

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 konstruktnak 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 elképzéseket 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 alkomponensek 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 növekedése*, (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 vizsgáló 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>

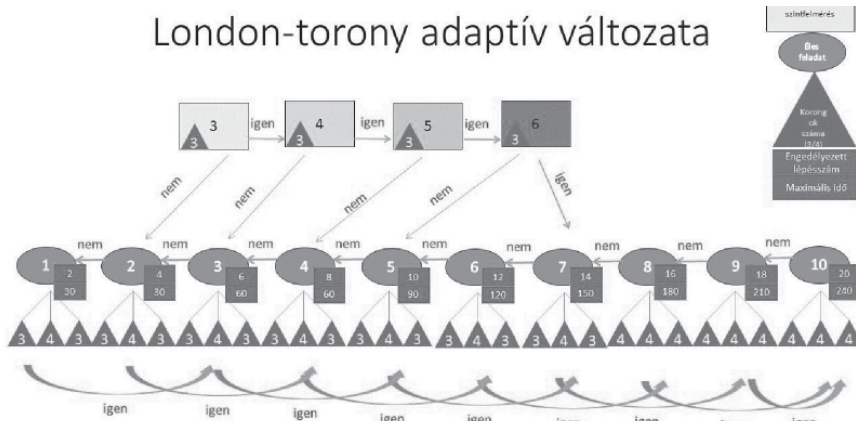
⁵ Lásd. <http://pebl.sourceforge.net>

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

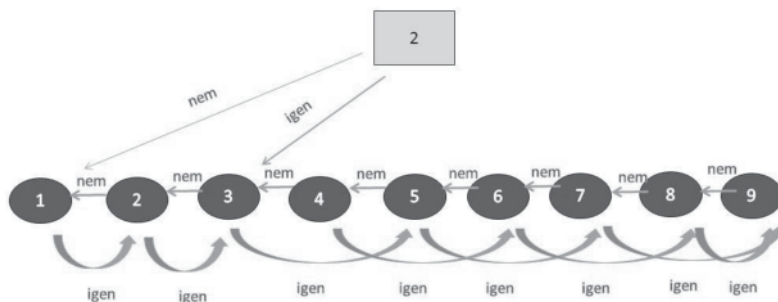
A teszt módszere: egyéni számítógépes teszt, 7,00 éves kortól.

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)

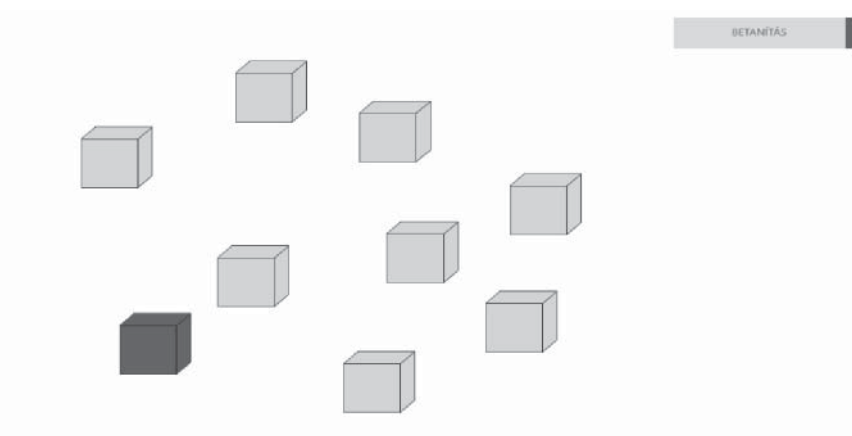
⁸ Itt szükséges megjegyeznünk, hogy természetesen a tesztek színesben jelennek meg a képernyőfelületen, jelen tanulmányban azonban a tesztek szemléltetésére csupán fekete-fehér formátumban volt lehetőségünk.

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:

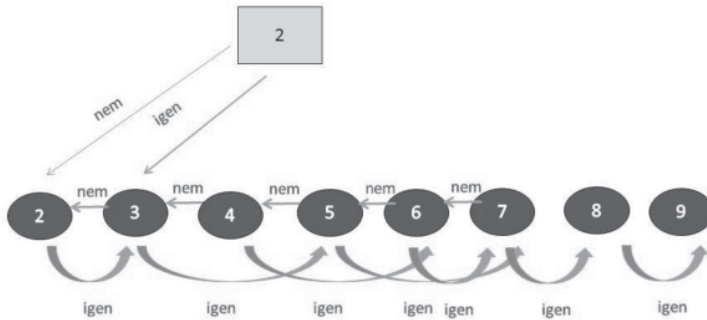
1. Betanítás: lehetőség nyílik, hogy a személy az interfésszel ismerkedjen, megértse a feladatot
2. Szintfelmérés: célja, hogy az adott v.sz. képességeit felbecsülje, ez képezi a harmadik, tesztelés szint kiinduló pontját
3. Tesztelés: a szintfelmérés során kapott érték alapján generálja a különböző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

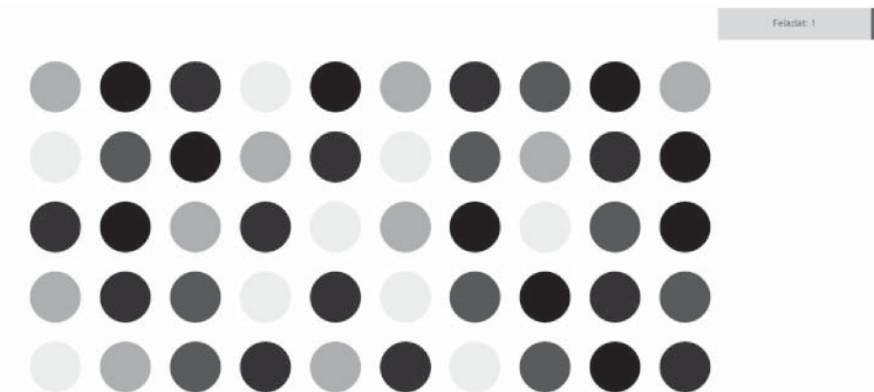
GYORS AUTOMATIZÁLT MEGNEVEZÉS FELADATOK (SZÍN, SZÁM, BETŰ)

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

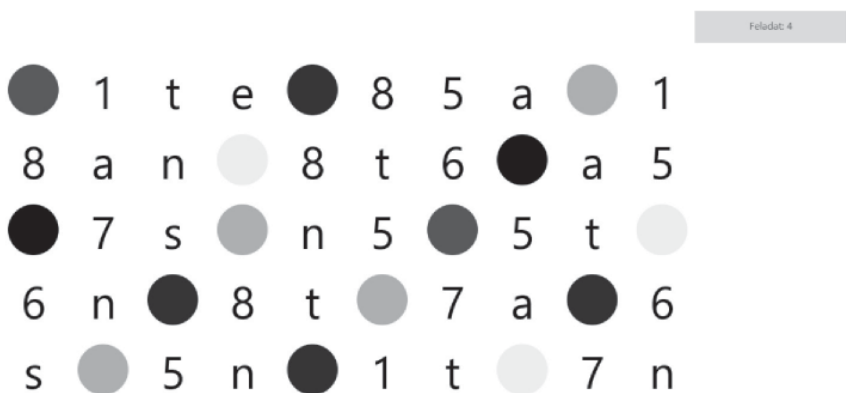
GYORS AUTOMATIZÁLT VÁLTÁS FELADAT

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: $r=0,25$.

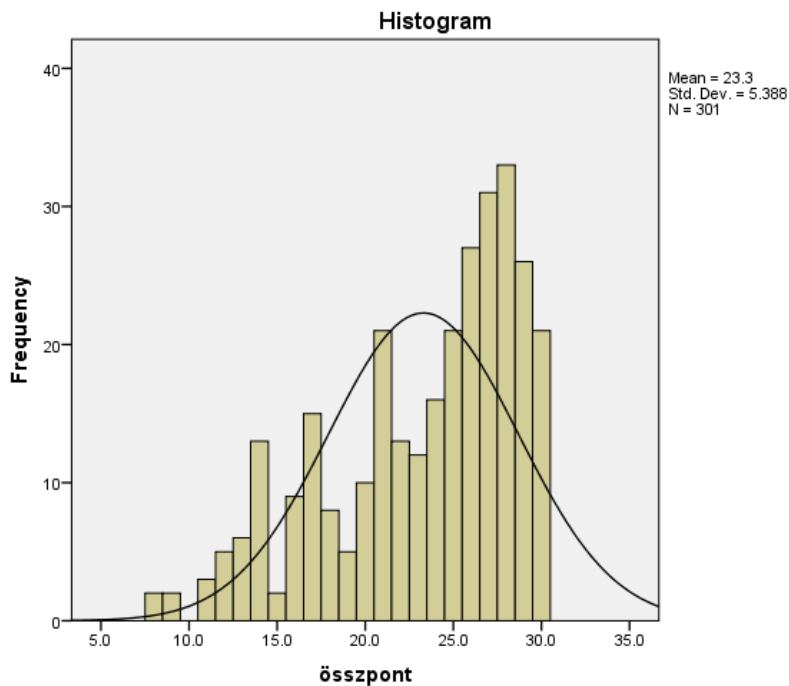
Emellett felvethető az elért összpontszámok elérése során mutatott hatékonyság is. Ennek kalkulációjához az összpontszámot elosztottuk a lépések számával. Az így kapott mutató mérsékelt, de szignifikáns együttjárás adott az elért legmagasabb szinttel ($r=0,50$), az összidővel pedig negatívan korrelált: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

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 csúcsosság 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 középpértékeinek 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 becslő 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	összlatencia	összzidő	összmegoldási idő
összpontszám		0,21**	0,54**	0,59**
összlatencia	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					
	<i>összpont</i>	<i>összidő</i>	<i>összlépés</i>	<i>legmagasabb szint</i>	<i>Lépés_idő</i>	<i>összpon_összlépés</i>
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.

Érdekes 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)			
számídő (RAN-RAS)		.737	
váltásídő (RAN-RAS)		.705	
betűídő (RAN-RAS)		.695	
színídő (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 tesztekől 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	7-8 évesek				9-10 évesek			
	<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