

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar
1097 Budapest, Ecséri út 3.

A munkamemória vizsgálata a 9-13 év közötti nyelvfejlődési zavart mutató gyermekek körében



Bojtor Brigitta
Témavezető: Rohár Alexandra
Budapest, 2024

Tartalomjegyzék

1. Absztrakt.....	2
2. Szakirodalmi ismertető.....	3
2.1. A nyelvfejlődési zavar terminológiai háttere.....	3
2.1.1 A nyelvfejlődési zavarok tüneti képe.....	5
2.1.2 A nyelvi zavart magyarázó elméletek - A kognitív funkciózavarok.....	6
2.2 A munkamemória.....	8
2.2.1 A munkamemória modellei.....	9
2.2.2 A munkamemória alrendszerének a jellemzői.....	11
2.2.3 A munkamemória idegrendszeri háttere és neuropszichológiája.....	14
2.2.4 A munkamemória mérési lehetőségei.....	15
2.3. A munkamemória és a nyelv kapcsolata.....	17
2.3.1. A fonológiai hurok és a nyelv kapcsolata.....	18
3. A kutatás bemutatása.....	20
3.1 A kutatás célja, hipotézisei.....	20
3.2 A kutatás módszertana.....	21
3.2.1 A kutatás résztvevői.....	21
3.2.2 A kutatási eljárások.....	21
3.3 Az eredmények ismertetése.....	22
3.3.1 A Magyar Mondatutánmondási és Verbális Fluenciateszt.....	22
3.3.2 MAMUT- magyar munkamemória teszt.....	24
3.4 A kutatás hipotéziseinek áttekintése.....	30
4. Összegzés.....	33
5. Irodalomjegyzék.....	36

1. Absztrakt

A kutatók körében már több évtizede népszerű az emlékezet vizsgálata. Az emlékezet behálózza az ember szinte minden tevékenységét. A képesség, amelyet a munkamemória tesz lehetővé, fontos a szervezet céljainak eléréséhez, főleg a tanulást, megértést és következtetést igénylő feladatokban. Tehát ez egy olyan folyamat, mely fontos a tanulás szempontjából. Tanulás nincs emlékezet nélkül. Vannak olyan helyzetek, ahol az információk másodpercekig tartó megőrzésére van szükség, más esetekben a percekig, évekig tárolt információk előhívásával tudunk hatékonyan cselekedni. Ez a képesség igaz a nyelvelsajátításra és a nyelvtanulásra is. Vajon van-e összefüggés az emlékezet és a nyelvelsajátítás között?

Életünk során rengeteg olyan feladattal találkozunk, amikor valamilyen információt egyszerre kell rövidebb ideig tárolni és feldolgozni. Ilyen készségekre van szükségünk például a számolás, érvelés, egy előadás jegyzetelése, egy párbeszédben való részvétel, tervezés és problémamegoldás, a fluid intelligencia működése (Cowan, Elliott, Sauls, Morey, Mattox, Hismjatullina és Conway, 2005; Miyake és Shah, 1999) vagy a nyelvi megértés során. Ezen funkciók mindegyikében a munkamemóriára szükségünk van. A kutatásom során a nyelvfejlődési zavart mutató gyermekek munkamemóriaműködését térképezem fel, hogy összevegyem tipikus fejlődésű társaikkal. A munkamemória egy dinamikus feldolgozó rendszer, amely limitált mennyiségű információ átmeneti tárolására és feldolgozására képes és jelentős szerepet tölt be a megismerési funkciók működésében és a szociális folyamatokban egyaránt.

A dolgozatom során először a nyelvfejlődési zavar terminológiájára, oki és etiológiai hátterére, valamint tüneti képére fogok kitérni, majd ezután a munkamemóriát fogom bemutatni. A munkamemórián belül is taglalni fogom magát a munkamemória jelentését, valamint elméleti modelleket. Ezek után ki fogok térni a tradicionális modell szerinti alrendszerekre és az idegrendszeri hátterére is, végül pedig a nyelv és a munkamemória kapcsolatát fogom ismertetni, abból a szempontból, hogy milyen hatással van a munkamemória a nyelv tanulására és elsajátítására. A kutatásom során a legfőbb eredmény, melyet megállapítottam az, hogy a fonológiai területek kutatási eredményei egybeesnek az irodalmakkal, míg más területek (pl. téri) nem.

2. Szakirodalmi ismertető

2.1. A nyelvfejlődési zavar terminológiai háttere

A legtöbb gyermekek szinte észrevétlenül sajátítják el anyanyelvüket, minden különösebb erőfeszítés nélkül. Vannak azonban olyan gyermekek, akik már a korai időszakban nehézséggel küzdenek és fejlődésük a kezdetektől fogva elmaradást mutat. A nyelvi elmaradásnak többféle formája és többféle fejlődési perspektívája van: késhet a beszédindulás kezdetének időpontja, lassabb lehet a fejlődés sebessége, illetve eltérhet annak minősége. Így a nyelvi fejlődés kutatásának klasszikus problémájaként tekinthető, hogy időbeli késésként (mennyiségi elmaradás) vagy deviáns fejlődési folyamatként (minőségi eltérés) értelmezendő a tipikus fejlődéstől való eltérés.

Leonard (2014) a hagyományos késés–deviancia distinkció finomításaképpen öt módot mutatott be arra, ahogyan a gyermekek nyelvileg különbözhetnek a normál fejlődésűektől. Ez az öt mód az egyszerű késés; a késés „platóval”, azaz olyan megkésett fejlődés, mely végeredményben nem zárkózik fel a mindenkori életkornak megfelelő szintre; a profilbeli eltérés, melynél az egyes nyelvi szintek, jegyek fejlettségi viszonya a tipikustól eltérő fejlődési profilt mutat; az abnormális hibagyakoriság, vagyis a normál fejlődésben is előforduló hibák különösen magas aránya és a minőségi eltérés, azaz a normál fejlődésben nem tapasztalható, „deviáns” nyelvhasználat.

A magyar nyelvben nagy jelentősége van a mennyiségi kritériumok alapján történő szelekciónak, mert nem mutatkoztak egyértelmű, jellegzetes minőségi eltérések, amelyek érvényes markerei lennének a nyelvi zavarnak. *A nemzetközileg elfogadott kritériumok szerint nyelvi késést mutat egy gyermek akkor, ha 24 hónapos korában mért expresszív szókincse 50 szónál kevesebb, vagy még nem használ többszavas közléseket (Rescorla, 1989).* A nyelvi fejlődés elmaradása számos szindróma, illetve fejlődési zavar velejárója lehet, és sok különböző formában megjelenhet. Más kérdés, hogy a nyelvi zavar másodlagos formában is felléphet, azaz, hogy valamilyen általánosabb fejlődési zavar következménye. A nyelvi fejlődésben tapasztalható nagy egyéni eltérések miatt a nyelvi zavar diagnózisa 4 éves kor

előtt nem mondható ki. Erre az életkorra választható el világosan, hogy átmeneti fejlődési egyenetlenségről vagy tartós fejlődési zavarról van-e szó (Fehérné, Kas & Sós, 2018).

A nyelvi zavar tartósan fennáll a gyermekek egy olyan csoportjánál, akik elsődlegesen a nyelvi, szűkebben pedig a nyelvtani fejlődésben mutatnak elmaradást, anélkül, hogy bármilyen deficit mutatkozna meg neurológiailag, szenzorosan, kognitívan vagy a társas-érzelmi helyzetekben, ezt nevezzük nyelvfejlődési zavarnak, rövidítve NYFZ-nek. A nyelvfejlődési zavart mutató gyermekek nem képesek tipikusan fejlődő társaikhoz képest hasonló ütemben és színvonalon elsajátítani az anyanyelvüket, annak ellenére, hogy megfelelő beszélőkörnyezetben nevelkedtek, érzékszerveik épek, értelmi képességük legalább az átlagos övezetbe tartozik és neurológiai károsodás, pszichiátriai, valamint szociális zavar nem áll fenn náluk (Leonard, 2014).

A nyelvi fejlődéssel kapcsolatos zavarok területét mind a hazai, mind a nemzetközi szakirodalomban terminológiai sokszínűség jellemzi. Az angol nyelvterületen hosszú ideig a congenital aphasia 'veleszületett afázia', majd a developmental aphasia 'fejlődési afázia' terminusok voltak használatban, a felnőtt afáziakutatások használatára. Ezeket később felváltotta a németben az Entwicklungsdysphasie, illetve az angolban a developmental dysphasia 'fejlődési diszfázia', nem függetlenül a szerzett és fejlődési nyelvi zavarok viszonyáról való gondolkodás változásától. Ezután az angol irodalmakban a specific language impairment (SLI) 'specifikus nyelvi zavar' jelent meg, mint kutatási kategória, amely meghonosodott a nagyobb diagnosztikai rendszerekben is.

A klinikai gyakorlatban a BNO-11 és a DSM-V diagnosztikai rendszerek kategóriáit veszik alapul. A BNO-11 a nyelvi fejlődés folyamatának normálistól való eltérését tartja elsődleges kritériumnak. A DSM-V meghatározásában a nyelvi zavar a fejlődés korai szakaszától megnyilvánuló nehézség a nyelv elsajátításában és használatában, amelynek hátterében beszédértési és/vagy produkciós zavarok vannak. Tehát így láthatjuk, hogy a DSM-V már nem hangsúlyozza a zavar nyelvspecifikus voltát, valamint ez alapján megállapítható a nyelvi zavar intellektuális képességzavar vagy szenzoros/motoros sérülés esetén is. A DSM-V változása összhangban van azokkal a vizsgálati eredményekkel, amelyben a 'specifikus' nyelvi zavar távolról sem nyelvspecifikus, vagyis az elmaradás nem korlátozódik a nyelvi képességre, illetve nem független a kognitív, percepciós és mozgásos képességek szintjétől, (Fehérné, Kas & Pintye, 2018). A DSM-V alapján többféle alcsoportot különböztetünk meg, mint az expresszív beszédfejlődési zavar (315.31) illetve a vegyes receptív-expresszív

beszédfejlődési zavar (315.32). A BNO-11 pedig az idegfejlődési zavarokon belül taglalja a beszédfejlődési, illetve a fejlődési nyelvi zavarokat (Pléh, Kas & Lukács, 2014).

Régebbi szakirodalmainkban leginkább a nyelvi tüneteket előtérbe helyező terminusok honosodtak meg. Gerebenné (1995) definíciója szerint „az expresszív, receptív integratív beszéd időbeli és strukturális zavara, amely fonológiai, morfoszintaktikai és szemantikai szinten különböző kombinációjú és súlyosságú tünetekben mutatkozik meg”. (p.4.) A megkésett beszédfejlődés esetén Gerebenné (1995) szerint csak az expresszív nyelvi funkciók enyhébb, időbeli elmaradásáról van szó, a beszédmegértés teljes megtartottsága mellett, egyéb, nyelven kívüli kognitív deficittek nélkül. Ami a prognózist illeti, míg a megkésett beszédfejlődésben 3–4 éves kor körül nagyobb ütemű fejlődés és 4–6 éves kor között a tünetek megszűnése tapasztalható, a diszfáziás gyerekek fejlődése célzott fejlesztés hiányában megreked. Elvileg tehát a hazai felfogásban két, viselkedéses alapon meghatározott tünetegyüttesről van szó, amelyeknek az elkülönítése több szempontból: nyelvi-kommunikációs tünetek, súlyosság és kognitív profil alapján történik. Manapság azonban a nyelvfejlődési késés és nyelvi zavar terminusok azok, amelyek leginkább elfogadottak a szakma képviselői által (Fehérné, Kas & Sós, 2018).

2.1.1 A nyelvfejlődési zavarok tüneti képe

A nyelvfejlődési zavart mutató gyermekek nyelvi fejlődése már a korai életszakaszokban eltér a tipikus fejlődéstől. Akár három évet is késhet az első szavak megjelenése, szókészletük lassan gyarapszik, annak mérete mindvégig az életkori átlag alatt marad. A szótanulási nehézség eltérően érintheti a szófajokat, azonban leginkább az igék tanulását érinti, valamint narratív beszédben főként kevés igéből és főnévből gazdálkodnak. A spontán beszédben és megnevezési tesztekben általánosan megfigyelhetőek a szótanulási nehézségek, mely azt mutatja, hogy gondjaik vannak a mentális lexikon aktiválásában is (Fehérné, Kas & Sós, 2018).

A fonológiai feldolgozásban és produkcióban is szintén megfigyelhető a deficit. A szavak hangalakjának hallás utáni pontos feldolgozása és emlékezetben tartása sok gyermek számára nehézségeket okoz, amely megnehezíti a szótanulást, illetve a hangzó beszéd megértését. Az expresszív beszédjüket pedig fonológiai egyszerűsítési folyamatok jellemzik, amely rontja a gyermek beszédének érthetőségét. Az érthetlenség hátráltatja a társas kommunikációt. A fonológiai rövid távú emlékezet gyengesége számos kutató szerint az egyik magyarázó

tényezője az anyanyelv-elsajátítási nehézségeknek. A gyermekek rendszerint tömondatokat és hiányos szerkezeteket használnak, mondataik gyakran hibásak és diszgrammatikusak. Átlagosan később jelennek meg a két- vagy többszavas kombinációk és ehhez kapcsolódva később jelenik meg a produktív morfológia, vagy a toldalékhasználat is. A morfoszintaktika a későbbi fejlődésben is egyike a leginkább érintett nyelvi szinteknek.

Beszédértésük is gyakran elmaradást mutat, főként a komplex instrukciók végrehajtása, az összetett mondatok megértése és a szokatlan szórendű mondatok értelmezése jelent gondot számukra, amely nehézségek két fő tényezője az emlékezet és a szerkezeti bonyolultság mértéke. Minél komplexebb és hosszabb egy mondat, annál nagyobb nehézséget jelent a megértése az NYFZ-ben érintett gyerekek számára.

A gyermekek tünetei függnak az általuk elsajátított nyelvtől is. A nyelvi zavar tüneti csoportosítása több szempontból lehetséges. Megkülönböztethetünk receptív (feldolgozási) és expresszív (kifejezési) zavarokat, valamint az érintett nyelvi szintek alapján megkülönböztethetünk fonológiai, lexikai, szemantikai, morfoszintaktikai és pragmatikai zavarokat is. Mindezek lehetnek enyhébbek vagy súlyosabbak az életkornak megfelelő normál fejlettségtől való eltérés függvényében (Fehérné, Kas & Sós, 2018).

2.1.2 A nyelvi zavart magyarázó elméletek - A kognitív funkciózavarok

A nyelvi zavart magyarázó elméletek két nagy csoportba oszthatók. Az egyik csoportba a Chomsky (1959) által meghirdetett, a nyelvi reprezentációk veleszületettségét hangsúlyozó nyelvvelsajátítási elméletek tartoznak, mely az NYFZ háttérében az univerzális grammatika valamely elvének vagy paraméterének szelektív sérülését gondolják. A másik csoportba azok a kutatók tartoznak, akik inkább az NYFZ háttérében egyéb kognitív készségek elsajátításához hasonló tanulási folyamatot tulajdonítanak. Közöttük megkülönböztethetünk olyanokat, akik a nyelvi zavart valamilyen általános feldolgozásbeli elmaradásnak, olyat, akik szerint a nyelvtanulásban kulcsfontosságú kognitív alrendszerek specifikus zavara okozza a nyelvi tüneteket és olyanokat, akik valamilyen általános tanulási/emlékezeti mechanizmus zavarát feltételezik. A következőkben röviden összefoglalom a nyelvi zavar kapcsán legtöbbet vizsgált kognitív részképességeket, illetve az azokra épülő modelleket (Pléh, Kas & Lukács, 2014).

Az elméleti kutatások a nyelv és a gondolkodás közti viszony alapvető kérdéseit vetik fel. A nyelvfejlődési zavart mutató gyermekek nonverbális helyzetekben mutatózó jellemzőit

leginkább Piaget követő kutatók vizsgálják. Az univerzális-konstruktivista álláspont szerint nem nyelvspecifikus folyamatok zajlanak, hanem a kognitív fejlődés nagyban befolyásolja a nyelvi fejlődés szintjeit. A nyelvfejlődési zavar magyarázó modelljei szempontjából az a vita leginkább, hogy a kognitív deficitnek meg tudják-e magyarázni a nyelvi problémákat. A kognitív nézőpontból tekintő kutatók azt feltételezik, hogy a nyelvfejlődési zavarral összekötött bizonyos funkciózavarok oki tényezőként szerepelnek, nem pedig kísérőjelenségei vagy esetleg következményei a nyelvi deficitnek.

A kognitív elméletek egyik csoportja átfogó jellegű kognitív kapacitásbeli korlátokat tételez fel a háttérben, mivel ezek a gyermekek sokféle nyelvi, figyelmi, illetve választásos feladatban gyengébben szerepelnek. Ez a csoport nem igazán képes az érintett folyamatokat differenciált módon megragadni (Leonard, 1998; Pléh, 2003).

Egyik legtöbbet vizsgált terület az auditív észlelés, amely Paula Tallal elmélete szerint a gyorsan változó hangsorozatok feldolgozásának zavara. Tallal és Piercy kutatások következtében megállapították, hogy az alapvető problémát az auditív feldolgozás sebessége jelenti, azaz az érintett gyerekek nem képesek pontosan elkülöníteni a gyors ütemben, szukcesszíven adott akusztikus információkat. Azonban Tallal és Piercy érvelése alapján a hangingerek feldolgozási zavara általános, azaz nem nyelvspecifikus jellegű, ennek ellenére befolyásolja a beszédészlelést is. Az elemi akusztikus feldolgozási zavar így végső soron elégtelen nyelvtani distinkciókhoz vezet. Tallal és mtsai kimutatták, hogy az érintetteknél csökkent a grammatikai tüneteket a lassított akusztikus átmenetekkel való gyakoroltatás.

Megfigyelték, hogy a nyelvi zavart mutató gyerekek ritmusképessége gyenge. A ritmuszavar több modalitásban is jelentkezik, mind az auditív, mind pedig a vibrotaktilis ritmusok esetében. Megjelent az az elképzelés is, hogy a nyelvi tünetek az emlékezet sérülésével állnak összefüggésben. Menyuk (1995) 1964-ben végzett egy vizsgálatot, amelyben azt találta, hogy a gyermekek utánmondási képessége jellegzetes eltéréseket mutat ép beszédű társaikhoz képest. Témánk szempontjából fontos megemlíteni, hogy az NYFZ-sek esetében a mondat hosszúsága határozottan összefüggött a mondatismétlés pontosságával, a mondatismétlési készség színvonala pedig általában a spontán beszédkésztséghez volt hasonló. Baddeley, Gathercole és Papagno (1998) kutatása a lényegi eltérést a fonológiai munkamemória működésében látja. Az álszóismétlési teszt segítségével, amely a fonológiai hurokvizsgálatára fejlesztettek ki, kimutatta, hogy ezek a gyerekek a hosszabb hangsorok reprodukciója során a teljesítményük drasztikusan lecsökkent. Baddeley és mtsai szerint ez a gyenge teljesítmény leginkább a munkamemória korlátozottságával magyarázható. Általánosságban elmondható,

hogyan az NYFZ-s gyerekek az álszóismétlési tesztek standardizált változataiban rendszerint gyengén szerepelnek (Mészáros & Kas, 2008).

Ezen a ponton felmerül az a kérdés, hogy hogyan hozhatóak összefüggésbe a nyelven kívüli kognitív deficit a nyelvi teljesítményben mutatkozó tünetekkel.

Leonard felszín-hipotézise szerint a grammatikai egyeztetés hibái nyelven kívüli korlátozottságra vezethető vissza. Szerinte az általános feldolgozási kapacitás fejlődési elmaradás és az auditív percepció elmaradása következtében nehézkes a perceptuálisan kevésbé kiemelkedő morféma észlelése. A NYFZ-osok nehézsége korlátozott kognitív képességekből fakad, ami a nyelvtani reprezentáció kiépítését okozza.

Bates és kollégái kognitív-funkcionalista álláspontja szerint a rövid távú emlékezet és az inputfeldolgozás deficitje magyarázza az általánosan megfigyelhető szótanulási nehézséget a nyelvi zavarban. Elméletükben a nyelvi fejlődés folyamán más kognitív készségek elsajátítására is jellemző tanulási folyamatok zajlanak. A verbális input feldolgozási deficitjeiből az származik, hogy egy szó elsajátításához több előfordulásra van szükség, ami lassú, gyakran következtelen szóalaki anomáliákkal járó szókincsfejlődést eredményez. Ez azonban maga után vonja, hogy egy bizonyos életkoron túl a nyelvtan elsajátítása már sokkal kevésbé hatékony, a szótanulás elmaradásából pedig a grammatikai fejlődés zavara következhet (Marchman & Bates, 1994). Az inputfeldolgozási elméletekkel szembeni kihívás annak bemutatása, hogy ugyanazok a területáltalános vagy területspecifikus kognitív deficitek hogyan vezethetnek nyelvtípusonként eltérő tünetekhez, azonban azzal nincsenek tisztában, hogy a munkamemória deficit, az alacsony feldolgozási képesség és az auditív percepció zavara miért okoz ennyiféle tünetet (Mészáros & Kas, 2008).

2.2 A munkamemória

A memória fogalmát egy olyan tudásnak definiáljuk, amely egy későbbi időpontban is elérhető számunkra. A tanulás és a memória összefonódik, mert a tanulást az új információk megszerzésének tekintjük, ami a memória segítségével raktározható és előhívható. Ez a két fogalom három folyamatot foglal magába: a kódolást, a tárolást és az előhívást. A kódolás a bejövő információk tárolási folyamatát jelenti. A memóriánk által létrehozott és fenntartott emléknymot nevezzük a tárolásnak, ami az információ megszerzésének és konszolidációjának az eredménye. Az előhívás pedig az előzőleg megtanult emlékek tudatos lehívását jelenti.

A munkamemória korlátozott kapacitású, jelentős szerepe van a tanulási folyamatokban, a különböző típusú információk ideiglenes tárolása és feldolgozása miatt, valamint összefüggésbe hozható az általános intelligenciával, a tanulmányi eredményekkel és ADHD esetében egy fő tünet. Jellemző rá még, hogy hozzáférést biztosít a tudat számára az eltérő reprezentációkhoz (fenntartó funkciókhoz), fenntartja (monitorozza) és manipulálja az információkat gondolkodási feladathelyzetekben, független információkat hoz összefüggésbe és legátolja az irreleváns információkat (Baddeley, 1986).

2.2.1 A munkamemória modelljei

Atkison és Schriffrin (1968) nevéhez fűződik a modális modell, amely a memóriarendszerek szerveződésének egy klasszikus elmélete és amelyet másnéven „két táras modellként” is emlegetnek. A modell magába foglalja a szenzoros, a rövid és a hosszú távú memóriát. A szenzoros memória a szenzoros emlékek például a háttérzajokat a memóriarendszerünkben tárolja, azonban, ha nem raktározódnak el, akkor nagyon gyorsan törlődnek. A hosszú távú memória tartós emléknym tárolását végzi, amely két részre osztható: a deklaratív és a non-deklaratív, azaz implicit memóriára. A deklaratív memória olyan tudás, melyhez tudatos hozzáférésünk van beleértve a világról alkotott tudást is. A deklaratív memória további két részre osztható: szemantikus és epizodikus emlékezet. A szemantikus emlékezet tényekkel és eseményekkel kapcsolatos, amelyet az emlékezeti, tanulási és az intelligenciatesztek nagy része mér. Az epizodikus emlékezetet önéletrajzi, személyes és szubjektív volta miatt nehéz mérni. A non-deklaratív memória, pedig olyan tudást jelent, amihez nincs tudatos hozzáférésünk, például a motoros és kognitív készségek, azaz a procedurális tudás (Tánczos, 2014).

A rövid távú emlékezetet úgy vélték, hogy munkamemóriaként funkcionál, amely megnevezés szintén Atkison és Schriffrin (1968) nevéhez köthető. Amerikában a népszerű terminológia alapján a rövid távú emlékezet csak az információ tárolását végzi, míg a munkamemória ennek a manipulálását is (Engle et al. 1999; Daneman-Merikle 1996; Cowen et al. 2003; Service-Tujulin 2002). A munkamemória nem egyszerűen passzív tár, amely csak az információk tárolásával foglalkozik, hanem további részekre tagolható aktív információ-feldolgozó rendszer, amelynek segítségével műveleteket végzünk. Tehát ez egy olyan rendszer, melynek fontos szerepe van a kognitív műveletek végrehajtásában.

Az elmélet szerint a környezetből érkező információk a szenzoros emlékezetbe kerülnek, majd onnan kerülnek a limitált kapacitású rövid távú tárba. Minél tovább a rövid távú tárban van az információ, annál valószínűbb, hogy átkerül a hosszú távú emlékezetbe. Azonban Atkinson és Schriffrin modelljével kapcsolatban problémák merültek fel, mert a kritikusok úgy vélték, hogy a rövid távú és hosszú távú memória közötti különbség nem olyan egyszerű, mint ahogyan azt ők leírták, és a memória nem mindig működik lineáris módon. Így Baddeley és Hitch szükségesnek gondolta egy másik modell kidolgozását.

Alan Baddeley és Graham Hitch a 70-es évek elején kísérletekbe kezdtek, amelynek eredményeképpen megállapították, hogy a rövid távú memóriát munkamemóriaként kell felfogni, amely fenntartja és manipulálja az információt a következtetést, a megértést, a tanulást igénylő feladatok alatt. Ezek alapján a rövid távú emlékezet egyik legáltalánosabb elfogadott modellje a munkamemória-modell, amelyet Baddeley-Hitch, majd Baddeley tovább folytatva dolgozott ki. A Baddeley és Hitch (1974) által megalkotott modell során egy dinamikus, több komponensű rendszert tételeztek fel. A modell a munkamemóriát egy korlátozott kapacitású rendszerként mutatja be, mely hozzáférést biztosít a tudat számára az eltérő reprezentációkhoz, fenntartja és manipulálja az információt a kognitív feladathelyzetekben, mint például tanulás, képzelet, problémamegoldás és független információkat hoz interakcióba (Baddeley, 1997). A Baddeley és Hitch-féle modell nemcsak a munkamemóriának szán nagyobb szerepet a megismerőfolyamatok működésében, hanem több egységre bontotta a korábban egy egységnek képzelt rövid távú emlékezetet.

Az eredeti elmélet feltételez egy fonémikus tárat (fonológiai hurok), egy hasonló rendszert a vizuális információ feldolgozására (téri-vizuális vázlattömb), valamint a központi végrehajtó rendszert. Baddeley újítása egy epizodikus puffer rendszert is valószínűsít a különböző forrásból származó információk, valamint a sorrendiség kezelésére és tudatos fenntartására (Németh, 2006).

A központi végrehajtó funkciója az eredeti modellben a téri-vizuális vázlattömb és a fonológiai hurok összehangolása és modulálása, az erőforrások elosztása, valamint a kapcsolattartás a hosszú távú emlékezettel. Az újítás során Baddeley leírta, hogy a két rövid távú rendszer a két alapvető érzéketi rendszernek felel meg, a központi végrehajtó, pedig a cselekvési célokhoz igazítja a beérkező információt. komplex verbális munkamemóriáról a fonológiai hurok és a végrehajtó funkciók egyidejű működésekor beszélünk. Ezek együttesen segítenek az olyan bonyolult feladatoknál, mint az összetett mondatok feldolgozása, a szövegmegértés vagy az idegen nyelvű mondatok megértése, fordítása (Németh, 2006).

Egy másik munkamemória modell, mely szintén három komponenst feltételez a munkamemória összetevői között, Klaus Oberauer és munkatársai munkásságához köthető a „three-embedded-component model”. Az egyik összetevő a direkt hozzáférés területe, mely nagyjából négy itemhez vagy információ halmazhoz való hozzáférést biztosítja, tehát igen limitált kapacitású. A második összetevő a hosszú távú emlékezet aktivált része, mely az elvégzendő feladat szempontjából releváns információt hozzáférhetően tartja. Végül a harmadik összetevő a figyelem egy itemes fókusza, mely egyetlen elemet választ ki, és helyez a középpontjába, mely a következő kognitív művelet célja lesz. Az első és a harmadik összetevőt nevezi Oberauer szélesebb fókuszának. A szélesebb figyelem fókuszában lévő itemek számának növekedése lelassítja a hozzáférést, mert az itemek interferálhatnak egymással, viszont amíg a széles figyelem fenntartja ezen itemek csoportját, más információ fenntartható aktívan a széles figyelmen kívül a hosszú távú emlékezetben is. Az emberek képesek rugalmasan továbbítani az hosszú távú emlékezetbe az adott pillanatban irreleváns munkamemória tartalmat, és visszahívni a szélesebb figyelembe, ha később szükség van rá.

Végül megemlíteném Andrew R. A. Conway és munkatársai nevéhez köthető munkamemória modellt. Oberauer modellje alapján úgy vélték, hogy a munkamemóriában a reprezentációnak három rétege van: a direkt itemek területe, mely négy item fenntartására képes, a figyelem fókusza egy itemre limitálva, és azon reprezentációk, melyek az alap aktivitásnál aktívabb formában vannak jelen, de már nincsenek a direkt hozzáférés területén. Szerintük a munkamemóriának tartalmaznia szükséges egy előhívási modult, mely segít a hosszú távú emlékezetből a szükséges információ azonnali előhívásában, és amelyet hosszú távú munkamemóriának neveztek. Vagyis a munkamemória három komponense a kognitív kontroll mechanizmus, vagy más néven központi végrehajtó, egy-négy reprezentáció a figyelem fókuszában és egy előhívási mechanizmus (Dávid és mtsai, 2015).

A továbbiakban a tradicionális modellt tekintem a kutatásom alapjának és ezek alapján fogom bemutatni az alrendszereket, illetve a kutatási mérőeszközöket is.

2.2.2 A munkamemória alrendszereinek a jellemzői

A munkamemória alrendszerei közé tartozik a fonológiai hurok, a téri-vizuális vázlattömb és az epizodikus puffer.

A fonológiai hurok, vagyis a fonológiai/verbális rövid távú emlékezet, feladata az információ rövid idejű tárolása. A fonológiai hurkot megkülönböztetik a munkamemóriától, mert a

munkamemóriánál a tárolás mellett szükség van az információ feldolgozására is (Engle és mtsai, 1999; Daneman és Merikle, 1996, Cowan, Towse, Hamilton, Sauls, Elliott, Lacey, Moreno és Hitch, 2003; Service és Tujulin, 2002). Ha verbális alapú munkamemóriáról beszélünk, akkor a központi végrehajtó és a fonológiai hurok együttesét értjük a Baddeley-féle modellben.

A fonológiai hurok a beszédalapú információk ellenőrzéséért felelős és a munkamemória legintenzívebben vizsgált és legkidolgozottabb komponenseként tartják számon (Baddeley, 1992; Gathercole és Baddeley, 1993). További két alegységre osztható fel: a fonológiai tárba és az artikulációs kontrollfolyamatokra. A fonológiai tár a verbális információ néhány másodpercig tartó megtartásáért felelős, emléknymai 1,5-2 másodperc alatt elhalványulnak, vagyis a fonológiai hurok ennyi ideig képes az információk megtartására. Az artikulációs kontrollfolyamatokkal verbálisan vagy szubvokálisan tudjuk frissíteni az emléknymokat, mivel a folyamatok kiolvassák és visszaküldik az információt a fonológiai tárba a korai nyomelhalványulás megakadályozása érdekében (Gathercole, 1999). Minél gyorsabban zajlik le a frissítés, annál több elem marad meg az emlékezetben és annál inkább megnő az emlékezeti terjedelem. Az artikulációs kontrollfolyamatok képesek az írott információ fonológiai kóddá alakítására, és ezt be is tudják táplálni a fonológiai tárba (Zhang és Simon, 1985; Baddeley, 2000). Baddeley (2000) szerint az artikulációs kontrollfolyamat közreműködésével lehetőség van arra is, hogy vizuális információ is bekerüljön a fonológiai hurokba, például úgy, hogy hangosan kimondjuk, felolvassuk és ismételtetjük a leírt szöveget.

A fonológiai hurok az információt a hangzás alapján tárolja, ezért a szeriális felidézési teljesítmény jobban károsodik olyan elemek esetében, amelyek hasonló hangzásúak vagy az artikulációs tulajdonságaikat figyelembe véve hasonlóság figyelhető meg, mint olyanoknál, amelyek jelentésben hasonlítanak egymásra. Ezt először az 1960-as években írtak le és *fonológiai hasonlósági hatásnak* nevezzük, ami a fonológiai tár működéséhez kapcsolható (Conrad és Hull, 1964; Baddeley, 1966).

A munkamemóriához kapcsolható a *szóhosszúsági hatás* is, amelyet úgy lehet a legkönnyebben megmagyarázni, hogy a szavak hosszúsága befolyásolja a teljesítményt, mert az emlékezeti terjedelmet meghatározza az, hogy mennyi elemet tudunk két másodperc alatt kiejteni. Ebből következik, hogy akik gyorsabban beszélnek jobb teljesítményt érhetnek el a verbálmunkamemória-feladatokban. A gyerekek esetében a beszédszervek és azok mozgékonyságának érése, valamint az artikuláció motoros részeinek fejlődése hozzájárul

ahhoz, hogy a munkamemória kapacitásuk növekedhessen. Hoosain és Salili (1988) kimutatták, hogy a matematikai eredmények és a számterjedelmi feladaton elért teljesítmény között gyenge a korreláció, ami igazolja a munkamemória szerepét a kognitív folyamatokban. Ezen eredmények alapján feltételezhető, hogy szoros kapcsolat van a fonológiai hurok, a nyelv és a számolás, fejszámolás között (Tánczos, 2014).

Az artikulációs kontroll, vagyis a fonológiai hurok jelenlétét bizonyítja az *artikulációs elnyomási hatás* is. Ha hangosan vagy hangtalanul ismételtünk valamit, például miközben egy szólistát tanulunk, akkor fordulhat elő. Tehát ha egy emlékezeti feladattal párhuzamosan egy szót kell ismételnünk, akkor az emlékezeti kapacitás csökkenése figyelhető meg.

A téri-vizuális vázlattömb a téri, vizuális és kinezetikus információkat foglal egységes reprezentációkba, egyik része a téri, a másik a vizuális információk feldolgozásáért felelős. Az információ kétféleképpen kerülhet a rendszerbe: képzeleti képek létrehozásával, közvetett úton vagy vizuális percepció útján közvetlenül. Ha a vizsgálati személyek el tudják képzelni a megjegyzendő szavakat és ha össze tudják kötni az emlékezeti képeket, akkor az emlékezeti teljesítmény javul. Ha téri mondatokat kell megjegyezniük, akkor képzeletüket használják, mely olyan folyamatokat vesz igénybe, amik a vizuális percepcióhoz hasonlóak. Ha nem téri mondatokat kell megjegyezniük, akkor verbális kódok segítségével jegyzi meg az információkat, melyek működése az auditív észleléssel megegyező folyamatokon alapszik (Paivio, 1969).

A harmadik alrendszer, amelyről említést kell még tennem a Baddeley (2000; 2002) újabb modellében megjelenő epizodikus puffer (Racsmány, 2007). Az epizodikus puffer a multimodális információk tárolásával összeköttetést teremt a modalitásspecifikus komponensek és a hosszú távú memória között (Baddeley, 2003). Ez egy limitált kapacitású rendszer, ami epizodikus abban az értelemben, hogy komplex struktúrává vagy epizóddá integrálja a számos forrásból érkező információt, beleértve a hosszú távú memóriát is (HTM). Puffer abban az értelemben, hogy az alrendszerek közötti közvetítőként funkcionál és különböző kódokat egységes multidimenzionális reprezentációkba tömörít (Baddeley, 2000, 2002, 2003).

A központi végrehajtó felelős a periférikus alrendszerek működésének az ellenőrzéséért és irányításáért, valamint felelős a munkamemória figyelmi kontrolljáért, beleértve a fókuszálást, megosztást és a figyelmi váltást, emellett kapcsolatot teremt az alrendszerek és a hosszú távú emlékezet között és felelős a korlátozott erőforrások elosztásáért és a különböző műveletek

végrehajtásáért, illetve az információk manipulálásáért is. A központi végrehajtó tehát egy modalitás-független információkezelő eszköz, mely figyelmi, kontrolláló rendszerként is működik (Tánczos, 2014).

2.2.3 A munkamemória idegrendszeri háttere és neuropszichológiája

A rövid távú emlékezet neuroanatómiai hátterének feltérképezésére számos különböző módszer áll a rendelkezésünkre. Ilyenek lehetnek a léziós állatkísérletek, az elektrofiziológiai vagy a hemodinamikai és a kognitív neuropszichológiai módszerek. A léziós állatkísérletek során például gyakran alkalmaznak késleltetettválasz-teszteket, mely során az ingerválaszt néhány másodperces szünet követi, ez a késleltetés szakasza, majd ki kell választania az állatnak a helyes választ, például a táplálék helyére vonatkozóan. Ezeknek a kísérleteknek az eredményei alapján a feladatoknál jelentős szerepet játszik a prefrontális területek és a parietális-prefrontális kapcsolatok (Goldman-Rakic, 1987).

Egy másik példa a módszerekre az elektrofiziológiai módszerek, mint például az effektív refrakter periódus (ERP), amelynek az előnyei: a nagy idői felbontás, kényelmes kísérleti alkalmazhatóság, míg hátránya a gyenge téri felbontás (Németh, 2006)

A munkamemória idegrendszeri tesztelése alatt a neuronok eltérő aktivitásmintázatot produkálnak a prefrontális kéregben. Megkülönböztetünk úgynevezett stimulus- vagy kulcsingerneuronokat, amelyek a szenzoros ingerlésre fázisos aktivitásfokozódással válaszolnak. A neuronok egy másik csoportja a végrehajtandó válasz körüli időben tüzel nagyobb frekvenciával, ezt válasz-neuronoknak nevezhetjük. Az úgynevezett memóriasejtek, másnéven késleltetés-neuronok alkotják a legkarakterisztikusabb csoportot, amelyek a stimulus és a válasz közötti ingermentes periódusban tónusosan aktívak, közöttük kapcsolatot képeznek. A memóriasejtek, mindaz, ami a késleltetés idején aktív, mindenütt előfordulnak a prefrontális kéregben, de más jellegű információt dolgoznak fel az oldalsó prefrontális kéregben vagy a középső prefrontális kéregben. A késleltetés alatt mérhető tónusos aktivitás az aktuális magatartási helyzettől, kontextustól függően is különböző kognitív folyamatokat jeleníthet meg, mint az információ észben tartása, frissítése, manipulációja és a célszerű válasz szelekciója. Tehát szerepet játszik a végrehajtó funkciókban való folyamatokban (Négyessy, 2010).

A munkamemória használatakor fokozott aktivitás mutatható ki a Brodmann 6, 44, 9 és 46 területeken. Tehát a munkamemória egyes komponenseinek a működése különböző agyi hálózatokhoz kötött, de mindegyiket a Brodmann-térkép segítségével tudjuk lokalizálni.

A fonológiai feldolgozás és a fonológiai folyamatok leginkább a 44-es területtel kapcsolják össze, míg a fonológiai tár neuroanatómiai lokalizációja szempontjából fontos a bal oldali posterior parietális Br 40-es terület. Az artikulációs kontroll folyamatok helye az agyban a Broca- mező területén található, a frontális lebenyben a bal Br 44-es és a Br 6-os areák a supplementer –és premotoros területek és a jobb cerebellum egy részének működéséhez kapcsolható. A 6-os terület, mind verbális és téri feladatoknál, mind problémamegoldás során aktív.

A 9 és 46-os területek olyan műveletekhez köthetők, melyek a munkamemória tartalmát manipulálják. A téri munkamemória-feladatoknál jellemző a dorzolaterális prefrontális területek aktivizációja. Ahol magas szintű munkamemória működése jellemző, tehát a problémamegoldó feladatoknál a 9-es és 46-os terület mutat megnövekedett aktivációt. A kisagy kognitív folyamatokban betöltött szerepe nem elhanyagolható, valamint a verbális munkamemória működésében a fonológiai hurok frissítés komponensében is jelentős szerepe van (Németh, 2006).

2.2.4 A munkamemória mérési lehetőségei

Számos eljárást dolgoztak ki a munkamemória kapacitás mérésére különböző modellekre kidolgozva, amely a munkamemória más-más komponenseit térképezi fel. Az eljárások mind megegyeznek abban, hogy a tételeket rövid időn belül kell visszamondani, úgy, hogy a bemutatott anyag már nincs jelen. Az emlékezetben tartott elemek száma fokozatosan nő, addig amíg a felidézés pontatlanná válik. A megjegyzendő elemek nem függenek össze egymással, amelynek segítségével ki lehet zárni a hosszú távú emlékezet hatásait. A memóriakapacitást a legtöbb még tökéletesen visszahívott elem számával szokták jellemezni (Németh, 2006).

Számterjedelem-teszt: A számterjedelem-teszttel leggyakrabban a verbális munkamemóriát vizsgálják. A teszt során a vizsgált személynek számsorokat kell megismételnie az elhangzás sorrendjében. Tipikusan fejlődő személyek munkamemória-terjedelme 7 ± 2 elem.

Fordított számterjedelem teszt: A fordított számterjedelem a vizsgálatvezető számokat olvas fel, a számok után 1 másodperces szünetet hagyva. A vizsgálati személynek az a feladata,

hogy a számokat az elhangzás sorrendjével ellentétesen mondja vissza. A verbális információ tárolásán túl az információ manipulációjára is szükség van.

Olvasásterjedelemi teszt: Ez a teszt a komplex munkamemóriát vizsgálja, a feldolgozó és tároló elemeket egyaránt terheli. Remekül bejósolja a szövegmegértési feladatokban elért teljesítményt, ezért népszerű vizsgálati eszköznek számít. Baddeley és Hitch (1986) munkamemória-modelljében a fonológiai hurok és a központi végrehajtó együttesét hivatott mérni.

Álszó-ismétlési teszt: A vizsgált személynek egyre hosszabb, értelmetlen szavakat kell hallás után megismételnie. Az álszavak megegyeznek a személy anyanyelvének fonológiai szerkezetével. Elsősorban a fonológiai tárat terheli ez a feladat.

Hallási mondatterjedelem-teszt: Ez a teszt Daneman és Carpenter nevéhez fűződik. A teszt során a vizsgált személynek el kell döntenie a hallott mondatok igazságtartalmát. Meg kell jegyezniük a mondatok utolsó szavait és ezeket a próba végén az elhangzás sorrendjében megismételni. Ha nem tudja a helyes sorrendet felidézni a vizsgált személy, akkor előről kell kezdeni a feladatot új mondatokkal, összesen háromszor. A végső terjedelmi mutatót a három próba során még helyesen felidézett szavak számának átlaga adja.

Számlálási terjedelem teszt: A teszt előnye, hogy korai életkorban is felvehető, amikor már kialakult a gyermek számlálási képessége, valamint magasabb szintű matematikai képességek hiányában is felvehető, ez olyan személyekre értendő, akik például kimaradtak az iskolai oktatásból. A teszt során a vizsgálati személynek sötétkék köröket és négyzeteket, valamint sárga köröket mutatnak a számítógép képernyőjén. A személyeknek az a feladatuk, hogy egyesével, hangosan számolják meg, hogy hány sötétkék kört látnak a képen, ismételjék meg az utolsó számot és jegyezzék meg. Két kép után vissza kell mondaniuk a megjegyzett számokat a bemutatás sorrendjében. Nem követi semmilyen logikai szabályszerűség azt, ahogy a számok követik egymást, minden szám kettő és nyolc közé esik és egy számsoron belül nincs ismétlődés. Annyi pontot ér el a személy, ahány számot helyesen vissza tudott mondani maximálisan.

Corsi-kocka teszt: A teszt során kilenc darab fakocka található egy fa táblán. A vizsgálati személynek az a feladata, hogy ugyanolyan sorrendben mutasson a kockákra, ahogy azt a vizsgálatvezető tette. A végső terjedelmi mutató az a hosszúság, ahol a négy próbából hármat helyesen tudott visszamutatni.

Hayling-teszt: A Hayling-tesztben a vizsgálati személy hallott ingerekre verbális válaszokat ad, így a vizsgálat megkezdése előtt. A teszt verbális reakcióidők mérésén alapul. A teszt alapvetően a stratégiai előhívás hatékonyságát vizsgálja és meghatározza, hogy átlagosan mennyi többletidőt igényel és automatikusan aktivált válasz előhívásához képest az automatikus válasz gátlása, és egy másik, random válasz előhívása (Kovács, 2014).

2.3. A munkamemória és a nyelv kapcsolata

A munkamemória és a nyelv közötti kapcsolat szoros összefüggésben áll, amely kihat a szótanulásra, a mondatalkotásra és a nyelvi feldolgozásra egyaránt. A munkamemória feladata a folyamatosan zajló kognitív folyamatok és tevékenységek nyomon követése, miközben képes elnyomni az irreleváns zavaró információkat is (Oberauer, Süß, Wilhelm, & Wittman, 2003). Kapacitása és terhelése a különböző feladatok újszerűségétől, egyszerűségétől és a végrehajtásuk környezetétől függ. A munkamemória elősegíti a nyelvi információk ideiglenes tárolását és kezelését, ami elengedhetetlen az új szavak elsajátításához és aktív használatához. A mondatalkotás során lehetővé teszi a grammatikai szerkezetek és a szavak közötti kapcsolatok fenntartását, figyelembe véve a szövegkörnyezetet. A feldolgozási szinten pedig a munkamemória korlátai befolyásolják, hogy mennyire tudjuk követni a mondatokban található információkat, különösen bonyolultabb és hosszabb mondatok esetén. A munkamemória kapacitása változhat az egyes feladatok újdonsága és nehézsége szerint. Ha egy nyelvi feladat túlságosan komplex vagy eltér a megszokottaktól, a munkamemória terhelése megnő, ami zavaró tényezőkhöz vezethet, és akadályozhatja a megfelelő információk megértését és feldolgozását. Emellett a szövegkörnyezet és a korábbi tapasztalatok is meghatározó szerepet játszanak abban, hogy mennyire hatékonyan tudjuk használni a munkamemóriánkat a nyelvi tevékenységek során.

Just és Carpenter (1992) kapacitáselméletének kiindulópontja az, hogy a nyelvfeldolgozás egyéni különbségei mögött nem feltétlenül a nyelvi tudásbeli eltérések állnak, hanem a munkamemória, amely egy korlátozott kapacitású feldolgozó és tároló rendszer. A kapacitáselmélet szerint a nagyobb terjedelmű munkamemóriával rendelkező személyek megértési feladatokban azért teljesítenek jobban, mint a kisebb terjedelművel rendelkezők, mert több erőforrás áll a rendelkezésükre, hogy felépítsenek és megértsenek egy mondat szerkezetet, így több lehetséges értelmezést is tudnak a fejükben tartani a mondatfeldolgozás folyamata során (Turi Zs., Németh D. & Hoffmann I., 2014).

Kezdetben még egy vagy két betű megtanulása vagy a betűformák és nevek elsajátítása is teljes figyelmet igényelhet, ami potenciálisan az összes munkaképességet igényli és nem engedi, hogy más ingerekre koncentráljunk. Végül azonban az ismétlődő gyakorlás automatizmusához vezet és ez lehetőséget ad arra, hogy a figyelem fókuszát más tevékenységekre is áthelyezzük, ilyen például az osztálytárs bökdösése. Ha egy lexéma új vagy ritkán fordul elő, akkor nagyobb figyelmet igényel a lekérdezése, míg a gyakran előhívott lexémák esetében a feldolgozás során kevesebb figyelmet igényelnek. Tehát elmondhatjuk, hogy az egyszerű feladatok, amelyek könnyen hozzáférhető reprezentáció lekérdezését igénylik, alacsonyabb munkamemóriát igényelnek, mint a többszörös előhívást igénylő összetett feladatok (Archibald, 2017).

Az az elképzelés, hogy az összetett feladatok magasabb munkamemória-terhelést jelentenek, az alkalmazható arra is, hogy azok a feladatok, melyek több nyelvi elemet igényelnek, mint például a szóbeli viták vagy az esszéírás, nagyobb munkamemória megterhelést követelnek. Ezen kívül, a feladatok kontextusa is befolyásolja mindig a teljesítményt. Ilyen lehet, például a feladatok közbeni problémamegoldás, a konkurens ingerek aktív gátlása vagy az időbeli korlátok között történő teljesítés. Amennyiben ezek a további feladatkomponensek a munkamemória erőforrásait igénylik vagy korlátozzák, a nyelvi teljesítményi zavart szenvedhet. Fontos, hogy még a viszonylag elszigetelten, a munkamemória egyéb igénybevételének alacsony szintjén pontosan elvégzett nyelvi feladatok is károsodhatnak nagy munkamemória-terhelés mellett. Így például rohanás közben a gyerekek nehezebben tudnak elvégezni olyan feladatokat, amelyeket egyébként viszonylag könnyen végrehajtanak. A fentebb leírtak szerint a munkamemóriát úgy tekintjük, mint egy erőforrást, amely támogatja a kognitív képességeket, hogy számos összetett munkafolyamatban vegyünk részt, beleértve a nyelvtanulást is (Archibald, 2017).

2.3.1. A fonológiai hurok és a nyelv kapcsolata

A fonológiai huroknak fontos szerepe van a szókincs növekedésben és magának az anyanyelvnek az elsajátításában is (Gathercole és Adams, 1993, 1994; Gathercole és Baddeley, 1989; Service és Kohonen, 1995; Racsomány és mtsai, 2001; Racsomány, 2004). Gathercole, Willis, Emslie és Baddeley (1992) feltárták ennek egyik lehetséges működési mechanizmusát: amikor új szót tanulunk, a fonológiai hurok fenntartja az új szó reprezentációját, míg létrejön az azzal kapcsolatos tartós emléknym. Ennek nem csupán az anyanyelvünk szavainak elsajátításánál van fontos szerepe, hanem az idegen nyelvek

tanulásánál is (Hummel, 2002; Sanz, 2005). Service (1992) kilenc- tíz éves finn anyanyelvű gyerekekkel végzett kísérletében azt találta, hogy az álszóismétlési feladatban nyújtott teljesítmény jó bejósolója az idegen nyelv elsajátításának.

Gray (2004) tanulmányozta, hogy a fonológiai hurok korlátozza-e az új szavak tanulását, azonban a vizsgálata során, mely kiterjedt a nyelvfejlődési zavarok és a tipikusan fejlődő gyermekek egy-egy csoportjára, az az eredményt kapta, hogy a fonológiai hurok hiánya nem korlátozza az NYFZ-vel rendelkező gyermekek szótanulását.

Két különböző lehetőség létezik, amelyek megmagyarázhatják a Gray (2004) által jelentett összefüggés hiányát. Először is, a specifikus nyelvi zavarban szenvedő gyermekek heterogén populációt képviselnek. Sok NYFZ-s gyermek számára a szókincs relatív erőt jelent (Leonard, 1998). Az NYFZ-csoport pontszámainak vizsgálata a Gray tanulmányban feltárta, hogy az NYFZ csoport a normál határokon belül teljesített a Peabody Picture Vocabulary Test-en, a receptív szókincs tudásának indexén. Ezenkívül nem minden NYFZ-ben szenvedő gyermeknek vannak memóriaproblémái (Archibald & Joanisse, 2009). A korreláció hiánya összhangban áll azzal a lehetőséggel, hogy az NYFZ csoportnak, bár alacsonyabb szótanulási pontszámokat ért el, mint kortársai, nem volt jelentős lexikális vagy fonológiai hurok deficitje. Alternatív megoldásként Gathercole (2006) nemrégiben módosította az eredeti fonológiai hurok hiányhipotézist. Azzal érvelt, hogy a fonológiai hurok hiánya önmagában nem elegendő ahhoz, hogy nyelvi problémákat okozzon (Montgomery, Magimairaj & Finney, 2015).

Gathercole (2006) szerint az a képesség, mellyel a fonológiai formákat a munkamemóriában kódoljuk és tároljuk, nagyon fontos az új szavak létrehozása folyamán a nyelvelsajátítás korai szakaszában, mind az anyanyelvi, mind az idegennyelv tanulása során. Tekintettel a fonológiai anyag rövid ideig tartó tárolására a munkamemóriában és a szókincs tanulása közötti szoros összefüggésre, jelentős érdeklődés övezi a fonológiai hurok tárolási hiányosságai következményének vizsgálatát. Az ilyen hiányosságok a nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek egyik jellemzője és egyedi tényezője is lehet, ugyanis a közelmúltban megállapították, hogy az autizmus spektrum zavarral és másodlagosan nyelvi zavarral küzdő gyermekek és az NYFZ-s gyermekek között talált elsődleges különbség az utóbbi csoportban a fonológiai munkamemória deficitje volt (Hill, van Santen, Gorman, Langhorst & Fombonne, 2015). Ugyancsak a fonológiai tárolás, de nem a feldolgozási terhelés hiányosságai különböztették meg az alacsony nyelvi készségekkel rendelkező és az alacsony nyelvi készségekkel nem rendelkező gyermekeket a kifejezetten vagy tárolást, vagy a

feldolgozást variáló feladatokban (Archibald & Harder-Griebeling, 2015). Bár néhány korai fonológiai tárolási hiányossággal rendelkező gyermekről megállapították, hogy évekké később az életkoruknak megfelelő szókincskészséggel rendelkeznek, a fonológiai memória hiányosságaival társuló, de azok nélkül nem létező szókincsbeli gyengeségek jelentős öröklődést mutattak (Peterson, Pennington, Samuelsson, Byrne & Olson, 2013). Ezek az eredmények együttesen egyértelműen arra utalnak, hogy kapcsolat van a fonológiai információk munkamemóriában való tárolása és a szótanulás között, különösen a szókincs elsajátításának korai szakaszában. Arra utalnak továbbá, hogy néhány, de nem minden nyelvi károsodás fonológiai tárolási hiányosságokkal jár együtt (Archibald, 2017).

A fonológiai hurok a szintaktikai fejlődésre is hatással van. Adams és Gathercole (2000) megállapították, hogy a gyermekeknél szoros összefüggés van a szintaktikai feladatokban nyújtott eredmények és a verbális munkamemória teszteken elért eredmények között. Akik magasabb pontszámokat érnek el ezeken a teszteken, azok szintaktikailag komplexebb kifejezéseket képesek létrehozni. Speidel (1993) ezt azzal magyarázta, hogy ezek a gyermekek tovább képesek megőrizni a felnőttek által használt kifejezéseket és így azok későbbi életszakaszokban is aktiválódnak saját közléseik megformálásánál. A verbális munkamemória terjedelemnek tehát nagy szerepe van a szókincs elsajátításában és más hosszú távú fonológiai reprezentációk létrehozásában (Racsmány és mtsai, 2005).

A fonológiai huroknak az olvasástanulásban is jelentős szerepe van. Olyan gyermekeknél is megjelenhetnek olvasási problémák, akik jól szituált helyzetből érkeznek. Egyes kutatók rámutattak, hogy ezek hátterében a fonológiai hurok áll, azonban az nem egyértelmű, hogy az olvasásfejlődési deficitért az emlékezet, a fonológiai manipuláció vagy egy harmadik tényező tehető felelőssé. Ezeken kívül megállapítható az is, hogy az olvasástanulás javítja az emlékezeti terjedelmet és a fonológiai teljesítményt, amik pedig tovább növelik az olvasási teljesítmény színvonalát. Perfetti és Goldman (1976) jól és rosszul olvasó gyermekeket vizsgáltak és megállapították, hogy nem lehet közvetlenül befolyásolni az olvasási színvonalat az emlékezeti terjedelem alapján, azonban a fonológiai hurok csak akkor kerül előtérbe, amikor elkezdődik az olvasástanulási folyamat és az egyéni különbségek hátterében a központi végrehajtó komponensei állnak (Racsmány és mtsai, 2005).

3. A kutatás bemutatása

3.1 A kutatás célja, hipotézisei

Jelen kutatás célja, hogy a nyelvfejlődési zavart mutató gyermekek munkamemóriaműködését feltérképezsem, hogy összevessem tipikus fejlődésű társaikkal. A munkamemória alterületeit figyelembe véve és továbbra is a tradicionális modellt követve, a fonológiai hurkot, a téri-vizuális vázlattömböt, az epizodikus puffert és a központi végrehajtó működését mértem fel.

Kutatásom során az alábbi hipotéziseket vizsgáltam:

1. Azt feltételezem, hogy a nyelvfejlődési zavarral küzdő csoport gyengébben fog teljesíteni a fonológiai hurok működését mérő feladatokban, mint tipikusan fejlődő társaik (Archibald, 2017; Mészáros & Kas, 2008; Montgomery, Magimairaj & Finney, 2015; Fehérné, Kas & Sós, 2018).
2. Azt feltételezem, hogy a központi végrehajtó fejlettségét vizsgáló tesztekben is szignifikáns eltérést mutat a célcsoport eredménye a kontrollcsoporttól (Mészáros & Kas, 2008; Racsmány és mtsai, 2005).
3. Azt feltételezem, hogy az epizodikus puffert vizsgáló altesztben nem lesz különbség a két csoport teljesítménye között (Archibald & Harder-Griebeling, 2015).
4. Azt feltételezem, hogy a téri-vizuális vázlattömb felmérése során sem lesz különbség a nyelvfejlődési zavarral küzdő és a tipikusan fejlődő gyermekek között (Paivio, 1969).

3.2 A kutatás módszertana

3.2.1 A kutatás résztvevői

A kutatásban két csoport vett részt. A célcsoportot 9-13 év között nyelvfejlődési zavart mutató gyermekek (rövidítve: NYFZ) (életkori átlag = 11,20, SD = 0,8), a kontrollcsoportot pedig életkorban illesztett tipikusfejlődésű gyermekek adták (rövidítve: TF) (életkori átlag = 10,20, SD = 1,6). Az egyes csoportokat 10-10 gyermek (7 lány, 13 fiú) alkotta. A vizsgált gyermekek átlagos nonverbális intelligenciaszinttel (dokumentum elemzés) rendelkeznek és a szocioökonómiai státuszukat (lásd:1.melléklet) tekintve középosztályhoz tartoznak. A nyelvfejlődési zavart mutató gyermekek Szakértői Bizottság által kiállított szakértői véleménnyel rendelkeznek, melyben megállapították a nyelvfejlődési zavar meglétét.

3.2.2 A kutatási eljárások

A csoportok megalkotása során a dokumentum elemzés mellett a szocioökonómiai kérdőívet használtam a hátrányos helyzet kizárására. A hátrányos helyzet kizárására azért van szükség, mert befolyással lehet a munkamemória fejlődésére. A gyermekek szüleivel/gondviselőivel egy saját kidolgozású szocioökonómiai kérdőívet töltettem ki, amely a mellékletek között megjelenik. Ebben a kérdőívben a kitöltő nyilatkozik a szülő/gondviselő legmagasabb iskolai végzettségéről és a munkavállalásukról, valamint arról, hogy rendelkeznek-e rendszeres munkával.

A vizsgálati eljárások során a Verbális fluenciatesztet (Mészáros, Kónya & Kas, 2013) és a Magyar Mondatutánmondási tesztet (MAMUT-R) (Kas & Lukács, 2011) alkalmaztam a tipikusan fejlődő gyermekek körében a nyelvi érintettség kizárása érdekében. A MAMUT-R során a növekvő hosszúságú és változó szerkezeti komplexitású mondatok azonnali visszaismétlésén keresztül figyeljük meg a gyermek szintaktikai fejlettségét. A teszt öt különböző mondatípust tartalmaz. Vizsgálatom során a Magyar Mondatutánmondási teszt rövid változatát használtam, mely 10 mondatból áll. A feladat nyelvi anyagának összeállítása lehetővé teszi a verbális rövid távú emlékezeti terjedelem és a szintaktikai komplexitás hatásának egymástól független felmérését. A verbális fluenciatesztnek két típusa létezik. A fonémafluencia során a gyermeknek az adott kezdőhanggal szavakat kell gyűjtenie, míg a kategóriafluencia feladatban egy adott szemantikai kategóriában kell a szóaktivizációt létrehozni.

Ezen kívül a MAMUT- magyar munkamemória tesztet használtam (Kovács, 2014), mely több szubtesztet tartalmaz alrendszerre lebontva és melyeket az *1. számú táblázat* foglal össze. Figyelembe kell venni ezeknek a teszteknek az értékelésénél, hogy olyan pontozási rendszert alkalmaz, amely a felidézett sorozat egésze helyett az egyes számjegyek helyességét veszi figyelembe, és az instrukciók hangsúlyozottan kiemelik, hogy a nem tökéletesen felidézett sorozatok is pontot érnek. A táblázatban szereplő teszteket a *2.3. alfejezetben* ismertettem.

A fentebb említett kutatást 2023. február és 2024 szeptember között végeztem el. A kutatási adatok feldolgozása Dr. Kovács Gábor által kidolgozott program segítségével történt, melyet a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatott. A Magyar Mondatutánmondási teszt, valamint a Verbális fluenciateszt saját értékelés alapján történt.

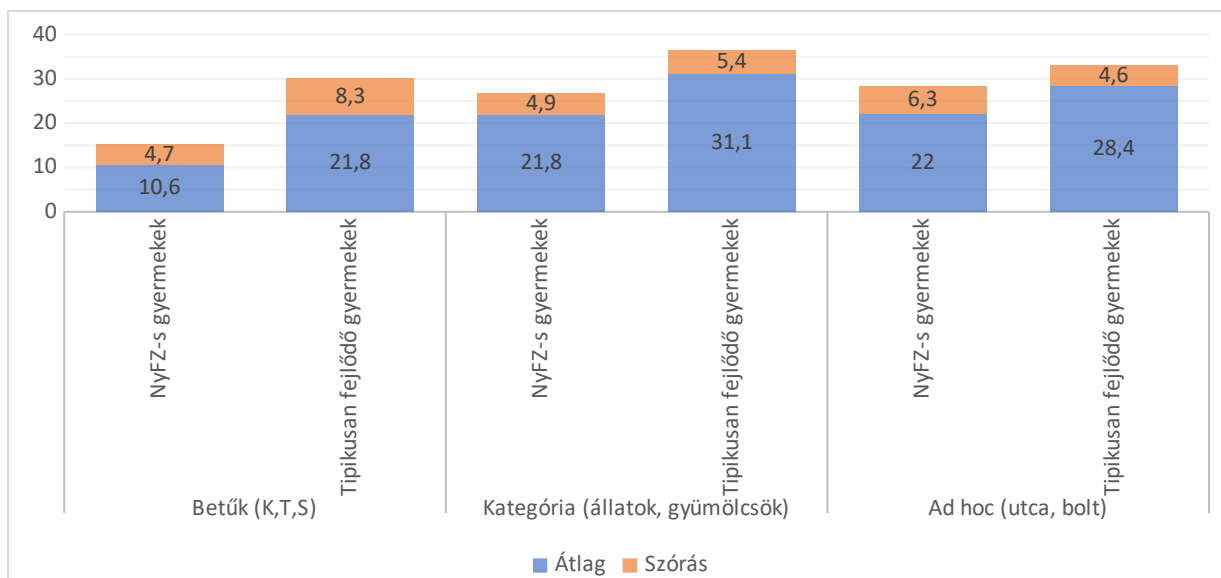
3.3 Az eredmények ismertetése

A vizsgálati eredmények leírásakor a következő sorrendet követem. Elsőként áttekintjük a MAMUT-R és Verbális Fluenciateszt eredményeit, annak érdekében, hogy lássuk a tényleges nyelvi különbséget a két csoport között. Ezután ismertetem a vizsgált csoportok MAMUT-magyar munkamemória tesztben nyújtott eredményeit szubtesztenként, átlag- és szórásértékeket megadva, majd statisztikai próbával összehasonlítjuk az eredményeket. Végül megvizsgáljuk a kutatás hipotéziseit.

3.3.1 A Magyar Mondatutánmondási és Verbális Fluenciateszt

A Magyar Mondatutánmondási teszt (MAMUT-R) eredménye alapján a tipikusan fejlődő gyermekek mind a 10 mondatot hibátlanul visszaismételték, így az átlag pontszám 10. A nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek átlag pontszáma azonban 4,5. A leggyakoribb hibák, melyek előfordultak az egyszerű mondatok esetében, hogy kihagytak szavakat, szintaktikai elemeket, mellékmondatok esetében tartalmi rekonstrukciót produkáltak.

A Verbális fluenciateszt eredményeinek értékelését a 1. ábrán szemléltetem. A nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek fonémafluencia-feladatban átlagosan 10,6 pontot teljesítettek, míg a kategóriafluencia-feladatban 21,8-al. Ezzel szemben tipikusan fejlődő társaik a betűfluencia-feladatban 21,8 átlaggal, a kategóriafluencia-helyzetet pedig 31,2-vel hajtották végre. Ebből az eredményből láthatjuk, hogy az NYFZ-s gyermekek gyengébben teljesítettek mindkét feladatrészen. Szórásukat tekintve sem a tipikusan fejlődő gyermekeknek, sem a nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekeknek nem sok a különbség az egyéneket tekintve. A tipikusan fejlődő csoportnál a betűfluencia-helyzetben 8,3 a szórás, míg a nyelvfejlődési zavarral küzdő társaiknak 4,7, tehát a tipikusan fejlődő gyermekeknél majdnem kétszer annyi volt az eltérés. A kategóriafluencia-feladatot tekintve a nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek 4,9 átlagosan, ezzel szemben a tipikusan fejlődő csoportnak pedig 5,4. Az ad hoc feladatot tekintve a nyelvfejlődési zavarral küzdő csoport átlagosan 22 pontot szerzett, mely eredmény sokkal közelebb áll a tipikusan fejlődő csoporthoz, ami 28,4. A három kategóriát tekintve az NYFZ-s gyermekek az ad hoc fluencia feladatban teljesítettek a legjobban. A két teszt eredményei alapján láthatjuk a tényleges nyelvi különbséget és kizárhatjuk a tipikusan fejlődő gyermekek körében a nyelvi érintettséget.

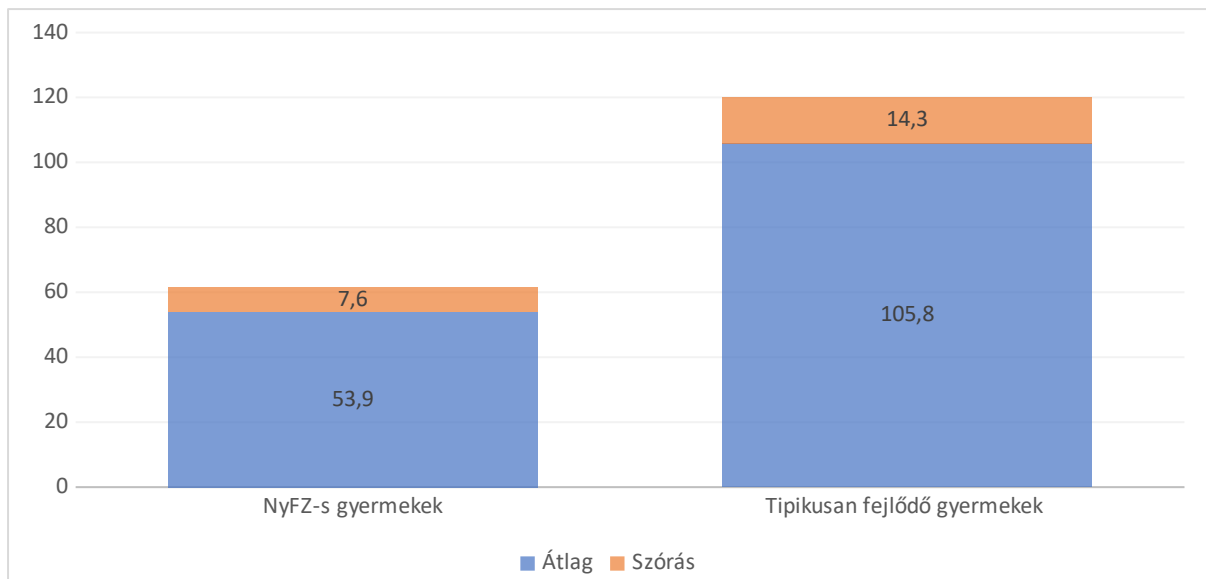


1. ábra. Verbális Fluenciateszt eredményei

3.3.2 MAMUT- magyar munkamemória teszt

Fonológiai hurok:

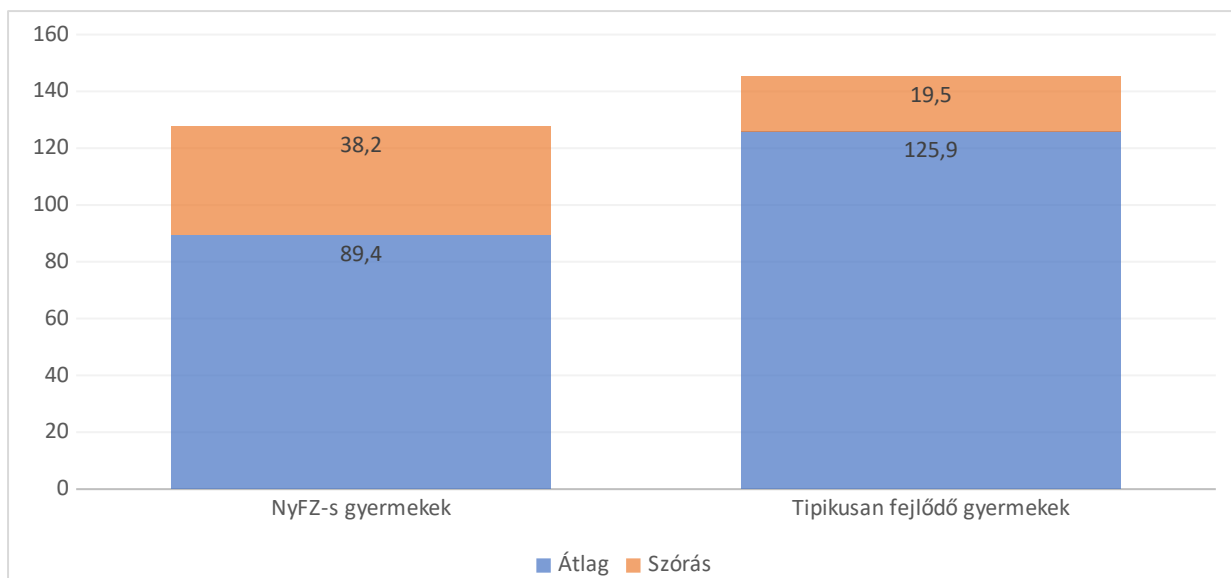
A fonológiai hurkot mérő feladat eredményei a 2. ábrán láthatók, melyben számottevő eltérés volt kimutatható a két csoport között. A nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek 53,9, míg a tipikusan fejlődő gyermekek 105,8 értéket értek el. Az eredmények szórását tekintve a tipikusan fejlődő gyermekeknél nagyobb mértékben térnek el az eredmények egyénenként, míg a nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekeknél kevésbé látható eltérés. Láthatjuk, hogy a célcsoportnál a szórás 7,6, míg a kontrollcsoportnál 14,3. A statisztikai próbán, mind az egyszélű $p = 0,0000000769$, mind a kétszélű $p = 0,00000001538$ értékei jelentősen kisebbek a szokásos szignifikanciaszinteknél (0,05), így megállapítható, hogy az eredmény szignifikáns.



2. ábra. Álszóteszt eredményei

Téri-vizuális vázlattömb:

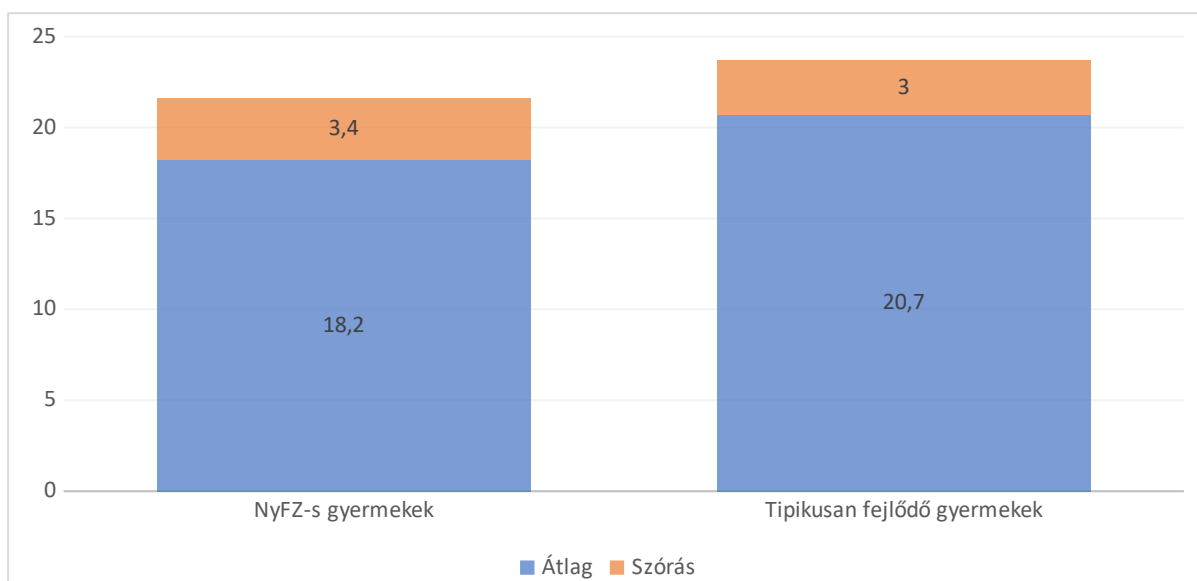
A téri-vizuális vázlattömb kapacitását mérő feladatban az NYFZ-t mutató gyermekek 89,4 pontot értek el, míg a tipikusan fejlődő gyermekek 125,9-et. A két eredmény között nem olyan nagy mértékű az eltérés, mint a fonológiai hurok kapacitását mérő szubtesztben, azonban a nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek körében sokkal magasabb számú a szórás értéke, ami 38,2, mint a tipikusan fejlődő gyermekeknél, ami pedig 19,5. Így tehát megállapíthatjuk, hogy a célcsoportnál sokkal nagyobb az eltérés az értékeket tekintve, mint a kontrollcsoportnál. A statisztikai próbában, mind az egyszélű $p = 0,011$, mind a kétszélű $p = 0,023$ értékei kisebbek a szokásos szignifikanciaszinteknél (0,05), így megállapítható, hogy az eredmény szignifikáns.



3. ábra. Corsi-teszt eredményei

Epizodikus puffer:

Az epizodikus puffer felmérésénél, amely funkciója szerint kapcsolatban áll a központi végrehajtóval és a két alrendszerrel egyaránt, a két csoport eredményei közel azonos értéket mutatnak, mind az átlag, mind a szórás tekintetében. A tipikusan fejlődő csoport 20,7, míg a nyelvfejlődési zavarral küzdő csoport 18,2 értéket értek el. Szórásukat tekintve az NYFZ-s gyermekek értéke 3,4 és a tipikusan fejlődő gyermekeké pedig 3. A statisztikai próba során, mind az egyszélű $p = 0,057$, mind a kétszélű $p = 0,115$ értékei nagyobbak a szokásos szignifikanciaszinteknél (0,05), így megállapítható, hogy az eredmény nem szignifikáns.

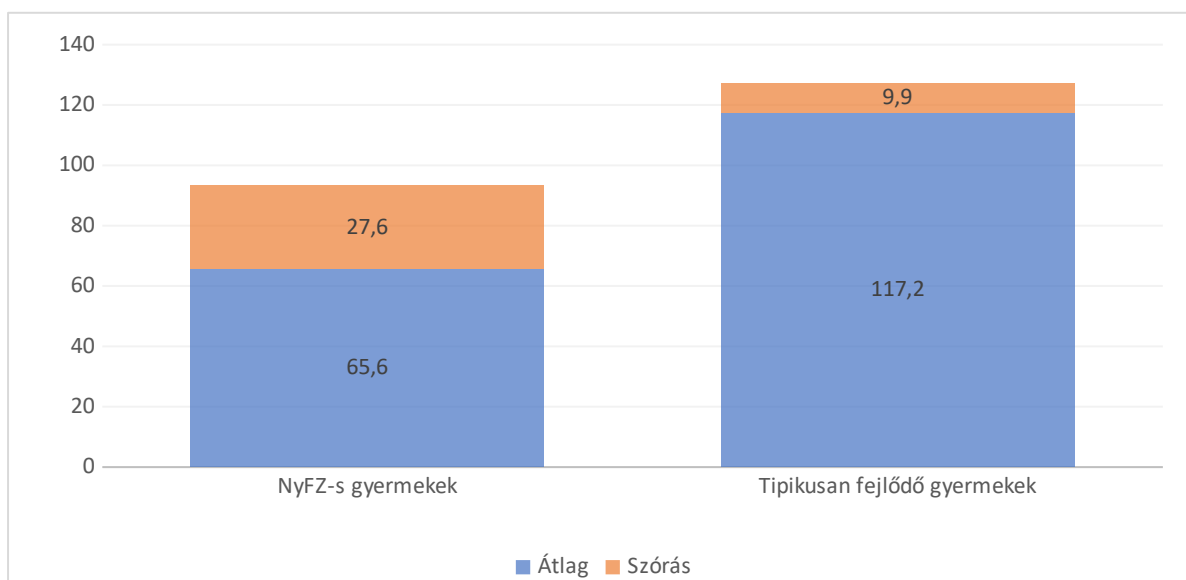


4. ábra. „Formák és nevek” teszt eredményei

Központi végrehajtó:

A központi végrehajtó működését több szubtesztel is megvizsgáltam, melyeket egyesével kifejték, annak érdekében, hogy jobban átlássuk ennek működését és összetettségét.

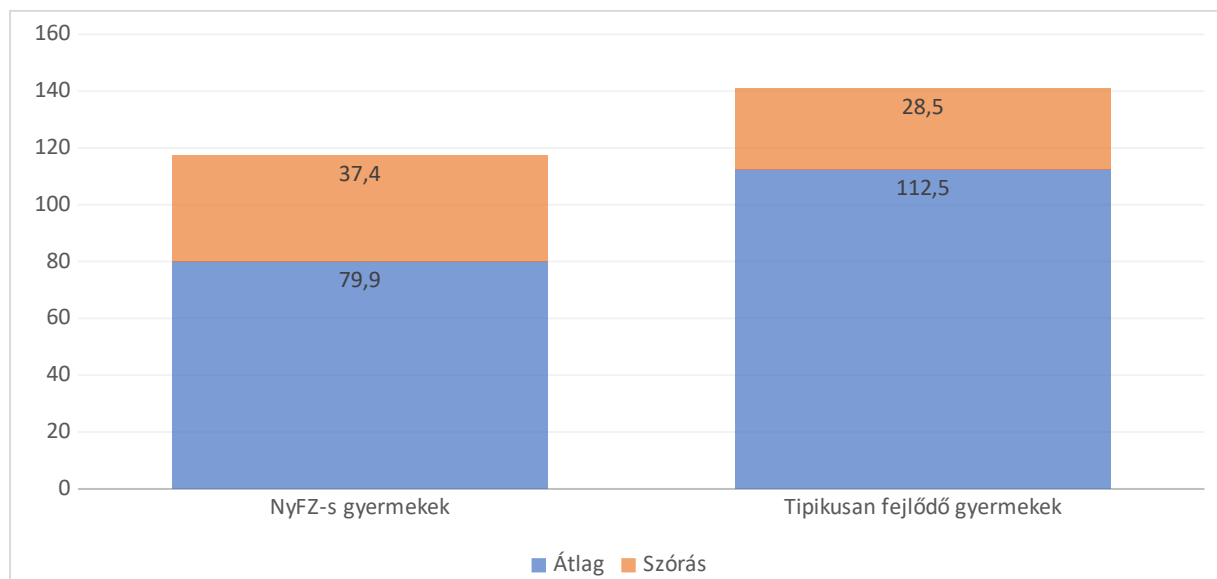
A fordított számterjedelem teszt a verbális információ tárolásának és feldolgozás koordinációjának a hatékonyságát méri. Ebben a feladatban a tipikusan fejlődő gyermekek 117,2 értéket értek el átlagosan, míg az NYFZ-s gyermekek 65,6-ot. A szórás alapján megállapítható, hogy a tipikusan fejlődő gyermekek közel hasonló eredményeket értek el, mert szórásuk 9,9. Ezzel szemben a nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek szórása 27,6, amely nem olyan nagy mértékű, mint a Corsi-tesztben, azonban elég jelentős az eltérés. A statisztikai próba során, mind az egyszélű $p = 0,0001$, mind a kétszélű $p = 0,0002$ értékei jelentősen kisebbek a szokásos szignifikanciaszinteknél (0,05), így megállapítható, hogy az eredmény szignifikáns.



5. ábra. Fordított számterjedelem teszt eredményei

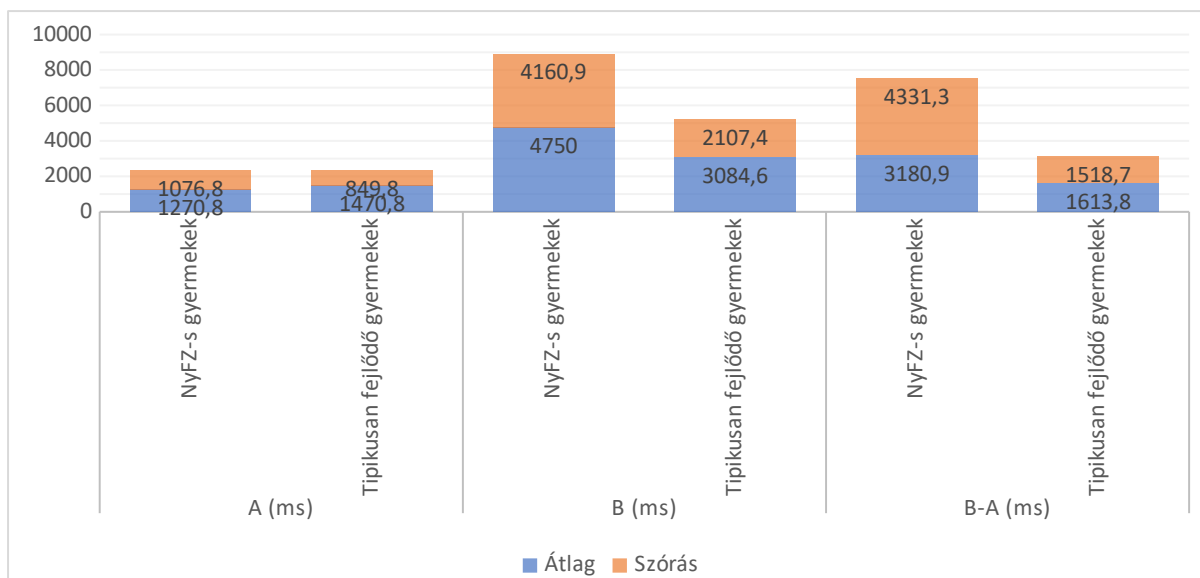
A 6. ábrán a fordított lokációterjedelem nevezetű szubteszt eredményei láthatók. Ez a szubteszt a téri-vizuális tárolás és feldolgozás koordinációjának a funkcióját méri. Ez alapján megállapítható, hogy a nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek értéke 79,9 és a tipikusan fejlődő gyermekeké 112,5. A szórást megfigyelve azonban láthatjuk, hogy a nagy mértékű eltérés a csoportokon belül jellemző mind a két csoportra, mert az NYFZ-s gyermekeknél a szórás 37,4, mely megközelíti a Corsi-tesztben elért szórás, a tipikusan fejlődő gyermekek körében pedig 28,5. A statisztikai próba során, mind az egyszélű $p = 0,021$, mind a kétszélű p

= 0,042 értékei kisebbek a szokásos szignifikanciaszinteknél (0,05), így megállapítható, hogy az eredmény szignifikáns.



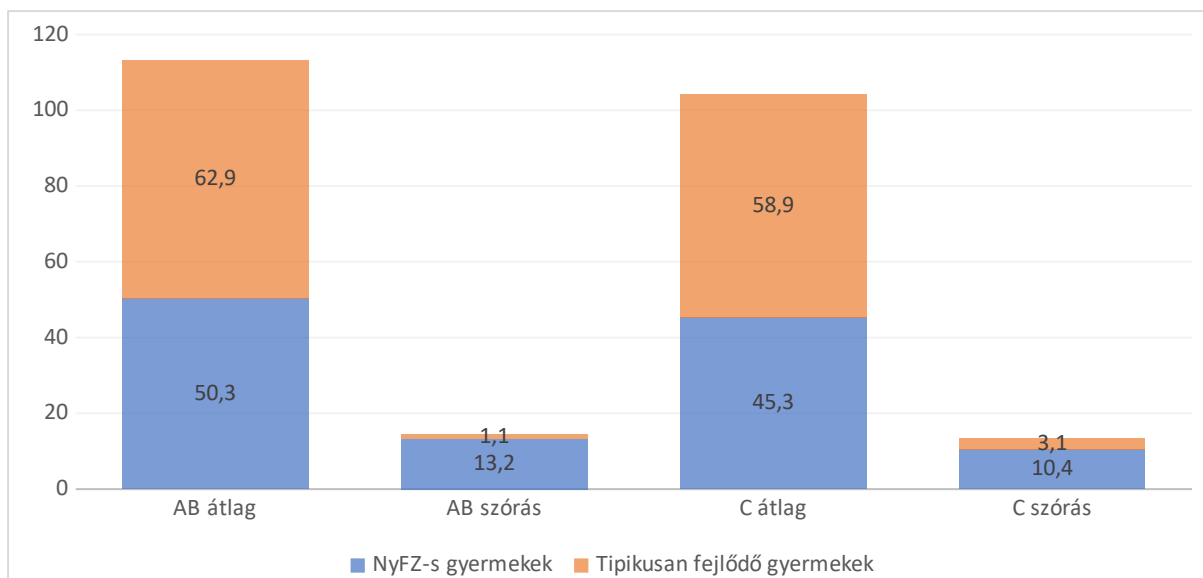
6. ábra. Fordított lokációterjedelem teszt eredményei

A Hayling-tesztel a központi végrehajtó hosszú távú emlékek stratégiai előhívásának a funkcióját mértem le. Az eredmények alapján a tipikusan fejlődő gyermekek 1470,8 ms alatt teljesítették az automatikusan aktivált válasz tesztreszt, melyet az ábrán „A”-val jelöltem. Az automatikus válasz gátlása során, melyhez szükség volt egy random válasz előhívására, azonban kétszer olyan lassabban tudtak választ adni, mely 3084,6 ms alatt történt. Ezt az ábrán „B”-vel jelöltem. A nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek az „A” tesztresznél 1270,8 ms alatt teljesítettek, míg a „B” tesztreszt sokkal több idő alatt, 4750 ms alatt végezték el. Míg az automatikus válaszadásban gyorsabban reagáltak, addig a válaszok gátlásában sokkal lassabban, amely jelezheti azt, hogy a stratégiai előhívás képessége nem éri el a tipikusnak megfelelőt. A szórás ebben az esetben is tág mindkét csoportban, ez nagyban függ a gyermek egyéni képességétől. Az „A” tesztreszt statisztikai próbája során, mind az egyszélű $p = 0,417$, mind a kétszélű $p = 0,835$ értékei nagyobbak a szokásos szignifikanciaszinteknél (0,05), így megállapítható, hogy ebben a részben az eredmény nem szignifikáns. A „B” tesztreszt statisztikai próbája alapján, mind az egyszélű $p = 0,151$, mind a kétszélű $p = 0,303$ értékei jelentősen nagyobbak a szokásos szignifikanciaszinteknél (0,05), így megállapítható, hogy ez az eredmény sem szignifikáns.

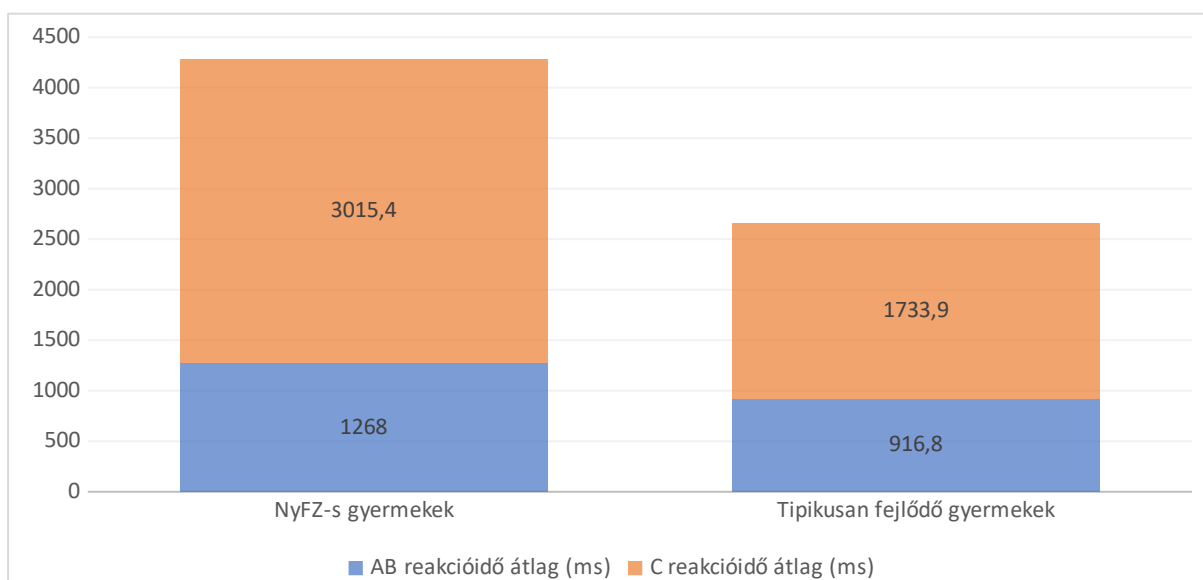


7. ábra. Hayling-teszt eredményei

A „Számok és betűk” teszt segítségével a feladatok közötti váltás képességét mértem fel. A teszt két részből állt. Az első rész a feladatváltás nélküli rész, amely során először a számokat, majd a betűket kellett megfigyelni. A 8. ábrán ezt A és B-vel jelöltem, míg a C a feladatváltásos próbákat mutatja. A tipikusan fejlődő gyermekek 62,9 értéket értek el átlagosan a feladatváltás nélküli részben, ezzel szemben a nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek 50,3-at. A feladatváltásos próbákban mindkét csoport alacsonyabban teljesített. Az NYFZ-s csoportnak 45,3 az itemszáma, míg a tipikusan fejlődő csoporté pedig 58,9. A szórást tekintve a tipikusan fejlődő gyermekek körében sokkal kevesebb az eltérés az egyes egyének között, mint a nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek körében. Ha megtekintjük a 9. ábrát, akkor láthatjuk azt is, hogy a feladatváltásos feladatnál mindkét csoportnak nagyobb volt a reakcióideje, mint a feladatváltás nélküli próbákban. A tipikusan fejlődő gyermekek átlagos reakcióideje 916,8 ms volt az AB feladatnál, ezzel szemben a C feladattípusnál majdnem megközelítette a dupláját az 1733,9 ms-os eredményével. A nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek a feladatváltás nélküli feladatban 1268 ms alatt teljesítettek, azonban a feladatváltásos próbát több mint a duplája alatt teljesítették, azaz 3015,4 ms alatt. A feladatváltás nélküli statisztikai próba során, mind az egyszélű $p = 0,009$, mind a kétszélű $p = 0,018$ értékei nagyobbak a szokásos szignifikanciaszinteknél (0,005), így megállapítható, hogy az eredmény nem szignifikáns. Ennek ellenére a feladatváltásos statisztikai próbán mind az egyszélű $p = 0,001$, mind a kétszélű $p = 0,003$ értékei kisebbek a szokásos szignifikanciaszinteknél (0,05), így megállapítható, hogy az eredmény szignifikáns.



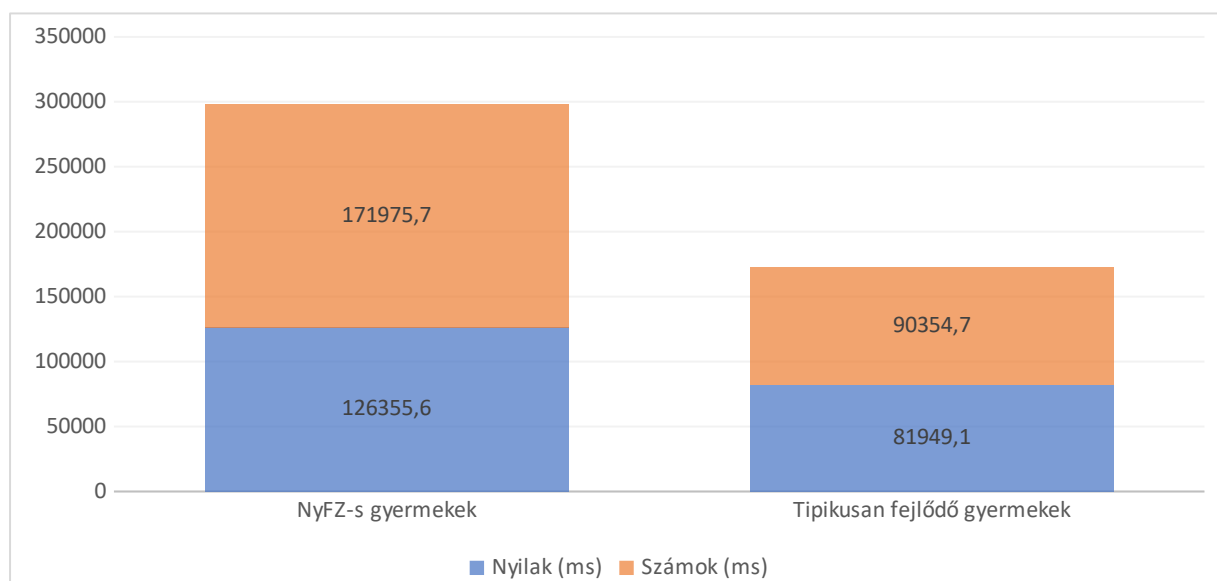
8. ábra. „Számkok és betűk” teszt eredményei



9. ábra. „Számkok és betűk” teszt reakcióideje

A Numerikus Stoop-teszt eredményei a 10. ábrán láthatók. Ezzel a szelektív figyelmet, valamint az egyén céljai szempontjából releváns információk kiválasztását és az irreleváns zavaró információk gátlásának képességét mértem fel. A nyilak próbán az ingerek nem tartalmaznak zavaró információt, míg a számok próbán az ingereket a zavaró információval együtt mutattam be. Látható, hogy a tipikusan fejlődő gyermekek a nyilak feladatban 81949,1 ms alatt teljesített, a számok feladatban pedig 90354,7 ms alatt. A nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek ezzel szemben a számok próbán 171975,7 ms alatt és a nyilak próbán 126355,6 ms alatt teljesítettek átlagosan. Ha a különbséget megfigyeljük, akkor átlagosan magasabb a nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek időkülönbsége, amely 45620,1 ms, mint

a tipikusan fejlődő gyermekeké, amely 8405,6 ms. A magasabb időkülönbség azt jelzi, hogy a központi végrehajtó nem képes hatékonyan gátolni az irreleváns információ feldolgozását, ezzel szemben az alacsony időkülönbségnél a gátlófunkció hatékonyan működik, tehát a központi végrehajtó képes tisztán elkülöníteni a releváns információt, míg az irreleváns csak elenyésző mértékben zavarja. A nyilak statisztikai próba során, mind az egyszélű $p = 0,015$, mind a kétszélű $p = 0,031$ értékei kisebbek a szokásos szignifikanciaszinteknél (0,05), így megállapítható, hogy az eredmény szignifikáns. A számok statisztikai próba során pedig, mind az egyszélű $p = 0,005$, mind a kétszélű $p = 0,011$ értékei jelentősen kisebbek a szokásos szignifikanciaszinteknél (0,05), így megállapítható, hogy az eredmény szignifikáns.



10. ábra. Numerikus-Stroop teszt eredményei

3.4 A kutatás hipotéziseinek áttekintése

1. Azt feltételelem, hogy a nyelvfejlődési zavarral küzdő csoport gyengébben fog teljesíteni a fonológiai hurok működését mérő feladatokban, mint tipikusan fejlődő társaik (Archibald, 2017; Mészáros & Kas, 2008; Montgomery, Magimairaj & Finney, 2015; Fehérné, Kas & Sós, 2018).

A saját eredményeim alapján láthatjuk, hogy a nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek sokkal gyengébben teljesítettek a tipikusan fejlődő gyermekeknél. Annak ellenére, hogy az egy-két szótagból álló logatomok reprodukciójára a kontrollcsoporttal megegyező szinten képesek, azonban az ennél hosszabb hangsorok esetében a teljesítményük visszaesett. A statisztikai próba pedig bebizonyította, hogy a feltételezésem helyt áll és szignifikáns eltérés mutatható ki a célcsoport és a kontrollcsoport álszóteszt eredményei között. Ezáltal ez az

eredmény is alátámasztja, hogy az NYFZ egy kimagasló jellemzője a fonológiai hurok gyengesége.

2. Azt feltételezem, hogy a központi végrehajtó fejlettségét vizsgáló tesztekben is szignifikáns eltérést mutat a célcsoport eredményei a kontrollcsoporttól (Mészáros & Kas, 2008; Racsmány és mtsai, 2005).

A saját eredményeim alapján láthatjuk, hogy a különböző központi végrehajtó fejlettségét vizsgáló szubtesztek eredményeiben az NYFZ-s gyermekek gyengébben teljesítettek, mint tipikusan fejlődő társaik. A fordított számterjedelem tesztben a statisztikai próba segítségével megállapítottam a szignifikáns eltérést, ahogyan a fordított lokációterjedelem tesztben is. A Haylin-teszt során az automatikusan aktivált válasz és a válasz gátlása során sem mutatható ki szignifikáns eltérés a célcsoport és kontrollcsoport között. A Numerikus Stoop-tesztben a statisztikai próba azt mutatja, hogy az irreleváns reakciók gátlásához sokkal több idő kell a célcsoportnak, mint a kontrollcsoportnak, tehát az eredmények szignifikánsak itt is. A „Számok és betűk” teszt feladatváltás nélküli részében nem szignifikánsak az eredmények, míg és a feladatváltásos részben igen, annak ellenére, hogy mindkét részben gyengébben teljesítettek a nyelvrejlődési zavart mutató gyermekek.

A statisztikai próbák alapján a feltételezésem részben helytáll, mert vannak tesztek melyben szignifikáns eltérések láthatók, de vannak, amelyekben nem.

3. Azt feltételezem, hogy az epizodikus puffert vizsgáló altesztben nem lesz különbség a két csoport teljesítménye között (Archibald & Harder-Griebeling, 2015).

Az saját eredményeim alapján láthatjuk, hogy a célcsoport és a kontrollcsoport eredményei közel azonosak, eltérésük kis mértékű. A statisztikai próba ezt alá is támasztja, az eltérések nem szignifikánsak. Az azonban további kérdéseket vet fel, hogy mekkora az epizodikus puffer kapacitása egyénenként, mert a jelen teszt nem méri kellő megbízhatósággal.

4. Azt feltételezem, hogy a téri-vizuális vázlattömb felmérése során sem lesz különbség a nyelvrejlődési zavarral küzdő és a tipikusan fejlődő gyermekek között (Pavio, 1969).

A saját eredményeim alapján láthatjuk, hogy ez a hipotézis nem állt helyt. Az NYFZ-t mutató gyermekek eredménye sokkal alacsonyabb volt, mint a TF gyermekeké. A statisztikai próba pedig bebizonyította, hogy a célcsoport valóban gyengébben teljesít a kontrollcsoportéhoz képest, mert az eredmények szignifikánsak. A szórás a gyermekek körében magas, ezért

láthatjuk, hogy minden egyén máshogy teljesített, valaki gyengébben, valaki pedig megközelítette a tipikusan fejlődő gyermekek pontszámát is.

4. Összegzés

Habár az elmúlt évtizedben egyre népszerűbb a munkamemória, valamint az alrendszerének a feltérképezése, azonban a hazai eredmények eddig korlátozottan állnak rendelkezésünkre, annak ellenére, hogy egyre több kutatás folyik ebben a témában is.

A kutatás célkitűzéseit, módszereit és eredményeit taglaló fejezetet megelőzően széleskörű betekintést nyújtottam a munkamemória modellei, idegrendszeri háttere, valamint a nyelvfejlődési zavar különböző aspektusait, tüneteit és a kettő összefüggéseit bemutató szakirodalmi előzményekbe.

A saját kutatásom során azt vártam, hogy a szakirodalomnak megfelelő eredmények születnek. A szakirodalmak szerint a verbális munkamemóriát a fonológiai hurok és a központi végrehajtó együttese alkotja. Baddeley és Hitch (1998) kutatása, mely arra az elképzelésre épült, hogy a nyelvi tünetek az emlékezet sérülésével állnak összefüggésben, leginkább a fonológiai munkamemória működésben látja a lényegi eltérést. Számos kutatócsoport igazolta (pl. Joannis és Seidenberg, id. WEBSTER, SHEVELL, 2004) a fonológiai munkamemória fejletlenségét. Az ilyen hiányosságok az NYFZ-s gyermekek egyik jellemzője. Az álszóismétlés segítségével, amelyet a fonológiai hurokvizsgálatra fejlesztettek ki, kimutatták, hogy az NYFZ-s gyermekek rendszerint gyengén teljesítenek a standardizált változataiban (Mészáros & Kas, 2008; Montgomery, Magimairaj & Finney, 2015; Archibald, 2017; Fehérné, Kas & Sós, 2018). Ezen adatokkal a jelen kutatás egybees.

Adam és Gathercole (2000) megállapították, hogy a gyermekeknél szoros összefüggés van a verbális munkamemória teszteken elért eredmények és a szintaktikai feladatokban nyújtott teljesítmény között. Akik magasabb pontszámokat érnek el ezeken a teszteken, azok szintaktikailag komplexebb mondatokat képesek létrehozni. A nyelvfejlődési zavarral küzdő gyermekek egyik tünete pedig, hogy a gyermekek rendszerint tömondatokat és hiányos szerkezeteket használnak, mondataik gyakran hibásak és diszgrammatikusak. A morfoszintaxis a későbbiekben is egyike a leginkább érintett területeknek. Egy másik vizsgálat során, melyet Perfetti és Goldman (1976) végeztek jól és rosszul olvasó gyermekek körében megállapították, hogy nem lehet közvetlenül befolyásolni az olvasási színvonalat az emlékezeti terjedelem alapján, azonban a fonológiai hurok csak akkor kerül előtérbe, amikor elkezdődik az olvasástanulási folyamat és az egyéni különbségek hátterében a központi

végrehajtó komponensei állnak (Mészáros & Kas, 2008; Racsmány és mtsai, 2005). Ezen adatokkal a jelen kutatás szintén egybecseng.

Az epizodikus puffer, epizodikus abban az értelemben, hogy komplex struktúrává vagy epizóddá integrálja a számos forrásból érkező információt, beleértve a hosszú távú memóriát is (HTM). Puffer abban az értelemben, hogy az alrendszerek közötti közvetítőként funkcionál és különböző kódokat egységes multidimenzionális reprezentációkba tömörít (Baddeley, 2000, 2002, 2003). Kevés kutatás vizsgálja ezt a területet, mert a legtöbb vizsgálat leginkább a fonológiai hurokra és a verbális munkamemóriára tér ki. A kutatások alapján leginkább a verbális munkamemória működése az alacsonyabb az NYFT-t mutató gyermekeknél (pl. Archibald, 2017). Ugyancsak a fonológiai tárolás, de nem a feldolgozási terhelés hiányosságai különböztették meg az alacsony nyelvi készségekkel rendelkező és az alacsony nyelvi készségekkel nem rendelkező gyermekeket a kifejezetten vagy tárolást, vagy a feldolgozást variáló feladatokban (Archibald & Harder-Griebeling, 2015). Ezen adatokkal a jelen kutatás egybecseng.

A téri-vizuális vázlattömb a téri, vizuális és kinezetikus információkat foglal egységes reprezentációkba, egyik része a téri, a másik a vizuális információk feldolgozásáért felelős. Az információ kétféleképpen kerülhet a rendszerbe: képzeleti képek létrehozásával, közvetett úton vagy vizuális percepció útján közvetlenül. Ha a vizsgálati személyek el tudják képzelni a megjegyzendő szavakat és ha össze tudják kötni az emlékezeti képeket, akkor az emlékezeti teljesítmény javul. Ha téri mondatokat kell megjegyezniük, akkor képzeletüket használják, mely olyan folyamatokat vesz igénybe, amik a vizuális percepcióhoz hasonlóak. Ha nem téri mondatokat kell megjegyezniük, akkor verbális kódok segítségével jegyzik meg az információkat, melyek működése az auditív észleléssel megegyező folyamatokon alapszik (Paivio, 1969). Kevés kutatás érinti ezt a területet is, azonban ezen adatokkal a jelen kutatás nem cseng egybe. Feltételezéseim ezekre a szakirodalmakra és kutatásokra épültek.

Számomra meglepő volt, hogy egyes területeket mennyivel jobban kidolgoznak, illetve kutatnak a nyelvi fejlettséggel kapcsolatban. A fonológiai területek kutatási eredményei egybecsengenek az irodalmakkal, míg más területek (pl. téri) nem.

Kutatásom korlátai között emliteném az alacsony elemszámot, ezt a későbbiekben mindenképpen jó lenne emelni. Érdekes lehetne más modellek mentén is megvizsgálni a két csoport munkamemória kapacitásának, frissítésének fejlettségét. Ugyanis én csak a

tradicionális modellt vettem alapul, de ezen kívül még számos másik létezik (pl. Daneman & Carpenter, 1980; Engle, 1999; Just & Carpenter, 1992).

A nyelvfejlődési zavart mutató gyermekek diagnosztikája során az álszótesztet, valamint a fordított számterjedelem tesztet alkalmazzák, azonban lehetne nagyobb hangsúlyt fektetni a további területekre pl. a Hayling-teszttel a hosszú távú emlékek stratégiai előhívásának funkcióját mérni, így a terápia során nagyobb hangsúlyt is kaphatna a munkamemória fejlesztése, azon belül is pl. a központi végrehajtó működését célzó feladatok végzése. Felmerülhet továbbá az a kérdés, hogy ha a nyelvfejlődési zavarban a gyengébb munkamemória működés oki tényezőnek tekinthető, akkor meddig és milyen mértékben fejleszthetőek az egyes alkomponensek és az hogyan hat a nyelvi képességekre.

A dolgozatomban során nem használtam a mesterséges intelligencia (MI) segítségét.

5. Irodalomjegyzék

- Alloway T. P., Elliott J., Gathercole S. E., Kirkwood H. (2009). The Cognitive and Behavioral Characteristics of Children With Low Working Memory. *Child Development*, 80 (2), 606-621.
- Archibald L. (2017). Working Memory and Language Learning: A Review. *Child Language Teaching and Therapy*, 33(1), 5–17. <https://doi.org/10.1177/0265659016654206>
- Baddeley A. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*, 36 (1), 189-208.
- Baddeley, A. D. (2000): The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 11 (4), 417-423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Bertalan R. (2012). A nyelvfejlődési zavarok logopédiai diagnosztikai megközelítésével kapcsolatos problémák. *Gyógypedagógiai Szemle*, 40 (2), 83-96.
- Dávid M., Taskó T., Héjja-Nagy K., Mester D., Dorner L., Kovács K. & Faragó B. (2015). A tanulási eredményesség összefüggései az önszabályozó tanulás, és a munkamemória fejlettségével, az IKT használat gyakorisága függvényében. Eszterházy Károly Főiskola.
- Fehérné K. Zs., Kas B. & Sós P. M. (2018). *Szemponatok a nyelv- és beszédfejlődési zavarok szűréséhez és állapotmegismeréséhez*. Családbarát Ország Nonprofit Kft., Budapest
- Gathercole S. E. & Adams, A. (1994). Children's phonological working memory: Contributions of long-term knowledge and rehearsal. *Journal of Memory and Language*, 33 (5). 672-68.
- Gathercole S. E., Willis C. S., Emslie H. & Baddeley A. D. (1992). Phonological memory and vocabulary development during the early school years: A longitudinal study. *Developmental Psychology*, 28(5). 887-898.
- Kas B. (2011). A nyelvi zavarok vizsgálatának szerepe a nyelvi képesség kutatásában. *Magyar Tudomány*, 11 (8). 929 – 936.
- Kovács K., Faragó B., Kövi Zs., Rózsa S. & Dávid M. (2016). A rövid távú emlékezet és a munkamemória online mérése: Corsi, Számterjedelem és N-vissza. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 71(1). 73-90
- Mészáros A. & Kas B. (2008). A kognitív funkciók megismerésének szerepe a nyelvfejlődési zavar diagnosztikájában. *Gyógypedagógiai Szemle*, 36 (2). 86-104.
- Miller E. K., Lundqvist M. & Bastos A. M. (2018). Working Memory 2.0, *Neuron*, 2(100). 463-475. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.09.023>
- Mohai K & Szabó Cs. (2014). A munkamemória vizsgálata. *Gyógypedagógiai Szemle*, 42(3). 226-232.
- Mohai K. & Gereben F. (2014). Nyelvi képességek vizsgálata. *Gyógypedagógiai Szemle*, 42(3). 211-219.

- Montgomery J. W., Magimairaj B. M. & Finney M. C. (2009). Working Memory and Specific Language Impairment: An Update on the Relation and Perspectives on Assessment and Treatment. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 19 (1). 78-94
- Négyessy L. (2003). Munkamemória a prefrontális kéregben. In. Gulyás B., Kovács Gy., & Pléh Cs. (szerk.), *Kognitív idegtudomány* (pp. 436-459) Osiris Kiadó, Budapest
- Németh D. (2006). *A nyelvi folyamatok és az emlékezeti rendszerek kapcsolata*. Philosophiae Doctores (46). Akadémiai Kiadó, Budapest. ISBN 963-05-8322-4
- Pléh Cs., Kas B. & Lukács Á. (2014). A specifikus nyelvfejlődési zavar. In. Pléh Cs. & Lukács Á. (szerk.), *Pszicholingvisztika 2.* (pp. 1266-1345) Akadémiai Kiadó, Budapest
- Rohár A. & Dr. Marton K. (2020). Kognitív kontroll folyamatok nyelvfejlődési zavart mutató egynyelvű és tipikusan fejlődő kétnyelvű gyermekek körében. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 75 (4-7), 623-638
- Tánczos T. (2014). A verbális fluencia és a munkamemória életkori változásai és szerepük az iskolai teljesítményben (Doktori (PhD) értekezés). Szegedi Tudományegyetem.
- Tánczos T. & Németh D. (2010). A munkamemória mérőeljárásai és szerepük az iskolai szűrésben és fejlesztésben. *Iskolakultúra*, 20 (7-8), 95-111. ISSN 1215-5233
- Tánczos T. & Németh D. (2014). A munkamemória és végrehajtó funkciók kapcsolata az iskolai teljesítménnyel. *Alkalmazott Pszichológia*, 14 (2), 55-75.
- Turi Zs., Németh D. & Hoffmann I. (2014). Nyelv és emlékezet. In. Pléh Cs. & Lukács Á. (szerk.), *Pszicholingvisztika 2.* (pp. 743-756) Akadémiai Kiadó, Budapest