*, 28(1), 8–17. doi:10.3758/BF03211570
- Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J., & Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30(2), 163–183. doi:10.1016/S0160-2896(01)00096-4
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(12), 547–552.
doi:10.1016/j.tics.2003.10.005

- Conway, A. R. A., Macnamara, B., Getz, S., & Engel de Abreu, P. (2011). Working memory and fluid intelligence: A multi-mechanism view. In Sternberg, R. & Kaufman, S. (Eds.). *Cambridge Handbook of Intelligence* (pp. 394–418). New York: New York.
- Conway, A. R. A., & Kovacs, K. (2013). Individual differences in intelligence and working memory: A review of latent variable models. *Psychology of Learning and Motivation*, *58*, 233–270. doi:10.1016/B978-0-12-407237-4.00007-4
- Crone, E. A. (2009). Executive functions in adolescence: Inferences from brain and behavior. *Developmental Science*, *12*(6), 825–830. doi:10.1111/j.1467-7687.2009.00918.x
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *19*(4), 450–466. doi:10.1016/S0022-5371(80)90312-6
- De Luca, C. R., Wood, S. J., Anderson, V., Buchanan, J. A., Proffitt, T. M., Mahony, K., & Pantelis, C. (2003). Normative data from the CANTAB. I.: development of executive function over the lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *25*(2), 242–254. <http://dx.doi.org/10.1076/jcen.25.2.242.13639>
- De Luca, C. R., & Leventer, R. J. (2010). Developmental trajectories of executive functions across the lifespan. In Anderson, V., Jacobs, R., & Anderson, P. J. (Eds.). *Executive Functions and the Frontal Lobes: A Lifespan Perspective* (pp. 23–56). New York, London: Taylor & Francis Group.
- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology. General*, *128*(3), 309–331. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-3445.128.3.309>
- Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *3*(11), 410–419. [http://dx.doi.org/10.1016/S1364-6613\(99\)01388-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1364-6613(99)01388-1)
- Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N. O., Castellanos, F. X., Liu, H., Zijdenbos, A., ... Rapoport, J. L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, *2*(10), 861–863. doi:10.1038/13158
- Gold, J. M., Carpenter, C., Randolph, C., Goldberg, T. E., & Weinberger, D. R. (1997). Auditory working memory and Wisconsin card sorting test performance in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, *54*, 159–165. doi:10.1001/archpsyc.1997.01830140071013
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. J. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, *44*(11), 2017–2036. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory*, *18*(4), 394–412. doi: 10.1080/09658211003702171
- James, W. (1890) *Principles of Psychology*. New York: Holt.
- Janacsek, K., Tánzos, T., Mészáros, T., & Németh, D. (2009). A munkamemória új magyar nyelvű neuropszichológiai mérőeljárása: a Hallási Mondatterjedelem Teszt (HMT). *Magyar Pszichológiai Szemle*, *64*(2), 385–406. doi:10.1556/MPSzle.64.2009.2.5

- Jonides, J., Schumacher, E. H., Smith, E. E., Lauber, E. J., Awh, E., Minoshima, S., & Koeppel, R. A. (1997). Verbal working memory load affects regional brain activation as measured by PET. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(4), 462–475.
doi: 10.1162/jocn.1997.9.4.462
- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Miura, T. K., & Colflesh, G. J. H. (2007). Working memory, attention control, and the n-back task: A question of construct validity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 615–622. doi:10.1037/0278-7393.33.3.615
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: a latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(2), 189–217.
doi: 10.1037/0096-3445.133.2.189
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., & Conway, A. R. A. (2005). Working memory capacity and fluid intelligence are strongly related constructs: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131, 66–71; author reply 72–75. doi:10.1037/0033-2909.131.1.66
- Kessels, R. P. C., Van Zandvoort, M. J. E., Postma, A., Kappelle, Jaap, L., & De Haan, E. H. F. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: Standardization and Normative Data. *Applied Neuropsychology*, 7(4), 252–258. doi:10.1207/S15324826ANO704
- Kirchner, W. K. (1958). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of Experimental Psychology*, 55(4), 352–358.
- Klimkeit, E. I., Mattingley, J. B., Sheppard, D. M., Farrow, M., & Bradshaw, J. L. (2004). Examining the development of attention and executive functions in children with a novel paradigm. *Child Neuropsychology*, 10(3), 201–211.
doi: 10.1080/09297040409609811
- Kovács G. (2014). *MAMUT- Magyar Munkamemória- teszt. Felhasználói kézikönyv* (pp. 1-78). Letöltve (2015. december 20.) http://portal.uni-corvinus.hu/fileadmin/user_upload/hu/tarsadalomtudomanyi_kar/201415files/MAMUT_-_Felhasznaloi_kezikonyv_1.0.pdf
- Kovacs, K. (2010). *A component process account of the general factor of intelligence*. Unpublished PhD thesis. University of Cambridge.
- Kovacs, K., & Conway, A. R. A. (2016). Process overlap theory: A unified account of the general factor of intelligence. *Psychological Inquiry*, 27, 1–27. doi:10.1080/1047840X.2016.1153946
- Kovács K., Faragó B., Kövi Zs., Rózsa S., & Dávid M. (2016). A rövid távú emlékezet és a munkamemória online mérése: Corsi, számtérjedelem és N-vissza. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 71, 73–90.
- Kovács K., & Temesvari E. (2016). Számítógépes, adaptív IQ-mérés: Egy gyakorlati példa. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 71, 143–163.
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?!. *Intelligence*, 14, 389–433. doi:10.1016/S0160-2896(05)80012-1
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex 'frontal lobe' tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology* 41(1), 49–100. doi:10.1006/cogp.1999.0734.
- Racsmány M., Lukács Á., Németh D., & Pléh Cs. (2005). A verbális munkamemória magyar nyelvű vizsgálóeljárásai. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 60(4), 479–505.

- Redick, T. S. & Lindsey, D. R. B. (2013). Complex span and n-back measures of working memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(6), 1102–1113. doi:10.3758/s13423-013-0453-9
- Senn, T. E., Espy, K. A., & Kaufmann, P. M. (2004). Using path analysis to understand executive function organization in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 445–464. doi: 10.1207/s15326942dn2601_5
- Shaw, P., Greenstein, D., Lerch, J., Clasen, L., Lenroot, R., Gogtay, N., ... Giedd, J. (2006). Intellectual ability and cortical development in children and adolescents. *Nature*, 440(7084), 676–9. doi:10.1038/nature04513
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*, 283(5408), 1657–1661.
- Szmales, A., Verbruggen, F., Vandierendonck, A., & Kemps, E. (2011). Control of interference during working memory updating. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37(1), 137–151. doi: 10.1037/a0020365
- Takács Sz. (2010). Egy nem hagyományos statisztikai eljárás bemutatása az OECD PISA adatbázison: Esettanulmány. *Alkalmazott Matematikai Lapok*, 27, 157–174.
- Takács Sz. (2012). Érzékenységvizsgálatok a statisztikai eljárásokban, *Alkalmazott Matematikai Lapok*, 29, 69–103.
- Takács Sz. (2013). *Többváltozós statisztikai módszerek: Segédanyag a pszichológus mesterképzés statisztika mesterfokon tantárgyának gyakorlatához*. Budapest: L'Harmattan Kiadó. Letöltve: (2016. október. 4.) <http://www.kre.hu/ebook/>
- Tánczos T. (2014). *A verbális fluencia és a munkamemória életkori változásai és szerepük az iskolai teljesítményben* (Doktori Disszertáció), Szegedi Egyetem. Letöltve: (2015. december 20.) http://doktori.bibl.u-szeged.hu/2197/1/Disszertacio_Tanczos.pdf
- Tánczos, T., & Németh, D. (2010). A munkamemória mérőeljárásai és szerepük az iskolai szűrésben és fejlesztésben. *Iskolakultúra*, 7–8, 95–111. Letöltve (2016. január 15.) <http://epa.oszk.hu/00000/00011/00149/pdf/2010-07-08.pdf>
- Thompson, P. M., Giedd, J. N., Woods, R. P., MacDonald, D., Evans, A. C., & Toga, A. W. (2000). Growth patterns in the developing brain detected by using continuum mechanical tensor maps. *Nature*, 404(6774), 190–193. doi:10.1038/35004593
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent?. *Journal of Memory and Language*, 28(2), 127–154. doi:10.1016/0749-596X(89)90040-5
- Woods, D. L., Kishiyama, M. M., Lund, E. W., Herron, T. J., Edwards, B., Poliva, O., ... Reed, B. (2011). Improving digit span assessment of short-term verbal memory. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 33(1), 101–111. doi:10.1080/13803395.2010.493149

1. SZ. MELLÉKLET

Kruskal-Wallis próbák a korcsoportok menti különbségekre a Templeton mintában
valamint az iskolai felmérésben

	Templeton			Iskolai felmérés		
	Khi négyzet	df	Szig.	Khi négyzet	df	Szig.
Találat	340,007	2	0,000	3,667	2	0,160
Téves riasztás	500,729	2	0,000	151,571	2	0,000
Találat-Téves riasztás	661,131	2	0,000	190,402	2	0,000
n+1 csali esetén a helyes válaszarány	239,634	2	0,000	103,164	2	0,000
n-1 csali esetén a helyes válaszarány	517,604	2	0,000	154,295	2	0,000
Proaktív interferencia	34,505	2	0,000	1,069	2	0,586
Retroaktív interferencia	293,220	2	0,000	45,163	2	0,000
Zavaró inger esetén helyes válaszarány	529,461	2	0,000	159,688	2	0,000
d	639,521	2	0,000	205,015	2	0,000
c	107,079	2	0,000	94,549	2	0,000

2. SZ. MELLÉKLET

Korcsoportok páronkénti összehasonlítása Mann-Whitney próbákkal
a Templeton mintában valamint az iskolai felmérésben

9-12 vs 13-16 Templeton minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
Találat	3009561	-13,133	0,000
Téves riasztás	3015338	-13,031	0,000
Találat-Téves riasztás	2791033	-16,723	0,000
n+1 csali esetén a helyes válaszarány	3277042,5	-8,731	0,000
n-1 csali esetén a helyes válaszarány	2962380	-13,93	0,000
Proaktív interferencia	3586929,5	-3,612	0,000
Retroaktív interferencia	3124336,5	-11,233	0,000
Zavaró inger esetén helyes válaszarány	2990279	-13,479	0,000
d	2848033	-15,784	0,000
c	3509546	-4,887	0,000
13-16 vs 17-19 Templeton minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
Találat	4017817,5	-7,423	0,000
Téves riasztás	3674177,5	-12,452	0,000
Találat-Téves riasztás	3689406	-12,225	0,000
n+1 csali esetén a helyes válaszarány	3921388,5	-8,847	0,000
n-1 csali esetén a helyes válaszarány	3712233,5	-11,93	0,000
Proaktív interferencia	4314639	-3,071	0,002
Retroaktív interferencia	3964569,5	-8,198	0,000
Zavaró inger esetén helyes válaszarány	3673317	-12,532	0,000
d	3648048,5	-12,831	0,000
c	4050553,5	-6,938	0,000
9-12 vs 13-16 Iskolai felmérés minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
Találat	30657,5	-0,669	0,504
Téves riasztás	17745,5	-8,543	0,000
Találat-Téves riasztás	16199	-9,486	0,000

AZ N-VISSZA FELADATBAN NYÚJTOTT TELJESÍTMÉNY ÉLETKORI FEJLŐDÉSI MINTÁZATA...

n+1 csali esetén a helyes válaszarány	20190,5	-7,056	0,000
n-1 csali esetén a helyes válaszarány	17945,5	-8,427	0,000
Proaktív interferencia	30874	-0,536	0,592
Retroaktív interferencia	25037	-4,096	0,000
Zavaró inger esetén helyes válaszarány	17480,5	-8,706	0,000
d	15185	-10,105	0,000
c	20671	-6,759	0,000
13-16 vs 17-19 Iskolai felmérés minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
Találat	26790	-1,405	0,160
Téves riasztás	22212	-4,388	0,000
Találat-Téves riasztás	20093,5	-5,768	0,000
n+1 csali esetén a helyes válaszarány	23955,5	-3,255	0,001
n-1 csali esetén a helyes válaszarány	21417	-4,912	0,000
Proaktív interferencia	28075,5	-0,565	0,572
Retroaktív interferencia	23861,5	-3,312	0,001
Zavaró inger esetén helyes válaszarány	21461	-4,882	0,000
d	20134,5	-5,741	0,000
c	24400	-2,961	0,003

3. SZ. MELLÉKLET

Kétszemponos ANOVA a csoportok
(Templeton vs iskolai felmérés) illetve a korcsoportok menti különbségekre

Találat				
	df	F	Szig.	Eta ²
Korrigált modell	5	98,857	0,000	0,053
Intercept	1	83766,336	0,000	0,904
Csoport (Templeton vs. Iskolai felmérés)	1	117,015	0,000	0,013
Korcsoport	2	31,018	0,000	0,007
Csoport x Korcsoport	2	6,847	0,001	0,002

Téves riasztás				
	df	F	Szig.	Eta ²
Korrigált modell	5	163,752	0,000	0,084
Intercept	1	3128,677	0,000	0,260
Csoport (Templeton vs. Iskolai felmérés)	1	345,563	0,000	0,037
Korcsoport	2	169,881	0,000	0,037
Csoport x Korcsoport	2	44,183	0,000	0,010

Találat-Téves riasztás				
	df	F	Szig.	Eta ²
Korrigált modell	5	287,341	0,000	0,139
Intercept	1	21760,520	0,000	0,710
Csoport (Templeton vs. Iskolai felmérés)	1	534,068	0,000	0,057
Korcsoport	2	220,036	0,000	0,047
Csoport x Korcsoport	2	15,317	0,000	0,003

n+1 csali esetén a helyes válaszarány				
	df	F	Szig.	Eta ²
Korrigált modell	5	121,731	0,000	0,064
Intercept	1	48057,854	0,000	0,844
Csoport (Templeton vs. Iskolai felmérés)	1	230,063	0,000	0,025
Korcsoport	2	124,663	0,000	0,027
Csoport x Korcsoport	2	25,461	0,000	0,006

n-1 csali esetén a helyes válaszarány

	df	F	Szig.	Eta ²
Korrigált modell	5	219,060	0,000	0,110
Intercept	1	38966,064	0,000	0,814
Csoport (Templeton vs. Iskolai felmérés)	1	398,880	0,000	0,043
Korcsoport	2	219,509	0,000	0,047
Csoport x Korcsoport	2	37,935	0,000	0,008

Proaktív interferencia

	df	F	Szig.	Eta ²
Korrigált modell	5	6,794	0,000	0,004
Intercept	1	4286,553	0,000	0,325
Csoport (Templeton vs. Iskolai felmérés)	1	1,809	0,179	0,000
Korcsoport	2	0,488	0,614	0,000
Csoport x Korcsoport	2	3,054	0,047	0,001

Retroaktív interferencia

	df	F	Szig.	Eta ²
Korrigált modell	5	93,995	0,000	0,050
Intercept	1	4931,357	0,000	0,357
Csoport (Templeton vs. Iskolai felmérés)	1	90,163	0,000	0,010
Korcsoport	2	75,870	0,000	0,017
Csoport x Korcsoport	2	1,350	0,259	0,000

Zavaró inger esetén helyes válaszarány

	df	F	Szig.	Eta ²
Korrigált modell	5	140,162	0,000	0,073
Intercept	1	81418,207	0,000	0,902
Csoport (Templeton vs. Iskolai felmérés)	1	316,729	0,000	0,034
Korcsoport	2	146,234	0,000	0,032
Csoport x Korcsoport	2	44,970	0,000	0,010

D érzékenységi mutató

	df	F	Szig.	Eta ²
Korrigált modell	5	244,097	0,000	0,121
Intercept	1	9591,389	0,000	0,519
Csoport (Templeton vs. Iskolai felmérés)	1	403,777	0,000	0,043
Korcsoport	2	166,357	0,000	0,036
Csoport x Korcsoport	2	4,317	0,013	0,001

C válaszadási torzítás

	df	F	Szig.	Eta ²
Korrigált modell	5	52,036	0,000	0,028
Intercept	1	1286,502	0,000	0,126
Csoport (Templeton vs. Iskolai felmérés)	1	100,081	0,000	0,011
Korcsoport	2	60,630	0,000	0,013
Csoport x Korcsoport	2	20,885	0,000	0,005

4. SZ. MELLÉKLET

Kruskal-Wallis próbák az életkor évenkénti különbségeire a Templeton mintában

Kruskal Wallis Test 10-19 évesek Templeton minta	Khi négyzet	df	Szig.
TA	405,19	9	0,000
TR	591,218	9	0,000
TA-TR	751,223	9	0,000
0-vissza TA-TR	239,438	9	0,000
1-vissza TA-TR	237,754	9	0,000
2-vissza TA-TR	300,092	9	0,000
3-vissza TA-TR	710,425	9	0,000
4-vissza TA-TR	457,436	9	0,000
N-1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	604,123	9	0,000
N+1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	286,524	9	0,000
Proaktív interferencia	37,623	9	0,000
Retroaktív interferencia	325,829	9	0,000
Nem interferáló itemekre helyes elutasítási arány	648,88	9	0,000
d érzékenység	729,125	9	0,000
d 0 vissza	241,637	9	0,000
d 1 vissza	233,342	9	0,000
d 2 vissza	277,232	9	0,000
d 3 vissza	642,497	9	0,000
d 4 vissza	433,595	9	0,000
C válaszadási torzítás	175,953	9	0,000

5. SZ. MELLÉKLET

Életkori évek páronkénti összehasonlítása Mann-Whitney próbákkal a Templeton mintában

10-11 évesek Templeton minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
TA	161608,5	-5,238	0,000
TR	183554	-1,794	0,073
TA-TR	180852,5	-2,217	0,027
0-vissza TA-TR	193536,5	-0,27	0,787
1-vissza TA-TR	191173,5	-0,647	0,518
2-vissza TA-TR	178809	-2,538	0,011
3-vissza TA-TR	183746	-1,764	0,078
4-vissza TA-TR	189953	-0,791	0,429
N-1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	191198,5	-0,596	0,551
N+1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	181904,5	-2,055	0,040
Proaktív interferencia	194596,5	-0,062	0,950
Retroaktív interferencia	186425,5	-1,343	0,179
Nem interferáló itemekre helyes elutasítási arány	181325	-2,146	0,032
d érzékenység	192520	-0,388	0,698
d 0 vissza	193633,5	-0,252	0,801
d 1 vissza	191330	-0,621	0,535
d 2 vissza	186277,5	-1,367	0,172
d 3 vissza	191224,5	-0,591	0,554
d 4 vissza	194077,5	-0,144	0,886
C válaszadási torzítás	166300	-4,499	0,000

11-12 évesek Templeton minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
TA	236162,5	-1,409	0,159
TR	246653	-0,03	0,976
TA-TR	241594	-0,695	0,487
0-vissza TA-TR	244950,5	-0,3	0,764

AZ N-VISSZA FELADATBAN NYÚJTOTT TELJESÍTMÉNY ÉLETKORI FEJLŐDÉSI MINTÁZATA...

1-vissza TA-TR	243997	-0,409	0,682
2-vissza TA-TR	242188,5	-0,617	0,537
3-vissza TA-TR	242261,5	-0,607	0,544
4-vissza TA-TR	243359,5	-0,463	0,643
N-1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	244044,5	-0,373	0,709
N+1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	244607	-0,299	0,765
Proaktív interferencia	245928	-0,125	0,900
Retroaktív interferencia	242622,5	-0,56	0,576
Nem interferáló itemekre helyes elutasítási arány	240990,5	-0,775	0,438
d érzékenység	240148	-0,885	0,376
d 0 vissza	245044,5	-0,285	0,776
d 1 vissza	243894,5	-0,424	0,672
d 2 vissza	240717	-0,81	0,418
d 3 vissza	240878	-0,789	0,430
d 4 vissza	238024	-1,164	0,245
C válaszadási torzítás	246469	-0,054	0,957

12-13 évesek Templeton minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
TA	296742	-3,053	0,002
TR	293695	-3,376	0,001
TA-TR	287285	-4,059	0,000
0-vissza TA-TR	313074,5	-1,57	0,116
1-vissza TA-TR	313736,5	-1,34	0,180
2-vissza TA-TR	304138	-2,261	0,024
3-vissza TA-TR	292340	-3,52	0,000
4-vissza TA-TR	287121	-4,078	0,000
N-1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	290988,5	-3,67	0,000
N+1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	299830,5	-2,724	0,006
Proaktív interferencia	311988	-1,423	0,155
Retroaktív interferencia	293951	-3,348	0,001

Nem interferáló itemekre helyes elutasítási arány	299571,5	-2,753	0,006
d érzékenység	290801,5	-3,684	0,000
d 0 vissza	312875,5	-1,595	0,111
d 1 vissza	313817,5	-1,331	0,183
d 2 vissza	304469,5	-2,226	0,026
d 3 vissza	295105,5	-3,225	0,001
d 4 vissza	295512	-3,182	0,001
C válaszadási torzítás	310918,5	-1,537	0,124

13-14 évesek Templeton minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
TA	391368	-1,277	0,202
TR	373997	-2,85	0,004
TA-TR	379846	-2,32	0,020
0-vissza TA-TR	380863,5	-2,82	0,005
1-vissza TA-TR	377773,5	-2,787	0,005
2-vissza TA-TR	393240	-1,107	0,268
3-vissza TA-TR	379206,5	-2,378	0,017
4-vissza TA-TR	391048,5	-1,305	0,192
N-1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	371114	-3,117	0,002
N+1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	386021	-1,763	0,078
Proaktív interferencia	393128,5	-1,116	0,264
Retroaktív interferencia	375000,5	-2,759	0,006
Nem interferáló itemekre helyes elutasítási arány	375004,5	-2,766	0,006
d érzékenység	376136	-2,656	0,008
d 0 vissza	380959,5	-2,809	0,005
d 1 vissza	378056	-2,758	0,006
d 2 vissza	391855,5	-1,232	0,218
d 3 vissza	378971,5	-2,399	0,016
d 4 vissza	383712	-1,97	0,049
C válaszadási torzítás	388462	-1,539	0,124

14-15 évesek Templeton minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
TA	446505,5	-0,343	0,731
TR	403537	-3,941	0,000
TA-TR	411315	-3,289	0,001
0-vissza TA-TR	432796	-2,014	0,044
1-vissza TA-TR	434394	-1,556	0,120
2-vissza TA-TR	422790	-2,33	0,020
3-vissza TA-TR	400411,5	-4,202	0,000
4-vissza TA-TR	421149	-2,466	0,014
N-1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	405491	-3,787	0,000
N+1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	409103,5	-3,481	0,000
Proaktív interferencia	444537	-0,508	0,612
Retroaktív interferencia	430914,5	-1,648	0,099
Nem interferáló itemekre helyes elutasítási arány	400656	-4,198	0,000
d érzékenység	406052,5	-3,73	0,000
d 0 vissza	432784	-2,016	0,044
d 1 vissza	434498,5	-1,546	0,122
d 2 vissza	421686,5	-2,422	0,015
d 3 vissza	404179	-3,887	0,000
d 4 vissza	420951	-2,483	0,013
C válaszadási torzítás	408949,5	-3,487	0,000

15-16 évesek Templeton minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
TA	466717,5	-2,825	0,005
TR	483509,5	-1,53	0,126
TA-TR	470045,5	-2,566	0,010
0-vissza TA-TR	496407	-0,752	0,452
1-vissza TA-TR	486870,5	-1,485	0,137
2-vissza TA-TR	485464	-1,379	0,168
3-vissza TA-TR	480654,5	-1,749	0,080

4-vissza TA-TR	473287,5	-2,317	0,021
N-1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	487262	-1,244	0,213
N+1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	501528,5	-0,141	0,888
Proaktív interferencia	488064,5	-1,178	0,239
Retroaktív interferencia	500210,5	-0,243	0,808
Nem interferáló itemekre helyes elutasítási arány	466734,5	-2,838	0,005
d érzékenység	477666,5	-1,979	0,048
d 0 vissza	495940	-0,802	0,422
d 1 vissza	487235,5	-1,452	0,146
d 2 vissza	488814,5	-1,121	0,262
d 3 vissza	480751	-1,742	0,082
d 4 vissza	480257	-1,78	0,075
C válaszadási torzítás	501591,5	-0,136	0,892

16-17 évesek Templeton minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
TA	534300	-1,509	0,131
TR	507072,5	-3,457	0,001
TA-TR	515585,5	-2,847	0,004
0-vissza TA-TR	541140	-1,482	0,138
1-vissza TA-TR	539402,5	-1,364	0,173
2-vissza TA-TR	534352,5	-1,505	0,132
3-vissza TA-TR	515669,5	-2,841	0,004
4-vissza TA-TR	521245	-2,442	0,015
N-1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	506925	-3,481	0,000
N+1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	511135	-3,173	0,002
Proaktív interferencia	525254,5	-2,155	0,031
Retroaktív interferencia	511449,5	-3,143	0,002
Nem interferáló itemekre helyes elutasítási arány	526840,5	-2,057	0,040
d érzékenység	508833,5	-3,33	0,001
d 0 vissza	541372	-1,458	0,145

AZ N-VISSZA FELADATBAN NYÚJTOTT TELJESÍTMÉNY ÉLETKORI FEJLŐDÉSI MINTÁZATA...

d 1 vissza	538943	-1,403	0,161
d 2 vissza	534344,5	-1,505	0,132
d 3 vissza	511940,5	-3,108	0,002
d 4 vissza	516164	-2,806	0,005
C válaszadási torzítás	527430,5	-1,999	0,046

17-18 évesek Templeton minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
TA	429593	-0,345	0,730
TR	428640,5	-0,426	0,670
TA-TR	426266,5	-0,63	0,529
0-vissza TA-TR	423460	-1,338	0,181
1-vissza TA-TR	427638,5	-0,623	0,533
2-vissza TA-TR	425284,5	-0,715	0,475
3-vissza TA-TR	421145,5	-1,069	0,285
4-vissza TA-TR	430899,5	-0,232	0,816
N-1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	425908,5	-0,664	0,507
N+1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	432247	-0,117	0,907
Proaktív interferencia	432698,5	-0,078	0,938
Retroaktív interferencia	425055,5	-0,734	0,463
Nem interferáló itemekre helyes elutasítási arány	427252	-0,55	0,582
d érzékenység	425735	-0,675	0,500
d 0 vissza	423520	-1,331	0,183
d 1 vissza	428109	-0,574	0,566
d 2 vissza	424937	-0,745	0,457
d 3 vissza	422839,5	-0,924	0,356
d 4 vissza	429744,5	-0,331	0,740
C válaszadási torzítás	432249	-0,117	0,907

18-19 évesek Templeton minta	Mann-Whitney U	Z	Szig.
TA	194429	-0,989	0,323
TR	199376	-0,241	0,810
TA-TR	197983	-0,451	0,652
0-vissza TA-TR	200065,5	-0,218	0,828
1-vissza TA-TR	193954,5	-1,32	0,187
2-vissza TA-TR	196290,5	-0,708	0,479
3-vissza TA-TR	200025	-0,143	0,886
4-vissza TA-TR	200280	-0,104	0,917
N-1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	196396,5	-0,694	0,487
N+1 interferáló itemekre helyes elutasítási arány	200897	-0,011	0,991
Proaktív interferencia	200041,5	-0,14	0,888
Retroaktív interferencia	193062	-1,195	0,232
Nem interferáló itemekre helyes elutasítási arány	192530	-1,288	0,198
d érzékenység	197984,5	-0,451	0,652
d 0 vissza	199992,5	-0,235	0,814
d 1 vissza	193955	-1,32	0,187
d 2 vissza	197549	-0,518	0,605
d 3 vissza	199601	-0,207	0,836
d 4 vissza	199346	-0,245	0,806
C válaszadási torzítás	198668,5	-0,348	0,728

6. SZ. MELLÉKLET

Az n-vissza mutatók rangkorrelációi a terjedelem és az intelligencia feladatokkal

		Corsi	Corsi vissza	Szám-ter- jedelem	Szám- terjedelem vissza	IQ
TA	Rho	0,129**	0,141**	0,107**	0,105**	0,293**
	Szig.	0,001	0,000	0,004	0,005	0,000
TR	Rho	-0,319**	-0,273**	-0,342**	-0,385**	-0,431**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TA-TR	Rho	0,400**	0,375**	0,417**	0,476**	0,497**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0-vissza TA-TR	Rho	0,260**	0,225**	0,252**	0,297**	0,287**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1-vissza TA-TR	Rho	0,288**	0,239**	0,299**	0,336**	0,271**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2-vissza TA-TR	Rho	0,348**	0,292**	0,335**	0,378**	0,371**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3-vissza TA-TR	Rho	0,347**	0,369**	0,347**	0,402**	0,446**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4-vissza TA-TR	Rho	0,243**	0,276**	0,325**	0,355**	0,372**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
N-1 interferáló itemekre HE	Rho	0,312**	0,262**	0,344**	0,372**	0,379**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
N+1 interferáló itemekre HE	Rho	0,289**	0,237**	0,274**	0,323**	0,355**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Proaktív interferencia	Rho	-0,063	0,002	0,053	0,055	-0,110**
	Szig.	0,108	0,955	0,156	0,142	0,000
Retroaktív interferencia	Rho	-0,172**	-0,122**	-0,152**	-0,134**	-0,196**
	Szig.	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000
Nem interferáló itemekre HE	Rho	0,314**	0,285**	0,357**	0,400**	0,436**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

KÖVI-KOVÁCS-SZAPPANOS-KÁSA-PÉTER-SZARKA-FARAGÓ-DÁVID-RÓZSA

d érzékenység	Rho	0,389**	0,341**	0,426**	0,468**	0,482**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d 0 vissza	Rho	0,261**	0,225**	0,253**	0,298**	0,288**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d 1 vissza	Rho	0,283**	0,237**	0,296**	0,332**	0,269**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d 2 vissza	Rho	0,340**	0,260**	0,338**	0,373**	0,363**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d 3 vissza	Rho	0,324**	0,316**	0,359**	0,380**	0,416**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
d 4 vissza	Rho	0,214**	0,225**	0,302**	0,317**	0,345**
	Szig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

AZ N-VISSZA FELADAT HATÁSA A KOGNITÍV KÉPESSÉGEKRE

Szappanos Csilla¹, Dr. Kövi Zsuzsanna²

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; elolvasunk egy cikket az újságban; beszélgetünk egy ismerősünkkel; 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 (Racsmány, 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 terjedelmfeladatban. 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%.¹ Ez az arány magasabb az országos átlagnál.² 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 illetett 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 szorgalomjegy és a nemek arányának tekintetében sem, amint az az 1. és a 2. táblázatban is látható.

¹ http://www.oktatas.hu/koznevelas/intezmenykereso/koznevelasi_intezmenykereso/!DARI_Intezmenykereso/oh.php?id=kir_int_mod&int_omkod=027884

² <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>	Kontrollcsoport <i>M</i>	<i>SD</i>	Statisztikai 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 készséget 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
Képeplékezet	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 alkalmanként 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

Teszt	1. időpont M	SD	2. időpont M	SD	Statisztikai próba	p
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*
Ál szavak 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 *Ál szavak 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 feladatokban* 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., & Tuholski, 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., Buschkuhl, 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., Buschkuhl, 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., Buschkuhl, 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/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., Buschkuhl, 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
- 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
- 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
- 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>

GÁTLAGI FUNKCIÓK FIGYELEMZAVART MUTATÓ GYERMEKEKNÉL: KOGNITÍV ÉS VISELKEDÉSES JELLEMZŐK VIZSGÁLATA

Dr. habil. Marton Klára^{1,2} Egri Tímea¹ Erdős Adrienn³
Gergály Kata³ Dr. Kövi Zsuzsanna³

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem – Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar,
Gyógypedagógiai Pszichológiai Intézet, Budapest

²Ph.D. Program in Speech-Language-Hearing Sciences, The Graduate School and
University Center of the City University of New York, New York,

³Károli Gáspár Református Egyetem, Bölcsészettudományi Kar, Pszichológia Intézet, Budapest
levelező szerző: Dr. habil. Marton Klára . Email-cím: klara.marton@barczy.elte.hu

Absztrakt

Kutatásunk célja a gátlási funkciók különböző szintű vizsgálata volt 8-10 év közötti figyelemzavart mutató gyermekeknél. Kognitív szinten az interferenciával szembeni ellenállást, míg viselkedéses szinten a szenzoros élménykeresést és reaktív gátlást vizsgáltuk. Összesen 40 gyermek vett részt a kutatásban. A proaktív interferencia mérésére egy számítógépes kísérletet alkalmaztunk, amely egy konfliktus paradigmára épült (Marton és m. társai, 2014). A szenzoros élménykeresés vizsgálatához a "Sensation Seeking Scale for Children" (Russo és m. társai, 1993) kérdőív magyar változatát használtuk. Eredményeink szerint a figyelemzavart mutató gyermekeknél jóval gyengébb a proaktív interferenciával szembeni ellenállás képessége és a reaktív gátlás, valamint fokozottabb a szenzoros élménykeresés, mint tipikusan fejlődő társaiknál. E nehézségek feltételezhetően különböző háttérmechanizmusok elégtelen működéséhez köthetők.

Kulcsszavak: figyelemzavar ▪ gátlási funkciók ▪ proaktív interferencia ▪ szenzoros élménykeresés ▪ reaktív gátlás

Abstract

Inhibitory functions in children with attention deficit disorder
The goal of the present study was to examine different inhibitory functions in 8-10 years old children with attention deficit disorder. We studied resistance to proactive interference at the cognitive level and sensation seeking and reactive inhibition at the behavioral level. To measure resistance to proactive interference, we employed a computerized task that was based on a conflict paradigm (Marton et al., 2014). To measure sensation seeking and reactive inhibition, we used the Hungarian version of the "Sensation Seeking Scale for Children" (Russo et al, 1993). Our results indicate that children with attention deficit disorder perform more poorly than their peers in resisting proactive interference and show increased sensation seeking and weaker reactive inhibition compared to the controls. Although the children with attention deficit disorder showed poor performance in both measures of inhibitory control, different underlying mechanisms might be responsible for these weaknesses behind resistance to proactive interference and reactive inhibition.

Keywords: attention deficit disorder ▪ inhibitory control ▪ proactive interference ▪ sensation seeking ▪ reactive inhibition

BEVEZETÉS

A jelen tanulmányban bemutatásra kerülő kutatás célja a különböző gátlási funkciók kognitív és viselkedéses vizsgálata volt figyelemzavart mutató gyermekeknél. Az Amerikai Pszichiátriai Társaság DSM-V (*Diagnostic and statistical manual of mental disorders*, 2013) meghatározása szerint, a figyelemzavar (attention-deficit hyperactivity disorder; ADHD) egy neurokognitív viselkedési zavar, amely elsősorban a figyelem gyengeségében, esetenként impulzív és/vagy hiperaktív magatartásban nyilvánul meg. Ez a zavar az iskolás gyermekek 3-7%-ánál fordul elő (Barkley, 1997) és negatívan befolyásolja az érintett gyermekek tanulási teljesítményét, szociális beilleszkedését, valamint személyes kapcsolatait. Fiúgyermekeknél több mint kétszer olyan gyakran fordul elő, mint lányoknál.

Bár a figyelemzavart mutató gyermekekkel végzett kutatások egy jelentős része több mint 20 éve a végrehajtó funkciók vizsgálatát célozza, a mai napig sok kérdés és eredmény vitatott (pl. Bialystok, Hawrylewicz, Wiseheart és Toplak, 2016; N. J. Cepeda, M. L. Cepeda & Kramer, 2000; Ewen és mtsai. 2012; Kóbor és mtsai., 2015; Sonuga-Barke, Bitsakou & Thompson, 2010.) A helyenként ellentmondásos eredményeknek számos oka van. Az évek során többször változtak a diagnosztikus kritériumok, az alkalmazott eszközök egy jelentős része nem megfelelő a végrehajtó funkciók célzott vizsgálatára, a csoportokon belül igen nagy a heterogenitás, valamint számos gyermeknél fennállnak egyéb társuló mentális és/vagy viselkedéses problémák is.

Az itt bemutatásra kerülő kutatás egy nagyobb projekt részét képezi. Jelen tanulmányban, kognitív szinten az interferenciával szembeni ellenállást, míg viselkedéses szinten a szenzoros élménykeresést és reaktív gátlást vizsgáltuk 8-10 év közötti figyelemzavart mutató és kontroll gyermekeknél. Míg az interferenciával szembeni ellenállás egy végrehajtó funkció és egy felülről lefelé ható folyamat, addig a reaktív gátlás egy alulról fölfelé ható mechanizmus. Tudomásunk szerint kutatásunkon kívül mindössze egy olyan kutatás volt a múltban, amelyben e két folyamatot párhuzamosan vizsgálták figyelemzavart mutató gyermekeknél (lásd később Blaskey, Harris & Nigg, 2008).

INTERFERENCIÁVAL SZEMBENI ELLENÁLLÁS

A gátlási funkciók leírására különböző elméleti modellek léteznek a szakirodalomban. Kutatásunk kognitív gátlásra vonatkozó részét Friedman és Miyake (2004) széles körben elfogadott elmélete alapján értelmeztük. Ez a modell a gátlási funkciók 3 típusát különíti el: válaszgátlás, külső zavaró ingerekből származó interferenciával szembeni ellenállás és proaktív interferencia elnyomása. Válaszgátlás alatt az automatikus válaszok blokkolását értjük, mint például egy

motoros válasz leállítása piros lámpa felvillanására. A külső zavaró ingerekkel szembeni interferencia kontrollja olyan esetekre vonatkozik, amikor a feladatmegoldás során a célingerekre történő figyelmet egyéb ingerek elterelik, például egy bizonyos képet kell megtalálni számos hasonló kép között. A gátlási funkciók harmadik fajtája a proaktív interferenciával szembeni ellenállás, tehát korábbi emléknymokat kell egy feladat megoldása során elnyomni. Ez utóbbi folyamat szoros összefüggésben áll a munkamemóriában tárolt elemek folyamatos frissítésével. Jelen kutatásban a proaktív interferenciával szembeni ellenállást vizsgáltuk, mert számos korábbi tanulmány igazolta, hogy ez a képesség szorosan összefügg különböző nyelvi teljesítményekkel (Van Dyke, Johns & Kukona, 2014), olvasott szöveg feldolgozásával és megértésével (Gernsbacher, 1993), valamint a munkamemória teljesítménnyel (Hasher, Lustig, & Zacks, 2007). Ezek a képességek nagymértékben befolyásolják a gyermekek iskolai előmenetelét. Bár a 3 gátlási funkciónak (válaszgátlás, külső zavaró ingerek által okozott interferencia kontrollja és proaktív interferenciával szembeni ellenállás) van közös alapja, a proaktív interferencia kontrollja független a másik kettőtől (Dempster & Corkill, 1999; Friedman & Miyake, 2004).

Fejlődéslélektani szempontból is van különbség e funkciók érése között. Míg a válaszgátlás elsősorban óvodáskorban változik (Mazuka, Jincho & Oishi, 2009), addig az interferenciával szembeni ellenállás érése egészen a serdülőkorig eltart (Bjorklund & Harnishfeger, 1990). Amint az már a fentiekből is kiderült, a proaktív interferenciával szembeni ellenállás fejlődése szorosan összefügg a munkamemória funkciók érésevel. Minél fejlettebbek a munkamemória reprezentációk, annál könnyebb a lényeges és lényegtelen információk elkülönítése és a lényegtelen elemek elnyomása (Roncadin, Pascual-Leone, Rich, & Dennis, 2007).

INTERFERENCIÁVAL SZEMBENI ELLENÁLLÁS FIGYELEMZAVART MUTATÓ GYERMEKEKNÉL

Figyelemzavart mutató gyermekek körében az interferenciával szembeni ellenállást vizsgáló kutatások elsősorban a külső zavaró ingerekkel szembeni ellenállásra és nem a proaktív interferenciára fókuszáltak. Egyik leggyakrabban alkalmazott vizsgálati eljárás a Stroop teszt volt. Az eredmények vegyesek, aminek több oka is lehet, például, hogy az egyes kutatók a Stroop tesztnek különböző változatait alkalmazták és a résztvevők életkora is jelentősen eltért az egyes kutatásokban. Kóbor és munkatársai (2015) az állat Stroop tesztet, a Stroop teszt olyan változatát vették fel figyelemzavart mutató gyermekekkel, amelyben két állat képét láthatták egy képernyőn, melyek közül az egyik állatnak a mérete jelentősen nagyobb volt, mint a másiké. A résztvevők feladata az, hogy a vizuális látványtól függetlenül annak az állatnak a képét válasszák, amelyik a valóságban nagyobb. Ebben a feladatban az iskoláskorú figyelemza-

vart mutató gyermekek hasonló eredményt értek el, mint a kontrollcsoport tagjai. Azok a kutatások, amelyek gyengébb teljesítményt találtak a figyelemzavart mutató gyermekeknél tipikusan fejlődő társaikhoz képest, azok többnyire a szín-szó Stroop tesztet alkalmazták (Grodzinsky & Diamond, 1992). A Stroop tesztnek ebben a hagyományos változatában a kísérleti személyek színeket megnevező szavakat (pl. kék, zöld, piros stb.) látnak színes festékkel nyomtatva (pl. a piros szó zöld festékkel nyomtatva). Az a feladatuk, hogy megnevezzék a festék színét minden egyes szó esetében. Két nagyobb meta-analízis is született a figyelemzavart mutató gyermekekkel végzett Stroop tesztek eredményének áttekintésére és mindkét kutatás arra a következtetésre jutott, hogy az eltérő eredmények háttérében módszertani különbségek állnak (Lansbergen, Kenemans & England, 2007; van Mourik, Oosterlaan & Sergeant, 2005). A legfontosabb különbség abban mutatkozott meg, hogy ki milyen módszerrel számszerűsítette az interferencia-hatást.

Hasonlóan népszerű teszt a zavaró ingerek okozta interferenciával szembeni ellenállás vizsgálatára az Eriksen Flanker teszt. Ennek is számos változata létezik, a klasszikus kísérletben a vizsgálati személyek a képernyőn több sorban nyilakat látnak és a célinger irányának megfelelő gombot kell megnyomniuk. A célingert azonos vagy ellentétes irányba mutató nyilak, vagy egyéb absztrakt ábrák veszik körül. Az eredmények ezzel a vizsgálati eljárással kapcsolatban is vegyesek. Bár többen is gyenge interferenciával szembeni ellenállásról számoltak be a figyelemzavart mutató gyermekek esetében (pl. Crone, Jennings & van der Molen, 2003; Scheres et al., 2004), az eredmények attól is függtek, hogy milyen kísérleti kondíciókban nézték a kutatók a flanker-hatást. Mullane és munkatársai (2009) tizenkét tanulmány eredményét összegezték és arra a következtetésre jutottak, hogy a figyelemzavart mutató gyermekek gyengébb teljesítményt nyújtanak tipikusan fejlődő társaikhoz képest az interferenciával szembeni ellenállást vizsgáló feladatokban, ami részben a hibázások számában, részben az interferencia esetén tapasztalható megnövekedett reakcióidőben mutatkozik meg. Az általuk áttekintett tanulmányok közötti eltérések legfőbb okaként a kis elemszámot, a csoportok heterogenitását és a feladatok közötti különbségeket határozták meg.

Proaktív interferenciával szembeni ellenállást csak közvetett módon vizsgáltak figyelemzavart mutató gyermekeknél (Cornoldi et al., 2001). A szerzők a munkamemória teljesítményt vizsgálták egy módosított hallási-terjedelem feladattal. A vizsgálat első felében a kísérleti személyek főnevek sorozatát hallották és minden állatnévnel koppantaniuk kellett az asztalon, valamint meg kellett jegyezniük a szólista utolsó szavát. A második kísérlet egy téri-vizuális munkamemória feladat volt, amely során a kísérleti személyeknek egy 4x4-es mátrixban kellett körök sorozatát követni és az utolsó elemet megjegyezni. Mind a verbális, mind a téri-vizuális feladatban a figyelemzavart mutató gyermekek gyengébben teljesítettek a kontroll csoporthoz viszonyítva. Olyan szavakat és

vizuális ingereket idéztek fel az előhívás során, amelyek nem voltak célingerek. Ezek a hibák a proaktív interferenciával szembeni ellenállás gyengeségére utalnak, hiszen a korábbi lényegtelen információk és emlényomok nem kerültek elnyomásra.

Cornoldiékhöz hasonlóan, munkamemória feladathoz kötötten vizsgálta az interferenciával szembeni ellenállást Palladino és Ferrari (2013) figyelemzavart és olvasási gyengeséget mutató gyermekek 4 csoportjában. A munkamemória feladat hasonló volt Cornoldiéék verbális módszeréhez és az eredmények azt mutatták, hogy a csoporthoz tartozástól függetlenül, minden gyermek, aki gyengén teljesített a munkamemória feladatban, sok interferencia hibát követett el. Úgy vélték, hogy a gyenge munkamemória teljesítmény háttérében az irreleváns információk elnyomásának hiánya állt.

Összefoglalva, bár a szakirodalmi eredmények nem következetesek, számos kutatás azt igazolta, hogy a figyelemzavart mutató gyermekeknek nagyobb nehézséget jelent az interferenciával szembeni ellenállás, mint tipikusan fejlődő társaiknak. A proaktív interferenciával szembeni ellenállást közvetlenül nem vizsgálták ebben a populációban, azonban a munkamemória feladatokban elkövetett hibák arra utalnak, hogy a figyelemzavart mutató gyermekek nem szelektálják ki a munkamemóriából az irreleváns információkat. E tanulmányban bemutatott kutatás egyik célja a proaktív interferenciával szembeni ellenállás közvetlen vizsgálata volt. Másik célunk az volt, hogy megvizsgáljuk, találunk-e összefüggést a kognitív gátlási problémák és a viselkedéses gátlás között. Utóbbi nyomon követéséhez a szenzoros élménykeresés és reaktív gátlás vizsgálatát választottuk.

SZENZOROS ÉLMÉNYKERESÉS FIGYELEMZAVART MUTATÓ GYERMEKEKNÉL

A temperamentum elméletekkel foglalkozó kutatók gyakran a szenzoros élménykeresés egyik mutatójaként határozzák meg a reaktív gátlást. Reaktív gátlás többnyire egy adott viselkedés többszöri ismétlésének eredményeként alakul ki, míg a szenzoros élménykeresés az újdonság iránti kíváncsiságot és vágyat tükrözi. Az élménykereső személyek folyamatosan új, izgalmas, sokszor veszélyes ingereket keresnek. Tehát, ha valakinél erős a szenzoros élménykeresés, akkor az ösztönzi a reaktív viselkedést, egyúttal gyenge reaktív gátláshoz vezet (Blaskey et al., 2008).

Hasonlóan a kognitív gátlás szakirodalmához, a szenzoros élménykeresés kutatások eredményei is vegyesek a figyelemzavart mutató gyermekek esetében (pl. Kafry, 1982; Russo et al., 1991, 1993). Abban azonban megegyeztek a kutatók, hogy a figyelemzavart mutató gyermekeknél gyakrabban fordulnak elő nagy rizikóval járó viselkedések, fizikai sérülések és szerhasználat, mint tipikusan

fejlődő társaiknál. Nigg (2003) úgy vélte, hogy a figyelemzavart mutató gyermekeknél a végrehajtó funkciók területén megmutatkozó problémák (mint például az interferenciával szembeni ellenállás nehézsége) elsősorban a gyenge figyelmi képességekkel és rendezetlenséggel, míg a szenzoros élménykeresés az impulzív, antiszociális magatartással függ össze. E feltevést vizsgálták empirikus módszerekkel Blaskey és munkatársai (2008). Eredményeik alapján elmondható, hogy bár a figyelemzavart mutató gyermekek profiljában a figyelmi probléma szorosan összefügg a végrehajtó funkciók gyengeségével, a szenzoros élménykeresés nem mutat ilyen kapcsolatot a figyelemzavarral.

A fenti összefüggést Hegerl és munkatársai (2010) a figyelemzavar és mánia szimptomatológiájának összehasonlításán keresztül vizsgálták. A vigilancia EEG-s mérésének eredményei azt igazolták, hogy mind a figyelemzavart mutató, mind a mániás személyek instabil éberséget mutatnak, és ez az éberségi szabályozási probléma szoros összefüggésben áll a hiperaktív, impulzív magatartással, valamint a megemelkedett szenzoros élménykereséssel. Ez azt jelenti, hogy ezek a személyek az ingatag éberségüket fokozottan erős külső ingerekkel igyekeznek stabilizálni. Ez a magyarázat ellentmondásban áll Russo és munkatársai (1993), valamint Blaskey és munkatársai (2008) eredményeivel, de mind a három kutatás más elméleti keretben, eltérő módszerek alkalmazásával történt.

Összefoglalva látható, hogy bár valamennyi kutató megegyezik abban, hogy a figyelemzavart mutató gyermekek hajlamosak magas rizikójú viselkedésre, a szenzoros élménykeresés tekintetében jelentős ellentmondások vannak a szakirodalomban. Mindezek alapján a jelen kutatás a lentebb olvasható hipotéziseket vizsgálta.

JELEN KUTATÁS HIPOTÉZISEI

1. A figyelemzavart mutató gyermekek a proaktív interferenciával szembeni ellenállást célzó feladatban a *baseline kondícióban* tipikusan fejlődő társaikhoz hasonló eredményt nyújtanak, de az *interferencia kondícióban* szignifikánsan gyengébben teljesítenek. A gyenge teljesítmény a hibás válaszok arányában mutatkozik meg. A válaszok gyorsaságát jelző reakcióidőben a két csoport nem különbözik.

2. A reaktív gátlás gyengeségével összefüggően, a figyelemzavart mutató gyermekek fokozott szenzoros élménykeresést és a veszélyes viselkedések iránt nagyobb érdeklődést mutatnak, mint tipikusan fejlődő társaik.

3. A kognitív interferenciával szembeni ellenállás képessége összefüggést mutat a szenzoros élménykereséssel. Azok a gyermekek, akiknek nehézséget jelent az irreleváns ingerek elnyomása a munkamemóriában, a viselkedés szintjén is gátlási problémákkal küszködnek.

MÓDSZEREK

Résztvevők

Jelen vizsgálatban 20 figyelemzavart mutató (átlag életkor: 9, 01 év, SD: 0,68; 17 fiú, 3 lány) és 20 tipikusan fejlődő gyermek vett részt (átlag életkor: 9,8 év, SD: 0,61; 7 fiú és 13 lány). Valamennyi figyelemzavart mutató gyermek előtörténetében szerepelt gyermekpszichiátriai szakellátás a Vadaskert Alapítványnál, valamint szakértői bizottság által megállapított figyelemzavar diagnózis. Ebben a csoportban minden gyermek rendelkezett szakértői véleménnyel, miszerint a figyelemzavar mellett egyéb társuló nyelvi vagy intellektuális zavar nem állt fenn. A figyelemzavar diagnosztizálása a Hiperkinetikus Zavar Kérdőív (DuPaul et al., 1998, magyarra Tárnok Zsanett adaptálta) és a Képességek és Nehézségek Kérdőív alapján történt (Strengths and Difficulties Questionnaire – SDQ; Goodman, 1997, magyarra adaptálta: Székely Mária és Gervai Judit). A tünetek súlyosságát tekintve, a mintába bekerült gyermekek átlagpontszáma a Hiperkinetikus Zavar Kérdőív esetében: 23,1, az SDQ öt skálája közül a hiperaktivitás terén a pontértékek átlaga a vizsgált csoportban 9 (tipikus:0-5; határ eset: 6; rendellenes: 7-10). A kontroll csoportba bekerült gyermekeknél a szülők és tanárok kizárták a tanulási, nyelvi, viselkedéses, vagy érzelmi zavar fennállásának lehetőségét.

A résztvevők kiválasztása során minden gyermekkel elvégeztünk több kognitív és nyelvi feladatot. Ezek között szerepelt a RAVEN Színes Mátrixok nem-verbális IQ teszt; egy verbális munkamemória feladat; egy nyelvi feladatsor, amit logopédusok használnak a nyelvi zavarok kiszűrésére (melléknevek ellentétei, nyelvi megértés, verbális szeriális észlelés, auditív általánosítás); valamint egy verbális fluencia vizsgálat (lásd 1. sz. táblázat). A két csoport nem mutatott eltérést az IQ és a nyelvi feladatok terén. Egyedül a verbális fluencia (szemantikus kategória fluencia) feladatban volt különbség a két csoport között.

1. táblázat
Nyelvi és kognitív teljesítmények csoportonként

	Normalitás-vizsgálat		Kontroll		ADHD		Levene-próba	
	K-5	Szig.	Átlag	SD	Átlag	SD	F	Szig.
RAVEN	0,258	0,000	118,30	9,00	114,35	12,77	4,915	0,033
Verbális sorbarendezés	0,107	0,200	5,27	1,17	4,55	1,21	0,147	0,704
Verbális fluencia	0,120	0,153	43,80	8,85	36,70	9,75	0,043	0,837
Melléknevek ellentétei	0,113	0,200	11,40	2,70	11,80	2,44	1,587	0,215
Nyelvi megértés	0,154	0,018	9,15	1,39	8,60	1,47	0,124	0,727
Szeriális észlelés	0,219	0,000	9,10	0,97	8,65	1,27	1,436	0,238
Auditív általánosítás	0,166	0,007	11,80	1,44	12,35	1,79	1,467	0,233

	t-próba		Mann-Whitney		Kovariancia-elemzés		
	t	df	Szig.	U	Szig.	F	Szig.
RAVEN	1,131	34,146	0,266	161,5	0,276		
Verbális sorbarendezés	1,909	38	0,064	140	0,103		
Verbális fluencia	2,411	38	0,021	105,5	0,010	4,498	0,041
Melléknevek ellentétei	-0,491	38	0,626	177	0,530		
Nyelvi megértés	1,219	38	0,230	177	0,530		
Szeriális észlelés	1,262	38	0,215	148,5	0,153		
Auditív általánosítás	-1,073	38	0,290	158	0,234		

Vizsgálati eszközök és eljárások

A proaktív interferenciával szembeni ellenállás vizsgálatára egy egyszerű verbális kategorizációs feladatot használtunk (lásd Marton, Campanelli, Scheuer, Yoon & Eichorn, 2014). A gyermekeknek vizuálisan bemutatott szavakról kellett eldönteniük, hogy egy adott kategóriába tartoznak-e (pl. alma – gyümölcs). A baseline kondícióban célszavak (kategória elemek) és zavaró ingerek (kategórián kívüli elemek, pl. füzet - gyümölcs) szerepeltek. Minden szó csak egyszer került bemutatásra. Az interferencia kondíció egy konfliktus paradigmára épült, a zavaró ingerek az előző kategória céltingerei voltak. Ha a vizsgálati személyek nem frissítették folyamatosan a munkamemóriában tárolt elemeket, akkor a korábbi emlényomok proaktív interferenciát okoztak a feladat során.

A bemutatott szavak valamennyi kondícióban egyszerű, többnyire óvodáskorban elsajátított szavak voltak, hiszen nem a gyerekek kategorizációs képes-

ségére voltunk kíváncsiak. A feladat 168 itemet tartalmazott, amiből 48 volt zavaró inger. A zavaró ingerek fele (24) volt korábban célinger (interferáló elem).

A kísérlet futtatására és az eredmények rögzítésére E-Prime 2.0 szoftvert használtunk. A résztvevők csendben olvasták a képernyőn látható szavakat, válaszaik megadásához 3, a számítógéphez csatlakoztatott nyomógombot használhattak (1 piros közepén, 1-1 fekete a két oldalon). A gyermekek minden feladatot azzal kezdtek, hogy lenyomták a piros gombot és mindaddig lenyomva tartották, amíg a kategória neve megjelent a képernyőn (pl. család). Ahogy elengedték a piros gombot, megjelent egy célinger (pl. apa) vagy egy zavaró inger (pl. kifli) a képernyő egyik oldalán. Célinger esetén az adott oldalnak megfelelő fekete gombot kellett megnyomni, míg a zavaró ingerek esetében a középső piros gombot. Ha egy gyermek 5 másodpercen belül nem válaszolt az ingerre, akkor egy újabb feladat jelent meg a képernyőn. A gyermekek azt az instrukciót kapták, hogy a lehető legpontosabban és leggyorsabban válaszoljanak.

A szenzoros élménykeresés vizsgálatához a "Sensation Seeking Scale for Children" (Russo et al., 1993) kérdőív magyar változatát használtuk. A kérdőív 26 elemből állt, amelyek 3 kategóriába tartoztak: kalandkeresés (pl. ejtőernyőzés), alkohol és szerhasználati attitűd (pl. lerészegedni), szociális gátolatlanság (pl. felnőtteknek szóló filmet nézni). A reliabilitás vizsgálat szerint a mérőeszköz megbízhatónak bizonyult. A skálák Cronbach alfája 0,87 (kalandkeresés), 0,78 (alkohol attitűd) és 0,76 (szociális gátolatlanság).

EREDMÉNYEK

Első hipotézisünk vizsgálatához összehasonlítottuk a két csoport háromféle ingertípusra (célinger, új zavaró inger, interferáló zavaró inger) adott válasz-pontosságát. Miután a két csoport között életkorban és nemi megoszlásban különbség volt, a t-próbában szignifikáns eltérést mutató eredményeket kovariancia analízissel is ellenőriztük (lásd Takács, 2012; Takács, 2013). Az utóbbi elemzésnél az életkor és a társadalmi nem szerepelt kovariáns változóként. Mindkét elemzés azt igazolta, hogy a figyelemzavart mutató gyermekek mind a három ingertípus esetén több hibás választ adtak, mint tipikusan fejlődő társaik (lásd 2. sz. táblázat).

Amint az 1. sz. ábrán látható, a tipikusan fejlődő gyermekek szinte maximális pontossággal válaszoltak a célingerekre és az új zavaró ingerekre. Egyedül az interferenciát okozó elemeknél csökkent a teljesítményük, ami a feladat természetéből fakadóan várható volt. Ezzel szemben, a figyelemzavart mutató gyermekek már az új zavaró ingerekre is igen alacsony százalékban adtak jó választ és ez a teljesítmény tovább romlott az interferáló ingerekre adott válaszköznél.

A reakcióidő tekintetében nem különböztek a csoportok.

Második hipotézisünk vizsgálatára összehasonlítottuk a két csoportnak a szenzoros élménykeresés kérdőív 3 skálájában (kalandkeresés, alkohol és szerhasználati attitűd, szociális gátolatlanság) adott válaszait – (az elemzés módszertanához lásd Takács és Smohai, 2014). Az eredmények mindhárom skála tekintetében fokozottabb szenzoros élménykeresést, azaz gyengébb reaktív gátolást mutattak a figyelemzavart mutató gyermekeknél, mint tipikusan fejlődő társaiknál (lásd 3. sz. táblázat). Míg a tipikusan fejlődő gyermekeknél a viszonylag alacsony szintű kalandkeresés mellett egészen elenyésző mértékű alkohol és szerhasználati attitűd és kismértékű szociális gátolatlanság volt megfigyelhető, addig a figyelemzavart mutató gyermekeknél jelentős mértékben előfordult kalandkeresés és szociális gátolatlanság. Ezen kívül náluk az előbbiekhöz képest valamivel alacsonyabb szintű, de a tipikusan fejlődő gyermekek átlagát lényegesen meghaladó alkohol és szerhasználati attitűd volt kimutatható (lásd 2. sz ábra).

2. táblázat

Interferencia kísérlet csoportonkénti eredményei

	Normalitás-vizsgálat		Kontroll		ADHD		Levene-próba	
	<i>K-S</i>	<i>Szig.</i>	<i>Átlag</i>	<i>SD</i>	<i>Átlag</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>Szig.</i>
Célinger pontosság	0,182	0,002	0,95	0,05	0,83	0,11	10,261	0,003
Új zavaró inger pontosság	0,179	0,002	0,95	0,05	0,64	0,23	19,033	0,000
Interferáló inger pontosság	0,177	0,002	0,88	0,11	0,52	0,23	15,241	0,000
Célinger RI	0,167	0,006	1,992	677	1,86	716	0,588	0,448
Új zavaró inger RI	0,126	0,098	2,209	733	2,377	890	0,717	0,402
Interferáló inger RI	0,180	0,002	2,095	592	2,148	616	0,067	0,797

	t-próba		Mann-Whitney		Kovariancia-elemzés		
	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Szig.</i>	<i>U</i>	<i>Szig.</i>	<i>F</i>	<i>Szig.</i>
Célinger pontosság	4,512	28,284	0,000	50,0	0,000	7,553	0,009
Új zavaró inger pontosság	5,68	20,937	0,000	9,5	0,000	19,195	0,000
Interferáló inger pontosság	6,206	26,87	0,000	31,0	0,000	19,303	0,000
Célinger RI	0,599	38	0,553	162,0	0,304		
Új zavaró inger RI	-0,652	38	0,518	182,0	0,626		
Interferáló inger RI	-0,278	38	0,782	196,0	0,914		

3. táblázat
Szenzoros élménykeresés csoportonkénti eredményei

	Normalitás-vizsgálat		Kontroll		ADHD		Levene-próba	
	<i>K-S</i>	<i>Szig.</i>	<i>Átlag</i>	<i>SD</i>	<i>Átlag</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>Szig.</i>
Kalandkeresés	0,131	0,088	0,30	0,25	0,65	,27	0,162	0,689
Alkohol és szerhasználati attitűd	0,325	0,000	0,04	0,06	0,26	,29	25,786	0,000
Szociális gátolatlanság	0,166	0,009	0,16	0,18	0,56	,29	6,513	0,015
Összesített szenzoros élménykeresés	0,102	0,200	0,17	0,13	0,49	,23	3,821	0,058

	t- próba		Mann-Whitney		Kovariancia-elemzés		
	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Szig.</i>	<i>U</i>	<i>Szig.</i>	<i>F</i>	<i>Szig.</i>
Kalandkeresés	-4,193	37	0,000	66,5	0,000	3,879	0,057
Alkohol és szerhasználati attitűd	-3,38	19,674	0,003	102,5	0,006	4,37	0,044
Szociális gátolatlanság	-5,089	29,347	0,000	52,0	0,000	17,785	0,000
Összesített szenzoros élménykeresés	-5,404	29,092	0,000	36,0	0,000	11,964	0,001

Harmadik hipotézisünk teszteléséhez korrelációs (és rangkorrelációs) elemzéssel hasonlítottuk össze a résztvevők válaszait a kognitív interferencia és a szenzoros élménykeresés feladatok mentén (Takács és Smohai, 2014). Az eredmények azt mutatták, hogy a válaszok pontossága az interferenciával szembeni ellenállást vizsgáló feladatokban szoros összefüggést mutat a szenzoros élménykeresés kérdőív mindhárom skálájának válaszaival (lásd 4 és 5. sz. táblázat). Azonban mikor kiszűrtük az életkori és társadalmi nemi megoszlásból származó csoportkülönbségeket, akkor szinte valamennyi korreláció megszűnt (lásd 6. sz. táblázat).

4. táblázat

Kognitív interferencia és szenzoros élménykeresés közötti korreláció

		Kalandkeresés	Alkohol attitűde	Szociális gátolatlanság	Szenzoros élménykeresés
Célinger pontosság	R	-0,322*	-0,587**	-0,383*	-0,483**
	Szig.	0,046	0,000	0,016	0,002
	N	39	39	39	39
Új zavaró inger pontosság	R	-0,401*	-0,343*	-0,379*	-0,438**
	Szig.	0,011	0,032	0,017	0,005
	N	39	39	39	39
Interferáló inger pontosság	R	-0,398*	-0,284	-0,552**	-0,491**
	Szig.	0,012	0,080	0,000	0,002
	N	39	39	39	39
Célinger RI	R	-0,126	0,126	-0,067	-0,042
	Szig.	0,444	0,445	0,684	0,801
	N	39	39	39	39
Új zavaró inger RI	R	-0,073	0,147	-0,021	0,007
	Szig.	0,659	0,373	0,899	0,967
	N	39	39	39	39
Interferáló inger RI	R	-0,024	0,177	0,015	0,052
	Szig.	0,885	0,282	0,929	0,753
	N	39	39	39	39

*Szig.< 0,05

**Szig.< 0,01

5. táblázat

Kognitív interferencia és szenzoros élménykeresés közötti rangkorreláció

		Kaland- keresés	Alkohol attitűd	Szociális gátolatlanság	Szenzoros Élménykeresés
Célinger pontosság	rho	-0,354*	-0,486**	-0,344*	-0,454**
	Szig.	0,027	0,002	0,032	0,004
	N	39	39	39	39
Új zavaró inger pontosság	rho	-0,418**	-0,406*	-0,447**	-0,530**
	Szig.	0,008	0,010	0,004	0,001
	N	39	39	39	39
Interferáló inger pontosság	rho	-0,432**	-0,364*	-0,603**	-0,578**
	Szig.	0,006	0,023	0,000	0,000
	N	39	39	39	39
Célinger RI	rho	-0,172	0,037	-0,110	-0,111
	Szig.	0,294	0,823	0,505	0,500
	N	39	39	39	39
Új zavaró inger RI	rho	-0,073	0,010	-0,071	-0,036
	Szig.	0,661	0,953	0,667	0,829
	N	39	39	39	39
Interferáló inger RI	rho	-0,050	0,046	-0,022	-0,005
	Szig.	0,763	0,783	0,893	0,977
	N	39	39	39	39

*Szig.< 0,05

**Szig.< 0,01

6. táblázat

Kognitív interferencia és szenzoros élménykeresés közötti parciális korreláció – kiszűrve a társadalmi nemből és életkorban megmutató csoportkülönbségeket

		Kalandkeresés	Alkohol attitűd	Szociális gátolatlanság	Szenzoros Élménykeresés	
Kontrolli változók: Nem & Kor	Célinger pontosság	R	-0,065	-0,497**	-0,245	-0,305
		Szig.	0,702	0,002	0,143	0,066
		df	35	35	35	35
	Új zavaró inger pontosság	R	-0,185	-0,210	-0,263	-0,266
		Szig.	0,273	0,212	0,116	0,111
		df	35	35	35	35
	Interferáló inger pontosság	R	-0,153	-0,100	-0,455**	-0,302
		Szig.	0,365	0,556	0,005	0,070
		df	35	35	35	35
	Célinger RI	R	0,056	0,338*	0,104	0,184
		Szig.	0,744	0,041	0,541	0,275
		df	35	35	35	35
	Új zavaró inger RI	R	0,031	0,297	0,102	0,159
		Szig.	0,857	0,074	0,547	0,347
		df	35	35	35	35
	Interferáló inger RI	R	0,071	0,332*	0,142	0,206
		Szig.	0,674	0,044	0,402	0,221
		df	35	35	35	35

*Szig.< 0,05

**Szig.< 0,01

MEGBESZÉLÉS

Kutatásunk célja a gátlási funkciók kognitív és viselkedéses vizsgálata volt figyelemzavart mutató gyermekeknél. Elméleti keretül Friedmann és Miyake 2004-es modelljét választottuk, amin belül elsősorban a proaktív interferenciával szembeni ellenállásra fókuszáltunk. Egyrészt azért, mert tudomásunk szerint figyelemzavart mutató gyermekekkel ezt a képességet közvetlenül nem vizsgálták, csak munkamemória kutatások eredményeiből következtettek rá (Cornoldi et al., 2001; Palladino & Ferreri, 2013). Másrészt pedig azért, mert számos kutatás igazolta tipikusan fejlődő gyermekek és felnőttek esetében, hogy a proaktív interferenciával szembeni ellenállás képességének fontos szerepe van a nyelvi feldolgozásban, az olvasási folyamat során a megértésben és egyéb tanuláshoz kötött feladatokban (Gernsbacher, 1993; Van Dyke et al., 2014).

Számítógépes kísérletünkkel azt a hipotézist vizsgáltuk, miszerint a figyelemzavart mutató gyermekeknél gyengébb a proaktív interferenciával szembeni ellenállás, mint tipikusan fejlődő társaiknál. Továbbá, azt is feltételeztük, hogy a baseline feladatsorban nem lesz a csoportok között különbség, hiszen egy egyszerű kategorizálási feladatot kellett a résztvevőknek megoldaniuk. Eredményeink részben igazolták előzetes hipotézisünket. A figyelemzavart mutató gyermekeknél valóban jóval gyengébb volt a proaktív interferenciával szembeni ellenállás képessége, mint tipikusan fejlődő társaiknál, de a csoportok a baseline feladatokban is különböztek. Tehát, a figyelemzavart mutató gyermekek nem csak az interferencia kondícióban teljesítettek gyengébben társaiknál. Ez az eredmény a feladat egyszerűsége miatt váratlan volt. A célingereknél még viszonylag jó teljesítmény volt tapasztalható a figyelemzavart mutató gyermekek csoportjában (83%), bár az is szignifikáns különbséget mutatott a tipikusan fejlődő gyermekek szinte hibátlan teljesítményéhez képest. A zavaró ingereknél viszont már jelentősen csökkent a figyelemzavart mutató gyermekek teljesítménye (64% szemben a tipikusan fejlődő gyermekeknél mért 95%-kal), ami aztán tovább romlott az interferencia kondícióban. Bár minden résztvevő mutatott interferencia-hatást, ahogyan az várható is volt, ez a negatív hatás jelentősen nagyobb volt a figyelemzavart mutató gyermekek csoportjában (53%), mint a kontrollcsoportban (88%). Ugyanakkor eredeti hipotézisünknek megfelelően, a két csoport nem különbözött a válaszok gyorsaságában. Tehát, a figyelemzavart mutató gyermekek nem töltöttek több időt a feladatok megoldásával, mint a kontroll gyermekek.

A nem interferáló zavaró ingerekre adott gyenge teljesítmény háttérben több ok is állhat, amit jövőbeni kutatásokkal lehetne majd tisztázni. Az általunk alkalmazott kategorizációs feladatban a kategória név megjelenése aktiválja az adott kategóriához tartozó lexikai elemeket a szemantikus hálóban. Ez indokolhatja a célingerekre adott jobb teljesítményt a figyelemzavart mutató csoportban, ahogyan ezt a feltevést támasztották alá korábbi eredményeink is, misze-

rint azok a gyermekek, akik jobban teljesítettek a szókincesztben, azok kevesebbet hibáztak a baseline kategorizációs feladatban (Marton e al., 2014). A kontrollcsoport plafonhatást mutatott mind a célingereknél, mind a zavaró ingereknél a baseline feladatban a feladat egyszerűségéből fakadóan. A zavaró ingereknél a sikeres válasz megadásához ezeket az aktivált szemantikus elemeket el kell nyomni. Azt a feltevést tartjuk legvalószínűbbnek, hogy a figyelemzavart mutató gyermekeknél ez a gátlás kevésbé volt hatékony, mint társaiknál és ezért hibáztak ezek a gyermekek ilyen nagy mértékben.

A proaktív interferencia kondícióban mutatott gyenge teljesítmény a figyelemzavart mutató csoportban összhangban áll a korábbi kutatások eredményeivel. Bár azok a vizsgálatok a munkamemóriára irányultak, a munkamemória feladatban elkövetett hibák a proaktív interferenciával szembeni ellenállás gyengeségére utaltak (Cornoldi et al., 2001; Palladino & Ferreri, 2013). Ezekben a korábbi kutatásokban a figyelemzavart mutató gyermekek szólisták előhívása során korábbi listák elemeit keverték bele az éppen aktuális feladatba. Ez a fajta hiba arra utal, hogy amikor egy elem irrelevánssá vált, akkor azt a figyelemzavart mutató gyermekek nem nyomták el a munkamemóriájukban. Ugyanez a probléma mutatkozott meg a mi interferencia kondícióban is, amikor korábbi célingerek zavaró ingerekként szerepeltek, de a figyelemzavart mutató gyermekek célingernek tekintették azokat, és annak megfelelően reagáltak rájuk. Ebben az esetben is, ha folyamatosan frissítették volna a munkamemória tartalmakat, akkor a lényegtelen elemeket el kellett volna nyomniuk. Hogy a hibázások fő oka a munkamemória tartalmak frissítésének hiánya vagy a lényegtelen elemek legátlásának gyengesége, esetleg a két probléma együttese, azt majd következő kutatások tudják meghatározni.

Második hipotézisünk a szenzoros élménykeresés és az ahhoz kapcsolódó reaktív gátlásra vonatkozott. Azt feltételeztük, hogy a figyelemzavart mutató gyermekek fokozott szenzoros élménykeresést és azzal összefüggésben gyengébb reaktív gátlást mutatnak, mint tipikusan fejlődő társaik. E hipotézis igazolására a Sensation Seeking Scale for Children (Russo et al., 1993) kérdőív magyar változatát használtuk. Eredményeink alátámasztották feltevésünket, ugyanis a figyelemzavart mutató gyermekek a kérdőív mindhárom skálájában (kalandkeresés, alkohol és szerhasználati attitűd, szociális gátoatlanság) magasabb pontszámot értek el, mint tipikusan fejlődő társaik. A magasabb pontszám fokozottabb szenzoros élménykeresést és gyengébb reaktív gátlást jelent. Ezek az eredmények részben összefüggésbe hozhatóak a korábbi kutatások eredményeivel. A fokozott érdeklődés az alkohol és szerhasználat iránt minden kutatásban megmutatkozott (Kafry, 1982; Russo et al., 1991, 1993), de a megnövekedett szenzoros élménykeresés tekintetében, kevés kutatás zajlott figyelemzavart mutató gyermekekkel, nem egységes az irodalom. A mi eredményeink Hegerl és munkatársai (2010) eredményeihez kapcsolhatóak, akik azt tapasztalták, hogy a figyelemzavart mutató gyermekek azért vonzódnak a fokozott szenzoros él-

ményekhez, mert csak az ilyen erős ingerekkel képesek éberségüket fenntartani. A vegyes eredmények háttérében elsősorban a csoportok összetételének eltérései és a módszertani különbségek játszanak szerepet. Blaskey és munkatársai (2008) kutatásában a figyelemzavart mutató gyermekek egy része egyéb viselkedési zavart is mutatott (pl. agresszió, mániás szimptomák stb.) és a szerzők a szenzoros élménykeresést az érzelmek feldolgozásával összefüggésben vizsgálták. A jövőben további kutatásokra van szükség ahhoz, hogy tisztán lássuk, mely tényezők befolyásolják a figyelemzavart mutató gyermekek szenzoros élménykeresését.

Végezetül, harmadik hipotézisünk arra vonatkozott, hogy a kognitív feladatokban megmutatkozó gátlási nehézségek összefüggésben állnak a viselkedés területén tapasztalható gyenge reaktív gátlással. E feltevés igazolására korrelációs elemzést végeztünk. Első eredményeink egyértelműen szoros összefüggést mutattak a kognitív interferencia feladatokban nyújtott teljesítmény és a szenzoros élménykeresés skáláinak itemjeire adott válaszok között. Amikor azonban kiszűrtük a társadalmi nemi egyenlőtlenségből és életkori különbségből adódó eltéréseket, akkor a korrelációk jelentős része megszűnt. Mindez arra enged következtetni, hogy a kognitív és viselkedéses gátlás összefüggése a demográfiai adatok által volt mediált. A viszonylag kis elemszám miatt részletesebb elemzésre nem volt lehetőségünk, de a jövőben érdemes lesz ezt a kérdést is szisztematikusan tovább vizsgálni. Blaskey és munkatársai (2008) ezen összefüggés tekintetében hozzánk hasonlóan nem találtak szoros kapcsolatot, mivel azonban a két kutatás sok tekintetben különbözött, messzemenő következtetést azok összehasonlításából nem lehet levonni.

ÖSSZEGZÉS

Kutatásunk eredményei egyértelműen igazolták, hogy a figyelemzavart mutató gyermekek mind kognitív, mind viselkedéses szinten gyengébb gátlási funkciókkal rendelkeznek, mint tipikusan fejlődő társaik. A figyelemzavart mutató gyermekek mind a proaktív interferenciával szemben, mind a szenzoros élményekkel szemben gyengébb ellenállást mutattak társaikhoz képest. Elképzelhető, hogy ezeknek a nehézségeknek a háttérében különböző háttérmechanizmusok elégtelen működése áll. A proaktív interferenciával szembeni ellenállás gyengesége nagy valószínűséggel összefügg a munkamemória monitorozásának és frissítésének nehézségével, míg a fokozott szenzoros élménykeresés háttérében lehetséges, hogy ingatag figyelmi éberség áll, amint azt Hegerl és munkatársai javasolták (2010).

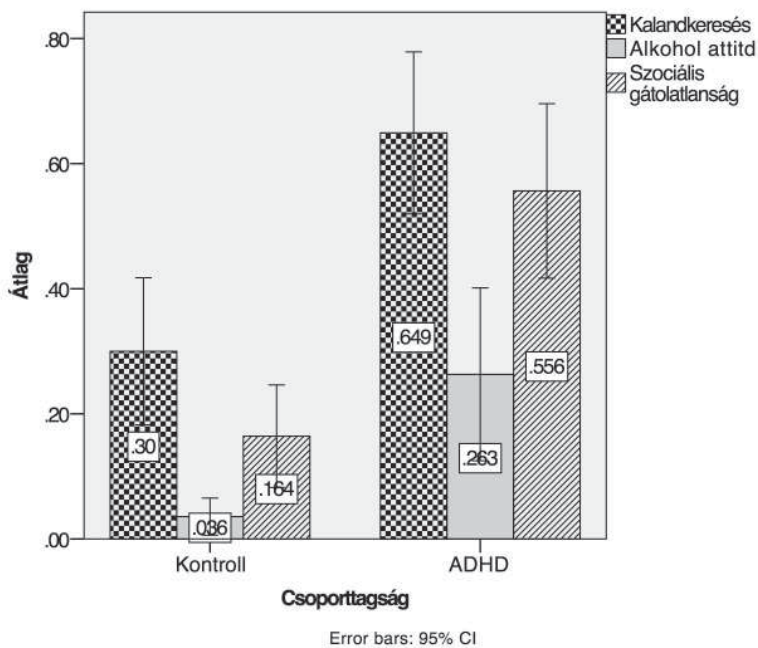
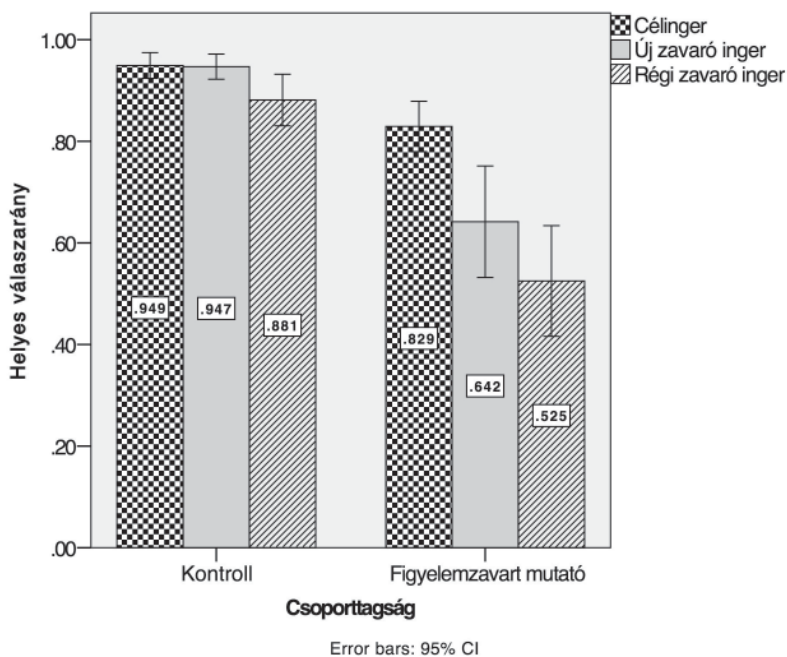
E kérdések pontosabb megválaszolásához további kutatásokra van szükség. Ezekkel kapcsolatban fontosnak tartjuk, hogy a figyelemzavart mutató gyermekek csoportjába ne kerüljenek be olyan gyermekek, aki súlyos egyéb viselkedé-

si és/vagy érzelmi zavarokat mutatnak. Továbbá, a kognitív gátlás empirikus kutatását érdemes célzott kísérletekkel végezni, mert a széles körben használt neuropszichológiai tesztek alkalmazása sok esetben ellentmondásos eredményekhez vezetett. A proaktív interferenciával szembeni ellenállás további kutatása jelentősen hozzájárulhat a figyelemzavart mutató gyermekek iskolai előmenetelének elősegítéséhez, mivel ez a képesség fontos szerepet játszik számos tanulási folyamatban.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A jelen kutatás kognitív módszertani kidolgozását a National Institute of Health, National Institute of Deafness and other Communication Disorders 1R15 DC009040-01, „The impact of inhibition control on working memory in children with SLI” c. pályázata (témavezető: Marton Klára) támogatta.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg (a támogatás száma TÁMOP 4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0003, alprojekt témavezetője: Marton Klára).



HIVATKOZÁSOK

- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®). American Psychiatric Pub.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological bulletin*, *121*(1), 65.
- Bialystok, E., Hawrylewicz, K., Wiseheart, M., Toplak, M. (2016). Interaction of bilingualism and attention-deficit/hyperactivity disorder in young adults. *Bilingualism: Language and Cognition*, pp. 1–14. <https://doi.org/10.1017/S1366728915000887>
- Bjorklund, D. F., & Harnishfeger, K. K. (1990). The resources construct in cognitive development: Diverse sources of evidence and a theory of inefficient inhibition. *Developmental review*, *10*(1), 48-71.
- Blaskey, L. G., Harris, L. J., & Nigg, J. T. (2008). Are sensation seeking and emotion processing related to or distinct from cognitive control in children with ADHD?. *Child Neuropsychology*, *14*(4), 353-371.
- Cepeda, N. J., Cepeda, M. L., & Kramer, A. F. (2000). Task switching and attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of abnormal child psychology*, *28*(3), 213-226.
- Cornoldi, C., Marzocchi, G. M., Belotti, M., Caroli, M. G., Meo, T., & Braga, C. (2001). Working memory interference control deficit in children referred by teachers for ADHD symptoms. *Child Neuropsychology*, *7*(4), 230-240.
- Crone, E. A., Richard Jennings, J., & Van Der Molen, M. W. (2003). Sensitivity to interference and response contingencies in Attention – Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *44*(2), 214-226.
- Dempster, F. N., & Corkill, A. J. (1999). Interference and inhibition in cognition and behavior: Unifying themes for educational psychology. *Educational Psychology Review*, *11*(1), 1-88.
- DuPaul, G. J., Anastopoulos, A. D., Power, T. J., Reid, R., Ikeda, M. J., & McGoey, K. E. (1998). Parent ratings of attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms: Factor structure and normative data. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, *20*(1), 83-102.
- Ewen, J. B., Moher, J. S., Lakshmanan, B. M., Ryan, M., Xavier, P., Crone, N. E., ... & Mahone, E. M. (2012). Multiple task interference is greater in children with ADHD. *Developmental neuropsychology*, *37*(2), 119-133.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of experimental psychology: General*, *133*(1), 101.
- Gernsbacher, M. A. (1993). Less skilled readers have less efficient suppression mechanisms. *Psychological Science*, *4*(5), 294-298.
- Goodman, R. (1997). The Strengths and Difficulties Questionnaire: a research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *38*(5), 581-586.
- Goodman, R (2011). Psychometric Properties of the Strengths and Difficulties Questionnaire. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *40*(11), 1337-1345.
- Grodzinsky, G. M., & Diamond, R. (1992). Frontal lobe functioning in boys with attention – deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology*, *8*(4), 427-445.

- Hasher, L., Lustig, C., & Zacks, R. T. (2007). Inhibitory mechanisms and the control of attention. In Conway, A. R. A., Jarrold, C., Kane, M. J., Miyake, A. & Towse, J. N. (Eds.). *Variation in working memory*, 19, 227-249. New York: Oxford University Press.
- Hegerl, U., Himmerich, H., Engmann, B., & Hensch, T. (2010). Mania and attention-deficit/hyperactivity disorder: Common symptomatology, common pathophysiology and common treatment? *Current Opinion in Psychiatry*, 23(1), 1-7.
- Kafry, D. (1982). Sensation seeking of young children. *Personality and Individual Differences*, 3(2), 161-166.
- Kóbor, A., Takács, Á., Bryce, D., Szűcs, D., Honbolygó, F., Nagy, P., & Csépe, V. (2015). Children With ADHD Show Impairments in Multiple Stages of Information Processing in a Stroop Task: An ERP Study. *Developmental Neuropsychology*, 40(6), 329-347.
- Lansbergen, M. M., Kenemans, J. L., & van Engeland, H. (2007). Stroop interference and attention-deficit/hyperactivity disorder: a review and meta-analysis. *Neuropsychology*, 21(2), 251.
- Marton, K., Campanelli, L., Eichorn, N., Scheuer, J., & Yoon, J. (2014). Information processing and proactive interference in children with and without specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(1), 106-119.
- Mazuka, R., Jincho, N., & Oishi, H. (2009). Development of executive control and language processing. *Language and Linguistics Compass*, 3(1), 59-89.
- Mullane, J. C., Corkum, P. V., Klein, R. M., & McLaughlin, E. (2009). Interference control in children with and without ADHD: a systematic review of Flanker and Simon task performance. *Child Neuropsychology*, 15(4), 321-342.
- Nigg, J. T. (2003). Response inhibition and disruptive behaviors. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1008(1), 170-182.
- Palladino, P., & Ferrari, M. (2013). Interference control in working memory: Comparing groups of children with atypical development. *Child Neuropsychology*, 19(1), 37-54.
- Roncadin, C., Pascual-Leone, J., Rich, J. B., & Dennis, M. (2007). Developmental relations between working memory and inhibitory control. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(01), 59-67.
- Russo, M. F., Lahey, B. B., Christ, M. A. G., Frick, P. J., McBurnett, K., Walker, J. L., ... & Green, S. (1991). Preliminary development of a sensation seeking scale for children. *Personality and Individual Differences*, 12(5), 399-405.
- Russo, M. F., Stokes, G. S., Lahey, B. B., Christ, M. A. G., McBurnett, K., Loeber, R., ... & Green, S. M. (1993). A sensation seeking scale for children: Further refinement and psychometric development. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 15(2), 69-86.
- Scheres, A., Oosterlaan, J., Geurts, H., Morein-Zamir, S., Meiran, N., Schut, H., ... & Sergeant, J. A. (2004). Executive functioning in boys with ADHD: primarily an inhibition deficit? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(4), 569-594.
- Sonuga-Barke, E., Bitsakou, P., & Thompson, M. (2010). Beyond the dual pathway model: Evidence for the dissociation of timing, inhibitory, and delay-related impairments in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 49(4), 345-355.

- Takács Sz. (2012). Érzékenységvizsgálatok a statisztikai eljárásokban, *Alkalmazott Matematikai Lapok*, 29, 69-103.
- Takács Sz. (2013). Többváltozós statisztikai módszerek. Budapest: L'Harmattan Kiadó, ebook (letöltve 2016. 10.04.) <http://www.kre.hu/ebook/>
- Takács Sz. & Smohai M. (2014). Robusztus lineáris regresszió alkalmazása pszichológiai elemzésekben, *Psychologia Hungarica Caroliensis* 2, 99-112.
- Van Dyke, J. A., Johns, C. L., & Kukona, A. (2014). Low working memory capacity is only spuriously related to poor reading comprehension. *Cognition*, 131(3), 373-403.
- Van Mourik, R., Oosterlaan, J., & Sergeant, J. A. (2005). The Stroop revisited: A meta-analysis of interference control in AD/HD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(2), 150-165.

INTERFERENCE CONTROL IN APHASIA

Szöllősi Izabella^{1,2,3}, Dr. habil Marton Klára^{3,4,5}

¹Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet, Budapest

²Eötvös Loránd Tudományegyetem – Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar – Gyógypedagógiai Módszertani és Rehabilitációs Intézet – Logopédia Szakcsoport, Budapest

³Eötvös Loránd Tudományegyetem – Pedagógiai és Pszichológiai Kar – Neveléstudományi Doktori Iskola – Gyógypedagógia Program, Budapest

⁴Eötvös Loránd Tudományegyetem – Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar – Gyógypedagógiai Pszichológiai Intézet, Budapest

⁵Ph.D. Program in Speech-Language-Hearing Sciences, The Graduate School and University Center of the City University of New York, New York

levelező szerző: Szöllősi Izabella. i.szollosi@rehabint.hu

Absztrakt

Interferenciakontroll afáziában

Számos neuro-kognitív elmélet szerint a magasabb rendű mentális folyamatok interaktív kapcsolatban állnak egymással. Ilyetén a nyelvi funkciók sérülése összefügghet más kognitív folyamat diszfunkcionális működésével. A jelen kutatás célja afáziás személyek teljesítményének felmérése volt különböző végrehajtó funkciókat mérő feladatokban. A kutatásban 6 afáziás és 6 illetett kontrollszemélyt vizsgáltunk. Számítógépes feladatokat alkalmaztunk az alábbi kognitív képességek vizsgálatára: figyelem, disztraktor és proaktív interferenciával szembeni ellenállás, válaszgátlás. Eredményeink jelentős különbségeket mutatnak a csoportok között a reakció idők tekintetében, míg a pontosságban nincs eltérés az afáziás és kontroll személyek között, kivéve a fegyelmi képességeket. Eredményeink arra utalnak, hogy a nyelvi feldolgozás lassúsága összefügghet a végrehajtó funkciók lassúságával. Az információ feldolgozás lassulása egyaránt befolyásolhatja a nyelvi és nem nyelvi feladatokban nyújtott teljesítményt afáziás személyeknél. kulcsszavak: afázia, végrehajtó funkciók, proaktív interferencia, információ feldolgozás

ABSTRACT

Current neuro-cognitive research suggests that higher cognitive abilities interact with each other within a multifunctional cognitive system. Thus, acquired language dysfunctions may co-occur with impairments of other cognitive functions, such as inhibition or information processing. In the present study, we examined performance on various cognitive tasks in individuals with aphasia. These tasks included measures of vigilance, resistance to distractor and proactive interference, and response inhibition. These executive functions play significant roles in different language processes. Six participants with aphasia and 6 control participants were involved in the study. We used computer-based tasks and measured accuracy and reaction times. Although participants with and without aphasia did not differ in their accuracy in most tasks, individuals with aphasia showed increased reaction times compared to the controls across tasks.

Our findings suggest that individuals with aphasia show a general slowness in information processing that might affect both language and other cognitive functioning.

Key words: aphasia ▪ executive functions ▪ inhibition ▪ information processing

INTRODUCTION

Recent research tends to move away from a language-centered understanding of aphasia toward an interactive model in which the whole cognitive system works together dynamically. Based on this view, executive functions may have an important role in compensatory processes that support language production and comprehension in individuals with brain damage.

Aphasia

Aphasia is an acquired multimodal/multifunctional language impairment which is typically associated with traumatic brain injury, stroke, or brain tumor. Aphasia might be manifested in both spoken and written language (Szentkuti-Kis, 2010). Multifunctionality has a particular importance when studying different executive functions, because different language modalities (such as naming, comprehension, repetition, and fluency) may show different interactions with executive processes. From a cognitive neuroscience perspective, the concept of multifunctionality in aphasia refers to impaired abilities on the basis of disrupted cognitive processes underlying language (Hillis, 2007). Researchers studying aphasia have found that communication problems might extend beyond language difficulties, and that symptoms are not solely due to a damage in the linguistic system (Cahana-Amitay & Albert, 2015). There is evidence in the literature indicating that successful communication in individuals with aphasia strongly depends on their executive function skills (Purdy, 2002; Keil & Kaszniak, 2010). For example, Novick and colleagues (2005) found that the Left Inferior Frontal Gyrus (LIFG) has an important role not only in sentence processing, but in the detection and resolution of incompatible stimulus representations as well. They employed garden path sentences (e.g., *The horse raced past the barn fell.*) in their experimental research and found that participants used conflict resolution to adequately process these sentences. The authors concluded that sentence processing abilities provide similar assessment of cognitive control functions than conflict resolution (Novick et al., 2005). Another study by the same authors (2010) provided further evidence for the connection between language processing and cognitive control based on findings on the heterogeneous role of Broca's complex. This area of the cortex is not only responsible for the grammatical abilities in language production and comprehension, but supervises mental activity as well during language processing. The authors assumed that Broca's complex helps to select the appropriate lexical item (1) when there are several other possible candidates during word production and (2) during sentence comprehension when the sentence includes misinterpretations. They found that during production and comprehension, when the task involved

cognitive control processes, individuals with a lesion in Borca's complex demonstrated much lower performance than controls. The authors concluded that we use cognitive control processes to regulate and control behavior when competing representations are activated. This may occur in general behavior as well as in language processing (Novick et al., 2010). Further, Biegler and his colleagues' (2006) data revealed that the ability to select an unpreferable but relevant response (instead of a dominant but irrelevant answer) was severely impaired in persons with non-fluent aphasia. This deficit was manifested mostly in anomic speech production, which was reflected in word-finding problems, and indicated difficulties with lexical selection. The increased naming problem seemed to be associated with impaired semantic blocking, which in turn was due to the impairment of inhibition processes (Biegler, Crowther, & Martin, 2006).

There is evidence from picture-word interference studies that individuals with aphasia demonstrate difficulties with distractor items. If the task is to name an object when competitor words are presented, individuals with aphasia demonstrate slower reaction time (RT) and higher error rate. The impairment of suppressing competitor words negatively influences lexical access, and can result in word finding problems in individuals with aphasia (Hashimoto & Thompson, 2010). Another cognitive function that has been associated with naming difficulties is semantic short-term memory (Hamilton & Martin, 2007). The authors claim that an atypical maintenance of previously presented material is responsible for lexical access difficulties. They propose that the inability to resist proactive interference is the result of control deficits in short-term memory, which influence semantic and phonological processes in aphasia (Hamilton & Martin, 2007).

Research on executive functions in aphasia often involves verbal tasks, but using non-verbal paradigms may provide further knowledge about the nature of information processing in this population. For instance, Corbett et al. (2009) used the Naturalistic Action Test, which is a non-verbal test measuring the ability of naturalistic object-use in persons with aphasia. They found that individuals with semantic aphasia revealed weaknesses in control processes underlying semantic memory impairment. Due to impaired control functions, poor performance on non-linguistic cognitive tasks correlated with performance on semantic tasks, which indicates that language impairment is accompanied at the semantic level by those control processes that direct semantic representations (Corbett, Jefferies, & Lambon Ralph, 2009). All these findings point to the influence of different cognitive functions on the processes of the language system, including the regulation and control of different behaviors.

In summary, there is evidence for interdependencies among behavior, language, and their neural substrates. Thus, the processing of linguistic information interacts with the processing of other type of information. The findings

suggest that language processing involves multifunctional mechanisms (such as managing irrelevant linguistic information, controlling competing linguistic information), or engaging conflict resolution in sentence processing. Thus, language processing is based on an interactive, dynamic functional architecture in the brain (Blumstein & Amso, 2013).

Executive functions

There are numerous models and definitions of executive functions that reflect the complexity of executive processes. Generally, it has been accepted that executive functions are higher-level mental processes that allow us to adapt our behaviors flexibly in response to changing circumstances (Jurado & Rosseli, 2007). A typical example of behavioral control is when tourists walk on the streets of London. They may automatically check the left side of the road when crossing the street. When they realize that the traffic rules are different in London, they adjust their behavior and check the right side of the road first. To monitor automatic behaviors and to adjust them in response to new contexts, we apply cognitive control functions that are related to frontal lobe areas such as the Dorso-Lateral Prefrontal Gyrus (DLPFG; Novick et al., 2010).

Concerning the unity of executive functions, there are different views whether there are discrete sub-functions (that are not related to each other), or whether these functions are associated with general control abilities and interact with each other. According to the neuro-cognitive framework of Miyake and colleagues (2000), executive processes are related but independent functions. The authors distinguished 3 types of executive functions: (i) updating mental information, (ii) switching, and (iii) inhibition. In a follow up study, the authors identified three different inhibitory functions: (1) prepotent response inhibition, (2) resistance to distractor interference, and (3) resistance to proactive interference (Friedman & Miyake, 2004). Generally, inhibition processes are responsible for suppressing irrelevant behaviors or mental information according to the actual context. Prepotent response inhibition refers to the blocking of an automatic response. For example, if we are used to driving a traditional car (which has a clutch and then we switch to an automatic car), we may automatically try to push the clutch when shifting the gear. Distractor interference control refers to resisting external stimuli (e.g., choosing the appropriate words from a list that consists of target and distractor items). Resistance to proactive interference is about resisting previous memory traces. As we update our working memory contents while performing a task, old and irrelevant items need to be suppressed in order to prevent proactive interference.

Taken together, executive functions have an important role in behavior control. They share neural substrates with linguistic processes and interact, for in-

stance, with semantic (Jefferies, Baker, Doran, & Lambon Ralph, 2007) and syntactic (Novick et al., 2009) language processes. Inhibition processes are part of the executive system and include different functions such as prepotent response inhibition, resistance to distractor interference and to proactive interference. The majority of executive function tasks include verbal components; therefore, they are difficult for individuals with language impairment. Even if we employ non-verbal paradigms, poor comprehension abilities may influence performance in executive function tasks. Based on previous findings that indicated the importance of control processes in linguistic performance (Keil & Kaszniak, 2010; Purdy, 2002; Novick et al., 2009; Cahana-Amitay & Albert, 2015), we decided to examine vigilance, response inhibition, resistance to distractor and to proactive interference in individuals with aphasia.

HYPOTHESIS

1. We proposed that while individuals with aphasia would show similar vigilance to the controls in a simple non-verbal task, their response time would be slower due to a general slowness in information processing.

2. We proposed that people with and without aphasia would show similar accuracy in blocking an automatic response in a task measuring response inhibition; however, the former group would indicate slower responses than the latter group.

3. Concerning resistance to interference, we expected both lower accuracy and increased reaction time in the aphasia group compared to the controls. Based on findings suggesting that individuals with aphasia demonstrate difficulties in situations where conflicting items are presented (Biegler et al., 2008; Novick et al., 2005), we assumed that individuals with aphasia show different patterns of performance than the control group.

PARTICIPANTS

Six right-handed Hungarian individuals with aphasia with left hemisphere lesion and six age- and gender-matched controls participated in this study. Participants with aphasia were recruited from the National Medical Rehabilitation Center in Budapest. Their demographic data and Computer Tomography (CT) results are presented in Table 1.

Table 1.
Neurolinguistic data of participants with aphasia

Participants	WAB (AQ)	WAB					Token language comprehension test	Boston naming test (Z score)
		Information content	Fluency	Comprehension	Repetition	Naming		
1. T.I.	63,4	7	4	8,4	4,8	7,5	20,5	-3,5
2. B.A.	38,6	4	3	7,5	3,2	1,6	6	-14,89
3. D.I.	64,8	5	6	7,2	7,2	7	19	-1,69
4. N.P.	72,6	7	5	8,7	7,4	8,2	12	-3,66
5. Sz.I.	76,8	8	6	9,2	5,4	9,8	24,5	-6,28
6. Cs.I.	56,6	4	6	6,5	5,4	6,4	14,5	-4,482

Participants demonstrated different types of aphasia, but their language symptoms were similar. All of them had difficulties with naming, but had intact word reading abilities and normal comprehension of simple sentences (Table 2).

Table 2.
Demographic and laesion data of the participants

Participants	Gender	Age	School (years)	Aphasia category	CT results
T.I.	2	45	12	Broca	Left hemisphere: extended vascular lesion. Right hemisphere: old ischemic lesion.
B. A.	2	40	16	Broca	Left arteria cerebri media (ACM): 85*50 mm diffusion in the fronto-parietal cortex Nucleus caudate.
D.I.	1	55	12	Anomic	Left cortical hemorrhage (49*40 mm).
Participants with aphasia	N.P.	1	59	Transcortical motor	04.28. Left hemisphere: hypodens areas in capsula interna, capsula externa and in the putamen. 05.04. Left ACM: insular area and parietal lobe.
	Sz. I.	1	63	Anomic	Left hemisphere: carotis interna occlusion.
Cs.I.	1	67	12	Wernicke	Left hemisphere: temporal cortical area. Capsula externa, thalamus.

	F.Gy.	1	60	12
	T.J.	1	65	12
Control Participants	S.H.	2	40	15
	R.Zs.	2	43	16
	N.I.	1	51	12
	K.A.	1	67	12

STIMULI AND PROCEDURES

We used computer-based tasks (which were part of a larger information processing paradigm) to measure vigilance, response inhibition and resistance to distractor and proactive interference (Marton, Campanelli, Eichorn, Scheuer, & Yoon, 2014). Participants were presented with one verbal and three non-verbal tasks. There were 3 response buttons in front of the computer (two black and a red one). E-Prime 2.0 software was used to present the stimuli and to record the data. In all conditions, reaction time and accuracy were recorded automatically by the computer. Stimuli were presented on either the right or the left side of the screen. When detecting a target stimulus, participants had to press the black button on the corresponding side. When detecting distractor stimuli, participants had to press the red button which was located in the center between the two black buttons. All participants with aphasia had hemiplegia on the right side; therefore, they used their intact left (non-dominant) hand to press the buttons. To control for this factor, participants in the control group were also instructed to use their non-dominant hand when pressing the buttons. All participants were tested individually. Practice items were provided prior to testing.

Vigilance

We examined participants' vigilance with a simple non-verbal task. Participants were presented with green dots either on the right or on the left side of the screen, and were instructed to press the corresponding black button every time they noticed a stimulus. There were 10 trials in this task. The vigilance measure was used as a baseline attention task.

Resistance to distractor interference

In this task, participants saw a green dot on the screen, either alone or near a blue dot. The task was to press the black button according to the location of the

green dot (either on the right or on the left side). Participants had to ignore the blue dots that served as distractors. Ten trials were presented in this condition.

Response inhibition

In this task, participants were presented with either a green or a blue dot. The green and blue items were not presented simultaneously. If a green item (target) appeared on the screen, then participants had to press the black button on the corresponding side. When a blue (distractor) item was presented, participants had to block their automatic response and regardless of the side of presentation, they had to press the red button in the center. This subtask was a variation of a traditional Go/No-go task which typically measures response inhibition abilities. Participants were presented with 5 practice trials and 20 experimental trials.

Resistance to proactive interference

Resistance to proactive interference was measured using a simple verbal categorization task. It included a baseline and an interference condition. The interference condition was based on a conflict paradigm, in which distractor (interference) items had been targets in previous trials. Participants saw a category name on the top of the screen (e.g., furniture) and then a target word (e.g., table), or a distractor item (e.g., father) on one side of the screen. In all conditions, participants were asked to read the stimulus word silently and decide whether the word belonged to the given category (figure 1).

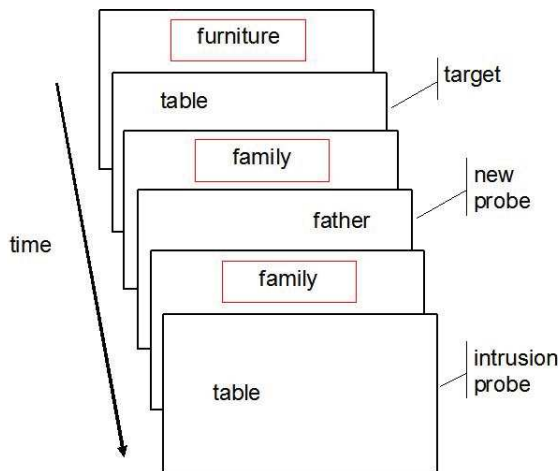


Figure 1. Proactive Interference Task

We used three types of stimuli: (1) target words: words that belonged to the given category, (2) new distractor words: words that did not belong to the category and had not been presented previously, (3) interfering distractor words: words that did not belong to the category and appeared as a target word in the previous trial (intrusion probe). There were six categories; the 84 experimental trials were preceded by 15 practice trials. In the first part, participants were presented with a baseline measure that did not include interfering distractors, only target words and new distractor items. In the second part of the task, participants were presented with target words and interfering distractors. All items were frequent words that children acquire early. The task was very simple for adults because we were not interested in participants' categorization skills.

RESULTS

Accuracy and reaction time (RT) data were analyzed in each task across all conditions (Table 3). The analyses included RT measures of correct responses only. We used non-parametric tests for non-normally distributed data and for reducing the effect of the small sample sizes (see normality analysis in Appendix Table 1, Table 2).

Table 3.
Basic Statistics

	Aphasia			Control		
	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>
Vigilance RT	1070,67	762,48	873,00	650,50	441,29	534,00
Vigilance ACC	96,40	2,52	95,74	99,33	1,63	100,00
Distractor inference RT	960,33	464,70	834,00	686,58	236,24	622,50
Distractor inference ACC	46,51	2,03	47,00	46,46	2,89	47,50
Response inhibition distractor RT	1291,00	462,51	1 217,00	1034,35	896,87	824,00
Response inhibition target RT	1953,33	852,24	1 766,00	968,59	500,55	839,00
Response inhibition distractor ACC	93,00	10,95	100,00	96,97	7,42	100,00
Response inhibition target ACC	81,59	14,74	81,82	95,92	6,63	100,00
Proactive interference baseline RT	2120,89	1070,14	1 822,00	1434,19	874,19	1 050,00
Proactive interference interference RT	2077,87	994,49	1 805,00	1320,32	508,05	1 100,00
Proactive interference target baseline RT	1756,83	704,96	1 396,00	1164,88	622,39	1 039,00

	Aphasia			Control		
	Mean	SD	Mdn	Mean	SD	Mdn
Proactive interference target interference RT	1811,45	805,78	1 378,00	1189,62	707,84	1 059,00
Proactive interference baseline ACC	90,05	11,07	93,61	98,03	2,19	98,33
Proactive interference interference ACC	87,91	23,74	98,28	83,06	14,64	85,04
Proactive interference target baseline ACC	92,45	8,35	94,72	96,45	2,48	96,05
Proactive interference target interference ACC	88,33	11,14	92,61	98,01	3,13	100,00

Vigilance

Both groups performed with high accuracy. The Mann-Whitney test however, showed a significant difference between the groups in both accuracy ($Z=-2,04$, $p<0,05$, $r=-0,65$) and reaction time ($Z=-5,97$, $p<0,001$, $r=-0,65$). Individuals with aphasia were generally slower than the control group. Both groups performed above 95% in accuracy, therefore, the difference between the groups in accuracy should not be interpreted.

Distractor interference

The two groups did not differ in accuracy ($t(7)=0,03$, n.s., Cohen's $d=0,001$), but there was a significant difference between the groups in RT of the correct answers ($Z=-3,41$, $p<0,05$, $r=-0,037$). Although individuals with aphasia demonstrated nearly the same number of correct responses than controls, they were significantly slower in processing the stimuli.

Response inhibition

For accuracy, the Kruskal Wallis test showed no difference between the groups (Distractor: $\chi^2(1)=0,66$, n.s.; Target: $\chi^2(1)=3,33$, n.s.). We compared response times between the groups in 2 conditions (Distractor condition: a target and a distractor were presented simultaneously; Target condition: only the target item was presented). The Kruskal Wallis test showed a significant differences in RT between the groups for both conditions: Distractor condition ($\chi^2(1)=19,28$, $p<0,001$, $r=1,81$); Target condition ($\chi^2(1)=45,53$, $p<0,001$, $r=4,55$) (figure 2).

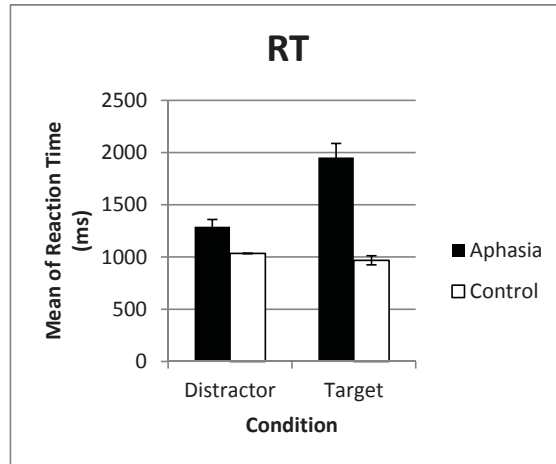


Figure 2. Response Inhibition Task. Differences in Reaction Time. Vertical lines present SE

Resistance to proactive interference

We examined the ability to reject new and interfering distractor items. Four stimulus types were examined across 2 conditions: (1) new distractors, (2) interfering distractors, (3) target items in baseline condition, and (4) target items in interference condition (figure 3). To measure accuracy, the Kruskal Wallis test was applied with Group and Condition variables. Only the target items in the interference condition showed a group difference in accuracy (New distractor: $\chi^2(1)=2,23$, n.s.; Interference: $\chi^2(1)= 1,31$, n.s.; Target in Baseline condition: $\chi^2(1)= 0,92$, n.s.; Target in Interference condition: $\chi^2(1)= 5,61$, $p<0,05$, $r=1,62$). Participants with aphasia were significantly less accurate than the controls in response to target items in the interference condition.

To compare response times, the Kruskal Wallis test was conducted with Group (Aphasia, Control) and Condition (New distractor, Interference, Target in Baseline condition, Target in Interference condition) variables. We predicted superior performance in the control group compared to the aphasia group in each condition. Verifying this prediction, there was a significant difference between the groups in all conditions (New distractor: $\chi^2(1)=73,21$, $p<0,005$, $r=4,42$; Interference: $\chi^2(1)=70,82$, $p<0,005$, $r=4,52$; Target in Baseline condition: $\chi^2(1)=207,15$, $p<0,005$, $r=8,01$; Target in Interference condition: $\chi^2(1)=192,72$, $p<0,005$, $r=7,47$).

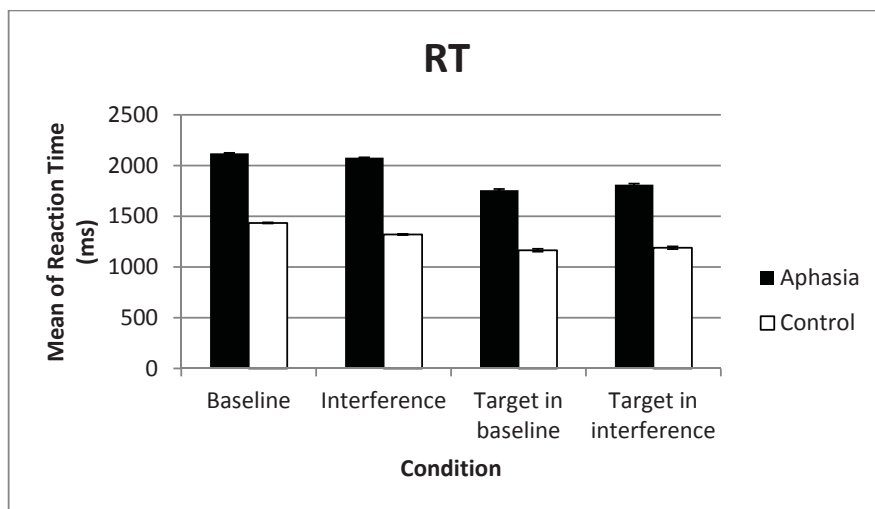


Figure 3. Resistance to Proactive Interference Task. Differences in Reaction Time. Vertical lines present SE

Task Comparisons

To test our hypothesis that individuals with aphasia show a different performance pattern than the controls, we measured reaction times across tasks. There was a group difference with the Kruskal Wallis test. Participants with aphasia demonstrated significantly slower responses than the controls in each task ($\chi^2(1)=32,96$, $p<0,005$, $r=2,23$; $\chi^2(1)=28,12$, $p<0,005$, $r=2,98$; $\chi^2(1)=23,38$, $p<0,005$, $r=2,2$; $\chi^2(1)=70,82$, $p<0,005$, $r=4,52$; see also figure 4).

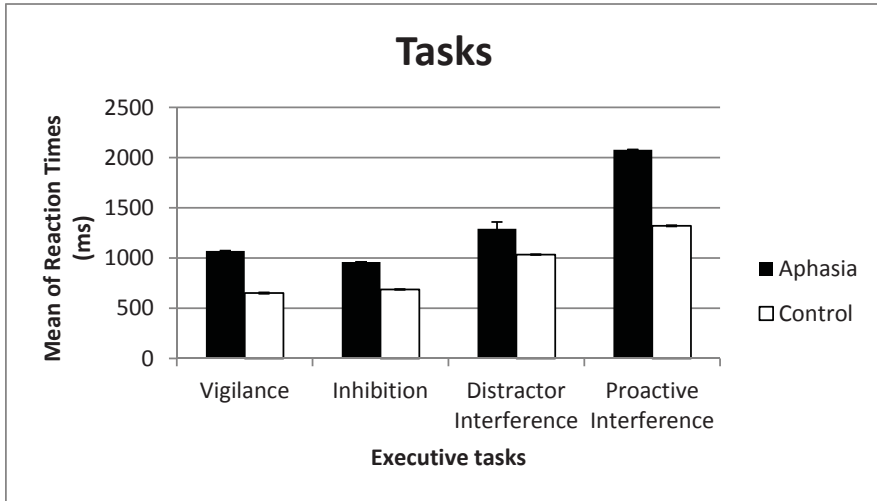


Figure 4. Differences in Reaction Times across tasks. Vertical lines present SE

DISCUSSION

Four tasks were used to examine executive functions in individuals with aphasia. We employed computer-based tasks that required participants' motor responses to visually presented stimuli. The tasks measured different control processes: response inhibition, resistance to distractor interference, resistance to proactive interference, and vigilance, as a baseline measure of attention. There is evidence in the literature that individuals with aphasia exhibit executive control impairments, such as weaknesses in managing irrelevant linguistic information, controlling competing linguistic information (Novick, et al., 2005; 2010), or resisting proactive interference (Hamilton & Martin, 2007).

Our overall findings show high accuracy rates across tasks indicating that individuals with aphasia were able to understand the tasks, follow instructions, and maintain attention. Individuals with aphasia showed similar pattern of performance in most tasks than the controls but they did this at a much slower rate. The results support the idea of nonlinguistic contributions to language processes, and imply that executive functions and language processes constitute interactive parts of a multifunctional cognitive network.

In the present study, we used experimental manipulations to examine different aspects of inhibitory control. A vigilance task was used to measure basic attention skills to ensure that participants with aphasia were able to pay attention to visually presented stimuli. Individuals with aphasia performed with high accuracy but significantly slower than the control participants. This group dif-

ference in reaction time indicates that, even at a basic level, individuals with aphasia demonstrate slower processing rate compared to controls. Attentional deficits are often apparent in individuals who had a stroke. It is not clear, however, whether impaired attentional abilities are related to aphasia or are the consequences of the brain attack. Our findings suggest that participants with aphasia were able to recruit more cognitive resources as task demands increased.

The second hypothesis of the present study proposed that, although individuals with aphasia can block an automatic response with great accuracy, they demonstrate longer reaction times compared to the control group as a reflection of an overall slowness in information processing. Verifying this assumption, we found significant differences in reaction time between the groups but not in response accuracy. Individuals with aphasia demonstrated slower reaction time compared to the controls but they were accurate in their responses.

Although we expected a difference in both accuracy and reaction time in the interference tasks, there was no group effect in accuracy in resisting distractor interference. We based our hypothesis on previous findings that showed weaker resistance to interference in different picture-word interference paradigms (e.g., Hashimoto & Thompson, 2010). Although these authors reported increased semantic interference in individuals with aphasia, and we used a non-verbal task to measure resistance to distractor interference, previous studies indicated a correlation between semantic functions and executive control processes in non-verbal tasks (Biegler et al., 2008). Our task was very simple, therefore all participants performed with high accuracy, but the reaction time results showed a weakness in resistance to distractor interference in individuals with aphasia. This is an important finding, because slowness in deciding which items are irrelevant may influence information processing in general.

Resistance to proactive interference was measured with a verbal conflict paradigm. The results were similar to the outcomes from the previous tasks. Individuals with aphasia provided a high number of correct responses but showed significantly slower processing speed than the controls. These results may reflect a trade-off between accuracy and speed. In the present study, individuals with aphasia may have prioritized accuracy over speed. Furthermore, the processing rate of linguistic information in aphasia is generally slower than in average adults. The consistent finding of slow processing rate across tasks in our study is in line with the notion of Blumstein et al. (2013) who stated that processing of linguistic information interacts with the processing of non-linguistic information. It is widely accepted in the literature that people with aphasia have difficulties with information processing as indicated by deficits in working memory performance and strategy use. The impairment of these functions can be manifested in problems with maintaining information, manipulating information or using an adequate strategy for the task (Haaland, 1979). Based on the multifunctional network account, the slowness in executive processes may be

related to the systematic interaction between linguistic and executive functions (Cahana-Amitay & Albert, 2015).

To test our final hypothesis (there is a difference in performance pattern between the groups), we compared reaction time data across tasks and found a consistent pattern. Individuals with aphasia were slower in every single task than the controls. Large effect sizes indicate that individuals with aphasia processed information across different conditions with slower rate than control participants. The results in resistance to proactive interference showed the largest difference between the groups. It is important to note that this was the only verbal task in the present study. However, other researchers using different tasks also found weaker resistance to proactive interference in individuals with aphasia compared to controls (Hamilton & Martin, 2007). If individuals with aphasia show general slowness in information processing, then they may also show slower working memory updating. If working memory is not updated frequently and efficiently, then irrelevant and relevant items may compete for the same limited capacity. This may lead to difficulty in resisting proactive interference.

In summary, individuals with aphasia exhibit weak executive functions including interference control. Supporting previous findings (Novick and colleagues, 2005; Purdy, 2002; Biegler and colleagues, 2008), we found further evidence using experimental manipulations for a general slowness in executive functions. Our tasks were quite simple, so participants' responses were highly accurate. Despite the simplicity of the tasks, individuals with aphasia showed slow processing. In more complex tasks, this overall slowness may lead to decreased accuracy. Our findings support the notion that language processes and executive functions show a dynamic relationship. Future research is needed to better understand whether these weaknesses in executive functions are specific to aphasia or are associated in a more general way with brain damage.

REFERENCES

- Biegler, K., Crowther, J. E., & Martin, R. C. (2006). Activation vs. inhibition accounts of semantic blocking effects in production and comprehension. *Brain and Language*, *99*, 8-219.
- Biegler, K., Crowther, J. E., & Martin, R. C. (2008). Consequences of an inhibition deficit for word production and comprehension: Evidence from the semantic blocking paradigm. *Cognitive Neuropsychology*, *25* (4), 493-527.
- Blumstein, S. E., & Amso, D. (2013). Dynamic Functional Organization of Language: Insights from Functional Neuroimaging. *Perspect Psychol Sci.*, *8* (1), 44-48.
- Cahana-Amitay, D., & Albert, M. L. (2015). *Redefining Recovery from Aphasia*. New York: Oxford University Press.
- Corbett, F., Jefferies, E., & Lambon Ralph, M. A. (2009). Exploring multimodal semantic control impairments in semantic aphasia: Evidence from naturalistic object use. *Neuropsychologia*, *47*, 2721-2731.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The Relations Among Inhibition and Interference Control Functions: A Latent-Variable Analysis. *Journal of Experimental Psychology*, *133* (1), 101-135.
- Haaland, Y. K. (1979). The Utility of an Information Processing Approach in Speech and Language Evaluation. Clinical Aphasiology: Proceedings of the Conference. Phoenix, 1979, May 28-31. Minneapolis: *BRK Publishers* (pp. 1-7.)
- Hamilton, C. A., & Martin, R. C. (2007). Proactive Interference in a Semantic Short-Term Memory Deficit: Role of Semantic and Phonological Relatedness. *Cortex*, *43*, 112-123.
- Hashimoto, N., & Thompson, C. K. (2010). The use of the picture–word interference paradigm to examine. *Aphasiology*, *24* (5), 580-611.
- Hillis, A. E. (2007). Aphasia : Progress in the last quarter of a century. *Neurology*, *69*, 200-213.
- Jefferies, E., Baker, S. F., Doran, M., & Lambon Ralph, M. A. (2007). Refractory effects in stroke aphasia: A consequence of poor semantic control. *Neuropsychologia*, *45*, 1065-1079.
- Jurado, M. B., & Rosseli, M. (2007). The Elusive Nature of Executive Functions: A Review of our Current Understanding. *Neuropsychol Rev.*, *17*, 213-233.
- Keil, K., & Kaszniak, A. W. (2010). Examining executive function in individuals with brain injury: A review. *Aphasiology*, *16* (3), 305-335.
- Marton, K., Campanelli, L., Eichorn, N., Scheuer, J., & Yoon, Y. (2014). Information Processing and Proactive Interference in Children With and Without Specific Language Impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *57*, 106-119.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, *41*, 49-100.
- Novick, J. M., Kan, I. P., Trueswell, J. C., & Thompson-Shill, S. L. (2009). A case for conflict across multiple domains: memory and language impairments following damage to ventrolateral prefrontal cortex. *Cogn Neuropsychol*, *26*, 527-567.
- Novick, J. M., Trueswell, J. C., & Thompson-Shill, S. L. (2010). Broca’s area and Language Processing: Evidence for the Cognitive Control Connection. *Language and Linguistics Compass*, *4* (10), 906-924.

- Novick, J. M., Trueswell, J. C., & Thompson-Shill, S. L. (2005). Cognitive control and parsing: Reexamining the role of Broca's area in sentence comprehension. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 5 (3), 263-281.
- Purdy, M. (2002). Executive function ability in persons with aphasia. *Aphasiology*, 16 (4/5/6), 549–557.
- Szentkúti-Kis, K. (2010). A verbális kommunikáció zavarai felnőttkori szerzett agysérülés következtében. In Z. Vekerdý-Nagy, *Rehabilitációs Orvoslás* (pp. 412-420.). Budapest: Medicina.

APPENDIX

1. Table
Normality analysis for RT

Shapiro-wilk RT						
Tasks	Group	Conditions	Statistics	df	Sig.	Mdn
Vigilance	Aphasia		0,75	83,00	0,00	873,00
	Control		0,41	83,00	0,00	534,00
Distractor interference	Aphasia		0,87	39,00	0,00	834,00
	Control		0,92	39,00	0,01	622,50
Response inhibition	Aphasia	Distractor	0,94	48,00	0,02	1 217,00
	Aphasia	Target	0,75	48,00	0,00	1 766,00
	Control	Distractor	0,58	48,00	0,00	824,00
	Control	Target	0,78	48,00	0,00	839,00
Resistance to proactive interference	Aphasia	Baseline	0,74	121,00	0,00	1 822,00
	Aphasia	Interference	0,82	121,00	0,00	1 805,00
	Aphasia	Target baseline	0,54	121,00	0,00	1 396,00
	Aphasia	Target interference	0,59	121,00	0,00	1 378,00
	Control	Baseline	0,45	121,00	0,00	1 050,00
	Control	Interference	0,78	121,00	0,00	1 100,00
	Control	Target baseline	0,54	121,00	0,00	1 039,00
	Control	Target interference	0,93	121,00	0,00	1 059,00

2. Table
Normality analysis for ACC

Shapiro-wilk ACC						
Tasks	Group	Conditions	Statistics	df	Sig.	Mdn
Vigilance	Aphasia		0,87	4,00	0,30	95,74
	Control		0,63	4,00	0,00	100,00
Distractor interference	Aphasia		0,80	4,00	0,10	47,00
	Control		0,95	4,00	0,73	47,50
Response inhibition	Aphasia	Distractor	0,75	5,00	0,03	100,00
	Aphasia	Target	0,99	5,00	0,98	81,82
	Control	Distractor	0,55	5,00	0,00	100,00
	Control	Target	0,77	5,00	0,05	100,00
Resistance to proactive interference	Aphasia	Baseline	0,86	6,00	0,20	93,61
	Aphasia	Interference	0,61	6,00	0,00	98,28
	Aphasia	Target in baseline	0,75	6,00	0,02	94,72
	Aphasia	Target in interference	0,66	6,00	0,00	92,61
	Control	Baseline	0,76	6,00	0,02	98,33
	Control	Interference	0,93	6,00	0,59	85,04
	Control	Target baseline	0,96	6,00	0,82	96,05
	Control	Target interference	0,69	6,00	0,00	100,00

KRÓNIKUS VESEELÉGTELEN GYERMEKEK NEUROKOGNITÍV FUNKCIÓI (ÁTTEKINTŐ TANULMÁNY)

Vargáné Molnár Márta¹ Guld Beáta²

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem – Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar, Gyógypedagógiai
Pszichológiai Intézet, Budapest, ²Újbudai Montágh Imre Általános Iskola, Óvoda,
Fejlesztő Nevelés-Oktatást Végző Iskola és Készségfejlesztő Speciális Szakiskola
levelező szerző: Vargáné Molnár Márta. Email-cím: varmol@caesar.elte.hu

ABSZTRAKT

Áttekintő tanulmányunkban krónikus vesebeteg (KVB) gyermekek és fiatalok neurokognitív képességeit tárgyaljuk. A KVB gyermekek általában rosszabb egészséggel összefüggő életminőséggel és kedvezőtlenebb fejlődési kimenetekkel rendelkeznek, mint egészséges társaik. Az utóbbi évtizedben a szakirodalom különösen a klinikai jellemzők és a gyermekkori krónikus vesebetegséggel összefüggő neurokognitív eltérések közötti kapcsolatra fókuszált. Jelen tanulmány megkísérli feltárni a krónikus vesebeteg gyermekek intellektuális és akadémiai készségeit a betegség értelmezésével, etiológiájának, társuló megbetegedéseinek és kezelésének tárgyalásával. Igyekszünk részleteiben ki térni az ismert népesség-specifikus neurokognitív működésre, tekintetbe vesszük a rizikótényezőket, variabilitást és a pszichoszociális tényezőkkel mutatott összefüggéseket, s célunk mindvégig a gyermekgyógyászati rehabilitáció megfelelő gyakorlatainak támogatása.

Kulcsszavak: neurokognitív funkciók ■ krónikus vesebetegség ■ oktatás ■ rehabilitáció

ABSTRACT

Neuro-cognitive functions of children with chronic kidney disease (review paper)
This paper provides a review of the literature on neurocognition by children and adolescents with chronic kidney disease (CKD) because certain children have poorer health related quality of life and developmental outcomes than unaffected peers. In the last decade there was a particular focus on exploring associations of neurocognitive deficits and clinical characteristics. This review attempted to explain the examinations on intellectual and academic functioning in children with chronic kidney disease by drawing up the definition of chronic renal failure, etiology, comorbidities and treatment. We discuss in details the population specific neurocognition and quantify risk factors, variability and associations with psychosocial conditions for advocating good practices in pediatric rehabilitation.

Keywords: neurocognitive functioning ■ chronic kidney disease ■ education ■ rehabilitation

BEVEZETÉS

Áttekintő tanulmányunkban egy meghatározott betegcsoport, a gyermekkori krónikus veseelégtelem betegek neurokognitív képességeinek jelenleg elfogadott és feltárt ismeretrendszerét, sajátos szempontok szerint releváns elemeit kívánjuk röviden összefoglalni. Tesszük ezt azért, mert e betegcsoport egy részről speciális problémarendszerrel rendelkezik, más részről klasszikus jellemzőket reprezentálhat más pszichológiai és arra épülő (gyógy)pedagógiai vizsgálgó és beavatkozás, ill. támogatás tekintetében. Ez alatt azt értjük, hogy az e tanulmányban bemutatásra kerülő szempontokat más betegcsoportok, esetenként eltérő fejlődésű gyermekek (ill. gyakran e két populáció halmazmetszetében megjelenő csoportok) megismerésének releváns elemeiként tartja számon a nemzetközi szakirodalom, melyeket az alábbiakban három fő kérdéskörbe sorolunk:

1. *A krónikus betegségek, köztük a gyermekkori krónikus betegségek előfordulási gyakorisága folyamatosan nő, mely a fejlett országok egészségügyi ellátási szempontjait erőteljesen megváltoztatja, más diszciplínának egyre markánsabb szerepvállalását helyezi előtérbe.*

A gyermekkori kezdődő krónikus betegségek száma a világ fejlett országai-ban folyamatosan nő (Van Cleave, Gortmaker, & Perrin, 2010) s e növekedés következtében a beteg gyermekek tartós egészségügyi ellátásában tengerentúli és európai visszhangok és újonnan formálódó protokollok szerint a gyermekek korszerű és sikeres gondozásában a nem orvosi/egészségügyi támogatások minimálisan 50%-ban kell hogy megjelenjenek. Az elmúlt években a releváns nemzetközi orvosi kongresszusok kiemelt üzenete a non-adherence viselkedés, a gyakori visszaesések, a relatív lassú állapotjavulás, az indokolatlanul társuló problémák megjelenése, a szociális izoláció és hospitalizáció elkerülése, más szakmák rutinszerű és integrált együttműködésével.

Kim és Marks (2014) áttekintő tanulmányában evidenciaként kezeli, hogy bár a veseelégtelem gyermekek egész életükön át krónikus betegek maradnak, így számos egészségügyi és járulékos problémával küzdenek, mérhetően jobb életminőséggel élhetnek tovább, ha a transzplantációt végrehajtó team megfelelő ellátást biztosít. Ezen holisztikus szemléletű team-ek tagjai az ellátásban dolgozó orvosok, pszichológusok, szociális munkások és pedagógusok azon kulcsfontosságú személyek, akik minimalizálják a figyelmi problémákat és iskolai hiányzásokat, valamint maximalizálják a társakkal való kapcsolattartás lehetőségeit és az elvárható iskolai teljesítményt.

2. *A gyermekkori krónikus betegségek jelentős hányada az érintettek neurokognitív fejlődésére is hatással van, mely alapvetően megváltozott fejlődésmentet eredményez.*

A krónikus betegségek az érintett gyermekek neurokognitív fejlődésére is hatással vannak, mely jelentősen befolyásolja iskolai bevérsüket, sikerességüket. Egyes adatok szerint az évet ismétlő gyermekek 20%-ánál igazolható valamilyen egészségkárosodás (Byrd, 2005). Világszinten régóta ismert, hogy a gyermekek 10-20%-át érinti valamely krónikus betegség, melyhez jelentős arányban társulnak különböző fogyatékoságok (Newacheck & Halfon, 1998).

A különböző krónikus betegségek metaanalitikus vizsgálatai alapján a betegség neurokognitív hatásairól jelentős evidenciák állnak rendelkezésre a nemzetközi szakirodalomban. A krónikus vesebeteg alcsoport esetében a nemzetközi vizsgálatok szerint elmaradás tapasztalható az iskolai tanúláshoz szükséges képességek területén, az alap-kultúrtechnikák elsajátításában (Duquette, Hooper, Wetherington, Icard, & Gipson, 2007), gyakori a gyenge intellektuális képesség, valamint jellemző a neurokognitív képességek gyengesége (memória, figyelem) (Gerson et al., 2006). Hazánkban azonban kevés adat áll rendelkezésre, mely a célirányos pedagógiai megsegítés, képességfejlesztés, a méltányos oktatási környezet hiányát vonzza magával.

3. A gyermekek és környezetük (elsősorban családtagjaik) jelentősen rosszabb életminősége, pszichológiai jólléte következtében kialakuló problémarendszer jellegzetes mintázatot mutat.

A krónikus veseelégtelen gyermekek – hasonlóan más krónikus állapotokban, ill. egyes fogyatékoság-típusok esetében ismert jelenségekhez – az eltérő fejlődésmenten túlmenően számos egyéb problémával is szembesülnek; úgymint a járulékos pszichés terhek, ezek családi vonatkozásai és az életminőségre gyakorolt hatásaik. Ezen területek kiterjedt szakirodalommal rendelkeznek, ugyanakkor erre jelen tanulmány keretei között részletesen nem térünk ki, társuló tényezőként azonban szükség esetén megemlítjük.

Az áttekintő tanulmány szerzői módszertani szempontból két okból is nehéz helyzetben vannak: egyrészt más eltérő fejlődésű csoportokhoz viszonyítottan a krónikus veseelégtelen gyermekekre vonatkozó neurokognitív feltáró vizsgálatok mennyiségüket illetően meglehetősen limitáltak, másrészt igen jelentős hányadukban elsősorban és jellemzően medikális markerekkel összefüggésben tárgyalnak neurokognitív funkciókat, s így pszichológiai értelemben kevésbé célláltak, limitált információk állnak tehát rendelkezésünkre.

DEFINIÍCIÓ, A NÉPESSÉGCSOPORT MEGHATÁROZÁSA

A krónikus veseelégtelenség

A krónikus veseelégtelenség veleszületett vagy szerzett betegség, mely a veseműködés lassú, visszafordíthatatlan romlásával jár. A vese a kiválasztás során nem szűri ki a vérből a felesleges, valamint a szervezet számára káros anyagcseretermékeket, így azok a keringésben maradnak. Ilyenkor jön létre az ún. urémiás állapot (Balogh, 1997). A krónikus veseelégtelenség kórlefolyásában jellemzően három szakasz különíthető el. Az első két fázis tünetmentes, és akár évtizedekig is tarthat. A harmadik szakasz a végstádiumú veseelégtelenség, melynek során a vesepótló kezelés zajlik ill. optimális esetben sor kerül a vesetranszplantációra (Pollner, 2002; Chan, Williams, & Roth, 2003) .

A Zelikovsky és munkatársai által publikált tanulmány szerint évente egymillióból 15 gyermeknél diagnosztizálnak végstádiumú veseelégtelenséget (Zelikovsky, Schast, & Jean-Francois, 2007). Az USA-ban több, mint 19 millió érintett személy él és tíz évre becsülik a betegek számának megduplázódását (Dawison, 2007). Szintén a betegek számának előrelátható növekedésére hívják fel a figyelmet Gerson és munkatársai (2006) a gyermekpopulációban.

Hazánkban a 0 és 15 éves kor közötti gyermekeknél a krónikus veseelégtelenség előfordulása a következőképpen alakul: 1-2 új beteg jut 1 millió lakosra, amely 4-6 beteget jelent 1 millió gyermekpopulációhoz viszonyítva. A fent említett korosztályon belül a gyermekek 12%-a 2 év alatti, 20%-uk 2 és 5 év közötti, 25 %-uk esik a 6-9 éves és 42%-uk a 10-15 éves korosztályba (Sallay, 2004).

A KRÓNIKUS VESEELÉGTELENSÉGHEZ VEZETŐ OKOK
ÉS LEGGYAKORIBB TÁRSULÓ TÉNYEZŐK

A krónikus veseelégtelenséghez vezető okok és alapbetegségek sokfélék lehetnek. Az esetek 50-60%-ában öröklött vagy veleszületett rendellenesség áll fent (Crocker et al., 2002; Sallay, 2004). A leggyakrabban diagnosztizált okok közé sorolható a krónikus vesegyulladás, a krónikus vesemedence-gyulladás, a vese és a húgyutak fejlődési rendellenességei, a cukorbetegség ill. a policisztás vesebetegség (Chan et al., 2003; Sallay & Reusz, 1994).

A krónikus veseelégtelenség az egész szervezetre kihat, csaknem az egész szervrendszert károsítja (Chan et al., 2003). Az idült veseelégtelenség a szervezet kalcium-anyagcseréjét negatívan befolyásolja, a csökkent kalciumszint csontképződési zavarhoz (renalis osteodystrophia) vezethet, melynek tüneteként növekedési elmaradás, csontdeformitások, csontfájdalom, izombetegség alakulhat ki. Az érintett gyermekeknél a betegség következtében a növekedési hormon termelődésében is gyakran problémák lépnek fel. A csontképződést és a növe-

kedési hormon termelődését negatívan befolyásoló tényezők miatt a krónikus vesebeteg gyermekek növekedése általában jelentősen elmarad kortársaikétól (Chan et al., 2003). Emellett az uraemiás toxinok kiválthatnak étvágytalanságot, az ízérzékelés megváltozását, valamint a gyógyszeres kezelésekkel is tovább csökkenhet a táplálékbevitel (Blecker, Mehta, Davis, Sothorn, & Suskind, 2002). A betegség további következményeként egyre gyakrabban alakul ki vérszegénység, ha a vesefunkció az életkornak megfelelő érték 15%-a alá csökken. Az anémiás állapot lassítja a gyermekek kognitív funkcióinak fejlődését (Goldstein et al., 2006), továbbá a szintén káros magas vérnyomás a krónikus veseelégtelenség igen gyakori velejárója (Pollner, 2002). Bizonyított, hogy a vérszegénység, és a magas vérnyomás káros hatásai több területen megmutatkoznak, úgy mint az alacsonyabb intelligenciaszintben, gyengébb emlékezeti funkciókban és aritmetikai képességben, valamint figyelmi problémákban (Goldstein et al., 2006; Slickers, Duquette, Hooper, & Gipson, 2007).

A KRÓNIKUS VESEELÉGTELENSÉG KEZELÉSE

A krónikus veseelégtelenség végstádiumában dialízisre vagy veseátültetésre van szükség. Az utóbbi évtizedekben jelentősen javult a vesebeteg személyek kezelése: a dialízis technikák előrehaladásának, a transzplantációhoz szükséges sebészeti beavatkozások folyamatos fejlődésének, valamint az egyre hatékonyabb gyógyszeres kezeléseknek köszönhetően a betegség prognózisa is javult (Bawden et al., 2004; Sallay & Reusz, 1994). Az újabb áttekintések szerint mára már a veseelégtelen gyermekek 10 éves túlélési ideje 92%, ugyanakkor a graft (beültetett szerv) túlélésük 54% azonos időtartam alatt (Kim & Marks, 2014).

A dialízis kezelésnek két változata terjedt el: a hemodialízis (HD) és a peritoneális dialízis (PD). A hemodialízis során egy művesekészülék segítségével kiszűrjük az abban áramoltatott vérből azokat az anyagokat, melyeket az egészséges vese kiszűrne. Ezt a kezelést általában heti 3 alkalommal, 3-5 órán keresztül szükséges végezni (Balogh, 1997), mely számos kellemetlen mellékhatással jár (pl.: drasztikus folyadék-megszorítás, testi gyengeség, rosszsullétek stb.). Hátránya továbbá, hogy a kezelés kórházhoz kötött, mely az életminőséget negatívan befolyásolja, a hospitalizáció káros hatásait felerősítheti, gyermekek-nél gátolja a rendszeres iskolalátogatás lehetőségét. A hasi dialízis (PD) során a hashártya tölti be a vesék szűrő szerepét: egy állandó katéter segítségével a beteg naponta több alkalommal egy meghatározott mennyiségű oldatot juttat a hasüregébe. Előnye, hogy egyszerű, otthon is elvégezhető és egy-egy kezelés rövidebb, mint a hemodialízis, így a gyermeknek nem kell egyszerre több órát egy helyben töltenie. Emellett a rendszeres iskolalátogatás is lehetővé válik. Hátránya ugyanakkor, hogy fokozott fertőzésveszéllyel jár (pl. hashártyagyulladás), főleg gyermekeknél, akiknél gyakrabban előfordul a higiénés szabályok áthágá-

sa (Pollner, 2002), ill. egy kezelést végző személy (általában szülő) szinte állandó jelenlétét igényli.

A vesepótló kezelések a vese funkcióját csak részben tudják ellátni, így hosszú távon a veseátültetés az optimális megoldás a végstádiumú krónikus veseelégtelenség problémájára. A dialízisben töltött idő megrövidítése csökkenti a szomatikus és neurokognitív fejlődésben kialakuló elmaradások kockázatát, ezért is fontos a mielőbbi transzplantáció (Crocker et al., 2002; Sallay, 2004). Az átültetendő szerv származhat cadaver vagy élő donortól is. Az élő donoros átültetés előnye, hogy időpontja optimálisan tervezhető, a vese hideg-ischaemiás károsodása minimálisra csökken, emiatt az élő donáció eredménye a vese túlélési működése szempontjából statisztikailag jelentősen meghaladja a cadaver transzplantáció eredményét (Reusz, Szabó A., Rempert, Szabó J., & Járny, 2006). A veseátültetést követően a beteg gyermekeknek immunszuppresszív gyógyszeres kezelésre van szükségük életük végéig, megakadályozva ezzel a vese kilökődését, ill. elvesztését. Az immunszuppresszió segítségével biztonságosan meg lehet őrizni a vesét, viszont hátránya, hogy csökkenti a szervezet ellenálló képességét, így a transzplantált betegek fokozottabb mértékben vannak kitéve különböző betegségeknek, emellett fokozódik néhány egyéb, neurokognitív zavarral társuló krónikus betegállapot kialakulásának veszélye is (Reusz et al., 2006). A vese-transzplantáció ugyanakkor jelentős mértékben javítja a gyermekek életminőségét végstádiumú veseelégtelenség esetén, kiemelten, ha az átültetést dialízis előzte meg. Az ajánlások szerint a transzplantációt követően a további orvosi kontrollok és kezelések mellett a gyermekek szociális rehabilitációjáról is gondoskodni kell (Reusz et al., 2006).

NEUROKOGNITÍV KIMENETEK VESEELÉGTELENSÉG ESETÉN

A krónikus veseelégtelenség következményeként az érintett gyermekek fokozott veszélynek vannak kitéve a neurokognitív funkciók fejlődési elmaradására vonatkozóan, különösen veleszületett, vagy korai időszakban kialakult betegség esetén. Abban az esetben, ha nem szerzett, hanem veleszületett vesebetegségről van szó, általában hosszabb ideig állnak fenn a táplálkozási elégtelenség és a gyógyszeres kezelések negatív hatásai, melyek szintén a neurális rendszer károsodását eredményezhetik. A korai toxikus hatások negatívan befolyásolják a fejlődést, így ennek következményei a későbbi iskolai teljesítményben is megmutatkoznak (Crocker et al., 2002; Bawden et al., 2004).

A betegség előrehaladottsága is befolyásolja a károsodások mértékét: a veseelégtelenség korai stádiumában lévő gyermekek kognitív képességei általában jobbak, mint a végstádiumú veseelégtelenség miatt vesepótló kezelésben részesülő gyermekeké (Crocker et al., 2002; Bawden et al., 2004; Gerson et al., 2006).

A 750 felnőtt hemodializált beteget vizsgáló, multicentrikus ún. COGNITIVE-HD prospektív nyomonkövetéses kutatás eredményei szerint a végrehajtó működés tekintetében jelentős elmaradás (25%) mutatható ki, mely 1.7-szeres halálózási kockázatnövekedést jelent a kognitív hanyatlással összefüggésben (Palmer et al., 2015).

Az eltérő kognitív funkciók neurobiológiai háttere

Kevés adat áll rendelkezésre a krónikus veseelégtelen gyermekek központi idegrendszerének strukturális és funkcionális állapotára vonatkozóan. A képalkotó eljárások eredményei szerint a cerebrális atrófiák előfordulási gyakorisága 12-23%-ra tehető (Qvist et al., 2002). A preventrikuláris fehérállományban előforduló krónikus infarktus okozta léziókra vonatkozóan transzplantált gyerekekben Valanne és munkatársai 54%-os prevalenciát írtak le (Valanne, Qvist, Jalanko, Holmberg, & Pihko, 2004). Mindezen tényezők összefüggést mutattak a hosszabb dialízis kezelési idővel, a későbbi életkorban zajló transzplantációval és a hemodinamikus krízisek számával (Gipson, Duquette, Icard, & Hooper, 2007).

Az alig néhány rendelkezésre álló elektrofiziológiai vizsgálat értelmében a nem specifikus EEG abnormalitások 36-42%-ban lelhetőek fel e betegcsoportban (Qvist et al., 2002). Jellemzőek a központi idegrendszer különböző területein kimutatott ischémiás zónák, továbbá a szomatoszenzoros cortex myelinizációs késése, mely mögött leggyakrabban a thalamus corticalis vezetésének problémái állnak (Gipson et al., 2007).

Neurokognitív funkciók és intellektuális képesség

A végstádiumú vesebeteg gyermekek alacsonyabb intellektuális teljesítményét a fent hivatkozott központi idegrendszeri eltéréseket ismertető tanulmányok mellett több kutatás is kimutatta. Bawden és munkatársai (2004) 6-16 éves gyermekek intellektuális képességeit WISC-III teszttel vizsgálva szignifikánsan alacsonyabb teljesítményt tapasztaltak az érintetteknél, mint a testvér kontrollcsoportnál. E vizsgálatban - hasonlóan más kutatási eredményekhez - a vesebeteg gyermekek intelligenciaszintje az átlagos övezet alacsony határértékeihez közelített. Ugyanezen korosztályban végeztek vizsgálatot Falger és munkatársai (2008), akik szintén a WISC-III mérőeljárást alkalmazták vesetranszplantált betegek körében, s méréseik szerint a vizsgált személyek teljesítménye csupán a performációs próbákban volt szignifikánsan alacsonyabb, mint a kontrollcsoporté, míg a verbális kimenetek esetén ez nem volt elmondható. Bawden munkacsoportjához hasonló eredményt mutatott Brouhard és munkatársainak (2000) vizsgálata, melyben 6-19 éves kor közötti végstádiumú veseelégtelenség-

ben szenvedő, dialízis kezelésben részesülő és transzplantált gyermekeket és fiatalokat vizsgáltak. Mivel a minta etnikailag igen sokszínű volt, ezért a viszonylag kultúrafüggetlen TONI-2 eljárással dolgoztak, s nem találtak különbséget dializált és transzplantált gyermekek teljesítménye között. Mindkét betegcsoport szignifikánsabban alacsonyabb intelligenciaszintet mutatott a testvér kontrollcsoporthoz képest (Brouhard et al., 2000). Crocker és munkatársai (2002) a vesebetegség kialakulásának időpontja alapján is vizsgálták az érintett gyermekek intellektuális képességeit. A vizsgálati minta két csoportját különítették el aszerint, hogy gyermekkorban szerzett vagy veleszületett betegség állt fent, de nem találtak különbséget a két betegcsoport között (Crocker et al., 2002). Szintén a betegség fellépésének, illetve fennállásának dimenziója mentén vizsgálták a krónikus vesebeteg gyermekek intellektusát Duquette és munkatársai (2007), s az általuk használt mérőeljárás - a WASI (Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence) – segítségével a korábbiakhoz hasonló eredményre jutottak: nem volt kimutatható különbség a betegség fennállásának időtartama, illetve fellépési időpontjának tekintetében.

Egy londoni kutatócsoport további szemponttal gazdagította az intellektuális képességekre vonatkozó ismeretrendszerét e populációban: egy éves kor előtt kialakult veseelégtelenségben szenvedő gyermekeket és fiatalokat vizsgáltak WISC-III ill. alacsonyabb életkor esetén Griffiths Mentális fejlődési skála segítségével. Azt figyelték meg, hogy azoknál a krónikus vesebeteg gyermekeknél, akiknél különböző komorbid tényezők is közrejátszottak, általában alacsonyabb IQ volt tapasztalható, mint azoknál, akiknél nem jelentkezett másfajta betegség a végstádiumú veseelégtelenség mellett (Madden, Ledermann, Guerrero-Blanco, Bruce, & Trompeter, 2003). Igazolták friss vizsgálatok is, hogy a motoros diszfunkciót mutató veseelégtelen gyermekek intellektuális képességei szignifikánsan rosszabbak, mint az ilyen problémával nem rendelkező, azonos megbetegedésben szenvedő társaiké (Hartmann et al., 2015).

A fent idézett korai és számos friss kutatás meglehetősen egységes képet ad az intellektuális képesség e betegcsoportban mért átlagára vonatkozóan: megközelítőleg az átlag alatti, 1 SD-nyi (standard deviáció) elmaradás jellemző. Nemzetközi szinten ezeket az eredményeket a legújabb hosszútávú és követéses vizsgálatok is alátámasztják (Johnson & Warady, 2013). Saját munkacsoportunk első hazai vizsgálatai is hasonló eredményre jutottak: 35 transzplantált gyermek pszichometriai vizsgálata során csupán 60%-uk pontértéke esett az átlagos övezetbe, maximálisan egy standard deviációnyi eltéréssel (IQ>85), míg 17%-uk intellektuális teljesítménye 70-84 pontérték között volt, 23%-ban pedig az intellektuális képességszavar valamely súlyossági foka állt fenn (Molnar-Varga et al., 2016).

A végstádiumú veseelégtelenség neurokognitív funkciókat károsító hatását tehát számos kutatás bizonyította, azonban viszonylag kevés ismerettel rendelkezünk arról, hogy a betegség korábbi stádiumaiban milyen következményekkel járhat a vese elégtelen funkciója az érintett gyermekek fejlődésére nézve. Bell

és munkatársai (2011) 368 első és második stádiumban lévő vesebeteg gyermek adatait áttekintve közölték: amellet, hogy a vizsgált csoport IQ értékének átlaga az átlagos övezetbe esett, a gyermekek a kognitív diszfunkciók tekintetében fokozott veszélynek vannak kitéve (Bell, Ferris, Fenton, & Hooper, 2011).

Specifikus neurokognitív funkciók

A betegcsoportra jellemző specifikus neurokognitív funkciók megismerését szolgáló nemzetközi vizsgálatokat összegezve a legtöbb esetben az alábbi táblázatban (1.sz. táblázat) összefoglalt területek mérésére kerül sor. Hazánkban tudomásunk szerint mindeztidáig csupán munkacsoportunk vizsgálta a neurokognitív képességek alakulását az érintett gyermekek és fiatalok esetében. Saját mérési protokollunkat (KVGY-K) integráltan az alábbi táblázatban (1. táblázat) ismertetjük.

1. táblázat

Neurokognitív funkciók mérési gyakorlata krónikus veseelégtelen gyermekeknél

Mért terület	Mérőeljárás
VÉGREHAJTÓ MŰKÖDÉSEK Tervezés Döntéshozatal Munkamemória Gátlás Rugalmas gondolkodás	Planning Letter fluency (FAS) Behavior Rating Inventory for Executive Functions-Preschool-Parent Conner's Continuous Performance Test-II (CPT-II) (digitális forma) Delis-Kaplan Executive Function System Tower Task (DKEFS) (KVGY-K): Hallási mondatterjedelem, Hanoi torony, Wisconsin Kártyaszortirozási Teszt, Corsi-kockák, Stroop (digitális forma, tekintetkövetéses támogatással)
PERCEPTUÁLIS-VIZUÁLIS-MOTOROS FUNKCIÓK Vizuális percepció és diszkrimináció Perceptuális-motoros koordináció Vizuo-spaciális képességek	Figure copying Line orientation Benton Form Discrimination Test Visual discrimination Benton Judgment of Line Orientation Test Developmental Test of Visual-Motor Integration, Grooved Pegboard Test Finger Tapping Test
NYELV Tárgymegnevezés Szótálálás Fluencia Receptív nyelv	RBANS Picture Naming subtest Clinical Evaluation of Language Fundamentals Categorical verbal fluency
TANULÁS ÉS EMLÉKEZET Felidézés Szemantikus és önéletrajzi emlékezet Implicit tanulás	RAVLT Immediate Recall, Delayed Recall, Recognition Children's Memory Scale (CMS) Wide Range Achievement Test (WRAT)
KOMPLEX FIGYELEM Figyelem fenntartása Osztott figyelem Szelektív figyelem Feldolgozási sebesség	Digit span Sustained attention Digit span Divided attention Symbol Digit Modality Test

Végrehajtó működések

A végrehajtó működések vizsgálati eredményei e csoportban nem változtak relevánsan az elmúlt évtizedek során. Egy 2015-ös nagy mintás, multicentrikus vizsgálat eredményei egybevágóak a '80-as évek Fennell-féle korai kutatás eredményeivel: alapvető eltéréseket erősítettek meg a figyelmi reguláció és gátlás tekintetében, ill. mára már egyértelműen megállapítható, hogy a betegségben eltöltött idő csökkenti a végrehajtó és figyelmi funkciókban elért teljesítményeket (Mendley et al., 2015). Haavisto és munkatársai (2012) néhány megalapozott vizsgálata szerint a komplex auditoros figyelem, a verbális munkamemória és az arcfelismerés eltérései jelentősek krónikus veseelégtelem gyermekeknél és fiataloknál (Haavisto, Korkman, Holmberg, Jalanko, & Qvist, 2012). Saját munkacsoportunk neuropszichológiai aspektusú méréseinek első viselkedéses vizsgálati eredményei szintén alátámasztják a verbális munkamemória és tervezés területén mért alacsonyabb teljesítményt gyermekkorban kezdődő, 12-21 év közötti veseelégtelem személyeknél (közlés alatt).

Nyelvfejlődés és nyelvi képességek

A krónikus vesebeteg gyermekeknél gyakran jelentkező nyelvi probléma általában multikauzális. Egyrészt fakadhat hallássérülésből, a gyógyszerek káros hatásából, ill. kialakulhat az elégtelen vesefunkció közvetlen következményeként is (Gerson et al., 2006). Brouhard és munkatársai (2000) WRAT (Wide Range Achievement Test) eljárást alkalmazva az iskolai képességek vizsgálatok szignifikánsan alacsonyabb eredményt tapasztaltak az olvasás és helyesírás felmérésekor a dialízis kezelésben részesülő, illetve transzplantált tanulóknál, mint a testvér-kontrollcsoportnál. Az Észak-Karolinai Egyetem kutatói hasonló eredményeket kaptak a WIAT-II (Wechsler Individual Achievement Test – Second Edition) szóolvasás próbájánál, azonban helyesírás tekintetében nem találtak különbséget a vizsgált betegcsoport és az egészséges kontrollcsoport között (Duquette et al., 2007). Qvist és munkatársai (2002) 33 veleszületetten vesebeteg, transzplantált gyermek vizsgálatokor 6%-uknál találtak általános nyelvi deficitet. Ugyanakkor Bawden és kutatócsoportja 22 végstádiumú vesebeteg gyermek vizsgálata során nem talált különbséget az olvasás (szövegértés, dekódolás, ismeretlen szavak olvasása) és helyesírás próbáknál a testvér kontrollcsoporthoz képest (Bawden et al., 2004).

Emlékezeti funkciók

A krónikus vesebeteg gyermekek emlékezeti teljesítményében jelentkező eltérést több kutatás eredménye is alátámasztotta. A veseelégtelenség előrehaladtával ezek a funkciók jellemzően romlanak (Gerson et al., 2006; Slickers et al., 2007). Vesezületett veseelégtelenség esetén a gyermekek teljesítménye szignifikánsan rosszabb az emlékezeti feladatok során, mint azoknál a gyermekekénél, akik szerzett betegségben szenvednek. Ez feltételezhetően a végstádiumú veseelégtelenség fennállásának tartósságával állhat összefüggésben: minél hosszabb ideig és minél korábbi életkortól áll fenn a vese diszfunkciója, annál nagyobb mértékben károsodnak bizonyos kognitív funkciók (Slickers et al., 2007). Transzplantált betegekénél enyhébb mértékben, de hasonló eredmények ismertek: szervátültetett gyermek vizsgálatakor a csoport teljesítményét átlagosnak mért eredmények esetén is a minta 20%-nál tapasztaltak emlékezeti deficitet (Qvist et al., 2002).

A fenti eredményekkel ellentétben a Bawden és munkatársai által vizsgált vesebeteg gyermekek és testvéreik emlékezeti funkcióját mérő - mondatemlékezet, szótanulás, vizuális és vizuális-téri emlékezet területen - teljesítmények nem különböztek (Bawden et al., 2004).

Téri-vizuális képességek és finommotorikus funkciók

A téri-vizuális képességek fejlettségi szintjét tekintve szintén elmaradásokat tapasztalhatunk a krónikus vesebeteg gyermekek vizsgálatakor (Gerson et al., 2006). A Developmental Test of Visual-Motor Integration, Grooved Pegboard Test és Finger Tapping Test segítségével végzett további felmérések alapján a végstádiumú veseelégtelen gyermekek szignifikánsan rosszabbul teljesítenek az ábramásolási feladatokban, mint testvéreik (Bawden et al., 2004). Emellett finommotorikájuk is gyengébb volt a testvér kontrollcsoportnál mind a domináns, mind a másik kézzel végzett feladatok során (Bawden et al., 2004).

A NEUROKOGNITÍV FUNKCIÓK ÖSSZEFÜGGÉSEI
MÁS PSZICHOSZOCIÁLIS TÉNYEZŐKKEL

Krónikus veseelégtelenség esetén is több olyan hatás éri a gyermeket, mely különböző tanulási nehézségekhez vezethet. A dialízis kezelésben részesülő gyermekek szomatikus és mentális fejlődése hazai kezelést vezető szakemberek közleménye szerint elmarad kortársaikétól, szociális beilleszkedésük az esetek többségében nem tekinthető eredményeik szerint optimálisnak (Reusz et al., 2006). A fent felsoroltak egy része többtényezős (belső-külső) okokra vezethet.

tő vissza: a krónikus betegségek következtében a gyermekek tartós kórházi kezelésre szorulnak, ezért körükben nagyobb a hospitalizáció kockázata. Saját vizsgálati eredményeink szerint több releváns tényező korrekciója esetén is fennáll az erős összefüggés az alacsony intellektuális teljesítmény és az összetített, életkor arányos hospitalizációs időtartam között, mely - hasonlóan más vizsgálatok eredményeihez - az anyai iskolai végzettséggel összefüggésben mutatkozik meg (Molnar-Varga et al., 2016). A betegség okozta stressz, depresszió, valamint az alacsonyabb életminőség jelentősen felülreprezentált e csoportban (a legtöbb vizsgálat szerint megközelítőleg kétszeres előfordulási gyakoriságot mutatnak hangulatzavarok tekintetében e betegségben szenvedő gyermekek, mint a többségi populációban), melyek negatívan befolyásolják a gyermekek iskolában nyújtott teljesítményét (Crocker et al., 2002; Johnson & Warady, 2013). Összességében a gyermeknevelési betegek életminőségének mutatói jelentős mértékben rosszabbak, mint egészséges társaiké, de nem rosszabbak, mint más krónikus betegcsoportoké. Általában a gyermekek jobb, vagy megközelítőleg azonos életminőséget jeleznek, mint a szüleik riportjai. A neurokognitív defici-tekre vonatkozóan a szülők általában erősebben és korábban érzékelik a tanulási teljesítménybeli eltéréseket, mint maguk a gyermekek. A gyermekek életminőségének romlásához köthetően a betegséghez kapcsolódó nehézségek (pszichés-hangulati problémák, aggodalom a jövőbeni egészség miatt és a családtagokért) mellett az iskolai problémák szociális vonatkozásait emelik ki (pl.: társas kapcsolatok hiánya/korlátozottsága, bullying) (Gerson et al., 2010; Kim & Marks, 2014).

Iskolai sikeresség – fogyatékkosság

Ehrich és munkatársainak (2002) egy korai multicentrikus európai kutatása kimutatta, hogy a vesepótló kezelésben részesült személyek iskolai kvalifikációja alacsonyabb az átlagosnál. A vizsgálati mintában szereplő 617 fiatal felnőtt közül 56% végezte el a középiskolát, és csupán 5% rendelkezett egyetemi végzettséggel (további 3% egyetemi képzés alatt állt a kutatás idején) (Ehrich et al., 1992). Ez az arány az elmúlt évtizedekben jelentősen javult, bár államoként igen eltérő képet mutat.

Brouhard munkacsoportja által végzett vizsgálatok transzplantált és dialízis kezelésben részesülő gyermekek (n=62) körében 7 gyermeknél tapasztalt magántanulói státuszt az iskolai élet során (Brouhard et al., 2000). A vesebeteg gyermekek közül 16 fő járt (teljes iskoláztatása alatt többségi, vagy tanköteles korának egy részében) speciális gyógypedagógiai osztályba. A testvér kontrollcsoportnál 4 ilyen esetet találtak. Az iskolai hiányzás szignifikánsan gyakrabban fordult elő vesebeteg gyermekeknél, mint egészséges testvéreiknél (Brouhard et al., 2000). Finn kutatók vizsgálati mintájának 21%-a teljesítette tanulmánya-

it gyógypedagógiai intézményben, valamint 18% részesült felzárkóztató oktatásban (Qvist et al., 2002), míg az amerikai vonatkozó vizsgálatok arról számoltak be, hogy a krónikus vesebeteg gyermekek 10-15%-a részesül gyógypedagógiai ellátásban (Gerson et al., 2006). A már korábban említett multicentrikus európai kutatás eredményei szerint a beteg gyermekek 16%-a tanult gyógypedagógiai intézményben (Ehrich et al., 1992). A kapott eredmények megbízhatóságát gyengíti, hogy országonként eltérő iskolarendszerrel és terminológiával találkozhatunk. Emellett azért is problémás a populáció iskoláztatásának feltárása, mert a krónikus veseelégtelenséggel összefüggésben elsősorban inkább az orvosi ellátás minőségére, az ezzel kapcsolatos eredményekre, valamint a betegség pszichés következményeire fókuszál a kutatások jelentős hányada. Fontos megjegyezni, hogy saját transzplantált vizsgálati mintánkban a gyermekek a nemzetközi arányokhoz képest is magas magántanulói státuszt mutattak, bár orvosilag ez az állapot már nem indukálta a távolmaradást, s ezáltal a szociális izolációt (közlés alatt).

Rizzoni és munkatársai fent említett európai kutatásuk során négy fogyatékosági kategóriát vizsgáltak a krónikus veseelégtelenséggel összefüggésben: látássérülést, hallássérülést, intellektuális képességzavart, illetve mozgáskorlátozottságot (Rizzoni et al., 1992). A vizsgált 617 személy (akiknél a krónikus veseelégtelenség 15 éves kor előtt jelentkezett) 32%-ánál fordult elő egy- vagy többfajta fogyatékoság a vesepótló kezelés kezdetekor. A vizsgált minta 16%-ára volt jellemző a motoros funkciók zavara a dialízis kezdetekor és a kutatás végén is. Látás- és hallássérülés esetén is változatlan maradt az arány a két időpontban. Az intellektuális képességzavart mutató teljesítmény a betegség fellépésekor a vizsgált népesség 16-18%-ára volt jellemző, és ez az arány 12%-ra csökkent a kutatás befejezésekor (Rizzoni et al., 1992). Gyakrabban fordult elő fogyatékoság azoknál az európai gyermekeknél, akik veleszületett vagy öröklött primer vesebetegségben szenvedtek. Munkacsoportunk hét éves, követéses vizsgálatai kis mintán (n=15) stabil intellektuális képességeket tapasztalt (közlés alatt). A hallássérülés és látássérülés általában Alport-szindróma mellett fordult elő, míg a motoros funkciók sérülésének legtöbbször a vesebetegséghez társuló csont- és ízületi rendellenesség bizonyult vélhető oknak (Rizzoni et al., 1992).

ÖSSZEGZÉS ÉS IRÁNYMUTATÁS

Összefoglalóan megállapítható, hogy a krónikus veseelégtelen gyermekek és fiatalok – hasonlóan más betegcsoportokhoz – összetett problémarendszerrel élnek, melynek elemei a különböző életkorokban és stádiumokban változó súlylyal lépnek fel, s gyakorolnak hatást az érintett személyek és környezetük életminőségére. Az intellektuális teljesítmény elmaradása és a populációra jellemző neurokognitív kép egyre világosabban körvonalazódik, elsősorban a biológi-

ai (alapbetegséggel) és kezelési jellemzőkkel összefüggésben, a pontos mintázatok és ezek idegrendszeri háttere azonban még csupán alaptételeiben tisztázott.

Megállapítható, hogy a kognitív funkciók javuló tendenciát mutatnak az elmúlt évtizedek során, de még így is alacsonyabb intellektuális és tanulási teljesítmény jellemző a krónikus veseelégtelen gyermekekre, mint testvéreikre vagy egészséges társaikra. Különösen igaz ez, ha a kedvezőtlen biológiai, szervrendszeri feltételek a korai, gyors neurális fejlődés idején kezdődnek el (Kim & Marks, 2014).

Holmberg és Jalanko (2016) Nature Review Nephrology felületen megjelent legfrissebb iránymutatása szerint újra kell értékelni a jövőbeni ellátást, erős hangsúlyt fektetni a krónikus veseelégtelen gyermekek fejlődési jellemzőire, valamint az eltérések minél korábbi, több tudományterület ismeretrendszerét és támogatását alkalmazandó méréseire és a beavatkozási formákra.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS, TÁMOGATÁSOK

A szerzők köszönetüket fejezik ki az I. sz. Gyermekgyógyászati Klinika vezetőjének, Dr. Szabó Attilának és Prof. Dr. Reusz Györgynek a Magyar Nephrológiai Társaság vezetőjének szakmai támogatásukért.

A tanulmány a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj és a Magyar Vesealapítvány támogatásával készült.

HIVATKOZÁSOK

- Balogh L. (szerk.) (1997). *Gyermekápolástan I.* Budapest: Medicina Könyvkiadó.
- Bawden, P. A., Carter, J., Lirenman, D., MacDonald, G. W., McAllister, M., McDonnell... Crocker, J. (2004). Neuropsychological functioning in end-stage renal disease. *Archives of Diseases in Childhood*, 89(7) 644-647. doi: 10.1136/adc.2003.037093
- Bell, L. E., Ferris, M. E., Fenton, N., & Hooper, S. R. (2011). Health care transition for adolescents with CKD - the journey from pediatric to adult care. *Advances in Chronic Kidney Disease*, 18(5) 384-390. doi: 10.1053/j.ackd
- Blecker, U., Mehta, D. I., Davis, R., Sothorn, M. S., & Suskind, R. M. (2002). Krónikus betegségben szenvedők táplálása. *Gyermekgyógyászati Továbbképző Szemle*, 5(4) 155-158.
- Brouhard, B. H., Donaldson, L. A., Lawry, K. W., McGowan, K. R., Drotar, D., Davis, I., Rose, S. ... Tejani A. (2000). Cognitive functioning in children on dialysis and post-transplantation. *Pediatric Transplantation*, 4(4) 261-267.
- Byrd, R. S. (2005). School failure: assessment, intervention, and prevention in primary pediatric care. *Pediatrics in Review*, 26(7) 233-243.
- Chan, J. C. M., Williams, D. M., & Roth, K. S. (2003). Csecsemő- és gyermekkori veseelégtelenség. *Gyermekgyógyászati Továbbképző Szemle*, 8(1) 29-38.
- Crocker, J. F. S., Acott, P. D., Carter, J. E. J., Lirenman, D. S., MacDonald, G. W., McAllister, M. ... Bawden, H. N. (2002). Neuropsychological outcome in children with acquired or congenital renal disease. *Pediatric Nephrology*, 17(11) 908-912. doi: 10.1007/s00467-002-0912-4
- Davison, S. N. (2007). Chronic kidney disease: psychosocial impact of chronic pain. *Geriatrics*, 62(2) 17-23.
- Duquette, P. J., Hooper, S. R., Wetherington, C. E., Icard, P. F & Gipson, D. S. (2007). Brief Report: Intellectual and Academic Functioning in Pediatric Chronic Kidney Disease. *Journal of Pediatric Psychology*, 32(8) 1011-1017. doi: 10.1093/jpepsy/jsm036
- Ehrich, J. H., Rizzoni, G., Broyer, M., Brunner, F. P., Brynger, H., Fassbinder, W., Geerlings, W. ... Wing, A. J. (1992). Rehabilitation of young adults during renal replacement therapy in Europe. 2. Schooling, employment, and social situation. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 7(7) 579-86.
- Falger, J., Latal, B., Landolt, M. A., Lehmann, P., Neuhaus, T. J., & Laube, G. F. (2008). Outcome after renal transplantation. Part I: intellectual and motor performance. *Pediatric Nephrology*, 23(8) 1339-1345. doi: 10.1007/s00467-008-0795-0
- Gerson, A. C., Butler, R., Moxey-Mims, M., Wentz, A., Shinnar, S., Lande, M. B. ... Hooper, S. R. (2006). Neurocognitive outcomes in children with chronic kidney disease: current findings and contemporary endeavors. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 12(3) 208-215. doi: 10.1002/mrdd.20116
- Gerson, A. C., Wentz, A., Abraham, A. G., Mendley, S. R., Hooper, S. R., Butler, R. W., Gipson, D. S. ... Furth S. L. (2010). Health-related quality of life of children with mild to moderate chronic kidney disease. *Pediatrics*, 125(2) 349-357. doi: 10.1542/peds.2009-0085
- Gipson, D. S., Duquette, P. J., Icard, P. F., & Hooper, S. R. (2007). The central nervous system in childhood chronic kidney disease. *Pediatric Nephrology*, 22(10) 1703-1710. doi: 10.1007/s00467-006-0269-1

- Goldstein, S. L., Graham, N., Burwinkle, T., Warady, B., Farrah, R., & Varni, J. W. (2006). Health-related quality of life in pediatric patients with ESRD. *Pediatric Nephrology*, 21(6) 846-850. doi: 10.1007/s00467-006-0081-y
- Haavisto, A., Korkman, M., Holmberg, C., Jalanko, H., & Qvist, E. (2012). Neuropsychological profile of children with kidney transplants. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 27(6) 2594-2601. doi: 10.1093/ndt/gfr650
- Hartmann, H., Hawellek, N., Wedekin, M., Vogel, C., Das, A. M., Balonwu, K., Ehrich, J. H. ... Pape, L. (2015). Early kidney transplantation improves neurocognitive outcome in patients with severe congenital chronic kidney disease. *Transplant International*, 28(4) 429-36. doi: 10.1111/tri.12510
- Holmberg, C., & Jalanko, H. (2016). Long-term effects of paediatric kidney transplantation. *Nature Reviews Nephrology*, 12(5) 301-311. doi: 10.1038/nrneph.2015.197
- Johnson, R. J., & Warady, B. A. (2013). Long-term neurocognitive outcomes of patients with end-stage renal disease during infancy. *Pediatric Nephrology*, 28(8) 1283-1291. doi: 10.1007/s00467-013-2458-z
- Kim, J. J., & Marks, S. D. (2014). Long-term outcomes of children after solid organ transplantation. *Clinics*, 69(Suppl 1), 28-38. doi.org/10.6061/clinics/2014(Sup01)06
- Madden, S. J., Ledermann, S. E., Guerrero-Blanco, M., Bruce, M., & Trompeter, R. S. (2003). Cognitive and psychosocial outcome of infants dialysed in infancy. *Child: Care Health and Development*, 29(1) 55-61.
- Mendley, S. R., Matheson, M. B., Shinnar, S., Lande, M. B., Gerson, A. C., Butler, R. W., Warady, B. A. ... Hooper S. R. (2015). Duration of chronic kidney disease reduces attention and executive function in pediatric patients. *Kidney International*, 87(4) 800-806. doi: 10.1038/ki.2014.323
- Molnar-Varga, M., Novak, M., Szabo, A. J., Kelen, K., Streja, E., Rempert, A., Mucsi, I. ... Reusz, G. (2016). Neurocognitive functions of pediatric kidney transplant recipients. *Pediatric Nephrology*, 31(9) 1531-1538. doi: 10.1007/s00467-016-3380-y
- Newacheck, P. W., & Halfon, N. (1998). Prevalence and impact of disabling chronic conditions in childhood. *American Journal of Public Health*, 88(4) 610-617.
- Palmer, S. C., Ruospo, M., Barulli, M. R., Iurillo, A., Saglimbene, V., Natale, P., ... & Wong, G. (2015). COGNITIVE-HD study: protocol of an observational study of neurocognitive functioning and association with clinical outcomes in adults with end-stage kidney disease treated with haemodialysis. *BMJ*, 9;5(12) :e009328.
- Pollner K (szerk.) (2002). *Vesebetegek rehabilitációs kézikönyve*. Budapest: Nephrocentrum Alapítvány.
- Qvist, E., Marttinen, E., Ronnholm, K., Antikainen, M., Jalanko, H., Sipila, I., & Holmberg, C. (2002). Growth after renal transplantation in infancy or early childhood. *Pediatric Nephrology*, 17(6) 438-443. doi: 10.1007/s00467-002-0850-1
- Reusz Gy, Szabó A, Rempert Á, Szabó J, & Járny J. (2006). Veseátültetés gyermekkorban. *Gyermekgyógyászati Továbbképző Szemle*, 11(3-4) 99-108.
- Rizzoni, G., Ehrich, J. H., Broyer, M., Brunner, F. P., Brynner, H., Fassbinder, W., Geerlings, W. ... Wing AJ. (1992). Rehabilitation of young adults during renal replacement therapy in Europe. 1. The presence of disabilities. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 7(7) 573-578.

- Sallay P., & Reusz Gy. (1994). Vesepótló kezeléssel szerzett tapasztalataink 9 év beteganyagában – Demográfiai adatok, kórlefolyás és kimenetel. *Gyermekgyógyászat*, 45(6) 505-511.
- Sallay P. (2004). Vesetranszplantáció gyermekkorban. *Gyermekgyógyászat*, 55(5) 511-520.
- Slickers, J., Duquette, P., Hooper, S. R., & Gipson, D. S. (2007). Clinical predictors of neurocognitive deficits in children with chronic kidney disease. *Pediatric Nephrology*, 22(4) 565-572. doi: 10.1007/s00467-006-0374-1
- Valanne, L., Qvist, E., Jalanko, H., Holmberg, C., & Pihko, H. (2004). Neuroradiologic findings in children with renal transplantation under 5 years of age. *Pediatric Transplantation*, 8(1) 44-51. doi: 10.1046/j.1397-3142.2003.00125.x
- Van Cleave, J., Gortmaker, S. L., & Perrin, J. M. (2010). Dynamics of obesity and chronic health conditions among children and youth. *JAMA*, 303(7) 623-630. doi:10.1001/jama.2010.104
- Zelikovsky, N., Schast, A. P., & Jean-Francois, D. J. (2007). Parent Stress and Coping: Waiting for a Child to Receive a Kidney Transplant. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, 14(4) 320-329. doi:10.1007/s10880-007-9084-5