

Az aritmetikai, olvasási és helyesírási képességek összefüggései a procedurális és deklaratív emlékezeti rendszerekkel

Szerző: Tafferer István¹

Témavezető: Dr. Kemény Ferenc^{1,2}

¹ ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar – Pedagógiai és Pszichológiai Intézet, Szombathely

² Department of Psychology, University of Graz, Graz, Austria

Tartalomjegyzék

.....	1
Absztrakt	4
Bevezető	4
Célkitűzés	4
Módszer	4
Eredmények.....	4
Következtetések	5
Bevezetés.....	6
Az emlékezeti rendszerek.....	6
Procedurális tanulás és nyelvhasználat	7
Olvasás és aritmetika együttjárása	8
Számreprezentációk	8
Számolás és procedurális-deklaratív elmélet kapcsolata	9
Összefoglalás.....	10
Kutatásunk hipotézisei	10
Módszer	10
Részrtvevők	10
Feladatok	10
Deklaratív emlékezet mérése	11
Procedurális emlékezetet mérés	11
Olvasási sebesség mérése.....	11
Helyesírás mérése.....	12
Fonológiai képességek mérése	12
Lexikai hozzáférés mérése	12
Számolási feladatok.....	13
Számösszehasonlítási feladatok	13

Eredmények.....	13
H1.1. – Az akadémiai képességek mérsékelt együttjárást mutatnak.....	14
Olvasási mutatók egymással való korrelációja	14
Olvasás és helyesírás korrelációja.....	14
Aritmetika korrelációja az olvasási és helyesírási eredményekkel	16
H1.2. Memória rendszerek összefüggése kognitív mutatókkal.....	16
Deklaratív tanulás és kognitív mutatók.....	16
Procedurális tanulás és kognitív mutatók.....	16
H2. Mindkét emlékezeti rendszer mérése összefügg az olvasási teljesítménnyel.	17
H2.1. A procedurális tanulás pozitív összefüggést mutat az olvasással.....	17
H2.2. A deklaratív emlékezet pozitív összefüggést mutat az olvasással.	17
Szóolvasás	18
Álszóolvasás.....	18
Mondatolvasás.....	19
H2.3. A procedurális tanulás pozitív összefüggést mutat a számösszehasonlítási teljesítménnyel.	20
H3.1.: A deklaratív emlékezet pozitív összefüggést mutat a helyesírással.	21
H3.2.: A deklaratív emlékezet pozitív összefüggést mutat az aritmetikával.	22
Diszkusszió.....	23
Köszönetnyilvánítás	25
Nyilatkozat mesterséges intelligencia használatáról	26
Irodalomjegyzék.....	26

Absztrakt

Bevezető

Az akadémiai kompetenciák már korán együttjárást mutatnak és hasonló kognitív háttérrel rendelkeznek. A procedurális-deklaratív modell (Ullman, 2001) a nyelvi működés memóriarendszeri háttérét fogalmazza, mely különböző alrendszereket különböző kompetenciákhoz köt. A procedurális deficit hipotézis a diszlexiás gyermekek olvasási és helyesírási teljesítménye mögött ennek a rendszernek a rossz működését feltételezi melyet meta-analízis is támogat (Lum és mtsai., 2013). A procedurális deficit hipotézis aritmetikai teljesítményre való általánosíthatósága felderítetlen (Evans & Ullman, 2016).

Célkitűzés

Célunk volt az elmélet tesztelése, tipikus fejlődésű gyermekek esetén. Feltételeztük, hogy az olvasási sebességgel mind a procedurális, mind a deklaratív emlékezeti rendszer összefügg. Feltételeztük, hogy a deklaratív emlékezeti rendszer meghatározza a helyesírást és az aritmetikát. Emellett feltételeztük, hogy az aritmetikát meghatározó számösszehasonlítási képességet meghatározza a procedurális rendszer.

Módszer

Kutatásunkban 115 (61 fiú, 54 lány; $M_{\text{életkor}} = 9,33$ $SD_{\text{életkor}} = 0,72$) 3. osztályos gyermek vett részt. A gyermekek fonológiai képességeit gyors megnevezési feladattal és fonológiai tudatossággal mértük. Deklaratív memóriájuk mérésére szólista tanulási feladatot alkalmaztunk. A procedurális memóriát szekvencia tanulási és időjós feladattal mértük. Olvasási sebességük mérésére a Vasi Olvasási Tesztet használtuk, helyesírásukat hallás utáni helyesírási feladattal mértük, emellett aritmetikai képességeiket kivonási és szorzási feladatsorral mértük. Emellett számösszehasonlítási feladatokat is kitöltöttek a gyermekek.

Eredmények

A procedurális tanulás olvasási sebességben betöltött szerepét nem tudtuk igazolni, viszont a deklaratív memória a szó- és mondatolvasási, illetve helyesírási teljesítménnyel szignifikáns, gyenge korrelációt mutat. Se a procedurális, se pedig a deklaratív memória összefüggését az aritmetikai és számösszehasonlítási teljesítménnyel nem tudtuk igazolni.

Következtetések

Bár a procedurális deficit hipotézis a diszlexiás egyének esetében támogatott elmélet, mely a nyelvi kompetenciák mögött húzódó deficitet magyarázni tudja (Evans & Ullman, 2016; Lum és mtsai., 2013), a rendelkezésünkre álló adatok alapján tipikus fejlődésű egyénekre nem általánosítható az elmélet több pontja.

Bevezetés

Az olvasás és számolás a legfontosabb kulturális és akadémiai képességeink közé tartoznak. A jó akadémiai képességűek megértéséhez és a rosszul teljesítők lemorzsolódásának kiküszöböléséhez az írásbeliségben érintett tanulási mechanizmusok ismerete elengedhetetlen. Erre vonatkozóan a procedurális-deklaratív emlékezeti modellt vettük kutatásunk górcsővé alá (Ullman, 2001). Jelen kutatás célja feltárni a procedurális és deklaratív folyamatok számolási, olvasási és helyesírási képességekhez való hozzájárulását. Így összehasonlíthatjuk a memóriarendszerek relatív hozzájárulását egy-egy akadémiai képességhez. Emellett a memóriarendszerek aritmetikához való viszonyát hasonlítjuk össze, mellyel a procedurális deficit hipotézis aritmetikára való általánosíthatóságát vizsgálhatjuk (Evans & Ullman, 2016).

Az emlékezeti rendszerek

Az emlékezetnek egy lehetséges felosztása annak a deklaratív és procedurális memóriára való bontása (Squire, 1992). A procedurális tanulás strukturális ingerhalmazokból mintázatok, szabályok kinyerését jelenti – a folyamat nem feltételezi a tudatosságot mindebben (Singh & Conway, 2021). Már a 8 hónapos kisbabák is a nyelvi ingereket feldolgozzák és egységekre bontják valószínűségi jegyek alapján, ami az együttjárások észrevételének korai képességét jelzik (Saffran és mtsai., 1996). Ezzel szemben a deklaratív emlékezet szemantikus (tényszerű) és epizodikus (jelenet szerű – van téri-idői kontextusa) emlékeket foglal magába. Ilyen ismerni évszámokat, szavak jelentéseit, neveket, az ilyen szemantikus tudás a mentális reprezentációk nagy részét teszik ki. Az epizodikus emlékek között sok az autobiografikus és egyéb téri-idői kontextussal ellátott emlék, melyekben a procedurális rendszerhez képest az ismétlődő szerkezet nem feltétlen lényeges.

A deklaratív - procedurális elmélet összefoglalva a mentális lexikont a deklaratív emlékezethez köti (Ullman, 2001). Itt különböző jelentések és szóképek vannak összekapcsolva „elmentve” – így például a számok ismerete és az arab számformátumok is ide vannak „mentve” lexikai egységekben. A procedurális memóriarendszerhez a grammatikát köti az elmélet, a nyelv fonotaktikai, morfoszintaktikai ismeretét jelenti, illetve, hogy hogyan alkothatunk mondatokat. Amennyiben egy ortográfia transzparens (mint a magyar), akkor ezeknek a procedurális folyamatoknak kiemelt szerepe lehet, mivel a rendhagyó szavak ismerete és helyes használata a deklaratív emlékezetet terheli – a transzparens nyelvekben pedig kevesebb a rendhagyó alak. Az angol múltidő ragozása mentén a procedurális elméletet Pinker és Ullman (2002) sokat vizsgálta – érvelésük, hogy a rendhagyó múlt idejű alakok a mentális

lexikonban tárolódnak, míg a szabályszerű ragozás a procedurális emlékezetben őrzött (Pinker & Ullman, 2002). Erre magyar nyelvben is vannak példák és a magyar gazdag a hasonulási esetekben is. Ilyen például az *adja* vs **aggya* ragozás – mely során, ha a procedurális ismereteinket követnénk mely az **aggya* szóalakot jelentené - úgy hibát követnénk el. Mivel rendhagyó jellegével a helyesírás egy kivételes esete, így tudnunk kell, hogy nem mássalhangzó kettőzést, hanem hasonuló alakot kell képezzünk írásban – így képezve az *adja* szóalakot, még akkor is ha verbálisan ugyanúgy is hangzik a kettő.

A rendhagyó helyesírású szavak helyesírása esetén a deklaratív memória szerepe kitüntetett, mivel a procedurális memória használata nem vezetne megfelelő megoldásokhoz a megfelelő nyelvi kimenetek produkálásában. Ezzel szemben, van olyan is amikor a procedurális memória által is megoldható szavak helyesírását kell memorizálnia a gyermeknek ahhoz, hogy életkori csoportjának teljesítményét utolérje ez a jelenség a deklaratív emlékezeti kompenzáció (Ullman, 2001). Erre a mechanizmusra tipikus fejlődésűeknek kisebb szüksége van, mivel a procedurális memóriájuk megfelelően tudja képezni a helyes alakokat, szemben a diszlexiás gyermekekkel, akiknél ezek a folyamatok sérülten működnek (Lum és mtsai., 2013). Így nekik extra erőfeszítést kell tenniük a deklaratív memória segítségével a nem rendhagyó szóalakok megtanulására is. Ez feltételezhetően működik azon diszlexiások esetén – akik bár gyermekkorukban rosszul teljesítettek helyesírási feladatokban – mégis későbbi életkorokban megközelítik társaikat. Az olvasási és helyesírási problémák megszűnéséről csak abban az esetben beszélhetünk, ha a gyermek teljesítményében teljesen felzárkózik életkori csoportjához. A kicsi-mérsékelt teljesítményjavulás feltételezhetően a deklaratív tudás kompenzatorikus szerepének köszönhető - amennyiben a kognitív képességek nem fejlődtek alapvetően. Persze a legtöbb tanulási zavaros gyermek nem fogja elérni a sine morbo teljesítményt (Moll és mtsai., 2020). A kompenzáció más memóriaterületen is megjelenhet. Megfigyelhető például specifikus nyelvi zavarban szenvedő gyermekeknél, hogy a tipikus fejlődésű gyermekekhez képest nagyobb a verbális munkamemóriájuk szerepe a szókincs elsajátításban, mellyel kompenzálják a procedurális memóriájuk deficités működését (Kemény & Lukács, 2021).

Procedurális tanulás és nyelvhasználat

A procedurális és deklaratív tanulás kapcsolatát a nyelvhasználattal sokan és sokféle módon vizsgálták. Van kutatás, mely idősebb gyermekeknél a procedurális emlékezetet találja a teljesítmény bejósolásában erősebb prediktornak mint a deklaratív memóriát. Így például elsős gyermekeknél az olvasási képesség bejósolására a deklaratív memória volt alkalmasabb, míg

másodikos gyermekeknél a procedurális memória (Earle és mtsai., 2020). Egy meta-analízis, pedig azt támogatja, hogy az idősebb gyermekek könnyebben tanulnak egy procedurális memóriát mérő feladaton, kevesebb bemutatás kell nekik, hogy elérjék ugyanazt a tanulási kimenetet mint a fiatalabb gyermekek (Lum és mtsai., 2013). Ez inkább egybeesne a deklaratív kompenzáció elképzelésével, miszerint az életkor haladtával a deklaratív tudás tudja segíteni jobban a teljesítményt (Ullman, 2001).

Az, hogy pontosan melyik rendszer, melyik teljesítményterületen jobb bejósoló nehezen eldönthető és ezt nehezítik az idegennyelvű kutatások is, melyek nem feltétlen általánosíthatóak a magyar nyelvre. Mindemellett kritika éri a témában található meta-analíziseket és az elméletet, feltételezve publikációs torzításokat és módszertani problémákat (Schmalz és mtsai., 2017; Van Witteloostuijn és mtsai., 2019; West és mtsai., 2018). Emellett ezek a kutatások extrém designok olyan szempontból – hogy atipikus fejlődésűeket vizsgálnak leginkább, így a tipikus fejlődésűek egyéni különbségeire kevésbé tudunk következtetni.

Olvasás és aritmetika együttjárása

Kiemelendő - az atipikus fejlődésűeknél és tipikus fejlődésűeknél is az olvasás és helyesírás teljesítmény a aritmetikai teljesítménnyel is összefügg (Korpiä és mtsai., 2020; Moll és mtsai., 2019; Peng és mtsai., 2020). A számok és betűk ismeretének 1. osztályos szintje a 7. osztályos olvasási és aritmetikai profilt bejósolja, mindemellett pedig a nyelvi és számolási képességek alacsony-magas szintje jelentős együttjárást mutat (Korpiä és mtsai., 2020). Kutatók a számolási pontosság és helyesírás között is kapcsolatot találnak (Zoccolotti és mtsai., 2021). A képességek ilyen kovariálása a specifikus tanulási zavarok együttjárásában is megfigyelhető (L. Yang és mtsai., 2022). A diszlexia mellett leggyakoribb komorbid megjelenő probléma a diszkalkulia, ami a számrepresentációk kezelésének és számolások elvégzésének nehézségével jár (Moll és mtsai., 2019). A nyelvi képességek és a matematika között általánosan megfigyelhető kapcsolat metaanalízisekkel támogatott – van kutatás mely majdnem 100 000 gyermek adatát elemezve jutott erre a konklúzióra (Koponen és mtsai., 2016; Peng és mtsai., 2020; X. Yang és mtsai., 2022). Ez a kapcsolat ortográfiai mélységtől és írásjelrendszertől függetlennek tűnik (Peng és mtsai., 2020).

Számrepresentációk

A számrepresentációk a betűkkel és szavakkal hordoz hasonló tulajdonságokat, de megkülönbözteti a mennyiségek kódolása. Minden szám rendelkezik egy fonológiai kóddal, egy arab számrepresentációval és egy ortográfiai képpel is (Dehaene & Cohen, 1995). Ezek

mellett viszont az egyik legfontosabb tulajdonsága a számoknak, hogy valamilyen nagyságot (kardinalitást) kódolnak, melyet a számok sorrendisége határoz meg (ordinalitása). A nagyságok kezelési képességének mérőeszköze szokott lenni a számösszehasonlítási feladat, mely során a vizsgálatiszemélynek számpárok tagjairól kell megállapítania hogy melyik a nagyobb (Göbel és mtsai., 2014). Ezt a szimbolikus mennyiségi összehasonlítás teljesítménymutatójaként lehet használni.

Mit mondanak a kutatások a szimbolikus mennyiségi összehasonlításhoz köthetően? Van kutatás ami a szimbolikus mennyiségi összehasonlítás és aritmetika között kis összefüggést talál egy mintán (Egyesült Királyság), míg a másikon (Ausztria) mérsékelt pozitív kapcsolatot (Finke és mtsai., 2022). Utóbbival egy irányba mutat egy 7-10 éveseket vizsgáló kutatás melyben $r=0,44^*$ korrelációt talált az aritmetika és számösszehasonlítás mögött (Durand és mtsai., 2005) és máshol is pozitív kapcsolatot találnak (Starling-Alves és mtsai., 2021). Ez arra utal, hogy a mennyiségi reprezentációknak a kezelési képessége az aritmetikai teljesítmény erős bejósolója.

Számolás és procedurális-deklaratív elmélet kapcsolata

Az hogy a nyelvi képességek alakulásában nyelvi problémákkal küzdők között szerepe van a procedurális tanulásnak azt meta-analízisek is támogatják (Lum és mtsai., 2013). Mindemellett a procedurális elméletet szerzői az aritmetikai problémákra is kibővítették (Evans & Ullman, 2016). A procedurális emlékezet aritmetikában és számreprezentáció kezelésében betöltött szerepének pontosan ismerete hiányos és nincsenek megtalálható, erre vonatkozó kutatások. A számok ismeretét tekintve és bizonyos számolások esetén a végeredmények ismeretét a szemantikus rendszerhez köthetjük. Kevés egyszerű számolás esetén a végeredmény és az alkotók aritmetikai tényé változhatnak és nem feltétlen járnak nagy kognitív terheléssel (Ashcraft, 1992). A számok kezelését tekintve – maguknak a számértékeknek, arab számoknak az ismerete és műveletek elvégzése inkább egy deklaratív ismeret alkalmazásának tűnik és ezzel is találnak általában összefüggést (West, 2017). Kevés kutatás vizsgálja a procedurális tanulás szerepét a számolásban (West, 2017). A procedurális elmélet szerzői a számösszehasonlítás képességét kiemelik, hogy akár tartozhat a procedurális rendszerhez, mivel sokszor implicit és automatikusan működik (Evans & Ullman, 2016). Ez az összehasonlítási folyamat sok esetben matematikai nehézségekben jelentősen érintett (Starling-Alves és mtsai., 2021). Persze deklaratív ismeret a szimbolikus számösszehasonlításhoz is kell – különben az arab szám által kódolt kardinalitás – mennyiség, alapból nem értelmezhető.

Összefoglalás

Összefoglalva a procedurális elmélet a nyelvhasználatnak, írásbeliségnek egyik legmeghatározóbb elmélete atipikus fejlődésűeket vizsgálva. Tipikus fejlődésűeken is vajon hasonló tendenciákat láthatunk? Általánosítható az elmélet az aritmetikai teljesítményre? Milyen megkülönböztetett szerepe van a deklaratív és procedurális memóriának az olvasási, helyesírási és aritmetikai teljesítmény magyarázásban? Kutatásunkban ezekre a kérdésekre keressük a választ – fókuszban az egyéni különbségekkel.

Kutatásunk hipotézisei

- H1.1. Az olvasás, helyesírás és aritmetika mutatói mérsékelt együttjárást mutatnak
- H1.2. A procedurális és deklaratív emlékezeti rendszer a fonológiai tudatossággal, lexikai hozzáféréssel és intelligenciával különbözően függ össze.
- H2.0. A procedurális és deklaratív emlékezet nem mutat összefüggést.
- H2.1. A procedurális tanulás pozitív összefüggést mutat az olvasással.
- H2.2. A deklaratív emlékezet pozitív összefüggést mutat az olvasással.
- H2.3. A procedurális tanulás pozitív összefüggést mutat a számösszehasonlítási teljesítménnyel.
- H3.1. A deklaratív emlékezet pozitív összefüggést mutat a helyesírással.
- H3.2. A deklaratív emlékezet pozitív összefüggést mutat az aritmetikával.

Módszer

Résztvevők

A résztvevők harmadik osztályos gyermekek voltak, összesen 115-en vettek részt a 2024-ben ($M_{\text{életkor}} = 9,33$ $SD_{\text{életkor}} = 0,72$). 61 fiú és 54 lány vett részt a vizsgálatban. Hiányzó adatok kezelésénél listás törléssel összesen 71 teljes adatsort kapnánk, így a statisztikai erő megőrzése érdekében ahol lehet páros törlést alkalmazunk a hiányzó adatpontok kezelése mentén. Sok gyermek esetén csak 1-1 feladat eredménye hiányzik, valahol pedig adatgyűjtési hiba miatt esett ki adat. A gyermekek 3x45 perc tesztelésen mentek végig, melyet iskolaidőben tanóra alóli kivétellel lehetett csak megoldani - így szűk tanórai keretekbe voltak szorítva a gyermekek (és az adatfelvevő is). Idői túllógás miatt például 7 esetnél hiányzik SRT adat és adatgyűjtői hiba miatt 9 számösszehasonlítási eredmény. A regressziós elemzéseknél listás törlést alkalmazunk

Feladatok

Deklaratív emlékezet mérése

Szólista tanulás - résztvevőnek ugyanaz a 15 szavas lista 3x kerül szóban bemutatásra, a résztvevőknek minden bemutatás után el kell ismételniük amire emlékszenek. Azonnali- (3x) és késleltetett felidézési (1x 15p elteltével) próba van a feladatban. A feladat során csak azok a szavak kerültek újra bemutatásra, melyeket a gyermek nem mondott vissza sikeresen – tévesztés alapú bemutatást alkalmaztunk. Így azok a szavak melyeket megjegyzett nem terhelték figyelmüket egy újabb bemutatással (Buschke & Fuld, 1974; Lum és mtsai., 2015). A végső mutató a késleltetett felidézési próba során nyújtott teljesítmény.

Procedurális emlékezetet mérés

Szekvencia tanulási feladat (SRT)

A szekvencia tanulási feladatban (Serial Reaction Time Task – továbbiakban SRT) adott ingerekre adott motoros választ kell adnia a vizsgálati személynek. Ezek az ingerek egy ismétlődő 12 elemű sorozatban kerülnek bemutatásra, így egyre csökken a reakcióideje a résztvevőknek ahogy ezt megtanulják, majd az utolsó próbában a sorozat megváltozik – így a reakcióidő differenciája a tanulás mutatójaként működik (Robertson, 2007). Csak azoknak az SRT eredménye lett beszámolva akik a bemutatott sorozatok során legalább 75%-os pontossággal adták vissza a sorozatot. Ezzel tudtuk biztosítani, hogy aki benn maradt valóban figyelt a feladatra.

Időjós feladat

Az időjós feladat során a résztvevőknek be kell jósolnia, hogy cue-k bemutatása után eső vagy napsütés lesz-e. Minden esetben 1, 2, 3 vagy 4 cue-t látnak, melyek rögzített valószínűséggel jósolják be az eső vagy napsütés bekövetkeztét – melyet vizuális feedback-ként látnak is a résztvevők minden próba után, így a feedback alapján tudják tanulásukat szabályozni. A feladat tanulási mutatója a sikeres bejósolások aránya (%) (Kemény & Lukács, 2010). Ezek a feladatok számítógépen, E-PRIME 3. szoftverrel kerültek bemutatásra (Psychology Software Tools, Inc., 2024).

Olvasási sebesség mérése

Szó- és álszóolvasási teszt

Vasi Olvasási Teszt (VOLT) - Szó- és Álszóolvasási Teszt – a gyermeknek szólistákról 1 perc alatt annyi szót és álszót kell felolvasnia amennyit csak tud Mindkét teszt esetén a gyermekek

egy A4-es lapon 6 oszlopot láttak, oszloponként 30 szóval vagy álszóval megtöltve és ezek közül kell 1 perc alatt felolvasnia annyit a gyermeknek amennyit csak tud. A szó- és álszóolvasás esetén bármilyen félreolvasás, hibázás a maximum elért szószámból levonásra került, így került kiszámításra az olvasási fluencia.

Mondatolvasási teszt

Emellett a gyermekek egy mondatolvasási tesztet is kitöltöttek, mely során a gyermekek egy A5-ös alapú füzetben átlagosan oldalanként 19 mondatot olvastak max. 10 oldalon át és minden mondat végén döntést hoztak van-e értelme az adott mondatnak (pl.: A macskák ugatnak. Igaz / Hamis). A feladat elvégzésére 3 percet kaptak a gyermekek (Kemény és mtsai., 2024). A mondatolvasás esetén a maximum mondatszámából levonásra kerültek azok a mondatok melyeknek helyességét nem tudtak megfelelően megítélni, ez lett a mondatolvasási fluencia mutatója.

Helyesírás mérése

Helyesírási Feladat – a gyermeknek hallás után be kell helyettesítenie mondatokba a hiányzó szavakat pl.: 27. Vigyázz, nehogy a virág __megfagyjon__! (Kemény és Laskay-Horváth, publikálás alatt). Maximum 28 pont érhető el, csak a pontos helyesírású megoldások számítanak.

Fonológiai képességek mérése

Fonológiai Tudatossági Feladat – álszavakat kell a gyermeknek elismételnie, majd megadott fonémát kell törölnie a kimondott álszavakból. A végső mutató egy arány mutató, mely azt foglalja össze, hogy azokból az álszavakból, melyeket 3 bemutatás során legalább 1x sikeresen visszamondott a résztvevő, mennyiből tudott sikeresen törölni egy megadott fonémát (pl.: KLÉF „K” nélkül). Összesen 29 álszó van a feladatlapon, melyek egyre hosszabbodnak, a feladatlapot csak az adatgyűjtő látja, a gyermek csak hallás mentén kapja a szavakat és verbálisan is kell hogy visszamondja és visszamondást követően törölje a fonémát.

Lexikai hozzáférés mérése

Gyors Megnevezési Feladat (Denckla & Rudel, 1974). A gyermeknek betűket kell megneveznie, reakcióidő mérés alatt. A feladat mutatója a RI, melyet ms-ban mérünk. Ez a feladat számítógépen, E-PRIME 3. szoftverrel kerültek bemutatásra (Psychology Software Tools, Inc., 2024). Két próba során 15-15 mássalhangzó került bemutatásra, melyet a gyermeknek hangosan fel kellett olvasnia és az adatgyűjtő jelölte a hibákat illetve ő nyomta

meg a mérést leállító gombot. A végső mutató a helyesen kimondott mássalhangzók átlagos kimondási ideje.

Számolási feladatok

Kivonási és szorzási fluencia feladatokat tartalmazó füzetet kaptak a gyermekek, melyet 30-30 mp idő alatt kellett megoldaniuk. A füzet A5-ös alapon 12 oldalas volt, a számolások 2-2 oldalt foglaltak el és csak az adatgyűjtő jelzésére lapozhattak egyik lapról a másikra. A gyermek $AA \times B = __$ és $AA - B = __$ formátumú egyenleteket kellett hogy kiegészítsenek. Az élés mérés előtt mindkét művelet esetén 2-2 példafeladatot meg kellett oldania a gyermekeknek. Műveletenként maximum 21 pont érhető el, a hibaszámot levontuk a műveleten belül összesen elvégzett számolások számából.

Számösszehasonlítási feladatok

Egymáshoz képest kis- (1-2; pl.: Melyik a nagyobb? 1 vagy 3?) és nagytávú (2-7; pl.: Melyik a nagyobb? 2 vagy 8?) számpárokat kellett összehasonlítani a gyermekeknek 30-30mp idő alatt. A két különböző távra két füzetet kaptak, melyekben 48-48 számpárt találtak, oldalanként 6-6 számpárral. Az eredeti szerzők feladatát lerövidítettük (Göbel, Watson, Lervåg és Hulme, 2014). Az elemzésekben használt mutató a helyesen elvégzett összehasonlítások száma a kis- és nagy távok esetén.

Eredmények

Az elemzések elvégzésére az SPSS 29. programot használtuk. A vizsgálatunk eredményeinek leírását a korrelációs elemzések bemutatásával kezdjük, majd a hipotézisek tesztelését regressziós elemzésekkel mutatjuk be. Minden esetben Pearson féle korrelációt alkalmaztunk és forward beléptetésű regressziós elemzéseket. Az alábbi 1. Táblázatban az elemzésekben megtalálható változók leíró statisztikája található.

1. Táblázat

A változók leíró statisztikája

	M	SD	N
PA (%)	0,93	0,12	109
RAN (ms)	1556,70	530,10	105
Kis Távok Számösszehasonlítás	23,10	7,69	106
Nagy Távok Számösszehasonlítás	28,04	7,58	97
SRT (ms)	53,33	137,06	98
Időjós (%)	0,41	0,12	101
Késleltetett felidézés	6,96	2,65	114

Kivonás fluencia	6,63	3,40	107
Szorzás fluencia	5,50	2,18	107
Szóolvasás fluencia	59,34	19,96	109
Álszóolvasás fluencia	34,18	10,05	109
Mondatolvasás fluencia	38,92	11,40	106
Helyesírás	13,60	4,36	105

H1.1. – Az akadémiai képességek mérsékelt együttjárást mutatnak

Az akadémiai képességek teljesítményének együttjárásának vizsgálatára korrelációs elemzéseket végeztünk, melyek az 2. Táblázatban megtalálhatóak. Az elemzéshez a hiányzó adatpontok kezelésénél páros törlést alkalmaztunk. Az akadémiai képességek együttjárására vonatkozó hipotézisünk vizsgálatára a szó-, álszó-, mondatolvasási fluencia, kivonási és szorzási fluencia és helyesírás eredményeket használtuk fel.

Olvasási mutatók egymással való korrelációja

A szó- és álszóolvasás pontszámok között szignifikáns, pozitív magas korreláció található $r_{(108)} = 0,805$, $p < 0,001$. A mondatolvasás és a szóolvasás között szignifikáns, pozitív magas korreláció található $r_{(101)} = 0,664$, $p < 0,001$ és az álszóolvasás és mondatolvasás között is $r_{(101)} = 0,616$, $p < 0,001$. Tehát az olvasási mutatók egymással magasan korrelálnak.

Olvasás és helyesírás korrelációja

A szóolvasás közepes méretű pozitív szignifikáns korrelációt mutat a helyesírással $r_{(100)} = 0,575$, $p < 0,001$, ahogy az álszóolvasás is $r_{(100)} = 0,525$, $p < 0,001$. A mondatolvasás eredményei a helyesírás eredményeivel pozitív magas korrelációt mutat $r_{(104)} = 0,613$, $p < 0,001$. Az olvasási sebesség mutatói tehát erősen összefüggenek a helyesírással

2. Táblázat

Változók korrelációs mátrixa

		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
1. PA (%)	<i>r</i>	-												
	<i>p</i>													
	<i>N</i>	109												
2. RAN (ms)	<i>r</i>	-0,120	-											
	<i>p</i>	0,223												
	<i>N</i>	105	105											
3. Kis Távo Számösszehasonlítása	<i>r</i>	0,072	-0,221*	-										
	<i>p</i>	0,472	0,029											
	<i>N</i>	102	98	106										
4. Nagy Távo Számösszehasonlítása	<i>r</i>	-0,002	-0,081	0,679**	-									
	<i>p</i>	0,988	0,451	0,000										
	<i>N</i>	93	89	97	97									
5. SRT (ms)	<i>r</i>	0,159	0,030	0,053	-0,043	-								
	<i>p</i>	0,117	0,774	0,616	0,697									
	<i>N</i>	98	96	91	83	98								
6. Időjós	<i>r</i>	-0,214*	0,207*	0,055	0,158	-0,066	-							
	<i>p</i>	0,036	0,047	0,600	0,147	0,546								
	<i>N</i>	96	93	94	86	86	101							
7. Késleltetett felidézés	<i>r</i>	0,202*	-0,139	0,168	0,176	0,127	-0,109	-						
	<i>p</i>	0,036	0,159	0,085	0,084	0,215	0,282							
	<i>N</i>	108	104	106	97	97	100	114						
8. Kivonás fluencia	<i>r</i>	0,105	-0,090	0,562**	0,506**	0,068	0,048	0,139	-					
	<i>p</i>	0,293	0,377	0,000	0,000	0,519	0,649	0,152						
	<i>N</i>	103	99	106	97	92	94	107	107					
9. Szorzás fluencia	<i>r</i>	0,229*	-0,177	0,321**	0,312**	-0,062	0,012	0,176	0,577**	-				
	<i>p</i>	0,020	0,079	0,001	0,002	0,557	0,908	0,070	0,000					
	<i>N</i>	103	99	106	97	92	94	107	107	107				
10. Szóolvasás fluencia	<i>r</i>	0,383**	-0,279**	0,051	0,014	0,188	-0,128	0,263**	0,232*	0,294**	-			
	<i>p</i>	0,000	0,004	0,610	0,894	0,063	0,213	0,006	0,018	0,003				
	<i>N</i>	109	105	102	93	98	96	108	103	103	109			
11. Álszóolvasás fluencia	<i>r</i>	0,355**	-0,338**	0,142	0,152	0,092	-0,085	0,177	0,246*	0,321**	0,805**	-		
	<i>p</i>	0,000	0,000	0,156	0,147	0,366	0,408	0,067	0,012	0,001	0,000			
	<i>N</i>	109	105	102	93	98	96	108	103	103	109	109		
12. Mondatolvasás fluencia	<i>r</i>	0,218*	-0,221*	0,184	0,209*	0,134	-0,127	0,361**	0,282**	0,360**	0,664**	0,616**	-	
	<i>p</i>	0,028	0,028	0,059	0,040	0,206	0,222	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000		
	<i>N</i>	102	98	106	97	91	94	106	106	106	102	102	106	
13. Helyesírás	<i>r</i>	0,299**	-0,141	0,108	0,190	-0,065	-0,015	0,299**	0,284**	0,429**	0,575**	0,525**	0,613**	-
	<i>p</i>	0,002	0,169	0,273	0,064	0,543	0,888	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	
	<i>N</i>	101	97	105	96	91	93	105	105	105	101	101	105	105

** p < 0,01 *p < 0,05

Aritmetika korrelációja az olvasási és helyesírási eredményekkel

A kivonás és szóolvasás között gyenge, pozitív de szignifikáns korreláció található $r_{(102)} = 0,232, p = 0,018$, ilyen irányú és méretű kapcsolatot mutat az álszóolvasással is $r_{(102)} = 0,246, p = 0,012$, és a mondatolvasással is $r_{(105)} = 0,282, p = 0,003$. A kivonás a helyesírással pozitív irányú, gyenge összefüggést mutat $r_{(104)} = 0,284, p = 0,003$.

A szorzási feladatok eredményei is hasonló mintázatot mutatnak. A szorzási eredmények A szóolvasással pozitív irányú, szignifikáns, gyenge korrelációt mutat $r_{(102)} = 0,294, p = 0,003$, ahogy az álszóolvasással $r_{(102)} = 0,321, p = 0,001$ és mondatolvasással is $r_{(105)} = 0,360, p < 0,001$. A szorzás a helyesírással közepes méretű pozitív összefüggést találhatunk $r_{(104)} = 0,429, p < 0,001$.

Összefoglalva, a hipotézis megerősítést nyert, az akadémiai képességek egymással szignifikáns, pozitív korrelációkat mutatnak. Az olvasási mutatók egymással magas korrelációt mutatnak. A kivonás eredmények gyenge, a szorzás eredmények közepes mértékű korrelációt mutatnak az olvasási és helyesírási mutatókkal.

H1.2. Memória rendszerek összefüggése kognitív mutatókkal

Deklaratív tanulás és kognitív mutatók

A késleltetett felidézés a fonológiai tudatossággal szignifikáns kapcsolatot mutat $r_{(107)} = 0,202, p = 0,036$. A RAN eredményekkel nem mutat összefüggést a késleltetett felidézés $r_{(102)} = -0,139, p = 0,159$. A szekvencia tanulási feladat (SRT) eredményeivel se mutat szignifikáns összefüggést a késleltetett felidézés $r_{(96)} = 0,127, p = 0,215$, illetve az időjós feladattal sem $r_{(99)} = -0,109, p = 0,282$.

Tehát a deklaratív memória a fonológiai tudatossággal szignifikáns összefüggést mutat, míg a lexikai hozzáféréssel nem mutat szignifikáns kapcsolatot.

Procedurális tanulás és kognitív mutatók

Az SRT eredmények a RAN eredményekkel $r_{(95)} = 0,030, p = 0,774$, és a fonológiai tudatossággal $r_{(97)} = 0,159, p = 0,220$ sem mutat szignifikáns összefüggést.

Az időjós feladat eredményei a RAN eredményekkel szignifikáns korrelációt mutatnak $r_{(92)} = 0,207, p = 0,047$. Emellett a PA eredményekkel szignifikáns, negatív irányú összefüggést mutat $r_{(95)} = -0,214, p = 0,036$.

Tehát az SRT feladat eredményei se a RAN se a PA eredményekkel nem függ össze. Az időjós feladat eredménye a fonológiai tudatossággal negatívan korrelál (PA) a RAN-nal pedig pozitív irányban korrelál.

A H1.2. hipotézis összefoglalása.

A memóriarendszerek különböző módon függenek össze a kutatásban használt kognitív mutatókkal. A deklaratív memória mérése csak a PA-val függ össze szignifikánsan, tehát minél több szót tudott valaki megtanulni, annál jobban fért hozzá a fonémákhoz is. A procedurális emlékezet mérésénél az időjós feladat eredményei negatívan korrelálnak a PA-val és pozitívan a RAN-nal (tehát minél rosszabb valaki a bejósolásban, annál jobb a fonológiai tudatossága és annál lassabb a reakcióideje a RAN feladaton)

H2. Mindkét emlékezeti rendszer mérése összefügg az olvasási teljesítménnyel.

H2.1. A procedurális tanulás pozitív összefüggést mutat az olvasással.

H2.2. A deklaratív emlékezet pozitív összefüggést mutat az olvasással.

Az alábbi két hipotézis ellenőrzésére először korrelációs elemzéseket mutatunk be, majd pedig forward beléptetési móddal regressziós modellt illesztünk az olvasási teljesítmények magyarázására.

Korrelációk

A procedurális tanulást elemezve - az SRT a szóolvasással majdnem szignifikáns, gyenge pozitív korrelációt mutat $r_{(97)} = 0,188$, $p = 0,063$, az álszóolvasással nincs szignifikáns korreláció $r_{(98)} = 0,092$, $p = 0,366$ és a mondatolvasással sincs szignifikáns korrelációja $r_{(90)} = 0,134$, $p = 0,206$.

Az időjós feladat se a szóolvasással $r_{(95)} = -0,128$, $p = 0,213$, se az álszóolvasással $r_{(95)} = -0,085$, $p = 0,408$ és a mondatolvasással sem mutat szignifikáns összefüggést $r_{(93)} = -0,127$, $p = 0,222$.

A deklaratív emlékezetet mérő késleltetett felidézési arány a szóolvasással $r_{(106)} = 0,263$, $p = 0,006$, és mondatolvasással gyenge korrelációt mutat $r_{(105)} = 0,361$, $p < 0,001$, míg az álszóolvasással nem függ össze szignifikánsan a késleltetett felidézés eredménye $r_{(107)} = 0,177$, $p = 0,067$.

A következőkben regressziós elemzést használva az alábbi változókból építettünk modellt az akadémiai kompetenciák bejósolására: RAN, PA, Késleltetett felidézés, SRT és Időjós feladat eredmények. Minden későbbi regressziós elemzés során ezeket a változókat használjuk, kivéve az aritmetikai teljesítmény bejósolásánál, de azt majd a megfelelő helyen fel fogjuk tüntetni. Forward beléptetési módszert alkalmaztunk, mely csak a legmeghatározóbb változó(ka)t emeli be a regressziós modellbe, melyek érdemben növelik a megmagyarázott varianciát (R^2).

Szóolvasás

A szóolvasás varianciájának legjobb bejósolójának a PA mutatkozott ($\beta = 0,039, p = 0,002$) mely a variancia 19,8%-t magyarázta meg ($R^2 = 0,198$). A többi változó nem került beemelésre a modellbe. Tehát minél jobban fér valaki a szavakat alkotó fonémákhoz, annál gyorsabban tud szavakat elolvasni.

3. Táblázat.

Szóolvasás regressziós modelljének paraméterei

Kimeneti változó: Szóolvasási fluencia		
	M1	
	<i>b</i>	β
Intercept	-6,142	
PA	71,081*	0,039*
N	83	
R^2	0,115	
R^2 változás	0,115*	
Adj. R^2	0,104	
F	$F_{(1,81)} = 10,508^{**}$	

*Megjegyzés: *: $p < 0,05$; **: $p < 0,001$. A β értékek a standardizált regressziós koefficienseket jelölik. KV: kimeneti változó*

Álszóolvasás

Az álszóolvasás varianciájának legjobb bejósolójának a RAN mutatkozott ($\beta = -0,347, p < 0,001$) mely a variancia 12,1%-t magyarázta meg. A második modell mely tartalmazta a PA eredményeket is – a szignifikánsan jobban magyarázta az álszóolvasást, együtt a variancia 18%-t magyarázzák. Tehát az álszóolvasás legjobb bejósolására a RAN ($\beta = -0,297, p < 0,001$) és PA ($\beta = 0,248, p = 0,019$) szolgál. Tehát minél gyorsabban fér valaki a betűkhöz hozzá és minél

jobban hozzáfér a szavakat alkotó beszédhangokhoz, annál gyorsabban tud álszavakat dekódolni.

4. Táblázat.

Álszóolvasás regressziós modelljének paraméterei

KV: Álszóolvasási fluencia				
	Modell 1		Modell 2	
	<i>b</i>	β	<i>b</i>	β
Intercept	44,007**		17,776	
RAN	-0,006**	-0,347**	-0,005**	-0,297**
PA			26,417*	0,248*
N	83		83	
R ²	0,121		0,180	
R ²				
változás	0,121**		0,059*	
Adj. R ²	0,110		0,159	
F	F _(1,81) = 11,124**		F _(2,80) = 8,765**	

*Megjegyzés: *: $p < 0,05$; **: $p < 0,001$. A β értékek a standardizált regressziós koefficienseket jelölik. KV: kimeneti változó*

Mondatolvasás

A mondatolvasás teljesítményének bejósolására a deklaratív memóriát mérő késleltetett felidézési feladat eredménye számított ($\beta = 0,332$, $p = 0,003$) mely a mondatolvasási teljesítmény varianciájának 11%-t magyarázza. Tehát minél több szóra emlékszik valaki egy szólista tanulását követően, annál gyorsabban tud mondatokat dekódolni.

5. Táblázat:
Mondatolvasás regressziós modelljének paraméterei

KV: Mondatolvasási fluencia		
M1		
	<i>b</i>	β
Intercept	28,181**	
Késleltetett felidézés	1,445*	0,332*
N	78	
R ²	0,110	
R ² változás	0,110*	
Adj. R ²	0,099	
F	F _(1,76) = 9,439*	

Megjegyzés: *: $p < 0,05$; **: $p < 0,001$. A β értékek a standardizált regressziós koefficienseket jelölik. KV: kimeneti változó

Tehát összefoglalva:

A procedurális tanulás egyik mutatója sem jelent meg (SRT, időjós) egyik olvasási mutató bejósolása esetén sem, mint szignifikáns prediktor regressziós modellekben és korrelációt sem mutatnak az olvasási mutatókkal. A deklaratív tanulás mutatója, a késleltetett felidézés csak a mondatolvasás esetén jelent meg, mint szignifikáns prediktor regressziós elemzésben. Korrelációs elemzésekben viszont a szó- és mondatolvasással is korrelál, de az álszóolvasással nem. Úgy tűnik tehát, hogy a PA magyarázóereje magasabb, mint a késleltetett felidézése szóolvasásnál, mondatolvasásnál pedig fordítva – a késleltetett felidézés magyaráz jobban. Álszóolvasás esetén a PA és RAN a legjelentősebb prediktor.

Ez azt mutatja, hogy a H2.1. hipotézis, miszerint az olvasást meghatározza a procedurális tanulást nem igazolódott, míg a H2.2. hipotézis, miszerint a deklaratív tanulás meghatározza az olvasási sebességet – részlegesen igazolódott.

H2.3. A procedurális tanulás pozitív összefüggést mutat a számösszehasonlítási teljesítménnyel.

A korábbaikhoz hasonlóan, először korrelációs elemzéseket, majd pedig regressziós elemzést mutatunk be.

A számösszehasonlítást tekintve, az SRT és a nagy távú számpárok esetén nincs korreláció $r_{(82)} = -0,043, p = 0,697$ és a kis távú számpárok esetén sincs szignifikáns korreláció található $r_{(90)} = 0,053, p = 0,616$. Az időjós feladat eredményeivel sem függ össze se nagy $r_{(85)} = 0,158, p = 0,147$, se a kis távú számpárok összehasonlítási képességével $r_{(93)} = 0,055, p = 0,600$.

A késleltetett felidézés nem mutat szignifikáns korrelációt se a nagy $r_{(96)} = 0,176, p = 0,084$, mind a kis távú számpárok összehasonlítási képességével $r_{(105)} = 0,168, p = 0,085$.

A RAN eredmények csak a kis távú számpárok összehasonlítási teljesítményével függött össze $r_{(97)} = -0,120, p = 0,029$, míg a nagy távú számpárok megoldási teljesítményével nem mutatott összefüggést $r_{(88)} = -0,081, p = 0,451$.

A nagy távú számösszehasonlítás teljesítményére nem tudunk olyan modellt alkotni mely a nullmodellnél jobban magyarázta volna a teljesítményt.

Ezzel szemben a kis távú számösszehasonlítás esetén a PA emelkedik ki, mint szignifikáns prediktor ($\beta = 0,350, p = 0,002$) mely a variancia 12,2%-t magyarázza meg.

6. Táblázat.

Kis távok összehasonlításának regressziós modelljének paraméterei

KV: Kis távok összehasonlítása		
	M1	
	<i>b</i>	<i>β</i>
Intercept	-2,2001	
PA	26,366*	0,350*
N	78	
R ²	0,122	
R ² változás	0,122*	
Adj. R ²	0,111	
F	F (1,76) = 10,582**	

*Megjegyzés: *: $p < 0,05$; **: $p < 0,001$. A β értékek a standardizált regressziós koefficienseket jelölik. KV: kimeneti változó;*

H3.1.: A deklaratív emlékezet pozitív összefüggést mutat a helyesírással.

A helyesírással szignifikáns pozitív kapcsolatot mutat a késleltetett felidézési arány $r_{(104)} = 0,299, p = 0,002$. Az SRT a helyesírással nem mutat összefüggést $r_{(90)} = -0,065, p = 0,543$ és az időjós feladat eredménye sem mutat összefüggést a helyesírás eredményeivel $r_{(92)} = -0,015,$

$p = 0,888$. A fonológiai tudatosság a helyesírással gyenge, szignifikáns korrelációt mutat $r_{(104)} = 0,299$, $p = 0,002$ és a késleltetett felidézési teljesítménnyel is $r_{(107)} = 0,202$, $p = 0,036$.

A helyesírási teljesítmény magyarázásában a PA a legjobb prediktor ($\beta = 0,307$, $p = 0,006$) mely a variancia 9,4%-t magyarázza meg.

7. Táblázat.
Helyesírás regressziós modelljének paraméterei

KV: Helyesírás		
	M1	
	b	β
Intercept	-0,212	
PA	14,632*	0,307*
N	78	
R ²	0,094	
R ² változás	0,094*	
Adj. R ²	0,082	
F	F _(1,76) = 7,917*	

Megjegyzés: *: $p < 0,05$; **: $p < 0,001$. A β értékek a standardizált regressziós koefficienseket jelölik. KV: kimeneti változó

Tehát a procedurális tanulás szintje nem függ össze a helyesírási teljesítménnyel. Ezzel szemben a deklaratív tanulás bár pozitív korrelációt mutat a helyesírási teljesítménnyel, a fonológiai tudatosság nagyobb varianciát tud megmagyarázni. Eszerint a H3.1 hipotézis támogatottnak tűnik, mely szerint a deklaratív memória szignifikánsan összefügg a helyesírással. Úgy tűnik viszont a fonológiai tudatosság fontosabb a helyesírás magyarázásában, és előbbi a deklaratív memóriával is összefügg.

H3.2.: A deklaratív emlékezet pozitív összefüggést mutat az aritmetikával.

Az SRT se a kivonással $r_{(91)} = 0,068$, $p = 0,519$, se a szorzással $r_{(91)} = -0,062$, $p = 0,557$ nem mutat szignifikáns összefüggést. Az időjós feladat se a kivonással $r_{(93)} = 0,048$, $p = 0,649$, se a szorzással $r_{(93)} = 0,012$, $p = 0,908$ nem mutat szignifikáns összefüggést. A késleltetett felidézés a kivonással nem mutat szignifikáns összefüggést $r_{(106)} = 0,139$, $p = 0,152$, se a szorzással $r_{(106)} = 0,070$, $p = 0,070$.

A kivonás a szorzási teljesítménnyel $r_{(106)} = 0,577$ $p = 0,282$ közepes erősségű korrelációt mutat, tehát a feladatokon mutatott teljesítmény együtt jár, de elválik.

A kis távú számok összehasonlítási teljesítménye a kivonással $r_{(106)} = 0,562$ $p < 0,001$ és szorzással eltérő mértékben korrelál $r_{(106)} = 0,321$ $p < 0,001$. Ez a kapcsolat hasonló a nagy távú számok összehasonlítási teljesítménye és a kivonás $r_{(96)} = 0,506$ $p < 0,001$ és szorzás $r_{(96)} = 0,312$ $p = 0,002$ között. Tehát a kivonás erősebb együttjárást mutat a számösszehasonlítási teljesítménnyel, mint a szorzás és a kivonás és szorzás teljesítménye is elválik egymástól.

Mindkét aritmetikai teljesítmény magyarázatában a kis távok összehasonlításának képessége emelkedik ki a legjobb prediktornak. A kivonás esetén a variancia 35,7%-t magyarázza meg $\beta = 0,597$, $p < 0,001$, míg a szorzás esetén alacsonyabb varianciát magyaráz – 17,8%-t $\beta = 0,422$ $p < 0,001$.

8. Táblázat.

Kivonás regressziós modelljének paraméterei

KV: Kivonási fluencia		
Modell 1		
	<i>b</i>	β
Intercept	-0,808	
¹ KTÖ	0,319**	0,597**
N	71	
R ²	0,357	
R ² változás	0,357**	
Adj. R ²	0,347	
F	F _(1,69) = 38,242**	

*Megjegyzés: *: $p < 0,05$; **: $p < 0,001$. A β értékek a standardizált regressziós koefficienseket jelölik. KV: kimeneti változó; ¹KTÖ - Kis Távok Összehasonlítása*

9. Táblázat.

Szorzás regressziós modelljének paraméterei

KV: Szorzási fluencia		
Modell 1		
	<i>b</i>	β
Intercept	2,295	
¹ KTÖ	0,136**	0,422**
N	71	
R ²	0,178	
R ² változás	0,178**	
Adj. R ²	0,166	
F	F _(1,69) = 14,958**	

*Megjegyzés: *: $p < 0,05$; **: $p < 0,001$. A β értékek a standardizált regressziós koefficienseket jelölik. KV: kimeneti változó; ¹KTÖ - Kis Távok Összehasonlítása*

Tehát az aritmetikai teljesítmény bejósolásában sem a deklaratív, sem a procedurális memória nem emelkedik ki, mint fontos prediktor – hanem a kis számok összehasonlításának teljesítménye. Ebben pedig vannak eltérések, a kivonások esetén többet tud magyarázni, mint a szorzás esetén. Így a H3.2. hipotézist, miszerint a deklaratív memória és aritmetika között kapcsolat van, nem tudtuk igazolni.

Diszkusszió

A szakirodalomban is megjelenő kapcsolat az akadémiai kompetenciák között a mi kutatásunkban is megjelent (Peng és mtsai., 2020). Tehát azok a gyermekek, akik jók egy

területen nagyobb eséllyel ügyesebbek egy másik területen is. Emellett kutatásunkban a fonológiai tudatosság és deklaratív memória közt is kapcsolatot találtunk. A procedurális emlékezet mérőeszközei közül az SRT se fonológiai tudatossággal, se a lexikai hozzáféréssel nem függött össze. Ezzel szemben az időjós feladat negatív korrelációt mutatott a fonológiai tudatossággal és pozitívat a lexikai hozzáféréssel.

A procedurális-deklaratív elmélet (Ullman, 2001) alapján olvasási sebességre levont következtetéseinket nem tudtuk teljesen igazolni. A deklaratív emlékezet összefüggése viszont megfigyelhető a lexikalizálódott szavak és lexikai döntést (igaz/hamis) elváró tartalmak olvasásával, szemben a jelentéstelen szavak olvasásával. Tehát minél jobban működik valakinek a deklaratív emlékezeti rendszere, annál gyorsabban tud olvasni jelentésteli szavakat, szövegeket is. Korrelációs elemzések a deklaratív memória összefüggését a szó- és mondatolvasással támogatják, míg álszóolvasás esetén nem. Regressziós elemzések a deklaratív memória jobb magyarázóerejét csak a mondatolvasásnál igazolják.

Viszont, ha nem csak korrelációkat vizsgálunk, akkor úgy tűnik a szóolvasás terén a beszédhangokhoz való hozzáférés minősége a döntő, a fonológiai tudatosság. Álszóolvasás terén pedig az fogja meghatározni a dekódolást, hogy a gyermek milyen gyorsan és milyen minőségben fér hozzá a betűkhöz és beszédhangokhoz.

A procedurális deficit hipotézis tipikus fejlődésűek aritmetika teljesítményére való általánosítását (Evans & Ullman, 2016) nem tudtuk igazolni. Se a deklaratív se a procedurális rendszer összefüggését nem tudtuk igazolni egyik aritmetikai mutató teljesítményével sem. Ami viszont a legjobb a legjobb prediktorként kiemelkedik az a számösszehasonlítási képesség, mely az aritmetikai teljesítményekkel összefügg, akárcsak a szakirodalomban (Finke és mtsai., 2022). Ami viszont kiemelendő eredmény ezek mellett, az a fonológiai tudatosság szerepe a számrepresentációk kezelésében. Úgy tűnik a beszédhangokhoz és nyelvi elemekhez való hozzáférés megmagyarázza a számtávolságok kezelésének képességének egy részét és az aritmetikával is összefügg (De Smedt & Boets, 2010).

Tehát tipikus fejlődésűek esetén az aritmetikára és számrepresentációk kezelésére való általánosítását a procedurális deficit hipotézisnek (Evans & Ullman, 2016) nem tudjuk megtenni. Eredményeink alapján úgy tűnik inkább a deklaratív memória lehet meghatározó a számrepresentációk kezelése esetén, mintsem a procedurális memória.

Azt viszont, hogy a helyesírás rendhagyó elemei inkább a deklaratív emlékezethez köthetők mintsem a procedurális rendszerhez tudjuk igazolni (Pinker & Ullman, 2002).

Elemzéseinkben a helyesírás magyarázatában is a legmeghatározóbb prediktorként a fonológiai tudatosság emelkedik ki, mely a deklaratív emlékezeti működéssel korrelál.

Az időjós feladat negatív korrelációja a fonológiai tudatossággal felhívja a figyelmünk lehetséges problémákra a procedurális memória fonológiai reprezentációk kezelésében betöltött szerepével kapcsolatosan. Aki jól jósol be kimeneteket miért férne hozzá rosszabbul a fonémákhoz? Ezt a kérdést nem tudjuk megfelelő válasszal illetni, azt viszont tudjuk, hogy aki jól meg tud jegyezni szólistákat, az jobban is fér hozzá a fonémákhoz. Tehát a deklaratív memória pozitívan együttjár a fonológiai tudatossággal, míg a procedurális memória nem. Illetve szintén furcsa, hogy minél jobban jósol be egy gyermek valószínűségi alapon annál nagyobb reakcióidővel tud megnevezni betűket. Az is lehet valamilyen válaszadási beállítódás van a jelenség mögött, illetve lehetséges az időjós feladat nem azt méri, amit mi gondolunk, így ez további vizsgáldást igényel.

Összefoglalva tehát a procedurális és deklaratív emlékezeti rendszerek hatásából csak a deklaratív emlékezetét tudtuk igazolni az olvasás terén. Emellett a deklaratív rendszer helyesírásban betöltött szerepét is támogatja kutatásunk. Az aritmetikára és számösszehasonlításra vonatkozóan nem tudtuk igazolni a procedurális deficit elmélet (Evans & Ullman, 2016) által levont hipotéziseinket. Az akadémiai kompetenciák egymással szignifikánsan együttjárnak.

A kutatás eredményeit befolyásolhatja még a procedurális és deklaratív memóriát mérő feladatok és néhány változó között található alacsony korrelációk. Ezeket, ha statisztikai erő mutatójaként értelmezzük, arra engednek minket következtetni, hogy a 100 körüli minta nem elegendő megfelelő következtetések levonására. Például a deklaratív memória és számreprezentációk kezelésének, illetve az aritmetikának a kapcsolatában nem találtunk szignifikáns kapcsolatot, de a minta bővítése esetén találnák feltehetően pozitív irányú kapcsolatokat. Az SRT feladat és olvasási mutatók között is hasonló mintázatot feltételezünk, a jelenlévő kapcsolatokat az alacsony statisztikai erő miatt a jelen mintán nem tudtuk igazolni. Tehát az elmélet további teszteléséhez további adatgyűjtésre és a minta növelésére van szükség.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a résztvevő gyermekek és iskolák rengeteg erőfeszítését! Köszönjük emellett Horváth Milla és Laskay-Horváth Claudia aktív közreműködését!

Nyilatkozat mesterséges intelligencia használatáról

A dolgozat elkészítéséhez mesterséges intelligencia alapú szoftvert nem használtunk.

Irodalomjegyzék

- Ashcraft, M. H. (1992). Cognitive arithmetic: A review of data and theory. *Cognition*, 44(1–2), 75–106. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90051-I](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90051-I)
- Buschke, H., & Fuld, P. A. (1974). Evaluating storage, retention, and retrieval in disordered memory and learning. *Neurology*, 24(11), 1019–1019. <https://doi.org/10.1212/WNL.24.11.1019>
- De Smedt, B., & Boets, B. (2010). Phonological processing and arithmetic fact retrieval: Evidence from developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 48(14), 3973–3981. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.10.018>
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, 1(1), 83–120.
- Denckla, M. B., & Rudel, R. (1974). Rapid “Automatized” Naming of Pictured Objects, Colors, Letters and Numbers by Normal Children. *Cortex*, 10(2), 186–202. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(74\)80009-2](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(74)80009-2)
- Durand, M., Hulme, C., Larkin, R., & Snowling, M. (2005). The cognitive foundations of reading and arithmetic skills in 7- to 10-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91(2), 113–136. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.01.003>
- Earle, F. S., Del Tufo, S. N., Evans, T. M., Lum, J. A. G., Cutting, L. E., & Ullman, M. T. (2020). Domain-General Learning and Memory Substrates of Reading Acquisition. *Mind, Brain, and Education*, 14(2), 176–186. <https://doi.org/10.1111/mbe.12234>
- Evans, T. M., & Ullman, M. T. (2016). An Extension of the Procedural Deficit Hypothesis from Developmental Language Disorders to Mathematical Disability. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01318>
- Finke, S., Vogel, S. E., Freudenthaler, H. H., Banfi, C., Steiner, A. F., Kemény, F., Göbel, S. M., & Landerl, K. (2022). Developmental trajectories of symbolic magnitude and order processing and their relation with arithmetic development. *Cognitive Development*, 64, 101266. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2022.101266>

- Göbel, S. M., Watson, S. E., Lervåg, A., & Hulme, C. (2014). Children's Arithmetic Development: It Is Number Knowledge, Not the Approximate Number Sense, That Counts. *Psychological Science*, 25(3), 789–798. <https://doi.org/10.1177/0956797613516471>
- John, & Raven, J. (2003). Raven Progressive Matrices. In R. S. McCallum (Szerk.), *Handbook of Nonverbal Assessment* (o. 223–237). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0153-4_11
- Kemény, F., & Lukács, Á. (2010). Impaired procedural learning in language impairment: Results from probabilistic categorization. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 32(3), 249–258. <https://doi.org/10.1080/13803390902971131>
- Kemény, F., & Lukács, Á. (2021). The Role of Statistical Learning and Verbal Short-Term Memory in Impaired and Typical Lexical Development. *Frontiers in Communication*, 6, 700452. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.700452>
- Kemény, F., Pachner, O., P. Remete, E., Aranyi, G., Landerl, K., & Laskay-Horváth Claudia. (2024). A LEXIKAI HOZZÁFÉRÉS ÉS A SZEKVENCIALIS DEKÓDOLÁS MEGBÍZHATÓ MÉRÉSE: A VASI OLVASÁSTESZT. *Alkalmazott Pszichológia*, 26(1). <https://doi.org/10.17627/ALKPSZICH.2024.1.7>
- Koponen, T., Salmi, P., Torppa, M., Eklund, K., Aro, T., Aro, M., Poikkeus, A.-M., Lerkkanen, M.-K., & Nurmi, J.-E. (2016). Counting and rapid naming predict the fluency of arithmetic and reading skills. *Contemporary Educational Psychology*, 44–45, 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.02.004>
- Korpiä, H., Moll, K., Aunola, K., Tolvanen, A., Koponen, T., Aro, M., & Lerkkanen, M.-K. (2020). Early cognitive profiles predicting reading and arithmetic skills in grades 1 and 7. *Contemporary Educational Psychology*, 60, 101830. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101830>
- Lum, J. A. G., Ullman, M. T., & Conti-Ramsden, G. (2013). Procedural learning is impaired in dyslexia: Evidence from a meta-analysis of serial reaction time studies. *Research in Developmental Disabilities*, 34(10), 3460–3476. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.07.017>
- Lum, J. A. G., Ullman, M. T., & Conti-Ramsden, G. (2015). Verbal declarative memory impairments in specific language impairment are related to working memory deficits. *Brain and Language*, 142, 76–85. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2015.01.008>

- Moll, K., Gangl, M., Banfi, C., Schulte-Körne, G., & Landerl, K. (2020). Stability of Deficits in Reading Fluency and/or Spelling. *Scientific Studies of Reading*, 24(3), 241–251. <https://doi.org/10.1080/10888438.2019.1659277>
- Moll, K., Landerl, K., Snowling, M. J., & Schulte-Körne, G. (2019). Understanding comorbidity of learning disorders: Task-dependent estimates of prevalence. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 60(3), 286–294. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12965>
- Peng, P., Lin, X., Ünal, Z. E., Lee, K., Namkung, J., Chow, J., & Sales, A. (2020). Examining the mutual relations between language and mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 146(7), 595–634. <https://doi.org/10.1037/bul0000231>
- Pinker, S., & Ullman, M. T. (2002). The past and future of the past tense. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 6(11), 456–464.
- Psychology Software Tools, Inc. (2024). *E-prime 3.0* [Software]. <https://support.pstnet.com/>
- Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical Learning by 8-Month-Old Infants. *Science*, 274(5294), 1926–1928. <https://doi.org/10.1126/science.274.5294.1926>
- Schmalz, X., Altoè, G., & Mulatti, C. (2017). Statistical learning and dyslexia: A systematic review. *Annals of Dyslexia*, 67(2), 147–162. <https://doi.org/10.1007/s11881-016-0136-0>
- Singh, S., & Conway, C. M. (2021). Unraveling the Interconnections Between Statistical Learning and Dyslexia: A Review of Recent Empirical Studies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 734179. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.734179>
- Squire, L. R. (1992). Declarative and Nondeclarative Memory: Multiple Brain Systems Supporting Learning and Memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4(3), 232–243. <https://doi.org/10.1162/jocn.1992.4.3.232>
- Starling-Alves, I., Júlio-Costa, A., Moura, R. J. D., & Haase, V. G. (2021). Nonsymbolic and Symbolic Numerical Magnitude Processing in the Brazilian Children with Mathematics Difficulties. *Dementia & Neuropsychologia*, 15(4), 524–532. <https://doi.org/10.1590/1980-57642021dn15-040013>
- Ullman, M. T. (2001). A neurocognitive perspective on language: The declarative/procedural model. *Nature Reviews Neuroscience*, 2(10), 717–726. <https://doi.org/10.1038/35094573>
- Van Witteloostuijn, M., Boersma, P., Wijnen, F., & Rispens, J. (2019). Statistical learning abilities of children with dyslexia across three experimental paradigms. *PLOS ONE*, 14(8), e0220041. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220041>

- West, G. (2017). *Procedural and Declarative Memory and Language Ability in Children (PhD disszertáció)*
(https://Discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10046062/1/GILL%20WEST_Procedural%20and%20declarative%20memory%20and%20language%20ability%20in%20children.pdf;
2017. kiad.). University College London.
- West, G., Vadillo, M. A., Shanks, D. R., & Hulme, C. (2018). The procedural learning deficit hypothesis of language learning disorders: We see some problems. *Developmental Science*, 21(2), e12552. <https://doi.org/10.1111/desc.12552>
- Yang, L., Li, C., Li, X., Zhai, M., An, Q., Zhang, Y., Zhao, J., & Weng, X. (2022). Prevalence of Developmental Dyslexia in Primary School Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Brain Sciences*, 12(2), 240. <https://doi.org/10.3390/brainsci12020240>
- Yang, X., Yan, M., Ruan, Y., Ku, S. Y. Y., Lo, J. C. M., Peng, P., & McBride, C. (2022). Relations among phonological processing skills and mathematics in children: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 114(2), 289–307. <https://doi.org/10.1037/edu0000710>
- Zoccolotti, P., Angelelli, P., Marinelli, C. V., & Romano, D. L. (2021). A Network Analysis of the Relationship among Reading, Spelling and Maths Skills. *Brain Sciences*, 11(5), 656. <https://doi.org/10.3390/brainsci11050656>