

**Eötvös Loránd Tudományegyetem**  
**Pedagógiai és Pszichológiai Kar**  
Pszichológiai Doktori Iskola  
Kognitív Pszichológiai Program

Doktori Iskola vezetője: Dr. habil. Demetrovics Zsolt  
Kognitív Pszichológiai Program vezetője: Dr. Király Ildikó, PhD egyetemi tanár

**Kárpáti Judit**

**Tér-idői folyamatok az emlékezetben**

Témavezetők: Dr. Király Ildikó, PhD egyetemi tanár és Dr. Kónya Anikó, CSc., címzetes egyetemi tanár

A bírálóbizottság tagjai:

Dr. Czigler István, PhD DSc egyetemi tanár, ELTE PPK, Elnök  
Dr. Nádasdy Zoltán, PhD egyetemi adjunktus, ELTE PPK, Belső bíráló  
Dr. Demeter Gyula, PhD, egyetemi adjunktus, BME, Külső bíráló  
Dr. Janacsek Karolina, PhD, egyetemi adjunktus, ELTE PPK, Titkár  
Dr. Balázs Judit, PhD egyetemi docens, ELTE PPK, Bizottsági tag  
Dr. Verseghi Anna, PhD intézeti vezető, neuropszichológus, OORI, Bizottsági tag  
Dr. Ragó Anett, PhD egyetemi adjunktus, ELTE PPK, Bizottsági tag  
Dr. Kóbor Andrea, PhD tudományos munkatárs, MTA TTK, Bizottsági tag

Budapest, 2019

## Tartalom

1. Fejezet: Elméleti bevezető .....	3
<i>Epizodikus memória és az emlékezeti epizód elemi egysége (mi, hol és mikor) .....</i>	<i>3</i>
<i>Az epizodikus binding.....</i>	<i>4</i>
<i>Az epizodikus binding idegrendszeri háttere, neuropszichológiai eredmények.....</i>	<i>5</i>
<i>Az epizodikus binding kognitív pszichológiai megközelítése .....</i>	<i>8</i>
<i>Epizodikus binding fejlődése.....</i>	<i>11</i>
<i>Összefoglalás és célkitűzések .....</i>	<i>14</i>
2. Fejezet: Automatikus összeillesztés és tudatos integráció az emlékezetben.....	16
BEVEZETÉS .....	16
MÓDSZER.....	20
<i>Résztvevők .....</i>	<i>20</i>
<i>Mérőeszköz .....</i>	<i>21</i>
<i>Eljárás .....</i>	<i>25</i>
EREDMÉNYEK .....	26
<i>Emlékezeti terjedelem eredmények.....</i>	<i>26</i>
<i>A feladatok nehézségének elemzése.....</i>	<i>29</i>
<i>Feladatok közötti együttjárás .....</i>	<i>30</i>
<i>Kiegészítő kísérlet .....</i>	<i>30</i>
MEGBESZÉLÉS.....	33
MELLÉKLET .....	35
3. Fejezet: Emlékezeti integráció enyhe fokú neuropszichológiai zavarral élő gyermekeknél	37
BEVEZETÉS .....	37
MÓDSZER.....	40
<i>Résztvevők .....</i>	<i>40</i>
<i>Mérőeszközök .....</i>	<i>40</i>
<i>Eljárás .....</i>	<i>41</i>
<i>Adatelemzés .....</i>	<i>42</i>
EREDMÉNYEK .....	42
MEGBESZÉLÉS.....	45
4. Fejezet: Az emlékezeti integráció háttérében álló kontrollfunkciók gyermek- és felnőttkorban .....	48
BEVEZETÉS .....	48

<b>1. vizsgálat: Az emlékezeti binding háttérében álló figyelmi és végrehajtó funkciók szerepe gyermekeknél (verbális és mintázatfluencia, Bells figyelmi teszt) .....</b>	<b>51</b>
MÓDSZER.....	51
<i>Résztvevők .....</i>	<i>51</i>
<i>Mérőeszközök .....</i>	<i>51</i>
<i>Eljárás .....</i>	<i>54</i>
<i>Adatelemzés és statisztika.....</i>	<i>57</i>
<b>2-3. vizsgálat: Az emlékezeti binding háttérében álló figyelmi és végrehajtó funkciók szerepe felnőtteknél (verbális és mintázatfluencia, Attention Network Test, Stroop, Trail-making) .....</b>	<b>62</b>
MÓDSZER.....	62
<i>Résztvevők .....</i>	<i>62</i>
<i>Mérőeszközök .....</i>	<i>63</i>
<i>Eljárás .....</i>	<i>65</i>
<i>Eredmények .....</i>	<i>68</i>
MEGBESZÉLÉS.....	70
MELLÉKLET .....	77
5. Fejezet: Kiegészítő fejezet: Hibaelemzés .....	80
6. Fejezet: Az eredmények értelmezése, kitekintés.....	91
<i>Automatikus binding és tudatos integráció az emlékezetben .....</i>	<i>91</i>
<i>Figyelem és kontrollfunkciók szerepe az epizodikus binding háttérében.....</i>	<i>96</i>
<i>Kitekintés az emlékezet konceptuális és konstruktív természetére felé.....</i>	<i>99</i>
<b>Köszönetnyilvánítás .....</b>	<b>102</b>
<b>Irodalomjegyzék .....</b>	<b>103</b>

# 1. Fejezet: Elméleti bevezető

## Epizodikus memória és az emlékezeti epizód elemi egysége (mi, hol és mikor)

A mindennapi életben gyakran megéljük, hogy míg bizonyos események felidézése automatikus, egyszerűen „beugrik”, más emlékeink előhívása erőfeszítéssel jár, lépésről-lépésre építjük újra az emléket. Az emlékezeti rekollekció folyamata számos érdekes kérdést vet fel, melyek közül az egyik a kontextuális (téri és idői) elemek előhívása felé irányul. Vajon a téri és idői információk egymással összekapcsolódva kerülnek emlékeinkbe és ezáltal előhívásuk során kölcsönösen és együttesen segítik az emlékek felidezésének folyamatát? Elménk elkülönült reprezentációk segítségével tárolja élményeink kontextuális komponenseit, és az újraélés minden alkalommal az emlékezeti elemek alapegységekből való újraépítését kívánja meg? Tanulmányunk fókuszában az *epizodikus* (élményszerű) emlékek alapját képező tér-idő komponensek kapcsolatának vizsgálata áll. Arra a kérdésre keressük a választ, hogy miként áll össze az elemi emlékezeti epizód (*mi, hol és mikor*) egysége, miként vagyunk képesek térben és időben jól szervezett emlékeket újraélni. Kutatásainkban a rövid távú felidezés kapcsán vizsgáljuk az epizodikus összekapcsolás (*binding*) folyamatait, az emlékezeti epizód keletkezése azonban megalapozza azt a kérdést is, hogy a velünk történt események hogyan válhatnak hosszú távú emlékeink szövevényes hálójának akár évtizedekkel később előhívható elemeivé.

Tulving (1972) elméletének nyomán különítjük el epizodikus emlékeinket, a tényszerű információkat tároló és kontextuális sajátosságoktól leválasztott *szemantikus* emlékezeti rendszerünkötől. Tulving elképzelése szerint epizodikus emlékeink az általunk átélt események komplex reprezentációi, amelyek az esemény számos attribútumából szerveződnek egységbe – idegrendszeri szinten pedig egyedi aktivációs mintát követnek. Az eseményreprezentáció meghatározó komponenseit a téri-idő elrendezés adja. Epizodikus emlékeink előhívása, vagy e sajátos mintázat aktivizálása lehetővé teszi az általunk átélt események újratapasztalását, amelyet a *mentális időutazás* fogalmával ragad meg Tulving (1985). Az általunk átélt

események újratapasztalása során a tapasztalat tér-idői elrendezése kritikus keretét adja a felidézésnek, az emlékek *magjának* vagy *tárgyának* megközelítését elősegíti. Erre mutat az is, hogy az irányított felidézési helyzetek kiindulópontja vagy „fogódzkodója” általában az, hogy arra kérdezzük rá, hogy egy adott esemény *hol* vagy *mikor* történt velünk. Az emlék tárgyával (*mi* vagy *ki* információ) a kontextuális elemek kapcsolatban állnak; számunkra azonban a kérdés az, hogy a tér-idői elemek, a *hol* és *mikor* információ egymással milyen mértékben fonódnak össze.

A Tulving (1972) által leírt epizodikus emlékezeti forma természetesen jóval túlmutat a kontextuális összeillesztésen alapuló mi-hol-mikor egységen, az emlékeket színező affektív aspektusok, illetve az önéletrajzi rendszerhez kapcsolt fogalmi indexek számos kognitív képesség összehangolt működését kívánják meg. Jelen dolgozat fókuszában azonban az elemi emlékezeti egység (mi, hol és mikor) áll, amely feltételezésünk szerint komplex epizodikus emlékeink alapját, vagy másként fogalmazva első lépését adhatja. A rövid távú emlékezetben, vagy a - később részletesebben tárgyalt - munkamemóriában (Baddely és Hitch, 1974) létrehozott és tudatosult tartalom, amennyiben számunkra fontos jelentést képvisel, fogalmi címkét kap (pl. Conway, 2009) és hosszútávon is elérhető maradhat. Jelen tanulmány azt a kérdést járja körül, hogy milyen folyamatokon keresztül képződnek azok az elemi emlékezeti egységek, amelyek további mechanizmusok segítségével később akár élethosszig tartó egyedi, epizodikus emlékeinket alkotják majd. Az epizodikus emlékek tárgyalása során természetesen kikerülhetetlen a felidézést kísérő *tudatosság* (amely Tulving elméletének is meghatározó pontja), illetve az epizodikus emlékezeti forma *fejlődésének* kérdése. Ezekre a szempontokra a későbbiekben részletesebben kitérünk, azonban mivel tanulmányunk fókuszában az epizodikus emlékezet elemi szintje (mi, hol és mikor összeillesztése) áll, elsőként az e komponensek összekapcsolására vonatkozó eredményeket tekintjük át.

### **Az epizodikus binding**

Amennyiben az elemi epizodikus egységből (mi, hol és mikor) indulunk ki, a különálló komponensekből létrehozott emlékezeti epizód egységessége, összerendezettség egy általánosabb probléma része – amely azt a kérdést feszegeti, hogy miként képes a kognitív rendszer integrálni az eltérő agyterületek működéséből származó információáradatot. A kérdés elsőként a perzeptuális folyamatok értelmezésében fogalmazódott meg. Az összekapcsolási

(binding) probléma arra irányul, hogy a különböző tulajdonságok halmazából miként képződik a tárgyak egységes és elkülönült reprezentációja. A szakirodalom kiemelten a tárgyak vizuális tulajdonságainak (például színek és formák), részeinek összekapcsolását járta körül; ezen belül foglalkoznak a szerzők a tárgy és helyének összekapcsolásával is, azonban az epizodikus egység egészes összeillesztése (mi, hol és mikor) kevésbé kutatott terület. (A binding-kérdés gazdag szakirodalmából lásd például Hommel, 2004; Treisman, 2006; Velik, 2009)

Tanulmányunk fókuszában az *epizodikus binding* áll, amely alatt a személyes élmény rövid távú emlékezetben létrehozott integrációját értjük. A mindennapi emlékezet esetében a kérdés úgy fogalmazódik meg, hogy az emlékképet alkotó kontextuális elemek miként kapcsolódnak össze egymással, és ennek eredményeként miként képeznek egységes tudattartalmat. Hogyan jön létre a térben és időben rendezett kognitív egység. Elsőként az epizodikus binding háttérében álló idegrendszeri folyamatokra térünk ki, majd a kapcsolódó kognitív pszichológiai elméleteket is áttekintjük.

### **Az epizodikus binding idegrendszeri háttere, neuropszichológiai eredmények**

A neurológiai szakirodalomban a kontextuálisan összetett epizodikus egység keletkezését elsősorban a mediális temporális lebeny hippocampális területéhez kapcsolják. Mind a téri emlékezet (pl. Bird és Bures, 2008), mind a relációs emlékezet (pl. Cohen és Eichenbaum, 1993) kapcsán a hippocampus kiemelt szerepéről számolnak be a kutatások. Mindemellett az epizodikus binding specifikus és szisztematikus vizsgálatát csekély számú kutatás vizsgálta. Staresina és Davachi (2009) vizsgálatában tárgy és tulajdonság (színek) összekapcsolását figyelték meg olyan esetekben, amikor a tárgy és tulajdonság bemutatása térben (a szín nem a tárgyon, hanem azt keretezve jelenik meg) vagy térben és időben (a színt a tárgytól függetlenül és időben azután mutatják be) nem esik egymással egybe. Az eredmények szerint a sikeres emlékezeti összekapcsolás esetében az összeillesztési kihívás növekedésével együtt járt a hippocampus aktivitása. Más vizsgálatok pedig rávilágítanak, hogy amikor a bemutatott ingerek között nincs reprezentációs eltérés, azaz az egyes ingereket nem szükséges integrálni, a hippocampus aktivitása nem nő meg a különálló komponensek kódolás során (pl. Tendolcar és mtsai, 2007). A hippocampus kritikus szerepét az epizodikus binding háttérében Eichenbaum, Yonelinas és Ranganath (2007) szintén kiemelik, azonban a medio-temporális területek további struktúráinak szerepére is felhívják a figyelmet. Elképzelésük szerint a

perihinális kéreg reprezentálja az olyan specifikus elemeket, mint a *mi* és *ki*; a parahippocampális régiók a kontextuális információkat tárolják (*hol* és *mikor*), míg a hippocampus végzi az item-kontextus összeillesztést. Ez utóbbi elmélet a szakirodalomban BIC (*Binding of Items and Context*) modellként vált ismertté (pl. Eichenbaum és mtsai, 2007). Ez az elmélet tehát a hippocampális bindingot megelőzően, az item és a kontextuális komponensek elkülönült reprezentációjára utal. Hunsaker és munkatársai (2013) kiemelik, hogy már a hippocampális összekapcsolás előtt kombináltan reprezentálódhatnak az item és kontextus információk az enthorinális területen. Míg a laterális enthorinális kéreg az item-újdonosság detekcióban tölt be fontos szerepet, a mediális enthorinális terület szerepet játszik a kontextus-újdonosság detekcióban. További képalkotó elemzések nagy vonalakban megerősítették a BIC modellben vázoltakat, de ki is egészítették azt. Libby, Hannula és Ranganath (2014) eredményei szerint például a perihinális kéreg mellett a temporális lebeny poláris része, illetve az amygdala is részt vesznek a *mi* információ reprezentációjában, míg a parahippocampális és a poszterior hippocampális régiók elsősorban a téri komponensek epizódhoz illesztéséért felelősek. A térivel szemben az idői komponensek idegrendszeri reprezentációja azonban kevésbé tisztázott terület.

Amennyiben az epizód kontextuális elemeit vetjük össze egymással, az idői összetevő a térihez viszonyítva kevésbé kézzelfogható, illetve több szinten is értelmezhető, mint ahogyan azt Moscovitch és munkatársai (2016) is kiemelik. Az epizód hossza, az események belső struktúrája, illetve az a szubjektív érzet, amely az eseményt a jelentől valamilyen távolságban érzékeli, mind a temporalitás valamelyik aspektusát képviselik. Bizonyos kutatók a hippocampus szerepét is kiemelik az idői reprezentáció héttérében (pl. Eichenbaum, 2014), illetve a hippocampus egyes alterületeit az emlékezeti epizódok jelentől való időbeli távolságának észleletéhez kapcsolják (Kesner és Hunsaker, 2010). Más eredmények azonban amellet szólnak, hogy a rövidebb (másodpercek) és hosszabb (percek, órák és napok) intervallumok temporális strukturálásában többek között részt vesz a kisagy, a prefrontális területek, illetve a poszterior parietális cortex is (pl. Danckert és mtsai, 2007).

Ranganath (2010) az epizodikus összeillesztési folyamatok kapcsán szintén felhívja a figyelmet a prefrontális agyterületek kritikus szerepére. Szignifikánsan magasabb ventrolaterális prefrontális aktivitás figyelhető meg sikeres emlékezeti formáció esetében, mint amikor az emlékképzés nem megfelelően történik meg. A ventrolaterális területek az emlékezeti kontrollfolyamatok, illetve a releváns elemek kiemelésében tölthetnek be

kulcsszerepet. A dorsolaterális területek pedig az emlékezeti komponensek közötti kapcsolatok létrehozását teszik lehetővé. Blumenfeld és Ranganath (2007) eredményei szerint dorsolaterális prefrontális aktivitásfokozódás volt megfigyelhető szópárok kódolása során, amely aktivitás együttjárást mutatott a korábban asszociált elemek felismerésével, azonban az individuális elemek előhívásával nem. A szerzők szerint tehát a dorsolaterális területek aktivitása nem egyszerűen a feladattal járó kognitív erőfeszítés korrelátuma, hanem az emlékezeti elemek összeillesztésében is kritikus szerepet játszhatnak.

Neuropszichológiai aspektusból, hogyha a különböző amnéziás csoportokat vetjük össze egymással, kiemelkedik, hogy mind a temporális területek leépülésével járó Alzheimer típusú neurokognitív zavarban, mind pedig az elsősorban frontális területeket érintő Korsakoff demenciában zavart szenved az epizodikus emlékezeti binding. Della Sala és munkatársai (2012) tárgy-tulajdonság binding feladatban mutattak ki csökkent teljesítményt Alzheimeres betegeknél, amely más neurokognitív zavarral küzdő csoportokra (vaszkuláris demencia, Lewy-testes demencia, frontotemporális demencia, illetve Parkinson kór) nem volt jellemző. Van Geldorp és munkatársai (2015) vizsgálata szerint az enyhe kognitív zavarral küzdő páciensek és az Alzheimer típusú demenciával élők a kontrollcsoportéhoz képest gyengébben teljesítettek olyan asszociációs munkamemória feladatokban, amelyekben arc- és házpárokat kellett megjegyezni. Ezen túl a klinikai csoportoknak tovább romlott a teljesítménye, amikor a felidézést késleltették. Kessels és Kopelman (2012) eredményei szerint pedig Korsakoff demenciával küzdő betegek deficitet mutatnak mind a kontextuális információk feldolgozásában, mind pedig az item-kontextus bindingban, amely a munkaemlékezeti és a hosszú távú emlékezeti feladatokban is egyaránt megmutatkozik. A neuropszichológiai eredmények tehát megerősítik, hogy mind a medio-temporális, mind pedig a prefrontális területek megfelelő működése kritikus az epizodikus összekapcsolási folyamatok sikeres elvégzéséhez.

Összességében, a képalkotó eljárásokkal végzett vizsgálatok és a neuropszichológiai kutatások eredményei a medio-temporális (hippocampus, perihinális, enthorinális és parahippocampális régiók), a parietális és a prefrontális (ventrolaterális és dorsolaterális területek) struktúrák szerepére utalnak az epizodikus összerendezési folyamatok hátterében. A prefrontális területek szerepe a tudatosság kérdésén túl további magasabb szintű folyamatok (végrehajtó funkciók) szerepét is felveti az epizodikus emlékezeti összeillesztés hátterében. Továbbá, tekintettel a prefrontális agyterületek elnyújtott fejlődési ívére, megint csak



kiemelkedik, hogy a fejlődési megközelítés kikerülhetetlen e terület vizsgálata során. Empirikus kutatásainkban mind a végrehajtó funkciók szerepét, mind pedig a fejlődési szempontokat igyekeztünk körüljárni.

### **Az epizodikus binding kognitív pszichológiai megközelítése**

A számos forrásból származó tudattartalom integrációja a munkamemória modellnek is kihívást jelentett, melyet Baddeley (2000) az *epizodikus puffer* fogalmában oldott fel: e képlet funkciója az információ integrálása és fenntartása, ugyanakkor a tudatos megismerés színtereként is szolgál. Az epizodikus puffer komponenst az eredeti modellhez utólag adta hozzá Baddeley (2000), válaszul arra a kérdésre, hogy a perifériális alrendszerekből (*fonológiai hurok és téri-vizuális vázlattömb*) és a hosszú távú emlékezetből származó információk integrációja hogyan megy végbe. Az elmélet szerint a munkaemlékezet alrendszereiből érkező információkat a tudat képes integrálni a hosszú távú emlékezetből előhívott jelentésteli információkkal, így azt a folyamatot ragadja meg a módosított modell, hogy a közvetlen emlékezetben létrejött emlékek hogyan válnak koherens egészé, amely a multimodalitással együtt a jelentést is magában foglalja. Baddeley (2000) az epizodikus puffer szerepét abban látja, hogy bonyolult feladatokat, akár jeleneteket vagy epizódokat is fent tud tartani. Az előállított integrációk sikeressége és fenntartása a limitált kapacitású figyelmi kontrolltól függ, amelynek háttérében pedig a *központi végrehajtó* áll. A komplex ingerek integrált előhívása az elmélet szerint tehát a tudatos figyelmen vagy magasabb szintű folyamatokon alapszik. Baddeley (2000) munkamemória elmélete egységesen kezeli a magasabb szintű működéseket, ám a munkamemórián kívül, önállóan nézve, már gyakran eltérő komponensekre osztott megközelítéssel találkozunk (pl. Miyake és mtsai, 2000). Czigler (2005) is kiemeli, hogy a központi végrehajtó pontos szerepe és összetevői nem kielégítően tisztázottak.

Több évtized kísérleti tapasztalatai támasztják alá Baddeley és Hitch (1974) kiinduló eredményeit, amelyek a rövid távú emlékezet modalitás-specifikus szerveződéséből indultak ki. Az önálló táruk elképzelését neuropszichológiai eredmények is megerősítik (pl. Basso és mtsai, 1982; Hanley és mtsai, 1991). Mielőtt az epizodikus binding folyamatok kapcsán leginkább releváns epizodikus puffer működésére rátérnénk, fontosnak tartjuk röviden ismertetni a munkamemória modell perifériás tárainak működését és legelterjedtebb mérési eljárásait.

A fonológiai huroknak a többkomponensű modell szerint két összetevője van: egy *rövid idejű fonológiai tár* és egy *artikulációs ismétlési folyamat*. A tár korlátozott számú elemet képes szimultán megtartani és az aktuálisan aktivált emléknymok pár másodperc alatt elhalványulnak. A felejtést az artikulációs ismétlési folyamat tudja megakadályozni vagy késleltetni, ami történhet vokális vagy szubvokális úton. Ha az *artikulációs elnyomás* (zavaró, irreleváns fonológiai ingerek mondogatása) megakadályozza a vokális vagy szubvokális ismételtetést, az emléknymok könnyebben elhalványulnak. A verbális rövid távú emlékezet első mérési eljárása a Jacobs (1887) nevéhez fűződő *számterjedelem* teszt, amelyben egyre hosszabb számsorozatokot kell elismételni. A személy számterjedelmét az a leghosszabb sorozat határozza meg, amit hibátlanul el tud ismételni. Az eljárást ma is gyakran alkalmazzák a rövid távú emlékezet mérésére. Elsőként Miller (1956) mutatta ki, hogy a rövid távú verbális emlékezeti terjedelem nem feltétlenül a kódolandó elemek számától függ, hanem attól is, hogy hány tömböt tudunk képezni az elemekből. A fonológiai tárba auditív és verbális ingereken kívül vizuálisan bemutatott, megnevezhető képek is bekerülhetnek verbális átkódolás útján. Míg a verbális információ egyenesen a fonológiai tárba érkezik, más modalitású információ többnyire az artikulációs folyamat segítségével kerülhet be a tárba.

A téri-vizuális emlékezet feltehetően tovább bontható további két alrendszerre (pl. Logie és Pearson, 1997), azaz önálló téri és vizuális alrendszerekből áll, amelyet mind a kísérleti (Smith, Jonides és Koeppel, 1996), mind a neuropszichológiai eredmények (Levine és mtsai, 1985) alátámasztani látszanak. Amint arról már fentebb szó volt, amennyiben a vizuálisan bemutatott képek megnevezhetőek, az ismétlési komponens lehet akár artikulációs, ugyanúgy, mint a fonológiai tár esetében, a tisztán vizuális ismétlési folyamat léte kérdéses. Logie (1995) feltételez egy – az artikulációs ismétléssel analóg - aktív fenntartást elősegítő ismétlési folyamatot, amelynek pontos formája vitatott. (A tisztán téri ismétlési folyamat lehetséges formáit még lentebb tárgyaljuk.) A *vizuális mintázat tesztet*, a vizuális emlékezet legelterjedtebb mérési eljárását Della Sala és munkatársai (1997) dolgozták ki, amely a vizuális rövid távú emlékezeti terjedelmet méri. A feladat során a résztvevőnek egyre bonyolultabb fekete-fehér mátrixok mintázatát kell megjegyeznie. Mindig három azonos komplexitású tábla követi egymást, a hagyományos eljárás szerint a résztvevő vizuális terjedelmét az a szint adja meg, amelyen még kétfő táblát megfelelően tud reprodukálni a háromból.

A téri rövid távú emlékezetben is feltételeznek egy tárat és egy motoros ismétlési komponenst. Az egyik vezető elképzelés szerint az okulomotoros kontroll játszik ismétlési szerepet (pl. Byrne, 1974), amelyet a korszerű szemmozgás-vizsgálatok is megerősíteni látszanak (pl. Tremblay, Saint-Aubin és Jalbert, 2006; Pearson, Ball és Smith, 2014). Más eredmények azonban a szelektív téri figyelemnek tulajdonítanak egy frissítés-szerű funkciót (pl. Awh, Jonides, 2001; Godijn és Theeuwes, 2012). A *Corsi kockák feladat* a téri rövid távú emlékezet legismertebb vizsgálóeljárása. A teszt homogén vizuális ingerek (kockák) segítségével vizsgálja a téri pozíciók rövid távú megtartásának képességét. A hagyományos eljárásban a kísérletvezető egymás után megérint néhányat az előtte lévő 9 kockából, majd megkéri a kísérleti személyt, hogy érintse meg a kockákat ugyanabban a sorrendben, amelyben ő tette. A személy téri emlékezeti terjedelmét a legmagasabb számú helyesen megismételt téri pozíció adja. A hagyományos eljárást alapul véve ma már kidolgoztak számos számítógépes verziót, amelyek kisebb-nagyobb mértékben eltérnek az eredeti eljárástól, azonban mind a tisztán téri rövid távú terjedelmet mérik. Repovs és Baddeley (2006) a vizuális rövid távú emlékezet főként a percepcióhoz és a vizuális képzelethez köti, míg elképzelésük szerint a téri rövid távú emlékezet inkább a mozgásra és a figyelemre épül, amely a lehetséges ismétlési folyamatokban is feltehetőleg megfigyelhető.

A módosított, epizodikus pufferrel kiegészített modell kísérleti tesztelése során a kapacitás és az interferencia jelenségek álnak a fókuszban. Prabhakaran és munkatársai (2000) eredményei szerint, amikor betűket és lokációkat kell felidézni, az egymástól független előhíváshoz képest megnő az emlékezeti terjedelem, ha az elemeket összekapcsolva kell előhívni. Ez az eredmény megerősíti a multimodális tár elképzelését, hiszen könnyebb a multimodális kódokat fenntartani, mint ugyanazokat az elemeket különálló formában. Zimmer és munkatársai (2003) kettős-feladat paradigmát alkalmazva arra jutottak, hogy az epizodikus puffer feladat (tárgylokáció) kevésbé interferál a perifériás táruk által kódolt feladatokkal, mint az azonos modalitású feladatok egymás között (pl. *számterjedelem* és *mondatterjedelem* vagy *vizuális mintázat teszt* és *Corsi kockák feladat*), amely szintén a multimodális kódok jelenlétére utal. A kísérleti pszichológia eredményei tehát megerősítik, hogy a két perifériás tár (téri-vizuális és verbális) mellett létezik egy különálló, limitált kapacitású multimodális kód. A módosított modell (Baddeley, 2000) eredeti elképzelése szerint az epizodikus puffer működése elválaszthatatlan a központi végrehajtótól és az emlékezeti binding alapja a tudatos figyelem. A kísérleti eredmények azonban nem teljes egészében támasztják alá ezt az elképzelést. Kettős-feladat helyzetben, a központi végrehajtó terhelésével a tulajdonságok bindingja (pl. színek és

formák) (Allen, Baddeley és Hitch, 2006) illetve szavak mondatokba szervezése (Allen és Baddeley, 2008) nem interferál. Egy multimodális feladat, amelyben szeriálisan bemutatott formákat vagy színeket kellett auditoros ingerekkel összekapcsolni, szintén nem interferált a központi végrehajtót terhelő feladattal (visszafelé számolás) (Allen, Hitch és Baddeley, 2009). Ez utóbbi elrendezés már közel áll az epizodikus bindinghoz, azaz a mi-hol-mikor multimodális összekapcsolásához, azonban hiányzik belőle a téri aspektus. Későbbiekben bemutatott tanulmányaink egyik fő kérdése, hogy ennek az epizodikus egységnek a rövid távú emlékezeti integrációja magasabb szintű, figyelmi kapacitást vár-e, vagy a fenti, kevésbé összetett binding formákhoz hasonlóan automatikusan végbemehet.

A multimodális összekapcsolás figyelemigénye tekintetében Baddeley (2011) felveti a kérdést, hogy vajon a figyelmi kapacitást maga az összekapcsolási folyamat adja, vagy inkább a már összeillesztett anyag fenntartása. Jelen dolgozatban tárgyalt kutatásaink egyik meghatározó célja az epizodikus binding folyamatainak szisztematikus vizsgálata, amely az epizód elemeinek egyszerű összeillesztése (mi és hol, mi és mikor, hol és mikor) felől halad az összetett integráció (mi, hol és mikor) felé. Az epizodikus binding egyes lépéseinek elemzése hozzájárulhat ahhoz, hogy meghatározzuk, hogy ez epizodikus emlékképzés mely részfolyamatai történhetnek meg automatikusan és mely pontokon lépnek be magasabb szintű kognitív funkciók az összetapasztási műveletbe.

## **Epizodikus binding fejlődése**

A fentiekben már felmerült a gyermek- és felnőttkori epizodikus emlékek eltérő természete. Amellett, hogy 3-4 éves korunk előtti időszakból csak nagyon kevés emlékhez férünk hozzá (ezt a jelenséget az ún. *fejlődési amnézia* fogalma jelöli), a későbbi kisgyermekkorból származó emlékek természete is eltér a felnőttkori epizodikus emlékektől. Futó és Kónya (2008) kutatásából kiderül, hogy a korai gyermekkorból származó epizodikus emlékek a felnőtt emlékekkel szembeállítva fenomenológiailag kevésbé kidolgozottak, illetve *rálátó* perspektíva jellemzi őket, míg a felnőttkori emlékek perspektívája gyakrabban *beleélő*. Erre ez eltérésre egy lehetséges magyarázat a felidézés időpontjától való időbeli távolság, azaz az időben közelebb történt események felidézése fenomenológiailag részletgazdagabb, az emléktanyag könnyebben újraélhető, mint az évekkel, esetleg évtizedekkel ezelőtti emlékek. Más magyarázatot ad a fejlődési megközelítés; e szerint a korai epizodikus emlékek már

létrejöttük idején eltérőek, nem olyan kidolgozottak, mint a későbbi emlékek, hiszen a fogalmi rendszert, korábbi epizodikus tapasztalatokat, szemantikus emlékanyagot, önéletrajzi adatokat kevésbé tudják alkalmazni fogózkodóként, mint a későbbi életkorból származó emlékek (pl. Király, 2001). Hogyan jutunk el a felnőttkori epizodikus emlékezeti működésig és milyen kognitív és idegrendszeri háttér folyamatok fejlődése segíti az integrált emlékezeti epizód felidézését, az elemi emlékezeti epizód komponenseinek megfelelő integrációját? Az alábbiakban ezekre a kérdésekre keressük a választ.

Az epizodikus binding képességek (mi, hol és mikor összekapcsolása) fejlődési vizsgálatára nem találtunk példát a szakirodalomban, azonban olyan, sok tekintetben kapcsolódó képességek, mint az *asszociatív emlékezet*, vagy az emlékezést kísérő folyamatok kapcsán született eredmények áttekintése hozzájárulhat ahhoz, hogy pontosabb képet kapjunk az epizodikus összeillesztés fejlődésével kapcsolatban. Sluzenski és munkatársai (2006) 4-6 évesek és felnőttek asszociatív emlékezeti képességeit vetették össze. A résztvevőknek állatokat mutattak különböző hátterekkel és azt tapasztalták, hogy míg az állatok és háttér szeparált felismerésében nem volt életkori különbség, az item-kontextus összekapcsolt információban jobb teljesítmény jelentkezett az idősebb csoportoknál a fiatalabbakhoz viszonyítva. Nagy, Kónya és Király (2013) kutatásában 6-10 éves gyermekek asszociatív emlékezetét vizsgálták, azonban jelen esetben a szerzők elválasztották egymástól a tudatosabb rekollekciós képességet és az automatikus asszociatív felismerést. A rekollekciós képességet az újrarendezett és eredeti képpárok felismerési különbsége mutatta. Az automatikus asszociatív hatásra pedig abból következett, hogy az elemeket könnyebben felismerik-e a résztvevők az eredeti párokban, mint újrarendezet helyzetben, azaz más kontextussal párosítva. A kutatás eredményei szerint a rekollekció képesség 6 és 10 éves kor között fejlődést mutatott, míg az automatikus asszociatív hatás megjelent már 6 éves korban, de nem mutatott fejlődést az életkorok között. Ezeket az eredményeket két szempontból szeretnénk aláhúzni. Egyik oldalról kirajzolódik, hogy az emlékezeti komponensek összekapcsolása (pl. tárgy és háttér) folyamatos fejlődést mutat a gyermekkor kapcsán, amely valószínűsíti, hogy az a fejlődési tendencia az epizodikus binding képességekre is igaz. Másik oldalról pedig úgy tűnik, hogy a tudatosabb emlékezeti folyamatok hosszabb fejlődési ívet mutatnak, mint az automatikus emlékezeti működések.

Az epizodikus emlékezet, illetve az epizodikus binding fejlődésének hátterében számos további kognitív képesség fejlődése állhat. Az *emlékezeti stratégiák* fejlődését mindenképpen

fontos kiemelnünk, amelynek része lehet az elaboratív enkódolás, az emlékezeti anyag különböző szervezési stratégiái, mint például a szemantikus tömbök képzésének fejlődése. Az elaboratív stratégiák fejlődése és a rekollektív teljesítmény növekedése közötti kapcsolatra számos kutatás rámutat (pl. Ghetti és Angelini, 2008). Az elaboratív stratégiák kritikus szerepére hívja fel a figyelmet az a kutatás is, amely szerint gyermekek még a felnőtteket is túlszárnyalják olyan emlékezeti feladatokban, amelyben kiemelkedő tudásuk van (pl. rutin gyermekorvosi vizsgálattal kapcsolatos feladatok) (pl. Ornstein és mtsai, 2006). Az emlékezeti előhívás oldaláról tekintve úgy tűnik, hogy az előhívás kontextusa meghatározóbb gyermekek számára felnőttekhez viszonyítva, felidézési helyzetben a gyermekek főként az eredeti kontextus hívóingereire támaszkodnak, míg a felnőttek már rugalmasabb felidézési stratégiákat képesek alkalmazni (lásd Például Gee és Pipe, 1995; Paz-Alonso és mtsai, 2009). Ez utóbbi eredményekből kiindulva feltételezhető, hogy a kontextuális elemekkel összekapcsolt emlékezeti epizódok rugalmas, kontextuális hívóingerek hiányában való felidézése, avagy a kontextus megváltozása kihívással járhat kisebb gyermekek számára.

A kontrollfolyamatok, illetve a *metakognitív* folyamatok fejlődése szintén elválaszthatatlanok az epizodikus összeillesztés fejlődésétől. Ghetti és munkatársai (2008) eredményei szerint például 10 éves gyermekek már lényegesen jobban különbséget tudnak tenni valóban megtörtént és elképzelt események között, mint 7 éves gyermekek. Az emlékezeti tartalmak monitorozása tehát kritikus fejlődésen megy keresztül a kisiskolás évek során. Az emlékezeti monitorozás mellett a gátlási folyamatok is egyre inkább hatékonyá válnak a fejlődés során, amely például egyértelműen kirajzolódik irányított felejtési paradigmában, mely szerint az idősebb gyermekek az emlékek tudatos elnyomásában is jobban teljesítenek, mint fiatalabb társaik (Paz-Alonso és mtsai, 2009). Raj és Bell (2010) eredményei szerint az epizodikus emlékképzés fejlődésének háttérében kritikus szerepet tölt be mind a binding képességek, mind a forrásemlekezet, mind pedig a végrehajtó funkciók hatékonyabb működése. Összességében tehát látható, hogy az epizodikus összerendezés meglehetősen komplex kognitív folyamat, amelynek háttérében számos magasabb szintű funkció is szerepet játszik, ennek következtében érett formáját feltehetően a fejlődés késői pontján nyeri el.

Az epizodikus összeillesztés fejlődését az idegrendszeri érés oldaláról tekintve, a medio-temporális területekkel szembeállítva, a prefrontális régiók markánsabb szerepe rajzolódik ki a teljesítménynövekedés háttérében. A prefrontális területek volumenének növekedése egyértelmű kapcsolatot mutat az emlékezeti teljesítménnyel (pl. Sowell és mtsai, 2001),

emellett úgy tűnik, hogy azokban az emlékezeti feladatokban mutatkozik a legerősebb életkori hatás, amelyek a leginkább függenek a prefrontális régiók működésétől (pl. Bjorklund és mtsai, 2009). A prefrontális területek ismert elnyújtott érési folyamata mellett bizonyos eredmények utalnak arra is, hogy a hippocampus mind strukturálisan, mind pedig funkcionálisan lényegesen hosszabb fejlődési ívet mutat, mint azt korábban gondolták (pl. Seress és Ribak, 1995). Bizonyos eredmények szerint a hippocampus funkcionális szerveződésének életkorral való alakulása is kapcsolatban áll az epizodikus emlékezeti felidézés fejlődésével (pl. Ghetti és mtsai, 2010). Úgy tűnik tehát, hogy mind a prefrontális, mind pedig a medio-temporális régiók fejlődése meghatározó lehet az epizodikus felidézés hátterében. Valószínű, hogy a két régió kapcsolatainak kiépülése is döntő szerepet játszik a hatékony epizodikus működésben, erre utalnak Menon és munkatársai (2005) eredményei is, melyek szerint a prefrontális-medio-temporális konnektivitás megerősödése kapcsolatot mutat az epizodikus enkódolás fejlődésével.

Összességében, az eredmények arra utalnak, hogy az epizodikus binding fejlődését az emlékezeti stratégiák és a magasabb szintű kognitív funkciók hatékonyabbá válása egyaránt segíti, amelyek hátterében a prefrontális területek mellett a medio-temporális régiók érése, illetve e két agyi terület kapcsolatainak megerősödése is fontos szerepet játszik.

## **Összefoglalás és célkitűzések**

Az epizodikus összekapcsolás idegrendszeri, kognitív pszichológiai, illetve fejlődési szakirodalmának áttekintése során a tudatosság kérdése kikerülhetetlen és számos kérdést vet fel. Vajon az elemi epizodikus egység (mi, hol, mikor) összekapcsolása tudatos folyamat? Elkülönül a folyamat és a termék? A nem tudatos binding elemi, a hippocampus szintjére helyezhető emlékezeti folyamat, míg a tudatos binding már a tudat integrációja? Eltér-e a tudatosság szintje gyermek és felnőttkorban? Elképzelhető-e, hogy az összeillesztési folyamatok valamelyest automatizálódnak a fejlődés során? További kérdés, hogy már az egyes elemek egyszeres összerendezése (mi és hol; mi és mikor illetve hol és mikor) is tudatos folyamatok, vagy csak a többszörös összeillesztés jár kognitív kihívással, és az egyszerű binding automatikusan is megtörténhet? A 2. és 3. fejezetben bemutatott empirikus vizsgálatainkban ezekre a kérdésekre keressük a választ. A másik, szintén a tudatosságtól elválaszthatatlan témakör az epizodikus integrációt kísérő kognitív folyamatok pontosabb meghatározása. Mely magasabb szintű képességek kísérik az összeillesztést? A Baddeley

(2000) által leírt tudatos figyelem játszik kritikus szerepet a sikeres integráció hátterében, vagy további végrehajtó funkciók segítik a binding-folyamatok sikeres létrejöttét? Illetve elképzelhető-e, hogy gyermek- és felnőttkorban más és más magasabb szintű funkciókra támaszkodunk az elemi emlékezeti epizód összeillesztése során? 4. fejezetünk kutatásaiban ez utóbbi kérdéseket járjuk körül.



## 2. Fejezet: Automatikus összeillesztés és tudatos integráció az emlékezetben<sup>1</sup>

### BEVEZETÉS

Bevezető fejezetünkben ismételten felmerült a kérdés, hogy az epizodikus összeillesztés, illetve annak részfolyamatai automatikusan, erőfeszítés nélkül mennek végbe, vagy az emlékezeti integráció magasabb szintű működéseken alapuló, tudatos figyelmet, mentális erőfeszítéssel járó emlékezeti munkát kíván. Jelen fejezetben bemutatott vizsgálatunk ezeket a kérdéseket járja körül.

Mindenekelőtt azonban szeretnénk fogalmilag elválasztani egymástól az *automatikus* és *tudatos* emlékezeti folyamatokat. Allen és Baddeley (2009) automatikus emlékezeti összekapcsolásként olyan folyamatokat jelöl meg, amelyek nem interferálnak más, magasabb szintű funkciókkal. Ez egybeesik Hasher és Zacks (1979) korábbi meghatározásával is, akik szerint automatikus emlékezeti működéseknek tekinthetők azok a folyamatok, amelyek minimális figyelmet kívánnak, kevésbé interferálnak más kognitív aktivitással, csak kis mértékben van hatással rájuk a gyakorlás, illetve limitált fejlődési trend jellemzi őket. Ez utóbbi, fejlődési szempont rámutat arra, hogy fogalmilag fontos elválasztanunk egymástól az erőfeszítést nem kívánó kognitív folyamatot, illetve a – más képességekhez viszonyított - gyorsabb fejlődési ívet mutató funkciókat, amikor *automatikus folyamatokról* beszélünk. Ez utóbbi, fejlődési aspektusú megközelítésre a továbbiakban inkább *elemi emlékezeti működésként* hivatkozunk majd.

Az automatikus emlékezeti működésekkel szembeállítva a *tudatos* (vagy erőfeszítéses) emlékezeti folyamatok Hasher és Zacks (1979) definíciója szerint nagyobb figyelmet kívánnak, támaszkodnak, szándékvezéreltek, interferálnak más kognitív tevékenységekkel és a gyakorlás hatással van rájuk. Tudatos emlékezeti működésként tartják számon például az elaboratív

---

<sup>1</sup> A fejezet alapját *Téri szekvencia és fogalmi sorrend emlékezeti összekapcsolásának fejlődése* című *Pszichológia* folyóiratban megjelent tanulmányunk adja (Kárpáti, Király és Kónya; 2013; 33(3) 185–204.)

emlékezeti folyamatokat vagy az emlékezeti ismétlést. A következőkben az epizodikus binding (mi, hol és mikor), illetve az integrációt alkotó alfolyamatok kapcsán tárgyaljuk az automatikusság és a mentális erőfeszítés témakörét.

A téri lokalizáció, a *mi és hol* automatikus összekapcsolása Köhler, Moscovitch és Melo (2001) kísérlete által az emlékezés területén is igazolást nyert. A résztvevőknek a téri lokalizációs feladatban csak a tárgyak tulajdonságaira (színek és formák) kellett figyelniük, ennek ellenére az emlékezés során a tárgyak felismerésén túl a tárgyak helyére is jól emlékeztek. (Fordított helyzetben, amikor a tárgyra irányult a figyelem, ugyanez a hatás már nem érvényesült.) A szerzők amellet érvelnek, hogy a tárgyak azonossága már magában foglalja a téri elhelyezkedést, és az ezt megalapozó binding automatikus folyamatként valósul meg.

Ennél összetettebb helyzet, amikor a temporális információ is szerepet kap az emlékezeti feladatban, és ennek érdekében tér-idői összeillesztés történik. A *mi, hol és mikor* kérdés már nehezebben vizsgálható, ezt szemléltetjük a témából kiemelt két kísérlet eredményei és az eljárásokban rejlő különbségek bemutatásával. Van Asselen és munkatársai (2006) azt vizsgálták, hogy a téri és az idői információk összekapcsolása milyen mértékben automatikus folyamat. Kísérletükben a résztvevők értelmes ábrákat láttak megjelenni a képernyő különböző pontjain, egymás után. A téri próbák során a tárgyakat térben lokalizálták (a megjelenési helyeket pontok jelölték a térben). Az idői próbák során pedig a bemutatási sorrend reprodukálása volt a feladat. A kísérlet egyik szakaszában mindig az egyik (téri vagy idői) információ előhívása volt a feladat. A másokban az instrukció ugyanaz volt, mint az elsőben, de az esetek 20%-ban nem a várt, hanem a másik információt kellett előhívni. Az eredmények azt mutatták, hogy a várt (téri vagy idői) információ előhívása minden esetben sikeresebb volt, ami a szerzők érvelése szerint a téri és az idői információk elkülönült emlékezeti reprezentációjára utal.

Delogu és munkatársai (2012) egyik kísérletében egyetemisták vettek részt egy vizuális összekapcsolásra irányuló feladatban. A résztvevőknek a képernyőn bemutatott 5 tárgynak vagy a helyét, vagy időbeli megjelenését, illetve a kombinált helyzetben mindkettőt fel kellett idézniük. A kísérletvezető mindkét információra felhívta a személyek figyelmét, azonban azt, hogy az adott körben melyik információt kell előhívniuk, mindig csak a bemutatást követően mondta meg. Az eredmények szerint pontosabb volt a felidézés, amikor csak az egyik

információ került a figyelem fókuszába, mint amikor a kettő együtt. A szerzők Van Asselen és munkatársai következtetésével összhangban amellet érvelnek, hogy a tárgyak helyének és időbeli megjelenésének összekapcsolása nem automatikusan történik. További érdekes eredménye volt kísérletüknek, hogy a kombinált felidézésnél az idői információk megtartása szelektíven sérült: míg az integráció által okozott megterhelés nem volt hatással a téri információk felidezésére, az idői információk előhívását lerontotta. Az értelmezés szerint ennek hátterében az állhat, hogy a tér-idői kettős kódolás során a téri információ feldolgozása automatikusabban történik, mint a sorrendi információé. A fenti eredmények arra utalnak, hogy a térben lokalizált tárgyak idői információkkal való összekapcsolása az emlékezeti feldolgozás és előhívás során nem automatikusan történik, a tér-idői integráció kognitív megterheléssel jár. Továbbá az integrációval járó megterhelés szelektíven az idői információ sérülését okozhatja, a téri információ fennmaradása mellett.

Saját kutatásunk arra az észrevételre épül, hogy a tér-idői szerveződést vizsgáló kísérletek értelmes, megnevezhető tárgyak tér-idői szerveződését vizsgálják. A dinamikus téri feladatokban egybeesik a téri-idő (*szekvenciális*) és a nyelvi-idő (*sorrendi*) szerveződés. (lásd például Van Asselen és mtsai, 2006 és Delogu és mtsai 2012 fentebb bemutatott kísérleteit). Kísérleti tervünk kiindulási pontját Postma és munkatársai (2006) tanulmánya nyújtotta. A szerzők a téri lokalizáció és sorrendi szervezés egyszerű feladatai mellett olyan komplex helyzetet is beállítottak, amelyben a tér-idői információ kombinálódik. Eredményeik szerint a komplex helyzet a sokszoros binding következtében fokozott mentális erőfeszítést igényel: ami idősebb egészséges és emlékezeti deficcitl élő személyeknél jelentősen megnöveli a hibázást.

A téri eredetű temporális információ teljesen elkülönített vizsgálata homogén Corsi-szerű helyzetben (téri szekvenciális információ) valósítható meg; míg a nyelvi sorrend verbális szó-tanulási eljárással (sorrendi információ) mérhető. Ugyanakkor a megnevezhető képek sorrendi bemutatása is verbális szerveződést követ (Paivio és Csapo, 1969). Másfelől, amikor a tér-idői kísérletekben a megjelenés sorrendjének felidézése a feladat, az a téri szekvenciális információt is magában foglalja. Azaz a feladat a 'mikor'-on belül a téri szekvencia és a nyelvi sorrend között is összekapcsolást vár el; így valójában négy különféle információval (a mi, és hol és a szekvenciális és sorrendi idő) állunk szemben. Úgy véljük, a kettős téri/nyelvi időbeliség a kognitív erőfeszítés természetének feltárásában kritikus tényező lehet. Az általunk kialakított feladatsor segítségével igyekszünk elkülöníteni szerepüket; elméleti

kérdésfeltevésünk a kéttípusú idői információ összekapcsolásának erőfeszítéses természetére irányul.

A binding folyamatok háttérében álló kognitív erőfeszítés természetéhez fontos támpontot nyújthatnak a fejlődési vizsgálatok eredményei is. A kérdés egyik megközelítése a munkamemória elméleti keretében történik, és annak vizsgálatára irányul, hogy milyen ütemben fejlődnek és mely fejlődési pontokon válnak automatikussá, vagy járnak kisebb erőfeszítéssel az összekapcsolási folyamatok. Gathercole és munkatársai (2004) és Alloway és munkatársai (2006) a munkaemlékezet neurokognitív felépítését és fejlődését vizsgálták 4-15 éves kor között. A verbális-, a téri-vizuális perifériális feladatokban és a komplex, központi végrehajtót is terhelő feladatokban folyamatos meredekebb, majd lassabb fejlődést figyeltek meg. Megállapították azt is, hogy a központi végrehajtót (és frontális lebeny funkciót nagyobb mértékben) igénylő komplex munkamemória feladatok fejlődése tovább tart, mint az egyszerű rövididejű emlékezeti feladatoké. Gathercole komplex munkamemória feladatként elsősorban a központi végrehajtóra és a fonológiai hurokra együttesen támaszkodó feladatokat emeli ki (pl. olvasási terjedelem, visszafelé számterjedelem). A komplex munkamemória feladatokon belül Alloway és munkatársai (2004) megkülönböztetnek – Baddeley elmélete (2000) nyomán - epizodikus puffer feladatokat, melyek az alrendszerek integrálásának képességét mérik és a tartós tapasztalatot, így a jelentést is bevonják (pl. hallott mondat megismétlése).

Az általunk alkalmazott feladatok segítségével a tér-idői modalitások összekapcsolását fejlődési aspektusból szeretnénk vizsgálni. Az egyszerű feladatok elkülönülten mérik a képek téri lokalizációjára (*téri feladat*) és a tárgyak fogalmi sorrendjére való emlékezést (*verbális feladat*). Az összetett feladatok során a homogén tételek önmagában vett téri-idői szerveződését (*szekvenciális feladat*) és az önálló azonosságú tárgyak kettős, téri szekvenciális és fogalmi sorrendi szerveződését (*komplex feladat*) kívántuk összevetni egymással. Végül egy kontrollfeladat által ellenőriztük, hogy az alkalmazott téri szekvenciális feladat, feltételezésünknek megfelelően, a nyelvről leválasztott tér-idői szerveződést méri-e.

Az általunk összeállított feladatsor alkalmasnak ígérkezik az automatikus és emlékezeti kontrollt igénylő binding folyamatok elválasztására. Az egyre összetettebb feladatok által a tér-idői emlékezet, az epizodikus binding fejlődésének háttérét szeretnénk feltárni, azt a folyamatrendszer, amelyen keresztül összekapcsolódnak az eltérő forrású információk egymással. Míg a szakirodalom általában a nyelvhez köti az emlékezeti időt, vizsgálatunkban

a dinamikus téri szerveződésből adódó szekvenciális információt elkülönülten vizsgáljuk. Feltételezzük, hogy a nyelv szervező szerepét téri helyzetben ez utóbbival össze kell hangolni, amely emlékezeti kontrollt igényel. Fejlődési tekintetében éppen ezért jelentős különbséget várunk az általunk vizsgált két korcsoport: a gyermekek és a fiatal felnőttek csoportja között.

A fent bemutatott szakirodalmi eredmények nyomán **hipotéziseink** a következők:

H1. A kontextuális összekapcsolási tanulmányokra és a munkaemlékezeti modell kísérleti eredményeire alapozva az elemi epizodikus egység (mi, hol és mikor), amely a téri-nyelvi-idő összeillesztést vár, mind gyermekeknél, mind pedig felnőtteknél megterhelőbb folyamat, mint az epizód alkotórészeit alkotó binding folyamatok (mi és hol, mi és mikor, hol és mikor) (Köhler, Moscovitch és Melo, 2001; Allen és Baddeley, 2008; Van Asselen és mtsai 2006; Delogu és mtsai, 2012).

H2. A komplex munkaemlékezeti eredményekre alapozva az elemi epizodikus egység folyamatos fejlődést mutat a kisiskolás évek során (Gathercole és mtsai, 2004; Alloway és mtsai, 2006).

## MÓDSZER

### *Résztvevők*

A minta 115 hat és tíz év közötti gyermekből (54 fiú és 61 lány, átlagéletkor: 7,94; SD: 1,42), illetve 41 fiatal felnőtt személyből (20 férfi és 21 nő; átlagéletkor: 21,49; SD: 2,23) állt. A gyermekekkel való vizsgálatokat egy bajai óvodában és egy budapesti általános iskolában végeztük el, a szülők írásos beleegyező nyilatkozatban, a gyerekek maguk pedig szóban járultak hozzá a vizsgálatban való részvételhez (OTKA kutatás etikai engedélye alapján<sup>2</sup>).

Az egyetemista résztvevők az ELTE *Pszichológiai kísérletben való részvétel* kurzus keretein belül jelentkeztek a vizsgálatra, együttműködésükért kreditpontot kaptak.

---

<sup>2</sup> OTKA kutatás, nyilvántartási szám: K-81641. Az emlékezet egészséges és sérült működésének életszerű vizsgálata. Témavezető: Kónya Anikó.

## *Mérőeszköz*

A vizsgálatban alkalmazott tér-idői emlékezeti terjedelmet mérő módszert Kónya Anikó és Boha Roland dolgozta ki (Boha, 2012, *kézirat*). A téri lokalizációs feladatok Postma és munkatársai (2006) eljárásárára épülnek – azzal az alapvető eltéréssel, hogy míg a szerzők a komplex tér-idői elrendezésben a sorrendi megjegyzést kontrollálták, esetünkben a szekvenciális szerveződést emeltük ki. E módosítás által kíséreljük meg leválasztani a tér-idői szerveződést a fogalmak egymásutániságából eredő nyelvi sorrend és téri szekvencia egyidejű jelenlétéről.

A számítógépen kialakított feladatok alapjául a Presentation szoftver szolgált<sup>3</sup>. A képi anyag az IPNP (International Picture-Naming Project) normából származott (Székely és mtsai, 2003, 2004, Bates és mtsai, 2003).

A feladatok kötött módon egymásra épültek. Az egyszerű feladatok a tárgyak téri lokalizációjának (1. feladat), illetve a bemutatott fogalmak verbális sorrendjének (2. feladat) terjedelmét mérték. Ezt követték a kombinált tér-idői feladatok; melyekben egyformán történt a bemutatás, majd a kétféle idői információ elkülönítésének érdekében megkettőződött a feladat; elsőként a téri szekvenciára való emlékezésre instruáltuk a személyeket (3. feladat), majd ezzel együtt a verbális sorrend felidézésére (4. feladat). (A feladatok bemutatási és előhívási fázisait az *1. ábra* szemlélteti, a mellékletben szereplő feladatléírás pedig további magyarázatot tartalmaz).

---

<sup>3</sup> Verzió:14.9, gyártó: Neurobehavioral System

## Az alkalmazott feladatok bemutatása

### 1. *Téri feladat (mi és hol)*

Az első feladatban szimultán bemutatott képek téri lokalizációját kell megjegyezni, azaz hogy a különböző tárgyak hol helyezkednek el a térben (a tárgy helye és jelentése integrált). A helytelen felidézés téri hibát eredményez.

### 2. *Verbális feladat (mi és mikor)*<sup>4</sup>

A nyelvi sorrendiséget önmagában mérő változatban az objektumokat a személyeknek megjelenésük sorrendjében kell a képernyő közepén lévő „dobozba” helyezniük. Itt a fogalmak nyelvi/sorrendi szerveződése adja az idői adatot, a helytelen felidézés sorrendi hibát eredményez.

### 3. *Szekvenciális feladat (hol és mikor)*<sup>5</sup>

A harmadik feladatban a tárgyak bemutatása komplex (tér-idő) módon történik, azaz a tér különböző pontjain egymás után jelennek meg a tárgyak, azonban az előhívás során csak a téri szekvencialitást kell megjegyezni, tehát a tárgyak identitását, a fogalmi sorrendiségüket nem. A bemutatott tárgyak helyén fekete pontok jelennek meg, amelyeken a látott téri szekvenciális sorrendet kell reprodukálni. A helytelen felidézés szekvenciális hibával jár.

### 4. *Komplex feladat (mi, hol és mikor)*

Az utolsó feladatban a bemutatás megegyezik a 3. feladattal, azonban az előhívás során itt a szekvenciális felidézéshez látens változóként hozzákapcsolódik a tárgyak fogalmi sorrendisége is. A feladatban a tárgyak helytelen lokalizációja adja a téri hibát, míg tárgyak szekvenciális megjelenésének helytelen reprodukciója (amelyhez itt hozzákapcsolódik fogalmi sorrendiségük is) az idői hibát.

---

<sup>4</sup> Tekintettel a vizuális bemutatásra, a feladat *verbális* megnevezése némileg félrevezető, azonban a további feladatoktól való megkülönböztetés okán, illetve arra alapozva, hogy szakirodalmilag alátámasztott, hogy a megnevezhető képek sorrendi bemutatása verbális szerveződést követ (pl. Paivio és Csapo, 1969), döntöttünk az elnevezés mellett.

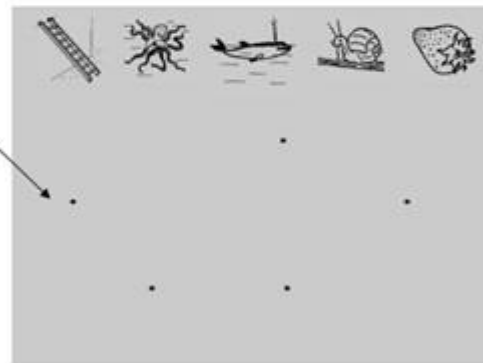
<sup>5</sup> A *szekvenciális* elnevezés itt is némileg félrevezető lehet, itt szeretnénk hangsúlyozni, hogy a téri sorrendet méri a feladat, azonban a *téri* lokalizációs, 1. feladattól való könnyebb megkülönböztetés miatt döntöttünk a szekvenciális elnevezés mellett.

## 1. Téri feladat (mi és hol)

Bemutatás: *szimultán*



Előhívás: *téri lokalizáció*

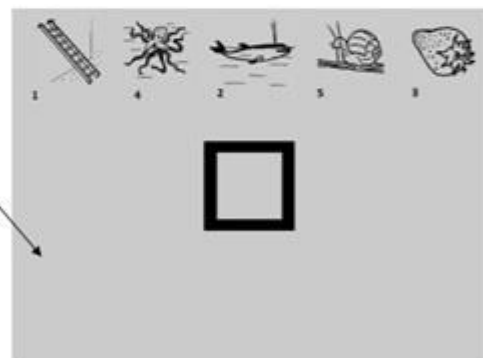


## 2. Verbális feladat (mi és mikor)

Bemutatás: *sorrendi*



Előhívás: *verbális sorrend*



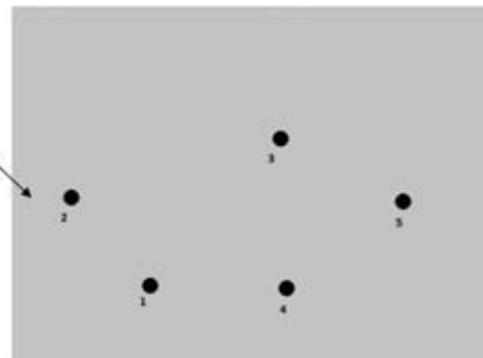


### 3. Szekvenciális feladat (hol és mikor)

**Bemutató:** *komplex tér-idői*



**Előhívás:** *téri szekvencia, tárgyidentitás nélkül*



### 4. Komplex feladat (mi, hol és mikor)

**Bemutató:** *komplex tér-idői*



**Előhívás:** *téri szekvencia és verbális sorrend*



1. ábra. Az emlékezeti binding feladatok bemutatási és előhívási szakaszai

## *Eljárás*

A vizsgálatfelvétel a különböző intézmények egy csendes szobájában történt, ahol zavartalanul lehetett elvégezni a feladatokat. A feladatokat egymásra épülő jellegük miatt megadott sorrendben vettük fel (1-4. feladatig). A Presentation program érzékenysége miatt, amely egyszeri kattintást igényel, a gyerekekkel való vizsgálat során az egeret a vizsgálatvezető kezelte, a gyerek rámutatását követően. A feladatok instrukcióval kezdődtek, amely a képernyőn kiírva is megjelent, de a gyerekekkel a vizsgálatvezető szóban is ismertette a teendőket. Ezután két háromelemű próbakör következett, amelyekben ellenőrizhető volt, hogy a résztvevő megértette-e a feladatot. Ezt követően a teszt szakaszban a gyermekeknél két elemszámról, a felnőtteknél pedig három elemszámról indulva történt a képek bemutatása. Az elemek száma minden körben eggyel bővült, a kritérium szerinti három hibázásig (egy körön belül összesen három hiba volt engedélyezett<sup>6</sup>). A legmagasabb teljesített elemszám az emlékezeti terjedelem mutatóját adta. Gyermekeknél a tériséget tartalmazó feladatokban a maximális elemszám tíz volt, a sorrendi feladatban nyolc, felnőtteknél minden feladatban tíz elemig növekedhetett a képek száma<sup>7</sup>. A különböző elemszámú köröket mindig megelőzte a képernyőn egy kiírás, amely mutatta, hogy hány elemű sorozat következik, majd a képernyő közepén háromtól visszaszámlálás indult, ami arra volt hivatott, hogy a figyelmet a képernyőre fókuszálja. Minden körben a képek bemutatása után az előhívás késleltetés nélkül következett. Az előhívási szakaszban a résztvevő megmutatta a képernyőn, hogy a különböző képeket mikor és/vagy hol látta, a vizsgálatvezető pedig a résztvevő válaszainak megfelelően helyezte el a tárgyakat, illetve kattintott a pontokra (a felnőttek ezt maguk végezték el). A válaszadásnak nem volt idői limitje. Az egyes körök és feladatok végén nem adtunk visszajelzést a teljesítményről. A téri (1.) feladatnál az egyes körökben a képek szimultán 5000 milliszekundumig jelentek meg a képernyőn minden körben. A további három feladatban a képek közvetlenül egymás után, egyesével jelentek meg a képernyőn, minden esetben 1500 milliszekundumig.<sup>8</sup> A gyerekekre adaptált verzióban a feladat végén jutalomként színes kép volt látható (holddal és csillagokkal). A négy feladat elvégzése hozzávetőleg 20-25 percet igényelt személyenként.

---

<sup>6</sup> A hibázási kritérium meghatározása előzetes vizsgálatokon alapult (Szrenka és mtsai, 2011), amelyben gyermekek és felnőttek együttes vizsgálata során ez a beállítás bizonyult a legoptimálisabbnak, a túl alacsony teljesítmény és túlzott fáradási hatás elkerülése végett.

<sup>7</sup> Az egyes feladatok során a maximális 55 képből a bemutatás randomizált módon történt.

<sup>8</sup> A terjedelemlimitárokat és az expozíciós idők beállítását előzetes vizsgálatok tapasztalata alapján határoztuk meg (Szrenka és mtsai, 2011; Kárpáti és mtsai, 2012).

## EREDMÉNYEK

A feladatokban bemutatott tárgyak egy 100x100 pixeles négyzet méretéhez illeszkedtek. A téri aspektussal rendelkező feladatokban a kimeneti fájl téri hibát rögzített, amennyiben a tárgy középpontja és a referenciapont közötti távolság nagyobb volt, mint az objektum oldalhossza (100 pixel), ha ez a távolság ennél kisebb volt, azt a program helyes válaszként értelmezte.<sup>9</sup> Az idői hibák meghatározása annak alapján történt, hogy az adott objektumot a vizsgálati személy a bemutatási sorrendben elfoglalt helyének megfelelően helyezte-e el.

### *Emlékezeti terjedelem eredmények*

Az egyes feladatkora nézve a vizsgálati személy emlékezeti terjedelmét az a legmagasabb elemszámú próba határozta meg, amelyet kritérium szerint maximum 3 hibával végzett el. (Az egyes életkorokban elért terjedelmi átlagokat lásd az 1. táblázatban.)

---

<sup>9</sup> A gyermekekkel való vizsgálatokat 15 colos képernyőjű laptop segítségével rögzítettük, a felnőttek pedig 19 colos asztali gépen oldották meg a feladatokat. A téri feladatokban a hibaszámítás a referenciaponthoz viszonyítva pixelben történt, ami lehetővé tette a különböző képernyőkön született adatok összevetését egymással.

## 1. táblázat

*A négy feladatban elért emlékezeti terjedelem korcsoportonként*

Életkor	Téri		Verbális		Szekvenciális		Komplex	
	Átlag (min-max)	SD	Átlag (min-max)	SD	Átlag (min-max)	SD	Átlag (min-max)	SD
<b>6 évesek</b>	<b>5,52</b> (4-8) n=25	1,29	<b>5,44</b> (4-8) n=25	0,91	<b>5,76</b> (4-7) n=25	0,77	<b>3,58</b> (2-5) n=24	1,01
<b>7 évesek</b>	<b>6,08</b> (4-8) n=24	1,28	<b>6,42</b> (4-8) n=24	1,31	<b>5,92</b> (4-9) n=24	1,01	<b>4,17</b> (2-6) n=24	1,12
<b>8 évesek</b>	<b>6,11</b> (5-8) n=27	0,89	<b>6,38</b> (4-8) n=26	1,13	<b>6,26</b> (4-8) n=27	1,09	<b>4,85</b> (2-8) n=26	1,48
<b>9 évesek</b>	<b>6,89</b> (5-9) n=19	0,99	<b>7,28</b> (5-8) n=18	0,95	<b>6,84</b> (4-9) n=19	1,34	<b>4,89</b> (3-8) n=18	1,14
<b>10 évesek</b>	<b>7,39</b> (5-10) n=18	1,50	<b>7,18</b> (6-8) n=17	0,88	<b>7,17</b> (6-10) n=18	1,20	<b>5,19</b> (3-7) n=16	1,10
<b>Felnőttek</b>	<b>8,37</b> (7-10) n=41	0,85	<b>8,59</b> (6-10) n=41	1,18	<b>7,71</b> (6-10) n=41	1,05	<b>6,46</b> (4-9) n=41	1,09

A négy feladat terjedelmi eredményeit külön-külön egyszempontos varianciaanalízisbe vontuk<sup>10</sup>, ahol a csoportosító változó az életkor volt. Mind a négy feladatban a statisztikai elemzés szignifikáns életkori hatást mutatott (*Téri*:  $F(5)=27,7$ ;  $p<0,001$ ; *Verbális*:  $F(5)=30,2$ ;  $p<0,001$ ; *Szekvenciális*:  $F(5)=15,2$ ;  $p<0,001$ ; *Komplex*:  $F(5)=21$ ;  $p<0,001$ ). Tukey-féle páros összehasonlítással vetettük össze az egyes korcsoportok közötti különbséget, amelyből kiderült, hogy 6 és 9 év között szignifikáns terjedelmi növekedés figyelhető meg mind a négy feladatban (*Téri*:  $p<0,01$ ; *Tisztán Verbális*:  $p<0,001$ ; *Szekvenciális*:  $p<0,001$ ; *Komplex*:  $p<0,01$ ). A *Komplex* feladatban már 6 és 8 éves kor között is jelentkezett a terjedelmi fejlődés ( $p<0,01$ ).

A felnőttek és a gyerekek összehasonlításából kiderült, hogy 10 éves kor és felnőttkor között szignifikáns teljesítménynövekedés figyelhető meg a négyből három feladatban (*Téri*:

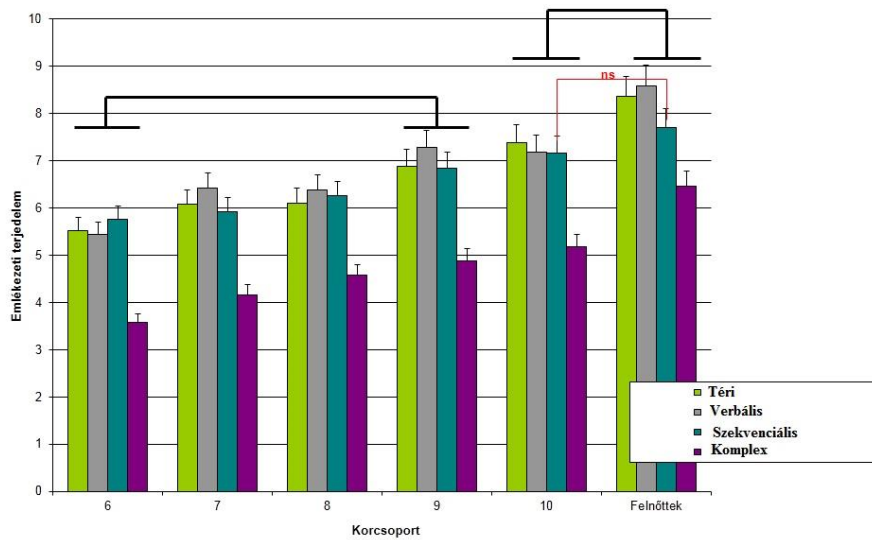
<sup>10</sup> A statisztikai próbák elvégzését megelőzően ellenőriztük a próbák előfeltételeit, a minták normális eloszlást mutattak.

$p < 0,05$ ; *Verbális*:  $p < 0,001$ ; *Komplex*:  $p < 0,01$ ), a nyelvi sorrendet nélkülöző *szekvenciális* feladatban azonban nem volt szignifikáns eltérés a két korcsoport között (lásd a 2. ábrán). (A *gyerekek életkori övezetei közötti további eltéréseket lásd a 3. táblázatban*).

2. táblázat

*Emlékezeti terjedelmi különbségek az életkori övezetek között*

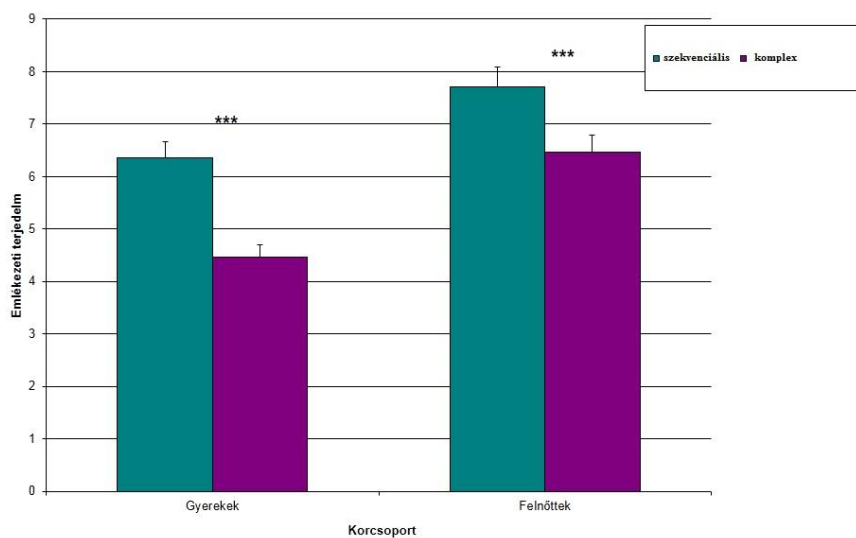
	<b>Téri</b>	<b>Verbális</b>	<b>Szekvenciális</b>	<b>Komplex</b>
<b>6-7</b>	ns	ns	ns	ns
<b>6-8</b>	ns	ns	ns	$p < 0,01$
<b>6-9</b>	$p = 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,01$
<b>6-10</b>	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,01$
<b>7-8</b>	ns	ns	ns	ns
<b>7-9</b>	ns	ns	ns	ns
<b>7-10</b>	$p < 0,01$	ns	ns	ns
<b>8-9</b>	ns	ns	ns	ns
<b>8-10</b>	$p < 0,01$	ns	ns	ns
<b>9-10</b>	ns	ns	ns	ns
<b>10-Felnőtt</b>	$p < 0,05$	$p < 0,001$	ns	$p < 0,01$



2. ábra. Emlékezeti terjedelem fejlődése gyermekkorban (6-10 év) és fiatal felnőttkorban.

### *A feladatok nehézségének elemzése*

A két utolsó, a bemutatás komplexitását tekintve azonos (tér-idői) feladat emlékezeti terjedelmét vetettük össze egymással. A vegyes ANOVA (2 csoport \* 2 tér-idői feladat) eredményei szerint mind a csoportosító változóra ( $F(1, 149)=84,18; p<0,001$ ), mind pedig a feladat változóra ( $F(1, 149)=144,19, p<0,001$ ) nézve jelentkezett szignifikáns főhatás, illetve interakciót is találtunk a két változó között ( $F(1, 149)=5,87, p<0,05$ ). Az összetartozó mintás t-próba elemzésből kiderült, hogy az összetett *komplex* feladatban szignifikánsan alacsonyabb volt az emlékezeti terjedelem, mint a *szekvenciális* feladatban. Ez az eredmény gyerekeknél ( $t(109)=13,5; p<0,001$ ) és felnőtteknél ( $t(40)=5,9; p<0,001$ ) is megmutatkozott (lásd a 3. ábrán).



3. ábra. A szekvenciális és a komplex terjedelem gyerekeknél (6-10 év) és fiatal felnőtteknél (\*\*\*= $p < 0,001$ )

### *Feladatok közötti együttjárás*

A gyerekek 115 fős mintáján elemeztük a négy feladat terjedelem mutatói közti együttjárást. A Pearson-féle korrelációs elemzés eredménye szerint mind a négy feladat mutatói korreláltak egymással. Azonban ezt a hatást torzíthatja, hogy az életkor növekedésével az általános emlékezeti kapacitás is növekszik, ezért megismételtük a korrelációs elemzést az életkor parciálásával. Ebben az esetben csak a *komplex* feladat mutatott együttjárást a további három feladattal (*téri*:  $r=0,25$ ,  $p < 0,01$ ; *verbális*:  $r=0,21$ ,  $p < 0,05$ ; *szekvenciális*:  $r=0,20$ ,  $p < 0,05$ ).

### *Kiegészítő kísérlet*

Mivel a *szekvenciális* feladatban a *komplex* feladattal megegyezően összetett, tér-idői módon történik a bemutatás, felmerülhet a kérdés, hogy az előhívás során a résztvevők valóban csak a téri szerveződést idézik-e fel, a verbális sorrend figyelmen kívül hagyásával. Amennyiben az általunk létrehozott Corsi-szerű kontrollfeladat (a bemutatás és az előhívás is kizárólag téri szekvenciális ingersorból áll) emlékezeti terjedelme nem különbözik a

szekvenciális feladattól, feltételezhetjük, hogy a résztvevők ebben a feladatban, a bemutatás komplexitása ellenére, az előhívás során nem használtak verbális megnevezésen alapuló sorrendi szerveződést.

A kontrollfeladat beiktatásának további célja a gyakorlási, illetve fáradási hatás kontrollálása volt, ami a négy kísérleti feladat kötött sorrendje miatt merült fel. Amennyiben a résztvevők nem teljesítenek gyengébben a feladatsor végén elvégzett kontrollfeladatban, mint az elején elvégzettben, akkor kizárhatjuk, hogy az hogy a komplex feladat a további feladatok után következik, teljesítménybeli hatást gyakorolna a feladat elvégzése során. A résztvevők két alkalommal (első és utolsó feladatként) végezték el a Corsi-szerű kontrollfeladatot. A minta 32 általános iskolás gyermekből állt (18 fiú és 14 lány;  $M=9,41$ ;  $SD=0,71$ ).

### *Kontrollfeladat*

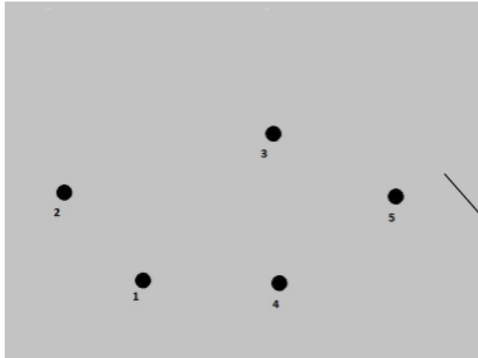
A bemutatási fázisban a résztvevők fekete pontokat láttak megjelenni egymás után a képernyő különböző pontjain. Az előhívás során szimultán jelentek meg a bemutatott pontok a képernyőn, amelyeken a látott téri szekvenciális sorrendet kellett reprodukálnia a résztvevőknek. Az eljárás a már bemutatott módon történt, azzal a különbséggel, hogy ebben a kísérletben a kibővített feladatok sorrendje a következő volt (lásd továbbá 4. ábra):

1. Kontrollfeladat (1)
2. Téri feladat
3. Verbális feladat
4. Szekvenciális feladat
5. Komplex feladat
6. Kontrollfeladat (2)

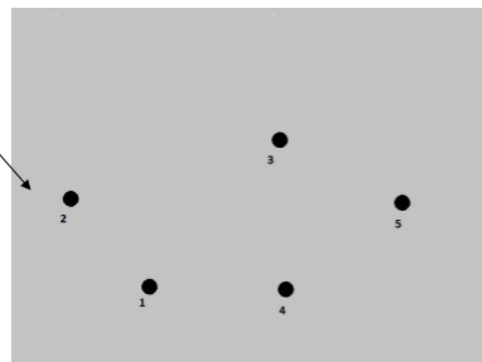


## Kontrollfeladat

**Bemutítás:** téri szekvencia,  
tárgyidentitás nélkül



**Előhívás:** téri szekvencia.  
tárgyidentitás nélkül



4. ábra. A kontrollfeladat bemutatási és előhívási szakasza

Az összetartozó mintás t-próba nem mutatott különbséget a kontrollfeladat és a szekvenciális feladat emlékezeti terjedelme között. Ez alapján úgy tűnik tehát, hogy a szekvenciális feladatban a résztvevők az instrukció alapján figyelmen kívül hagyják a tárgyak azonosságát, így megerősítést nyert, hogy ez a feladat önmagában a téri szekvenciális szerveződést méri, és nem támaszkodik a nyelvi felidézésre.

Az első és az utolsó kontrollfeladat összehasonlításából kiderült, hogy a második feladatban szignifikánsan magasabb volt a gyerekek teljesítménye ( $t(31)=-2,95$ ,  $p<0,01$ ). A feladatok végzése során nem jelentkezett fáradási hatás, a kontrollfeladatban mutatott teljesítményjavulás háttérében ezzel szemben inkább gyakorlási hatás áll; ami erősíti a komplex feladat nehézségének értelmezését.

## MEGBESZÉLÉS

A tér-idői emlékezet terjedeleme mérésére egyszerű és komplex feladatokat alkalmaztunk, melyek ingeranyagát értelmes képek adták. Az egyszerű feladatokban egymástól elkülönítve vizsgáltuk a téri és idői emlékezetet: téri lokalizációs, illetve nyelvi sorrendi feladathelyzetben. Míg az egyszerű téri feladatban a bemutatás egyidejűleg történt, a komplex tér-idői feladatban dinamikusan, ami teret ad a szekvenciális mellett a sorrendi szerveződésnek: ezáltal a téri és nyelvi időbeliséget együtt vizsgálja. Az első tér-idői feladatban a bemutatás ellenére csak a téri pontok lekövetésére kértük a személyt (szekvenciális szerveződés), míg az ezt követő komplex feladatban már a megjelenített értelmes képeket kellett lokalizálnia (szekvenciális és sorrendi szerveződés). (1. ábra).

A terjedeleme eredmények az egyszerű és komplex feladatokban is növekedést jeleztek 6 és 9 éves kor között; az összetett komplex feladatban a növekedés már korábban, 6 és 8 éves kor között is megmutatkozott. A legidősebb (10 éves) gyerekek és a fiatal felnőttek között is jelentősnek bizonyult a teljesítménykülönbség - a szekvenciális feladat kivételével. (2. ábra) A két tér-idői (szekvenciális és komplex) feladat teljesítménye egymással közvetlenül összehasonlítható, amennyiben a bemutatás során egyaránt négy információ típus jelent meg (hol, mi és a szekvenciális, valamint sorrendi idői). A szekvenciális feladat előnye (3. ábra) arra mutat rá, hogy életkortól függetlenül, amennyiben az előhívás nem igényli, figyelmen kívül hagyjuk a fogalmak nyelvi sorrendjét. Ezt magyarázza, hogy a szekvenciális feladatban a 10 éves gyerekek és a fiatal felnőttek között már nem volt különbség.

A terjedelemmel kapcsolatos eredmények átfogóan értelmezhetőek a munkamemória fejlődésének keretében; az idetartozó elméletek különbséget tesznek az egyszerű rövid idejű és a komplex munkamemória feladatok között (lásd pl. Hitch, 2002; Gathercole és mtsai, 2004; Alloway és mtsai, 2004, 2006). A munkamemória feladatokban az alapfolyamatok (munkamemória perifériális komponenseivel összefüggésben a szókincs, artikulációs ismétlés, valamint a téri vázlat és frissítése) mellett szerepet kap az információk integrálása, aminek igénye a feladatok komplexitásával növekszik. Ebben a keretben gondolkodva, az általunk bemutatott komplex feladat epizodikus puffer feladatként értelmezhető, melynek téri és nyelvi oldala fokozott integrációt (tudati összetapasztást) igényel. A mi-hol és a 'mi-mikor' feladatokat követően a 'mi-hol-téri szekvencia', végül pedig a 'mi-hol-téri szekvencia-nyelvi sorrend' információk integrálása volt a feladat. A tárgy és helye mellett a téri szekvencia is

közel automatikusan kapcsolódik a téri információ együtteshez – erre mutat a két tér-idői feladat különbsége mellett az is, hogy a szekvenciális feladatot egy kontrollfeladattal összehasonlítva (lásd kiegészítő kísérlet) nem mutatkozott különbség. A szekvenciális feladat tehát nem bizonyult nehezebbnek, mint a kiegészítő kísérletbe beépített egyszerű (homogén) szekvenciális feladat. Ennek alapján úgy véljük, hogy önmagában a tárgy identitása nem okoz többlet erőfeszítést a jelentést nélkülöző, téri referencia pontokkal irányított szekvenciális szerveződéshez képest.

A feladatok kapcsolata is a tér-idői információk összekapcsolásának erőfeszítéses természetére utal: míg az eltérő természetű egyszerű feladatok függetlenek; az információkat egyesítő tér-idői feladat teljesítménye már összefügg az egyszerűbb feladatok teljesítményével. A komplex tér-idői feladat felől tekintve, a téri és nyelvi időt egyesítő feladat bizonyult a legnagyobb erőfeszítést igénylő feladatnak. Annak lehetőségét, hogy mindezt a feladatok kötött sorrendjének is betudható fáradási hatás okozza, kiegészítő vizsgálatban kontrolláltuk: az elő- és utófeladatként is használt jelentésnélküli ingereket tartalmazó szekvenciális feladatok a fáradással szemben a gyakorlás irányába mutatnak. A fáradási hatás kizárása megerősíti a komplex felidézés emlékezeti helyzetének megterhelő voltát. Arra a kérdésre, hogy miben rejlik e komplex feladatok nehézsége, a tér és nyelv időbeliségének, idői szerveződésének kettőssége ad magyarázatot. A magyarázat mögé tekintve: a szekvenciális szerveződésre ráterhelt fogalmi sorrend okoz gondot, illetve az, amikor mindkettő figyelembevételét igényli a feladat. Ennek nehézségét a fejlődési összehasonlítás is jelzi tanulmányunkban.

A téri szekvenciális és nyelvi sorrendi időbeliséget is tartalmazó téri helyzet a fogalmi jelentést is mozgósító helyzeteket jellemzi. A tér-idői kontextus kognitív erőfeszítést igényel az epizód összeillesztése érdekében. A kognitív erőfeszítés magyarázatát erősíti, hogy amennyiben a helyzet nem kívánja, figyelmünket az egyszerűbb, kevesebb erőfeszítést igénylő tudattartalmakra irányítjuk.

A téri és a nyelvi idő emlékezeti összeillesztése tehát kognitív erőfeszítéssel jár, fejlődési tekintetben pedig úgy tűnik, hogy a végrehajtó funkciókra (frontális területekre) erősebben támaszkodó modalitások közötti binding lassabban fejlődik, mint a nyelvi információt nélkülöző téri-idői organizáció. A feladatok háttérében álló végrehajtó funkciók feltérképezésére irányulnak majd a későbbiekben bemutatott vizsgálataink.

## MELLÉKLET

### 3. táblázat

#### *Az emlékezeti feladatok pontos leírása és instrukciói*

Feladat megnevezése	Feladat leírása	Instrukció
<p><b>Téri feladat</b></p> <p>téri lokalizáció</p>	<p>a feladatok a maximális hossz beállítása alapján az összesített teljesítményt vagy az emlékezet terjedelmét mérik</p> <p><i>Bemutató:</i></p> <p>A képernyő különböző pontjain egyidejűleg jelennek meg a véletlenszerűen kiválogatott tárgyakat ábrázoló képek</p> <p><i>Emlékezeti próba:</i></p> <p>a felső bemutató sorban megjelennek a korábban látott képek, valamint a képernyőn a tárgyak helyét jelző referenciapontok; a személynek el kell helyeznie a tárgyakat a térben, bármely sorrendben, majd a „kész” gombra kattintania.</p>	<p>A képernyőn növekvő számú képet fogsz látni, először kettőt, hármat, majd négyet, stb.</p> <p>Figyeld meg jól a képeket!</p> <p><b>A bemutatást követően tedd a képeket az eredetileg látott helyükre!</b></p> <p>Most néhány gyakorló feladat következik. (ENTER)</p>
<p><b>Verbális feladat</b></p> <p>nyelvi sorrendi szerveződés</p>	<p><i>Bemutató:</i></p> <p>A képernyő közepén sorrendben egymást követve jelennek meg a képek, egymást kiszorítva</p> <p><i>Emlékezeti próba:</i></p> <p>a felső bemutató sorban megjelennek a korábban látott képek, valamint a képernyő közepén egy „doboz”; a személynek az eredeti sorrendben kell elhelyeznie a tárgyakat a dobozban, majd a „kész” gombra kattintania.</p>	<p>A képernyőn növekvő számú képet fogsz látni, először kettőt, hármat, majd négyet, stb.</p> <p>Figyeld meg jól a képeket!</p> <p><b>A bemutatást követően tedd a képeket a képernyő közepén látható "dobozba" megjelenésük sorrendjében!</b></p> <p>Most néhány gyakorló feladat következik. (ENTER)</p>
<p><b>Szekvenciális feladat</b></p> <p>komplex tér-idői bemutatás – az előhívás téri-szekvenciális, a fogalmi sorrendiség mellőzésével</p>	<p><i>Bemutató:</i></p> <p>A képernyő különböző pontjain egymást követően jelennek meg a képek.</p> <p><i>Emlékezeti próba:</i></p>	<p>A képernyőn növekvő számú képet fogsz látni, először kettőt, hármat, majd négyet, stb.</p> <p>Figyeld meg jól a képeket!</p>

	<p>a képernyő tetején nem jelenik meg semmi, csak a térben a referenciapontok, a személynek a pontokra kell kattintani az eredeti sorrendben, majd a „kész” gombra kattintania.</p>	<p><b>A bemutatást követően nyomd meg a látott képek helyén álló pontokat a megjelenés sorrendjében!</b></p> <p>Most néhány gyakorló feladat következik. (ENTER)</p>
<p><b>Komplex feladat</b></p> <p>komplex tér-idő bemutatás: az előhívás téri-szekvenciális és fogalmi sorrendi együtt</p>	<p><i>Bemutató:</i></p> <p>A képernyő különböző pontjain egymást követően jelennek meg a képek.</p> <p><i>Emlékezeti próba:</i></p> <p>a felső bemutató sorban megjelennek a korábban látott képek, valamint a képernyőn a tárgyak helyét jelző referenciapontok; a személynek el kell helyeznie a tárgyakat a térben, a bemutatásnak megfelelő helyekre és sorrendben, majd a „kész” gombra kattintania.</p>	<p>A képernyőn növekvő számú képet fogsz látni, először kettőt, hármat, majd négyet, stb.</p> <p>Figyeld meg jól a képeket!</p> <p><b>A bemutatást követően tedd a képeket az eredetileg látott helyükre a megjelenésük sorrendjében!</b></p> <p>Most néhány gyakorló próba következik. (ENTER)</p>
<p><b>Kontrollfeladat</b></p> <p>az első feladat megisméltése (kiegészítő vizsgálat)</p>	<p><i>Bemutató:</i></p> <p>a képernyő különböző pontjain egymást követően pontok jelennek meg</p> <p><i>Emlékezeti próba:</i></p> <p>a személynek az egyidejűleg jelenlévő referenciapontokra kell kattintani a látott sorrendben, majd a „kész” gombra.</p>	<p>A képernyőn növekvő számú pontot fogsz látni, először kettőt, hármat, majd négyet, stb.</p> <p>Figyeld meg jól a helyüket és megjelenésük sorrendjét!</p> <p><b>A bemutatást követően érintsd meg a képernyőn lévő pontokat a megjelenés sorrendjében!</b></p> <p>Most néhány gyakorló feladat következik. (ENTER)</p>

### 3. Fejezet: Emlékezeti integráció enyhe fokú neuropszichológiai zavarral élő gyermekeknél<sup>11</sup>

#### BEVEZETÉS

A tanulmány előző fejezetében tárgyalt eredmények (Kárpáti, Király és Kónya, 2013) a téri-nyelvi emlékezeti organizáció megterhelő voltára hívták fel figyelmünket. A feltehetően végrehajtó (frontális) funkciókat is bevonó emlékezeti feladat a gyermek résztvevőknek nagyobb kihívást jelentett a fiatal felnőtt résztvevőkhöz viszonyítva. Frontális éretlenséget mutató gyermekek számára, feltételezésünk szerint, az összetett téri-nyelvi emlékezeti szervezés még nagyobb megterheléssel járhat. Jelen vizsgálatunk célja kettős: egyik oldalról szeretnénk feltárni, hogy enyhefokú, jóindulatú centrotemporális epilepsziával élő gyermekek téri-nyelvi emlékezeti működését milyen szinten érinti a náluk leírt agyi érési folyamatok megkésése (pl. Praline és mtsai, 2003). Másik oldalról pedig a klinikai mintán feltárt esetleges emlékezeti organizációs deficit közvetetten alátámasztaná hipotézisünket, mely szerint a téri és a fogalmi információk emlékezeti szervezése nem automatikus folyamat, hanem magasabb szintű kognitív funkciók és a frontális agyterületek közreműködését kívánja meg.

A benignus centrotemporális epilepszia (BCTE) a gyermekkori epilepsziák leggyakrabban előforduló formaköre, melynek jellegzetes klinikai tünete az alvás közben jelentkező fokális szenzomotoros roham. Az epilepsziás rohamok általában 3-13 közötti életkorban jelentkeznek először, majd pubertáskor alatt spontán elmúlnak. Évtizedekig tartotta magát a nézet, mely szerint a betegség semmilyen kognitív vagy intellektuális zavart nem okoz (pl. Wirrell, 1998).

Az utóbbi évek neuropszichológiai kutatásai azonban több területen is enyhe kognitív eltérésekről számolnak be. A BCTE-s gyermekekkel végzett vizsgálatok tapasztalatai szerint

---

<sup>11</sup> A 3. fejezet alapjául Working memory integration processes in benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes című cikkünk szolgált (Kárpáti, Donauer, Somogyi és Kónya, 2015; *Cognitive and Behavioral Neurology*; 28 (4), 207-214.)

együttjárhat a betegséggel vizuo-motoros eltérés (Heijbel és Bohman, 1975; D'Alessandro és mtsai, 1990; Giordani és mtsai, 2006; Pinton és mtsai, 2006; Ay és mtsai, 2009; Danielsson és Petermann, 2009), nyelvi és olvasási nehézségek (D'Alessandro és mtsai, 1990; Az és mtsai, 2009; Danielsson és Petermann, 2009; Goldber-Stern és mtsai, 2010; Verotti és mtsai, 2011), emlékezeti és tanulási deficit (Weglage és mtsai, 1997; Croona és mtsai, 1999; Giordani és mtsai, 2006; Northcott és mtsai, 2005, 2007; Pinton és mtsai, 2006; Danielsson és Petermann, 2009), illetve végrehajtó funkciós elmaradás (D'Alessandro és mtsai, 1990; Croona és mtsai, 1999; Giordani és mtsai, 2006; Pinton és mtsai, 2006; Ay és mtsai, 2009).

BCTE-s gyermekek emlékezeti vizsgálata során ellentmondásos eredmények születtek. Míg néhány tanulmány nem talált semmilyen emlékezeti problémát (pl. D'Alessandro és mtsai, 1990; Ay és mtsai, 2009), más kutatások kiterjedt emlékezeti zavarról számolnak be (pl. Croona és mtsai, 1999; Northcott és mtsai, 2007; Danielsson és Petermann, 2009). Továbbá egyes szerzők amellett érvelnek, hogy a verbális és téri folyamatok egyenlő mértékben érintettek (Northcott és mtsai, 2007; Danielsson és Petermann, 2009), mások kizárólag verbális (Croona és mtsai, 1999) vagy téri-vizuális zavarról számolnak be (Giordani és mtsai, 2006).

Az ellentmondó eredmények mélyebb vizsgálata azonban rávilágít bizonyos konvergens mintázatokra. Úgy tűnik, hogy a vizsgálatok jelentős része nem számol be deficitről a verbális számterjedelmi (D'Alessandro és mtsai, 1990; Croona és mtsai, 1999; Ay és mtsai, 2009) és a Corsi-szerű téri terjedelmi (D'Alessandro és mtsai, 1990; Croona és mtsai, 1999; Goldberg-Stern és mtsai, 2009) feladatok kapcsán. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a BCTE-s gyermekek azokban a feladatokban, amelyekben önmagában az információk fenntartása a feladat, egészséges társaihoz hasonlóan teljesítenek.

A komplex, mentális manipulációval is járó munkamemória feladatok vizsgálata azonban már ellentmondóbb eredményeket hoz. A verbális munkamemória funkciók területén a következő eredmények születtek. Míg D'Alessandro és munkatársai (1990) és Goldberg-Stern és munkatársai (2009) nem számolnak be nehézségről a RAVLT (Rey Auditory Verbal Learning Test) feladatban BCTE-s gyermekeknél, Croona és munkatársai (1999) ugyanebben a tesztben csökkent teljesítményt talált. Egy vizsgálat szerint BCTE-s gyermekek a California Learning tesztben gyengébben teljesítettek a kontrollcsoportnál, azonban ez csak a 10 év alatti résztvevőkre volt igaz (Vago és mtsai, 2008). Történetfelidézés feladatban Goldberg-Stern és munkatársai (2009) nem találtak deficitet, Croona és munkatársai (1999) viszont csökkent

teljesítményt írnak le ugyanebben a feladatban. Végül egy kutatás eredménye szerint BCTE-s gyermekek gyengébben teljesítenek a mondatterjedelem tesztben, mint egészséges társaik (Danielsson és Petermann, 2009).

A komplex téri-vizuális munkamemória tekintetében az eredmények szintén ellentmondásosak. Northcott és munkatársai (2007), illetve Danielsson és munkatársai (2009) csökkent teljesítményt találtak képekre való emlékezésben BCTE-es gyermekeknél. A Rey Komplex Ábra tesztben Godberg-Stern és munkatársai (2009) illetve Croona és munkatársai (1999) nem számolnak be eltérésekről a BCTE-s csoportban. Weglage és munkatársai (1997) eredményei szerint egy képi lokalizációs feladatban (Central Learning Exercise) a BCTE-s gyermekek gyengébben teljesítenek a kontrollcsoportnál. Végül, Völkl-Kernstock és munkatársai (2006) emlékezeti deficitet találtak egy olyan tesztben, amelyben téri ábrák rekonstrukciója volt a feladat.

Összességében, a fenti eredmények arra utalnak, hogy BCTE-s gyermekek teljesítménye sérülékenyebb azokban az emlékezeti feladatokban, amelyekben az információk aktív szervezésére, manipulációjára is szükség van, mint azokban a tesztekben, ahol mindössze az ingerek fenntartása a feladat. Baddeley (2000) módosított munkamemória modelljét alapul véve, a BCTE-s gyermekeknek kihívást jelenthet a komplex munkamemória feladatok megoldása, azonban az olyan egyszerű rövid távú (STM) feladatokban, mint a számterjedelem vagy a Corsi kockák feladat, kortársaikhoz hasonlóan teljesítenek. Jelen vizsgálat célja BCTE-s gyermekek egyszerű és komplex emlékezeti képességeinek szisztematikus vizsgálata volt, amelyhez az előző fejezetben bemutatott binding feladatokat alkalmaztunk.

Az előző fejezetben tárgyalt, egészséges mintát alkalmazó vizsgálatunkkal (Kárpáti, Király and Kónya, 2013) megegyezően az egyszerű feladatok elkülönülten mérték a téri, a verbális, illetve a szekvenciális emlékezeti terjedelmet, míg a komplex munkamemória feladat a lokalizáció, a szekvenciális és a fogalmi sorrend aktív összeillesztését várta el.

A fenti rövid távú emlékezetet vizsgáló kutatások eredményeinek összegzése nyomán, a modaitás-specifikus és komplex feladatok összevetése mentén (pl. D'Alessandro és mtsai, 1990; Danielsson és Petermann, 2009) **hipotézisünk** az, hogy míg a BCTE-s gyermekek az egyszerű binding feladatokban az egészséges kontrollcsoporttal megegyezően fognak teljesíteni, a komplex emlékezeti művelettel járó (téri, idői és nyelvi komponensek



összeillesztését tartalmazó) munkamemória feladatban azonban gyengébben teljesítenek majd kortársaiknál.

## MÓDSZER

### *Résztvevők*

Mintánk 17 6-13 év közötti BCTE-s (6 lány és 11 fiú; átlagéletkor: 9,02; SD: 2,49) és 17 korban, nemben és IQ szintben illesztett egészséges gyermekből (átlagéletkor: 9,22; SD: 2,48) állt. A BCTE-s gyermeket a vizsgálatot megelőzően, egy budapesti gyermekkórház Epilepszia Centrumában diagnosztizálták, a mintába kerülés kritériuma a BCTE-re jellemző EEG-mintázat jelenléte és a klasszikus klinikai tünetek megléte volt. Az epilepsziával élők csoportjából 13 gyermek részesült gyógyszeres kezelésben (pl. Ospolot vagy Keppra) a vizsgálat ideje alatt. A kontrollcsoport tagjai Budapest egyik, a kórházzal megegyező kerületének általános iskolájából kerültek ki. A vizsgálatból kizáró ok volt más ismert epilepszia betegség vagy tanulási, illetve pszichiátriai zavar. A gyermekek szülei írásban, a gyermekek maguk pedig szóban járultak hozzá a vizsgálatban való részvételhez. A vizsgálatot OTKA kutatás etikai engedélye mellett végeztük<sup>12</sup>.

### *Mérőeszközök*

#### Emlékezeti és IQ tesztek

##### *Verbális intellektuális képességek*

A Wechsler intelligenciateszt VI. verziójának (magyar változat: Nagyné Réz és mtsai., 2008) verbális szubtesztjeit alkalmaztuk a verbális képességek felmérésére. A verbális kvóciens (VIQ) a *Közös jelentés*, a *Szókincs* és az *Általános megértés* próbák összegzett pontszáma adta.

---

<sup>12</sup> OTKA kutatás, nyilvántartási szám: K-81641. Az emlékezet egészséges és sérült működésének életszerű vizsgálata. Témavezető: Kónya Anikó.

## *Nonverbális intellektuális képességek*

A nonverbális intellektuális képességeket a Raven Progresszív Mátrixok teszttel mértük fel. A *Színes Progresszív Mátrixok* (Raven, Court és Raven, 1990) változatot alkalmaztuk a 11 évnél fiatalabb gyermekeknél, míg a *Standard Progresszív Mátrixok* (Raven, Court és Raven, 1996) feladatot végezték el az idősebb gyermekek.

## *Emlékezeti kontrollfeladatok*

A CMS (*Children's Memory Scale*) tesztbattériát 5-16 év közötti gyermekek verbális és téri-vizuális tanulási és emlékezeti képességeinek felmérésére fejlesztette Cohen (1997). A 9 szubtesztből hármat alkalmaztunk kísérleti feladataink kontrolljaként. A *pontlokalizáció* feladat a téri tanulási képességeket mérte fel, a *képlokalizáció* tesztben homogén, megnevezhető tárgyak helyét kellett megjegyezni, végül a *családi képek* feladatban komplex jelenetek téri elrendezését kellett rekonstruálnia a résztvevőknek.

## Kísérleti feladatok

A munkamemória teljesítményt mérő próbák megegyeztek az előző fejezetben bemutatott négy feladattal (részletesebben lásd 2. fejezet, 1. ábrája és melléklet 3. táblázata).

## *Eljárás*

A résztvevők két ülésben végezték el a feladatokat úgy, hogy a két alkalomra egy két hetes időszakon belül került sort. Az egyik alkalommal a számítógépes kísérleti feladatokat végezték el, a másik ülésen pedig a papír-ceruza alapú standardizált tesztek (CMS, Raven, WISC-4). A vizsgálatokat a kórház, illetve a kontrollcsoport esetében az iskola egy csöndes szobájában végeztük el. Mindkét alkalom körülbelül 1-1 órát vett igénybe.

## Kísérleti feladatok

A feladatokat egymásra épülő jellegük miatt az előző fejezetben bemutatott vizsgálathoz hasonlóan megadott sorrendben vettük fel (1-4. feladatig), és a fáradási hatás kiszűrése érdekében a feladatsor elején és végén itt is alkalmaztuk a 2. fejezetben bemutatott kontrollfeladatot. A vizsgálatban résztvevő gyermekek életkora miatt a próbákat megelőző

szöveges instrukciók mellett a kísérletvezető minden feladatot szóban is elmagyarázott. Korábbi vizsgálatunkkal megegyezően ebben a vizsgálatban is két próbakör előzte meg a feladatokat, amelyek minden esetben két elemszámú sorozatról indulva minden körben egy elemmel bővültek egészen a legfeljebb 3 hibával elvégzett próbáig (a maximális elemszám minden feladatnál 10 volt). A próbákat megelőző visszaszámlálás a figyelem képernyőre fókuszálást segítette. Jelen vizsgálatban sem alkalmaztunk idői limitet a próbák során. Az előző fejezetben bemutatott vizsgálatnál azonos módon a téri (1.) feladatban az egyes körökben a képek szimultán 5000 milliszekundumig jelentek meg a képernyőn. A további három feladatban a képek közvetlenül egymás után, egyesével jelentek meg, minden esetben 1500 milliszekundumig. Tekintettel a gyermek résztvevőkre, a feladat végén itt is alkalmaztuk jutalomként a színes képeket (hold és csillagok).

### Intellektuális és emlékezeti kontrolltesztek

A második ülésben az intelligencia (WISC-4 és Raven) és az emlékezeti kontrollfeladatok (CMS) felvételét végeztük el. A gyermekek figyelmének fenntartása érdekében a verbális és a vizuális feladatok felváltva követték egymást. Az ülés végén a kísérletvezető megköszönte a gyermeknek a vizsgálatban való részvételt.

### *Adatelemzés*

Az adatok elemzése a standardizált tesztek pontszámain, illetve az emlékezeti terjedelmi eredményeken alapult. A terjedelmi pontszámokat mind a négy feladat esetében a legfeljebb három hibával elvégzett legmagasabb elemszámú próba adta. A kísérleti és kontrollcsoport eredményeinek összevetését megelőzően ellenőriztük a próbák előfeltételeit. Mivel a normalitás feltétele sérült, a csoportok összehasonlítására a Mann-Whitney próbát választottuk. Hatásnagyság mutatókat is alkalmaztunk elemzéseink során ( $r=Z/\sqrt{N}$ ).

## **EREDMÉNYEK**

A verbális (WISC-4) és nonverbális (Raven) intellektuális képességekben nem volt szignifikáns eltérés az epilepsziával élő- és a kontrollcsoport között. Az CMS szubtesztjei, az

emlékezeti kontrollfeladatok tekintetében sem volt eltérés a csoportok között (*pontlokalizáció, képlokalizáció, családi képek*) (Az eredményeket lásd a 4. táblázatban).

#### 4. táblázat

*Az intellektuális feladatok és az emlékezeti kontrollfeladatok eredményei az epilepsziával élő gyermekeknél és a kontrollcsoportnál*

Mérőeszköz	BCTE-s csoport	Kontrollcsoport	Z	P	Hatásnagyság <sup>b</sup>
	Átlag (SD) <sup>a</sup>	Átlag (SD) <sup>a</sup>			
<b>WISC4 - VIK</b>	110,76 (11,73)	112,12 (11,6)	-0,18	0,84	0,03
<b>Raven</b>	104,24 (10,22)	107(11,69)	-0,67	0,50	0,11
<b>CMS Pontlokalizáció</b>	22,71 (4,99)	23,35 (6,28)	-0,13	0,88	0,02
<b>CMS Családi képek</b>	40,53 (6,07)	40,59 (4,33)	0,56	0,56	0,09
<b>CMS Képlokalizáció</b>	41,71 (19,99)	43,06 (19,72)	-0,65	0,51	0,11

*Megjegyzés:* WISC4-VIK: Wechsler Intelligence Scale for Children (4<sup>th</sup> kiadás) – Verbális Intelligencia kvóciens; Raven Progresszív Mátrixok; CMS= Children’s Memory Scale; <sup>a</sup>nem transzformált értékeket közlünk a könnyebb értelmezhetőség érdekében; <sup>b</sup> $r=Z/\sqrt{N}$

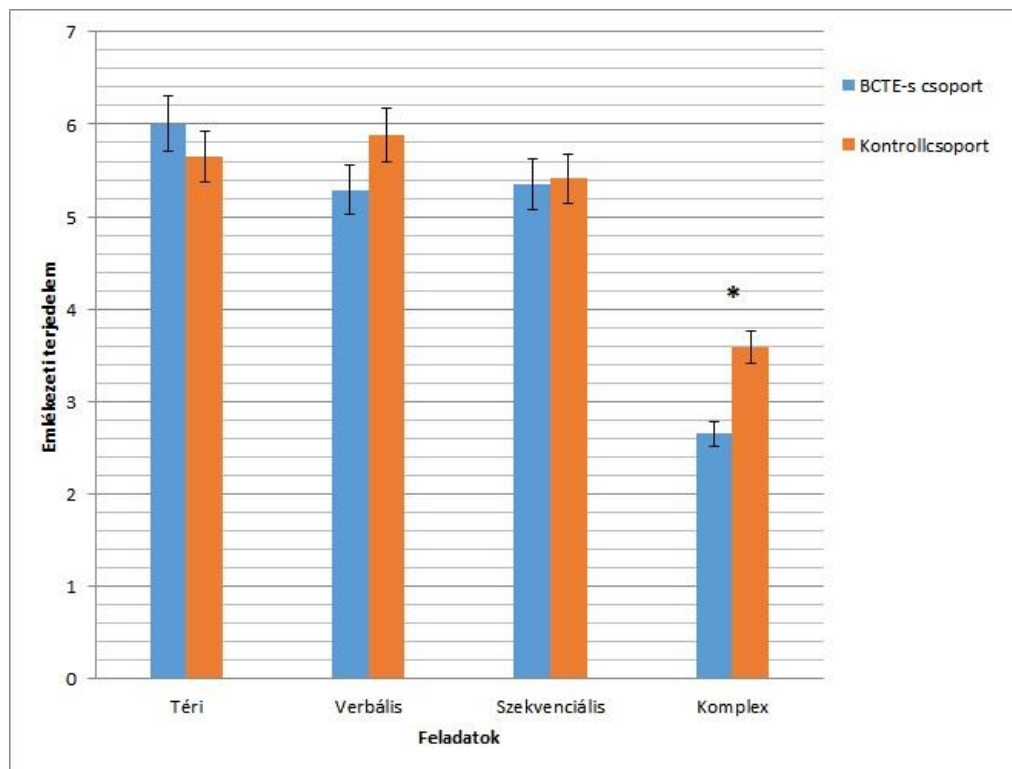
Az emlékezeti binding feladatok tekintetében a három egyszerű STM feladatban (*téri, verbális, szekvenciális*) nem találtunk különbséget a kísérleti és a kontrollcsoport között, a *komplex* munkamemória feladatban azonban a BCTE-s gyermekek szignifikánsan gyengébben teljesítettek, mint egészséges kortársaik ( $Z = -2.13$ ;  $p < 0.05$ ). Végül az előző fejezetben bemutatott vizsgálattal megegyezően jelen esetben sem találtunk különbséget a feladatsor előtt és után elvégzett kontrollfeladatok között, ami arra utal, hogy a BCTE-s gyermekek gyengébb teljesítményét a *komplex* feladatban nem fáradási hatás okozta. (Az eredményeket részletesebben lásd az 5. táblázatban és az 5. ábrán).

5. táblázat

*Az emlékezeti binding feladatok eredményei az epilepsziával élő és a kontrollcsoportnál*

Binding feladat	BCTE-s csoport	Kontrollcsoport	Z	P	Hatásnagyság <sup>b</sup>
	M (SD) <sup>a</sup>	M (SD) <sup>a</sup>			
Téri	6 (1,27)	5,65 (1,16)	0,87	0,37	0,14
Verbális	5,29 (1,21)	5,88 (1,26)	-1,29	0,19	0,22
Szekvenciális	5,35 (1,11)	5,41 (1,12)	-0,25	0,79	0,04
Komplex	2,65 (1,16)	3,59 (1,27)	-2,13	0,03	0,36

Megjegyzés: <sup>a</sup>nem transzformált értékeket közlünk a könnyebb értelmezhetőség érdekében; <sup>b</sup> $r=Z/\sqrt{N}$



5. ábra. Emlékezeti terjedelemi eredmények az epilepsziával élő és a kontrollcsoportnál (\*= $p<0,05$ )

## MEGBESZÉLÉS

Jelen vizsgálat célja kettős volt: egyrészt lehetőségeinkhez mérten szeretettük volna pontosítani a némileg ellentmondásos képet a jóindulatú centrotemporális epilepsziával (BCTE) élő gyermekek emlékezeti működését illetően, másik oldalról pedig közvetett megerősítést vártunk az előző fejezetben bemutatott hipotézisünk kapcsán, mely szerint a *mi*, *hol* és *mikor* egységét integráló emlékezeti epizód összeillesztése mentális erőfeszítést kíván, amely a végrehajtó (frontális) funkciók megfelelő működésén alapszik. Vizsgálatunkban különböző komplexitású emlékezeti binding feladatokat alkalmaztunk, amelyek lehetővé tették az egyszerű, csupán fenntartást igénylő STM folyamatok és a tudatos emlékezeti integrációval járó komplex munkamemória működések feltárását BCTE-s gyermekeknél. A téri (*mi* és *hol*), a verbális (*mi* és *mikor*) illetve a szekvenciális (*hol* és *mikor*) információk rövid távú felidézése korábbi vizsgálatunk tapasztalatai szerint automatikusabb, kevésbé aktív emlékezeti folyamatokon alapszanak, míg a *mi*, *hol* és *mikor* integrációja nagyobb mentális erőfeszítést kíván mind fiatal felnőtteknél, mind pedig egészséges gyermekeknél (lásd részletesebben a 2. fejezetben, illetve Kárpáti, Király és Kónya, 2013). A szakirodalmi eredmények áttekintése nyomán azt vártuk, hogy a BCTE-vel élő gyermekek nem térnek el az egyszerű, emlékezeti fenntartást igénylő STM feladatokban egészséges kortársaiktól, azonban a komplex, emlékezeti komponenseket (*mi*, *hol* és *mikor*) integráló emlékezeti felidézés – amely az epizodikus emlékezet alapegységét foglalja magában – a kontrollcsoporthoz képest nagyobb nehézséget okoz majd számukra.

Hipotézisünknek megfelelően a BCTE-s csoport a kontrollcsoporttal azonos szinten teljesített az intellektuális képességeket mérő tesztekben (WISC-4, Raven Progresszív Mátrixok), amely egybecseng számos korábbi kutatás eredményével (pl. Croona és mtsai, 1999; Danielsson és Petermann, 2009). Továbbá nem találtunk eltérést a rövid távú emlékezetet és tanulást vizsgáló kontrollfeladatokban (CMS- *pontlokalizáció*, *családi képek és képlokalizáció*), amely arra utal, hogy az egyszerű, alacsony munkamemória terheléssel járó közvetlen emlékezeti folyamatok szintén nem érintettek BCTE-ben.

Kísérleti binding feladataink tekintetében az egyszerű, inkább passzív emlékezeti fenntartásában nyújtott teljesítmény elválik a komplex, aktív integrációs működésektől BCTE-ben. A megnevezhető tárgyak téri elhelyezése (*mi* és *hol*), a fogalmi sorrendiség felidézése (*mi*

és *mikor*), illetve a homogén ingerek szekvenciális rekonstruálása (*hol* és *mikor*) intakt működéseknek tűnnek BCTE-ben. Ezzel szemben, eredményeink szerint, a többszörös emlékezeti integráció, a *mi*, *hol* és *mikor* összerendezése egészséges kontrollcsoporthoz viszonyítva nehézséget okoz a jóindulatú epilepsziával élő gyermekek számára.

Amennyiben a tér, idő és nyelv modalitásainak összekapcsolása felől közelítjük meg a kérdést, jelen esetben a modalitások közötti egyszeres binding (téri feladat: tér és nyelv; verbális feladat: nyelv és idő; szekvenciális feladat: tér és idő) nem okozott nehézséget az epilepsziával élő gyermekeknek, azonban a tér, nyelv és idő többszörös integrációja már igen. Ez az eredmény arra utal, hogy a betegségben nem az egyes emlékezeti modalitások szelektív sérüléséről van szó, hanem sokkal inkább a komplex emlékezeti anyag összerendezésének, manipulációjának zavaráról. A fentiek az emlékezeti folyamatok háttérében álló lehetséges végrehajtó működések felé irányítják a figyelmet. Természetesen, mivel jelen vizsgálat keretei között a klinikai csoport résztvevőinek korlátozott elérhetősége miatt nem volt lehetőségünk egy bővebb, végrehajtó kapacitásokat is monitorozó feladatsor felvételére, ezért ez a feltételezés némileg spekulatív.

A *mi*, *hol* és *mikor* emlékezeti összekapcsolása tehát feltevésünk szerint a végrehajtó funkciók, illetve az ezek háttérében álló frontális agyi struktúrák aktivációját kívánja. Ez az elképzelés egybeesik Opitz (2010) eredményeivel, amelyek szerint a magasabb szintű binding folyamatok a medio-temporális területeken túl, a prefrontális areák aktivitásával is együttjárnak. Velik (2009) szintén megkülönböztet két különálló binding formát: az automatikusabb binding folyamatok figyelmi működések nélkül is végbemennek, míg a magasabb-szintű binding mechanizmusokat a figyelmi funkciók mediálják. Végül egyes eredmények rámutatnak arra, hogy a kognitív feladatok komplexitásával együtt növekszik a frontális területek aktivációjának mértéke (pl. Simons és mtsai, 2005; Stuss, 2006). Saját és az imént idézett eredmények együttesen utalnak a végrehajtó funkciók lehetséges szerepére az összetett emlékezet integráció háttérében, illetve arra, hogy jóindulatú epilepsziával élő gyermekéknél míg az alapvető fenntartási folyamat intakt, a magasabb szintű funkciókra támaszkodó emlékezeti működés érintett.

Számos kutatás beszámol végrehajtó funkciók zavarról BCTE-s gyermekeknél (pl. D'Alessandro és mtsai, 1990; Croona és mtsai, 1999; Giordani és mtsai, 2006; Pinton és mtsai, 2006; Ay és mtsai, 2009). Praline és munkatársai (2003) eredményei szerint centrotemporális epilepsziára is jellemző a fokális epileptogén aktivitás a kortikális zónák érési zavarát vagy

megkésését okozhatja, amely legerősebben az olyan asszociatív területeket érinti, mint a prefrontális lebeny. Kanemura és Aihara (2009), illetve Kanemura és munkatársai (2011) eredményei szerint súlyosabb esetekben (magas rohamgyakoriság vagy gyógyszerrel nehezen kontrollálható rohamok mellett) BCTE-vel élő gyermekeknél a frontális eltérés képalkotó eljárással is kimutatható. Összességében, a frontális agyi területek megkéssett fejlődése a végrehajtó funkciók zavarásával járhat együtt BCTE-ben, amely úgy tűnik, hogy a magasabb szintű emlékezeti folyamatok útjába is állhat.

Jelen klinikai mintán végzett tanulmányunk, korábbi eredményeinket (Kárpáti, Király és Kónya, 2013) megerősítve, közvetett bizonyítékot szolgáltatott arra nézve, hogy a modalitások közötti többszörös emlékezeti összerendezés nem automatikus folyamat, hanem aktív, magasabb szintű emlékezeti működés. Mind a sérült, mind pedig az egészséges emlékezet szempontjából kérdés azonban, hogy pontosan mely magasabb szintű folyamatok vagy milyen specifikus figyelmi és végrehajtó működések segítik az epizodikus emlékezet alapegységét képző információk (*mi*, *hol* és *mikor*) integrációját. A következő fejezetekben bemutatott vizsgálataink során erre a kérdésre keressük a választ.



## 4. Fejezet: Az emlékezeti integráció háttérében álló kontrollfunkciók gyermek- és felnőttkorban <sup>13</sup>

### BEVEZETÉS

Jelen fejezet célja az epizodikus binding folyamatokkal kapcsolatban álló magasabb szintű – figyelmi és végrehajtó – funkciók feltérképezése volt. A témakört három különálló, egy gyermek és két egyetemista, mintát bevonó vizsgálatban jártuk körül.

Mint ahogyan arra a korábbi fejezetekben is utaltunk, az emlékezeti binding tekintetében is számos szerző elválasztja egymástól az automatikusan végbemenő és magasabb szintű folyamatokat, melyeknek elkülönülését az idegtudományi eredmények is alátámasztják (pl. Velik, 2009; Opizt, 2010). Prabhakaran és munkatársai (2000) képalkotó eljárásokkal végzett vizsgálatai jobb oldali prefrontális területek kiemelt szerepéről számolnak be a téri és a verbális ingerek összekapcsolása során. Végül Buckner (2003) a kontrollfolyamatok funkcionális-anatómiai korrelátumait feltérképezve, úgyszintén a prefrontális lebeny aktivitásához köti a modalitások feletti integrációs folyamatokat. Összességében a fenti eredmények saját eredményeinkkel (Kárpáti, Király és Kónya, 2013; Kárpáti és mtsai, 2015) együttesen utalnak arra, hogy a téri-nyelvi ingereket tartalmazó, dinamikus epizodikus integráció magasabb szintű folyamat, amely a prefrontális lebeny aktivitását kívánja meg, amely pedig a tudatos kontrollfolyamatokra irányítja a figyelmet.

A prefrontális területek megfelelő működése tehát elengedhetetlen a térben és időben jól szervezett emlékezeti egység létrehozásához. A prefrontális lebeny és ezzel együtt a végrehajtó funkciók lassú érési folyamata (pl. Fuster, 2002) azt feltételezi, hogy az epizodikus egység létrehozása különösen nagy erőfeszítéssel járhat gyermekeknél. Korábbi vizsgálataink

---

<sup>13</sup> A fejezetben bemutatott gyermekvizsgálat alapját *A tér-idői emlékezet fejlődése gyermekeknél: a figyelmi kontroll szerepe* című *Alkalmazott Pszichológia* folyóiratban megjelent tanulmányunk adja (Kárpáti, Kónya és Király, 2018, 18(1) 7-25.)

is alátámasztják, hogy a komplex tér-idői integráció megterhelő egészséges, de még inkább agyi fejlődési zavarral küzdő gyermekek számára (Kárpáti, Király és Kónya, 2013; Kárpáti és mtsai, 2015).

A prefrontális területek szerepe az epizodikus integráció háttérében felveti a kérdést, hogy pontosan mely magasabb szintű kognitív folyamatok kísérik, támogatják a többszörös összekapcsolás folyamatát. Tudatos, általános figyelem szükséges az integrációhoz, vagy valamely specifikus végrehajtó funkció megfelelő működésén nyugszik az emlékek komponenseinek összeillesztése? További érdekes kérdés, hogy gyermekek és felnőttek esetében megegyeznek-e az emlékezeti integrációt kísérő magasabb szintű folyamatok, vagy az éretlen, illetve a már érett frontális területek különböző háttérfolyamatokat feltételeznek gyermek és felnőttkorban?

Picard és munkatársai (2012) játékos helyzetben 4-16 évesek mintáján vizsgálták az epizodikus emlékezet komponenseinek (cselekvések, téri és idői elrendezés) és a végrehajtó funkciók összefüggéseit. Az eredmények szerint a végrehajtó funkciók (váltás, gátlás, frissítés, lásd Miyake és mtsai, 2000) összesített mutatója nem állt kapcsolatban az egyes események (a gyerekeknek bemutatott cselekvéseknek) felidézésével, azonban a kontextuális elemekkel (és ezen belül is főként az események sorrendjének felidézésével) kapcsolatot mutatott.

McCabe és munkatársai (2010) egy felnőttekkel végzett vizsgálata szerint komplex munkaemlékezeti feladatok (pl. mondatterjedelem teszt) és végrehajtó funkció tesztek (pl. verbális fluencia, Wisconsin kártyaszortírozás) között erős kapcsolat áll fent. A vizsgálatból továbbá az is kiderült, hogy a fenti képességek az általános feldolgozási sebességgel csak kisebb mértékben korreláltak, amely a szerzők értelmezése szerint arról árulkodik, hogy e képességek háttérében nem olyan alapszintű sajátosságok állnak, mint az ingerfeldolgozás sebessége, hanem sokkal inkább magasabb szintű tudatos figyelmi tényezők, amelyet ők végrehajtó figyelemként (*executive attention*) jelölnek meg. Rende, Ramsberger és Miyake (2002) is kapcsolatot találnak a verbális fluencia teljesítmény, illetve mind a munkaemlékezet perifériás tárai (fonológiai és téri-vizuális), illetve olyan központi végrehajtó működések között, mint a váltási képesség.

A fent bemutatott eredmények szerint tehát a komplex emlékezeti folyamatokban (integrált epizodikus emlékek és munkamemória) nyújtott teljesítmény kapcsolatban áll a

figyelmi és végrehajtó funkciók működésével mind gyermekeknél, mind pedig felnőtteknél. Jelen vizsgálatunkban az epizodikus alapegység (*mi, hol és mikor*) háttérében álló kontrollfolyamatokat vizsgáljuk gyermekeknél és felnőtteknél. Célunk, hogy a különböző életkori csoportokban feltárjuk a kontextuális integrációval kapcsolatban álló kognitív mechanizmusokat.

Az alábbiakban három különálló vizsgálat eredményeit mutatjuk be. A fenti szakirodalmi eredmények (Rende, Ramsberger és Miyake, 2002; McCabe és mtsai, 2010) és előzetes vizsgálataink (Bakos és Kárpáti, 2010) alapján első gyermek és felnőtt vizsgálatunkban az emlékezeti binding képességek és a fluencia képességek kapcsolatát vizsgáltuk. Az itt kiemelkedő mintázatok vezettek minket el ahhoz, hogy egy második felnőtt minta segítségével a váltás és gátlás funkciók szerepét is körüljárjuk az epizodikus bindinggal összefüggésben. Első vizsgálatunkban általános iskolás gyermekek (3. és 4. osztályos) vettek részt, akik a különböző komplexitású binding feladatok (*mi és hol; mi és mikor; hol és mikor* illetve *mi, hol és mikor*) *verbális* és *nem-verbális fluencia* teszteket és a *Bells figyelmi tesztet* végezték el. Második és harmadik vizsgálatunkban felnőttek vettek részt. Az emlékezeti binding feladatsor mellett a felnőtt résztvevők az életkori sajátosságok miatt a gyermekekkel részben meggyező, részben a gyermekektől eltérő figyelmi és végrehajtó funkciókat mérő feladatokat végeztek el. Az első vizsgálatban a figyelmi képességeket az *Attention Network Task* (ANT) segítségével mértük, míg a végrehajtó funkciók vizsgálatára a gyermekvizsgálattal megegyezően *verbális* és *mintázatfluencia* teszteket alkalmaztunk. A második felnőtt vizsgálatban a végrehajtó funkciók szerepének további árnyalása érdekében, a *Stroop*, illetve a *Trail-making* tesztfeladatokat is bevontuk.

**Hipotézisünk** szerint a komplex tér-idői binding (*mi, hol, mikor*) mind gyermekkorban, mind felnőttkorban erősebb és esetleg kiterjedtebb figyelmi és végrehajtó (fluencia, váltás és gátlás) kapacitással jár, mint az egyszerűbb, kevesebb információt integráló binding feladatok. Feltételezésünket szakirodalmi (Picard és mtsai, 2012; Rende, Ramsberger és Miyake, 2002; McCabe és mtsai, 2010) és saját előzetes (Bakos és Kárpáti, 2010) eredményeinkre alapozzuk.

## 1. vizsgálat: Az emlékezeti binding háttérében álló figyelmi és végrehajtó funkciók szerepe gyermekeknél (verbális és mintázatfluencia, Bells figyelmi teszt)

### MÓDSZER

#### *Résztevők*

A minta 55 nyolc és tizenegy év közötti gyermekből állt (20 fiú és 35 lány; átlagéletkor: 9,94, SD: 0,70). A vizsgálatokat két budapesti általános iskolában végeztük el<sup>14</sup>. A gyermekek szülei írásos beleegyező nyilatkozatban, a gyermekek maguk pedig szóban járultak hozzá a vizsgálati részvételhez.

#### *Mérőeszközök*

##### Tér-idői emlékezeti feladatok

Az emlékezeti binding feladatsor a korábbi fejezetekben bemutatott négy feladatot tartalmazta (részletesebben lásd 2. fejezet, 1. ábrája és melléklet 3. táblázata).

##### Figyelmi és végrehajtó funkciókat mérő tesztfeladatok

Előzetes vizsgálatok során<sup>15</sup> a Delis-Kaplan Executive Function System (Delis, Kaplan & Kramer, 2001) tesztbatteria több feladatát (*Trail-making, szín-szó interferencia, torony teszt és mintázatfluencia*) is teszteltük az emlékezeti binding képességekkel összefüggésben gyermekeknél. A feladatok közül az előzetes tesztek alapján a *mintázatfluencia* teszt mutatott összefüggéseket a binding feladatokkal. Ezekre az eredményekre alapozva esett a választásunk jelen vizsgálatban a *mintázatfluencia* mérésére, a szakirodalmi eredmények (Picard és mtsai,

---

<sup>14</sup> A vizsgálati minta gyűjtésében pszichológus hallgatók, Tóth Renáta és Gógh Eszter nyújtottak segítséget.

<sup>15</sup> Az előzetes vizsgálatok lebonyolításában jelentős részt vállalt Bakos Dóra, melyből konferencia poszter (Bakos, D., Kárpáti, J. (2013). *A végrehajtó funkciók és a tér-idői emlékezet kapcsolata*. Magyar Pszichológiai Társaság XXII. Országos Tudományos Nagygyűlése, Budapest. Poszter) és szakdolgozat is született (A szakdolgozat címe: *A végrehajtó funkciók és a tér-idői emlékezet*, Témavezető: Dr. Kónya Anikó)

2012; Rende, Ramsberger és Miyake, 2002; McCabe és mtsai, 2010) alapján kiegészítve ezt a *verbális fluencia*, illetve a figyelmi képességek felmérésével.

### *Verbális fluencia feladatok*

A verbális fluencia képességének méréséhez a Mészáros, Kónya és Kas (2011) által kidolgozott eljárás feladatsorából a *betű*-, a *kategória*- és a *váltásfluencia* feladatokat alkalmaztuk. A résztvevőknek mindhárom feladat típusban próbánként 60 másodperc állt a rendelkezésére ahhoz, hogy a feladatnak megfelelő lehető legtöbb szót produkálja.

#### 1. Betűfluencia

A betűfluencia tesztben a személy feladata, hogy minél több szót mondjon előre megadott kezdőbetűkkel. A feladat 3 próbából áll: *K*, *T* majd *S* betűvel kezdődő szavak előhívásából. A próbákban tulajdonnevek kivételével bármilyen szófajú válasz megengedett. A résztvevők egyazon szót nem mondhatják különböző végződésekkel.

#### 2. Kategóriafluencia

A kategóriafluencia tesztben minél több egyazon kategóriához tartozó szó produkálása a feladat; ami két próbából áll, először az *állat*, majd a *gyümölcs* kategória a hívóinger.

#### 3. Váltásfluencia

A váltásfluencia feladat a kategóriák közötti váltási képességet méri. A résztvevőknek két kategóriából (*hangszer* és *ruhanemű*) kell felváltva eseteket mondaniuk.

### *Mintázatfluencia feladatok*

A nem verbális fluencia képességek mérésére a Delis-Kaplan Executive Function System (Delis, Kaplan & Kramer, 2001) tesztbatteria *mintázatfluencia* tesztjeit alkalmaztuk. A *fekete pontok*, *üres pontok*, illetve a *váltás feladat* elvégzésére ez esetben is 60-60 másodperc áll rendelkezésére. Mindhárom feladat során a résztvevők egy 35 négyzetet tartalmazó űrlapot kapnak, amelyeken minden egyes négyzet egymással megegyező ponthalmazokat tartalmaz. A feladatokban a pontok összekötésével egymástól eltérő mintázatok létrehozása a kérés.

### 1. Fekete pontok feladat

A feladatban minden négyzet azonosan, de nem szimmetrikusan elhelyezkedő 5 fekete pontot tartalmaz. A résztvevő feladata, hogy a négyzetekben négy vonal segítségével sorban haladva egymástól eltérő mintázatokat hozzon létre. A vonalaknak mindig pontokban kell végződniük. A feladatban elért teljesítményt az egymástól eltérő mintázatok száma adja meg.

### 2. Üres pontok feladat

Az üres pontok tesztben a négyzetmátrix minden esetben 10 pontból álló ponthalmazokat tartalmaz, amelyekből 5 fekete és 5 üres. A résztvevő feladata megegyezik a fekete pont próbával, azonban most az üres pontok összekötését tartalmazza az instrukció, a fekete pontok figyelmen kívül hagyásával. A teljesítményt ez esetben is az egymástól eltérő mintázatok száma adja.

### 3. Váltás feladat

A feladat a második feladathoz hasonló mátrixot tartalmaz, amelyben minden négyzetben vegyesen vannak fekete és üres pontok, ebben az esetben azonban a feladat mindkét színű pont felhasználása, mégpedig úgy, hogy a résztvevőnek felváltva kell összekötnie a fekete és az üres pontokat és ezáltal létrehozni a négy vonalból álló alakzatokat.

### *A figyelem mérése: Bells teszt*

A *Bells* teszt (Gauthier és mtsai, 1989) eredetileg a vizuális figyelmi zavarok azonosítására hozták létre, azonban tapasztalatunk szerint a teszt vizuális ingeranyaga miatt gyermekvizsgálatban is megfelelően alkalmazható. A teszt űrlapja egy 21,5 x 28 cm-es (A4-es méretű) ábra, amelyen szétszórva különböző tárgyak láthatók (pl. kocs, ló, gomba). A résztvevő feladata az, hogy karikázza be az ábrán látható összes harangot. A teszt összesen 35 célingert tartalmaz, amelyek különböző elterelő ingerek között helyezkednek el. A célingerek úgy vannak az ábrán elrendezve, hogy a munkalap hét egyenlő részre osztott területén 5-5 található belőlük. Minden egyes szektorban 35 elterelő inger található.

## *Eljárás*

### Tér-idői emlékezeti kísérlet

A vizsgálatfelvétel az általános iskolák egy csendes helyiségében történt, ahol zavartalanul lehetett elvégezni a feladatokat. A gyermekek először a számítógépes feladatokat végezték el, majd a papír-ceruza teszteket. A feladatok között igény szerint rövid szüneteket iktattunk be. A vizsgálat nagyjából egy órát vett igénybe. A számítógépes feladatokat a korábban bemutatott vizsgálatokkal megegyezően, egymásra épülő jellegük miatt a megadott sorrendben vettük fel (*téri, verbális, szekvenciális, komplex*). A gyerekekkel végzett vizsgálatainknak megfelelően az írott instrukciók mellett a vizsgálatvezető szóban is ismertette a teendőket. A háromelemű próbakörököt követően minden feladat két elemszámról indult egészen a kritérium szerinti három hibázásig (a maximális elemszám ebben a vizsgálatban is minden feladatban 10 volt). Az eljárás minden további paramétere megegyezett a korábban bemutatott gyermekekkel végzett vizsgálatainkkal. (lásd részletesebben a 2. fejezet eljárás alfejezetében).

### Figyelmi és végrehajtó funkciókat mérő tesztfeladatok

#### *Verbális fluencia feladatok*

A papír-ceruza tesztekre egy ülésben, de kis pihenő után került sor. A verbális fluencia teszteken adott válaszokat a kísérletvezető rögzítette a megfelelő úrlapon és stopperórával mérte az időt, hogy az egyes próbák során a résztvevő ne lépje túl az idői limitet (ez minden próbában 60 másodperc volt).

A kísérletvezető a közvetkező instrukcióval mutatta be a betűfluencia feladatot: *Először mondok egy betűt, és utána arra kérlek, hogy mondj 1 perc alatt minél több olyan szót, amely ezzel a betűvel kezdődik! Dolgozz olyan gyorsan, ahogy csak tudsz! Ne mondjál tulajdonneveket, például személyek, állatok, földrajzi helyek vagy márkák nevét, mert azok nem számítanak! Ne ismételd, és ne mondd többször ugyanazt a szót más végződésekkel!* Majd a következőképpen ellenőrizte, hogy a résztvevő megértette-e a feladatot: *„Most tegyünk egy próbát! Azt mondom „l”, akkor erre mondhatod például azt, hogy „létra”, „lök” vagy „lassú”. Most próbáld te is mondani néhány további „l” betűvel kezdődő szót! Rajta!”* Amennyiben a

résztevő legalább két helyes választ adott önállóan, a kísérletvezető a következővel folytatta: „Ügyes voltál, most már látom, hogy érted a feladatot. Akkor most mondok egy másik betűt, és te próbáld meg gyorsan minél több olyan szót mondani, amely ezzel a betűvel kezdődik! Ne feledd, hogy nevek vagy ugyanaz a szó többször nem szerepelhet!” Ezután kísérletvezető megadta az első betűt („Mondj minél több olyan szót, amely „K” betűvel kezdődik! Rajta!”) A próba végeztével hasonló instrukciókkal a kísérletvezető megadta a feladatban szereplő további két betűt is (T és S).

A feladat végeztével, a kategóriafluencia feladatot a következő instrukcióval vezette be kísérletvezető: „Most valami mást fogunk csinálni. A következő feladatban a kezdőbetű nem számít. Arra kérek, hogy 1 perc alatt sorolj fel nekem annyi különféle állatot, amennyi csak eszedbe jut! Rajta!” Amint a résztvevő teljesített a próbát, ugyanez volt a feladata, csak most a kulcsinger a „gyümölcsök” kategória volt.

Végül a kísérletvezető ismertette a váltásfluencia feladat instrukcióját is: „Most megint valami mást fogunk csinálni. Mondj nekem mindig egy ruhafélét, majd egy hangszert, aztán megint egy ruhafélét és utána egy hangszert, és így tovább, mindig felváltva, egymás után, amíg azt nem mondom, hogy elég! Rajta!”. A kísérletvezető minden esetben „Állj!” vagy „Stop!” felszólítással jelezte, ha letelt a megengedett 60 másodperc.

### *Mintázatfluencia feladatok*

Ezt követően a mintázatfluencia feladatokat oldották meg a résztvevők. A fekete pontok feladatot az alábbi instrukcióval ismertettük: „Négyzeteket látsz, bennük pontokkal. Készíts különböző alakzatokat minden négyzetben a pontok összekötésével úgy, hogy csak egyenes vonalakat használj. Minden alakzat négy vonalból álljon. Bizonyosodj meg arról, hogy minden vonal pontban kezdődik és pontban végződik. Minden vonal érintsen legalább egy másik vonalat egy pontban.” Ezután 3 négyzet segítségével a gyakorló négyzetben szemléltettük a feladatot. „Látod, ahogy ez a két vonal érinti a pontot? Az is helyes, ha a vonalak keresztezik egymást és nem számít, ha az alakzatodat nem lehet megnevezni. Van bármi kérdésed?” Ezután három négyzetben a kísérleti személy gyakorolhatta a feladatot. A gyakorló fázis során meggyőződünk arról, hogy érti-e a feladatot, valamint kijavítottuk az esetleges hibákat. Ezután a következőképpen folytattuk az instrukciót: „Amikor azt mondom, hogy kezdheted, akkor



*rajzolj annyi különböző formát, amennyit csak tudsz. Ne feledd, hogy csak négy vonalat használj a pontok összekötésére és minden vonal érintsen legalább egy másikat egy pontban. Ha készen állsz, akkor kezdheted*". 60 másodperc eltelte után leállítottuk a feladatot, de az elkezdett ábra befejezését még engedélyeztük a személyeknek.

Az üres pontok feladatok a következő instrukcióval vezettük be: *„Pontokat tartalmazó négyzeteket látsz magad előtt. 5 pont fekete, 5 pont üres ezek közül. A feladatod az, hogy különböző alakzatokat rajzolj úgy, hogy csak az üres pontokat kötöd össze. Ne érintsd a fekete pontokat, csak az üreseket kösd össze. Csak négy vonalat használj és minden vonal legalább egy másikat érintsen egy pontban. Van valami kérdésed? ”*. Ezután a gyakorló szakaszban megbizonyosodtunk az instrukció megfelelő értéséről és javítottuk a hibákat, majd jeleztük a résztvevőnek, hogy elkezdheti a feladatot.

A váltás feladatot az előzőekhez hasonlóan ismertettük a kísérleti személyekkel *„10 pontot tartalmazó négyzeteket látsz magad előtt. Ezekből öt pont fekete, öt pont üres. A feladatot a korábbiakhoz hasonló. Kérlek, rajzolj különböző alakzatokat négy vonal segítségével úgy, hogy az pontban kezdődjön és pontban végződjön, valamint minden vonal érintsen legalább egy másik vonalat egy pontban. De most arra kérlek, hogy úgy rajzolj vonalakat, hogy váltogasd az üres és fekete pontokat, tehát először egy üres, majd egy fekete, egy üres és egy fekete pont összekötésével. Mindegy, hogy az üres vagy a fekete ponttal kezded a vonalakat. Van valami kérdésed? ”*. Ezután a résztvevő az előzőekhez hasonlóan az első három négyzetet gyakorlásra használhatta, majd elindítottuk a 60 másodpercet. Itt is engedték a résztvevőnek, hogy a már megkezdett alakzatot az időkorlát után befejezze.

#### *A figyelem mérése: Bells teszt*

Végül a Bells figyelmi tesztet a következő instrukcióval ismertettük: *„Az lesz a feladatod, hogy karikázd be ezen a lapon az összes harangot. A feladat csak akkor ér véget, miután az összes kisharangot bekarikáztad. A feladatmegoldás idejét mérni fogom, de nincsen időkorlát: addig csináld a feladatot, amíg be nem karikáztad az összes harangot!*”Ezután a kísérletvezető elindította a stopperórát és jelezte a résztvevőnek, hogy kezdheti a feladatot. A feladat akkor ért véget, amikor a résztvevő jelezte, hogy befejezte a harangok keresését. A feladat végeztével megköszöntük a gyermeknek a részvételét.

A kísérleti feladatokban az emlékezeti terjedelem mutatókat vettük alapul. A terjedelmet a maximum 3 hibával teljesített legmagasabb elemszámú próba adta minden feladatban. A komplex feladatban a téri és idői hibázások összegződtek.

A verbális fluencia tesztekben minden helyes válasz 1 pontot ért, ez alapján számítottuk ki a betűfluencia (K+T+S), a kategóriafluencia (állat+gyümölcs) és váltási teljesítményt. A betűfluencia feladatban nem számítottuk szónak az azonos szótóval kezdődő, de más toldalékkal (raggal, jellel, képzővel) végződő szavakat és az igekötős igét. Az ilyen típusú szavak együttes előfordulása összesen 1 pontot ért. Külön szavaknak tekintettük azokat az azonos szótóval kezdődő, de képzővel végződő szavakat, amelyek új jelentést eredményeznek. Az összetett szavaknál azokat a szavakat regisztráltuk különálló szónak, amelyeket a Magyar Értelmező Kéziszótár külön címszóként említ. A kategóriafluencia feladatban az állatok kategóriánál nem számítottak különálló szavaknak az állatfaj fejlődési szakaszaira, illetve a nemi változataira utaló példák. A szinonimákra egy pontot adtunk (Mészáros, Kónya, & Kas, 2011). A mintázatfluencia tesztekben minden kritérium szerint teljesített mintázat, amely egymástól eltért, egy pontot ért, ez adta a fekete pontok, üres pontok és váltás feladatok mutatóit. Végül a Bells figyelmi tesztben az egy perc alatt megtalált célingerek (csengők) számát határoztuk meg mint a téri figyelmi teljesítmény mutatóját. A kísérleti és tesztfeladatokban elért leíró statisztikai eredményeket az 6-9. táblázatokban mutatjuk be.

6. táblázat

*A kísérleti feladatok leíró statisztikai eredményei*

<b>Kísérleti feladatok</b>	<b>Téri</b>	<b>Verbális</b>	<b>Szekvenciális</b>	<b>Komplex</b>
Átlag	5,82	6,49	5,93	3,89
SD	1,12	1,44	0,88	1,36
Minimum	3	3	3	1
Maximum	8	9	8	8

7. táblázat

*A tesztfeladatok leíró statisztikai eredményei (verbális fluencia tesztek)*

Tesztfeladatok	Betűfluencia	Kategóriafluencia	Váltásfluencia
	(K+T+S)	(állat+gyümölcs)	
Átlag	24,45	26,27	10,89
SD	7,33	6,12	2,66
Minimum	10	17	5
Maximum	39	44	16

8. táblázat

*A tesztfeladatok leíró statisztikai eredményei (mintázatfluencia tesztek és Bells figyelmi teszt)*

Tesztfeladatok	Fekete	Üres	Mintázatváltás	Bells
	pontok	pontok		
Átlag	6,95	7,67	5,76	20,56
SD	2,13	2,40	2,00	4,10
Minimum	2	2	0	11
Maximum	12	13	11	28

9. táblázat

*A leíró statisztikai eredmények életkori csoportbontásban (8 éves: n=1; 9 éves: n=16; 10 éves: n=22; 11 éves: n=16)*

	9 évesek	10 évesek	11 évesek
	Átlagéletkor	Átlagéletkor	Átlagéletkor
	SD	SD	SD
<b>Téri feladat</b>	5,5	5,73	6,25
	1,15	0,93	1,29
<b>Verbális feladat</b>	5,69	6,64	7,13
	1,7	1,17	1,2
<b>Szekvenciális feladat</b>	5,75	6,18	5,88
	0,57	0,95	0,88
<b>Komplex feladat</b>	3,62	3,82	4,25
	1,14	1,18	1,77
<b>Betűfluencia feladat</b>	26,75	23,05	24,06
	5,74	7,54	8,47
<b>Kategóriafluencia feladat</b>	26,13	25,68	27,5
	3,82	5,34	8,76
<b>Váltásfluencia feladat (verbális)</b>	9,5	11,27	12
	1,89	2,65	2,7
<b>Fekete pontok feladat</b>	7,13	6,59	7,25
	1,54	2,19	2,62
<b>Üres pontok feladat</b>	6,88	7,36	9
	1,25	2,21	3,05
<b>Váltás feladat (mintázatfluencia)</b>	5,94	5,41	6,06
	1,52	2,15	2,29
<b>Bells figyelmi teszt</b>	20,5	20,68	20,38
	1,44	3,82	4,48

A korcsoportok közötti összehasonlítást egyszempontos varianciaanalízis segítségével végeztük el. Az életkori csoportok között három feladatban mutatkozott növekvő teljesítmény az életkor előrehaladtával (*verbális feladat*:  $F(2)= 4,65$ ;  $p < 0,05$ ; *váltásfluencia (verbális)*:  $F(2) =26,78$ ;  $p < 0,05$ ; *üres pontok feladat*:  $F(2) =20,20$ ;  $p < 0,05$ ). A Tukey-féle páros összehasonlítás eredményei szerint a verbális sorrendi feladatnál ( $p < 0,05$ ), a verbális váltásfluencia feladatban ( $p < 0,05$ ), illetve az üres pontok feladatban ( $p < 0,05$ ) is 9 és 11 éves kor között nőtt szignifikánsan a teljesítmény, 9-10, illetve 10-11 éves összehasonlításban nem volt szignifikáns különbség a csoportok között.

## A kísérleti feladatokban nyújtott teljesítmény kapcsolata a végrehajtó funkciók tesztfadataival

A feladatok közötti kapcsolatokat Spearman-féle rangkorrelációs eljárással számítottuk ki, mivel mintánk nem mutatott normális eloszlást. Annak kiszámítására, hogy az egyes feladatokban nyújtott teljesítménynek mely végrehajtó funkció képességek a legjobb prediktorai, többszörös lineáris regressziós elemzést alkalmaztunk.

### 1. Téri feladat

Az elemzésből kiderült, hogy a téri feladattal egyedül a verbális váltási fluencia feladat (hangszer és ruhanemű) mutatott kapcsolatot ( $r_s=0,282$ ;  $p<0,05$ ) és a regressziós elemzés szerint is a verbális váltás bizonyult a legerősebb és egyetlen prediktornak ( $R^2 = 0,18$ ; Korrigált  $R^2=0,066$ ; modell statisztika=  $F(7)=1,54$ ;  $p=0,17$ ).

### 10. táblázat

*A regressziós modell eredményei a téri feladatban*

	$\beta$	t	p
<b>Betűfluencia</b>	,344	1,801	,078
<b>Kategóriafluencia</b>	-,264	-1,333	,189
<b>Váltásfluencia (verbális)</b>	,426	2,501	,016
<b>Fekete pontok</b>	-,270	-1,350	,183
<b>Üres pontok</b>	-,045	-0,197	,844
<b>Váltás (mintázat)</b>	,183	1,010	,318
<b>Bells</b>	-,100	-0,640	,525

### 2. Verbális feladat

A Spearman-féle rangkorrelációs elemzés eredményei szerint a verbális kísérleti feladat a verbális váltás fluencia feladattal ( $r_s=0,274$ ;  $p<0,05$ ), a fekete pontok ( $r_s=0,363$ ;  $p<0,01$ ) és az üres pontok ( $r_s=0,422$ ;  $p<0,01$ ), illetve a Bells figyelmi teszttel ( $r_s=0,328$ ;  $p<0,05$ ) mutatott pozitív együttjárást. A lineáris regressziós modell szerint ismét a verbális váltási fluencia feladat bizonyult a legerősebb prediktornak ( $R^2=0,27$ ; Korrigált  $R^2=0,17$ ; modell statisztika=  $F(7)=4,45$ ;  $p<0,05$ ).

11. táblázat

*A regressziós modell eredményei a verbális feladatban*

	$\beta$	t	p
<b>Betűfluencia</b>	,074	0,412	,682
<b>Kategóriafluencia</b>	-,100	-0,534	,596
<b>Váltásfluencia (verbális)</b>	,410	2,553	,014
<b>Fekete pontok</b>	,139	0,737	,465
<b>Üres pontok</b>	,110	0,516	,609
<b>Váltás (mintázat)</b>	,159	0,934	,355
<b>Bells</b>	-,125	-0,846	,402

3. Szekvenciális feladat

A szekvenciális feladat az elemzések szerint egyik végrehajtó funkciókat mérő feladattal sem mutatott szignifikáns kapcsolatot.

4. Komplex feladat

A korrelációs elemzések szerint a komplex feladat kapcsolatot mutatott a verbális váltás fluencia feladattal ( $r_s=0,274$ ;  $p<0,05$ ), a nem verbális fluencia feladatok közül pedig a fekete pontok ( $r_s=0,363$ ;  $p<0,01$ ), az üres pontok ( $r_s=0,363$ ;  $p<0,01$ ) feladatokban nyújtott teljesítménnyel, illetve a Bells figyelmi feladattal ( $r_s=0,328$ ;  $p<0,05$ ). A lineáris regressziós elemzés szerint a Bells figyelmi tesztben nyújtott teljesítmény bizonyult a legerősebb prediktornak, emellett kisebb súllyal, de a verbális váltásfluencia feladat teljesítménye is szerepet játszik a komplex feladat háttérében ( $R^2=0,32$ ; Korrigált  $R^2=0,23$ ; modell statisztika= $F(7)=4,67$   $p<0,01$ ).

## 12. táblázat

*A regressziós modell eredményei a komplex feladatban*

	$\beta$	t	p
<b>Betűfluencia</b>	-,113	-0,648	,520
<b>Kategóriafluencia</b>	-,094	-0,520	,605
<b>Váltásfluencia (verbális)</b>	,325	2,102	,041
<b>Fekete pontok</b>	,188	1,034	,307
<b>Üres pontok</b>	,117	0,572	,570
<b>Váltás (mintázat)</b>	,099	0,604	,549
<b>Bells</b>	,336	2,364	,022

**2-3. vizsgálat: Az emlékezeti binding háttérben álló figyelmi és végrehajtó funkciók szerepe felnőtteknél (verbális és mintázatfluencia, Attention Network Test, Stroop, Trail-making)**

## MÓDSZER

### *Résztevők*

Az első vizsgálatunkban 42 egyetemista (29 nő és 13 férfi) vett részt (átlagéletkor: 22,74; SD: 2,49). A második vizsgálatban 62 (37 nő és 25 férfi) szintén egyetemista szerepelt (átlagéletkor: 20,98; SD: 2,83). A résztvevőket az Eötvös Loránd Tudományegyetem kísérleti kurzusainak keretében toboroztuk<sup>16</sup>, a vizsgálatban való részvételért kreditpontot kaptak. A

<sup>16</sup> A vizsgálati minta összegyűjtésében és a kísérletek lebonyolításában Markója Ádám jelentős részt vállalt, a közös munkából konferencia poszter (Kárpáti J., Markója Á., Kónya A., Király I. (2016). A tér-idői emlékezeti integráció háttérben álló kontrollfolyamatok vizsgálata gyermekeknél, *Magyar Pszichológiai Társaság XXV. Jubileumi Országos Tudományos Nagygyűlése*, Budapest, Poszter) és szakdolgozat született (A szakdolgozat címe: *A tér-idői emlékezet kapcsolata a végrehajtó funkciókkal és a figyelmi működéssel*. Témavezető: Dr. Kónya Anikó, Konzulens tanár: Kárpáti Judit)

részvevők minden esetben tájékoztatást kaptak a vizsgálatfelvétel menetéről és írásban is hozzájárultak a részvételhez.

### *Mérőeszközök*

#### Téri-idői binding feladatok (2. és 3. vizsgálat)

A téri-idői emlékezeti terjedelmet mérő feladatsor (*téri, verbális, szekvenciális és komplex*) a gyermekvizsgálattal megegyezett. (A feladatok részletes leírását lásd a 2. fejezet *Mérőeszközök* alfejezetében).

#### *2. vizsgálat*

A figyelmi hálózat tesztet (*Attention Network Test, ANT*) Posner és munkatársai dolgozták ki (Fan és mtsai, 2002). A teszt arra az elképzelésre épül, hogy a humán figyelmi rendszeren belül három anatómiailag és funkcionálisan is elkülöníthető hálózat működik. A *vigilancia rendszer* feladata az éber tudatállapot fenntartása, az *orientációs rendszer* a figyelem irányításában, a figyelmi szelekcióban vesz részt, míg a *végrehajtó rendszer* a monitorozást és az irreleváns ingerek kiszűrését végzi. Az ANT a három rendszer működését együttesen méri. Az elrendezésben a kísérleti személy előtt minden esetben egyvonalban elhelyezkedő öt nyíl jelenik meg. A személynek mindig a középső nyíl irányát kell jeleznie. A *kongruens* próbák során a szélső 2-2 nyíl azonos irányba mutat, mint a célinger; az *inkongruens* próbákban ellentétes irányba mutatnak a nyilak; míg a *semleges* próbákban egyszerű vonalak jelennek meg irányjelzés nélkül. Az ingersor a képernyő közepén elhelyezkedő fixációs pont alatt vagy felett jelenik meg, amelyet bizonyos próbákban jelzőingerek előre jeleznek. A célingert megelőző jelzőingerek megjelenhetnek a fixációs kereszt helyén (*központi jelzőinger*), a soron következő célinger tényleges helyén (*téri jelzőinger*) vagy együttesen, mindkét téri helyen (*dupla jelzőinger*), illetve elmaradhatnak (nincs jelzőinger). A *vigilancia* mutatót azoknak a próbáknak a különbsége adja, amelyekben nincs semmilyen jelzőinger és amelyekben dupla jelzőinger van (mivel a dupla inger a tér általános monitorozását, egyfajta készséget, éberséget eredményez). Az *orientáció* a téri jelzőingerek és a központi jelzőingerek különbségéből számolható ki, hiszen a téri jelzőingerek esetében a célinger tényleges helyére szegeződik a figyelem, míg a központi jelzőingernél a tér egy másik kijelölt pontjára. Végül a *végrehajtó rendszer* mutatóját a kongruens és inkongruens próbák különbségéből lehet kiszámítani, mivel az inkongruens elemek interferenciát képeznek, így a megfelelő



válaszadáshoz az irreleváns zavaróingerek gátlására van szükség. Az ANT tehát lehetőséget ad arra, hogy az automatikus és a tudatos figyelmi folyamatokat is mérjük, így a vizsgálatban e három figyelmi komponenst (*vigilancia, orientáció, illetve végrehajtó működés*) rögzítettük.

A *verbális fluenciavizsgálatokban* a gyermekvizsgálattal megegyezően a Mészáros, Kónya és Kas (2011) által kidolgozott eljárást feladatsorából a *betű-, a kategória- és a váltásfluencia* feladatokat alkalmaztuk. Az instrukciók megfogalmazásában az életkori csoportoknak megfelelően minimális eltérések megjelenhettek (pl. a dicséret megfogalmazása, amennyiben a résztvevő megértette a feladatot), de mind a tegező forma, mind az elmondott tartalmi elemek teljes mértékben megegyeztek.

A nem verbális fluencia képességek mérésére szintén a gyermekvizsgálattal azonos módon a Delis-Kaplan Executive Function System (Delis, Kaplan & Kramer, 2001) tesztbatteria három *mintázatfluencia* tesztjét alkalmaztuk (*fekete pontok, üres pontok, illetve a váltás feladat*).

### 3. vizsgálat

A *Stroop* feladat (Stroop, 1935) a válaszgátlás mérésének egyik legelterjedtebb eljárása, amely a *szín-szó* interferencia jelenségére épít. Ez azt jelenti, hogy amikor valamilyen színnel írott szót olvasunk, a szójelentés feldolgozása automatikusabb folyamat, mint a szín felismerése és abban az esetben, amikor a szójelentés és a leírt szó színe nem egyezik meg, interferencia lép fel. Ha az a feladatunk, hogy a leírt szó színét nevezzük meg, le kell gátolnunk, hogy az azzal nem megegyező, de automatikusan feldolgozott szójelentést mondjuk ki. Ez az interferenciahatás a reakcióidő megnyúlását, vagy hibás választ eredményezhet. A klasszikus Stroop paradigma tehát az inkongruens ingerek (szín és szójelentés) segítségével a válaszgátlás képességét méri. Jelen vizsgálatban Delis-Kaplan (Delis, Kaplan & Kramer, 2001) módosítását követve a feladatnak egy olyan verzióját dolgoztuk ki, amelyben a kognitív váltást is rögzíthetjük. A résztvevők a feladat első részében a klasszikus Stroop feladatot végezték el, tehát minden esetben a leírt szavak színének megnevezése volt a feladatuk, a második feladatban azonban az esetek felében a szavak bekeretezve jelentek meg, ilyenkor a résztvevők feladata nem a szavak színének, hanem a leírt jelentésének megnevezése volt. A résztvevőknek a második részben folyamatosan váltogatniuk kellett tehát, hogy a szavak színét, vagy jelentését nevezik meg, így ez a feladat lehetőséget engedett a *gátlás* mellett a kognitív *váltás* mérésére.

A *Trail-making* teszt (Reitan, 1958) segítségével a vizuálisan bemutatott ingerek közötti váltás képességét szeretnénk volna felmérni. A teszt két részfeladatból áll: az *A* részben a résztvevő 1-25-ig lát számokat bekarikázva és az a feladata, hogy a számokat emelkedő sorrendben összekösse. A teszt *B* részben 1-13-ig szerepelnek számok és A-L-ig betűk. Ebben az esetben a feladat az, hogy az ingereket szintén emelkedő sorrendben, de felváltva kösse össze. (A helyes megoldás: 1-A-2-B-3-C, stb.). A teszt számítógépes verziójának elkészítéséhez a *millisecond.com* honlapon publikált verziót vettük alapul (Draine és Borchert, 2014). A számítógépes feladatok megegyeztek az eredeti papír-ceruza tesztel, azzal a különbséggel, hogy itt a résztvevőknek az egér segítségével kellett összekötnie a számokat és a betűket.

## *Eljárás*

### 2. vizsgálat

A résztvevők a feladatokat egy ülésben, kötött sorrendben végezték el. A feladatsor személyenként 55-60 percet vett igénybe. Elsőként az ANT tesztet végezték el<sup>17</sup>, majd a binding feladatokat, végül pedig a papír-ceruza alapú fluencia tesztek (elsőként a verbális feladatokat, majd a mintázatfluencia feladatot). A feladatok részpróbái, illetve a különböző feladatok között a résztvevők igény szerint bármikor tarthattak pihenőt.

Az ANT feladatban a résztvevők azt az instrukciót kapták, hogy a megjelenő öt nyíl közül minden próba során a középső irányára reagáljanak. (A feladat pontos instrukcióját lásd a 15. táblázatban, a mellékletben, jelen fejezet végén). A feladat 24 gyakorló próbával kezdődött, amelyek során a résztvevők visszajelzést kaptak a teljesítményükről. A gyakorló próbákat összesen 216 tesztinger követte. Az tesztingeret 3 blokkban mutattuk be (mindhárom blokk 72 próbából állt, amelyek minden esetben 24 kongruens, 24 inkongruens és 24 semleges próbát tartalmaztak). A próbákat minden esetben 400 milliszekundumig fixációs kereszt előzte meg. A próbák között eltelt idő random módon változott 400 és 2600 milliszekundum között.

---

<sup>17</sup> A figyelem fenntartása okán a monoton feladatokat követték a változatosabb tesztek.

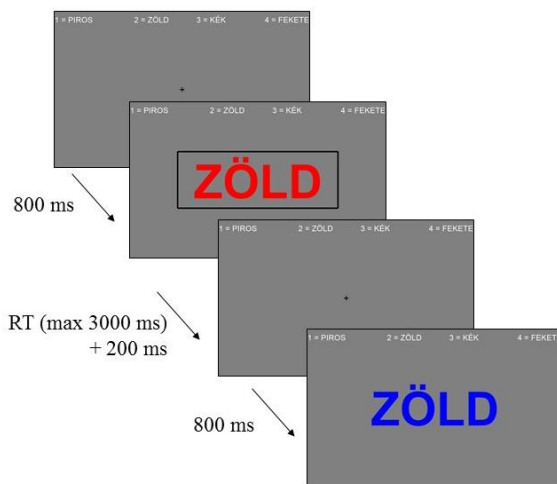
A binding feladatok felvétele az 1. vizsgálattal megegyezően történt, azzal a különbséggel, hogy a feladatok előtti instrukciók szóban nem hangzottak el, a felnőttek maguk olvasták azokat el. Illetve a feladatok végén nem jelent meg a gyermekekre adaptált verzióban alkalmazott kép holddal és csillagokkal, helyette a „*köszönjük a részvételt*” kiírás jelent meg. A fluenciatesztek felvételének eljárása megegyezett a gyermekvizsgálattal.

### 3. vizsgálat

A résztvevők először a binding feladatokat végezték egy az 1. vizsgálattal megegyező módon, majd a végrehajtó funkciókat mérő, szintén számítógépes feladatokat (Stroop, majd Trail-making). A feladatok elvégzésének teljes ideje nem haladta meg az egy órát. Az első vizsgálathoz hasonlóan, ha a résztvevőknek pihenésre volt szüksége, szüneteket tarthattak a feladatok között. A végrehajtó feladatok pontos instrukcióit a 16-17. táblázat számú melléklet tartalmazza.

A *Stroop* feladatban a résztvevők a billentyűzeten négy színek jelölő (piros, zöld, kék, fekete) nyomógomb segítségével válaszoltak. A billentyűzetkiosztás random módon változott. A próbákat minden esetben fixációs kereszt előzte meg. A résztvevők elsőként a színekhez kapcsolt gombok használatát gyakorolták be, oly módon, hogy a képernyőn megjelenő színes négyzetekre meg kellett nyomniuk a megfelelő nyomógombot. A színek begyakorlása addig tartott, amíg a résztvevő minimum 24 ingerre választ adott, és az utolsó tíz közül legalább kilencre a helyes gombot nyomta meg. Helytelen válasz esetén a résztvevők visszajelzést kaptak. Az ingerek maximum 2000 milliszekundumig lettek bemutatva, az próbák bemutatása közötti idő (ISI) 1000 milliszekundum volt, amelyből 800 milliszekundumig látszott a fixációs kereszt. Ezután a gátlási feladat következett. Itt a résztvevők feladata a megjelenő szavak színének megfelelő gomb megnyomása volt (a szójelentés figyelmen kívül hagyásával). 24 gyakorlóinger után 40 tesztinger következett (a kongruens és inkongruens próbák aránya: 50-50% volt). Az ingerek maximálisan 3000 milliszekundumig jelentek meg, az ISI ebben az esetben is 1000 milliszekundum volt. A gyakorlófázisban a résztvevő kapott visszajelzést a teljesítményéről, míg a teszt fázisban már nem. A *váltási feladat* gyakorló sorában az első feladathoz hasonlóan színek neveit mutattuk be színes betűkkel leírva, azonban itt minden esetben a szöveget fekete keret szegélyezte. Itt a feladat a szöveg jelentésének megfelelő szín megadása volt (ISI: 1000 ms, ingerek maximális bemutatási ideje: 3000 ms). A gyakorlás 16 próbából állt (kongruens-inkongruens ingerek aránya 50-50%). A második gyakorlófázisban a keretnélküli és keretezett szavak szerepeltek vegyesen (50-50%). A keretben látott szavak

esetén az olvasott szöveg jelentésének, míg a keret nélküli szavak esetén a szavak színének megadása volt a feladat (az ingerbeállítások megegyeztek az első gyakorlófeladattal). A tesztfázisban a résztvevő a gyakorlófázishoz hasonlóan vegyesen (szintén 50-50%-ban) kaptak keretezett és keret nélküli szavakat, tehát a feladat folyamatosan váltakozott (az olvasott szín és a vizuálisan észlelt szín megadása között, lásd a 6. ábrán). A tesztfázisban kizárólag inkongruens ingerek szerepeltek (összesen 80) és a gyakorló fázisokkal ellentétben a teljesítményről már nem kaptak visszajelzést a résztvevők. A feladat idői paraméterei (ISI, maximális bemutatás) megegyeztek a gyakorló fázisokkal. Az egymás után következő azonos típusú próbák (jelentésmegnevezés vs. színmegnevezés) 1-4-ig terjedtek.



6. ábra. A Stroop feladat váltási feltétele

A *Trail-making* feladat két gyakorló- és két tesztfázisból állt. A feladat gyakorlófázisában a résztvevő öt célingert (bekarikázott számok 1-5-ig) és öt zavaróingert (különböző mintázatú körök) látott elszórva a képernyőn, a feladat pedig a célingerek összekötése volt emelkedő sorrendben (a számítógépes egér segítségével). Az A feladat tesztfázisában 25 célingert (bekarikázott számok) jelent meg zavaróingerek nélkül. Ebben az esetben is a számok emelkedő sorrendben való összekötése volt a feladat. Ezután következett a B feladat, amelynek gyakorlófázisában bekarikázott számok (1-5-ig) és betűk (A-D-ig) jelentek meg vegyesen. A résztvevők feladata az volt, hogy szintén emelkedő sorrendben, de felváltva kösse össze az ingereket (a helyes megoldás: 1-A-2-B-3-C, stb.). Végül a B feladat tesztfázisát végezték el a résztvevők, amelyben a feladat megegyezett a gyakorlófázissal, azzal a különbséggel, hogy itt a számok 1-13-ig, a betűk pedig A-L-ig terjedtek, továbbá itt ismét

szerepeltek zavaróingerek (15 üres karika) is. A számítógépes program az egyes feladatrészekkel és a teljes feladattal eltöltött időt rögzítette (amelybe a hibázások és a szünetek nem számítottak bele, csak a tényleges rajzolás ideje).

## *Eredmények*

### 2. vizsgálat eredményei

*A binding feladatok és a figyelmi (ANT), illetve a végrehajtó funkció tesztek (verbális és mintázatfluencia) közötti együttjárások*

Az emlékezeti terjedelmi mutatók normalitástól eltérő eloszlása miatt a kapcsolatokat Spearman-féle rangkorrelációs eljárás segítségével vizsgáltuk.

Az emlékezeti terjedelem mutatókat az ANT teszt esetében a fentebb bemutatott különbségi mutatókkal, a fluencia tesztekénél pedig a helyes válaszok számával vetettük össze. Az elemzésekből mindössze egy szignifikáns kapcsolat emelkedett ki, a *verbális binding* feladat és a *betűfluencia* feladatok közötti pozitív kapcsolat, további együttjárásokat nem sikerült feltárni a vizsgált emlékezeti és figyelmi, illetve végrehajtó funkció feladatok között. A korrelációs együtthatókat a 13. táblázat tartalmazza.

### 13. táblázat

*Az emlékezeti feladatsor és a figyelmi (ANT) és végrehajtó funkciós tesztek (verbális és mintázatfluencia) közötti együttjárások*

	<b>Emlékezeti binding feladatok</b>			
	<b>Téri</b>	<b>Verbális-sorrendi</b>	<b>Szekvenciális</b>	<b>Komplex</b>
<b>ANT-vigilancia</b>	0.13	0.062	0.082	0.041
<b>ANT-orientáció</b>	-0.022	-0.101	-0.017	-0.108
<b>ANT-végrehajtó</b>	-0.093	-0.037	-0.205	-0.181
<b>Betűfluencia</b>	0.131	0,394**	-0.2	0.229
<b>Kategóriafluencia</b>	0.129	0.162	0.009	0.19
<b>Váltásfluencia</b>	0.089	-0.092	-0.185	0.246
<b>(verbális)</b>				
<b>Mintázatfluencia</b>	0.135	-0.052	0.049	-0.015
<b>(fekete pontok)</b>				
<b>Mintázatfluencia</b>	0.114	0.13	0.001	0.196
<b>(üres pontok)</b>				
<b>Mintázatfluencia</b>	0.15	0.096	0.162	-0.045
<b>(váltás)</b>				

*Megjegyzés:* A számok a Spearman-féle rangkorrelációs értékeket jelölik; A szignifikáns ( $p < 0,05$ : \*;  $p < 0,01$ : \*\*) együttjárásokat kiemeltük)

### 3. vizsgálat eredményei

*A binding feladatok és a végrehajtó feladatok (Stroop, Trail-making) közötti együttjárások*

A normalitásvizsgálat eredményei miatt ebben az esetben is Spearman-féle rangkorrelációs eljárást alkalmaztunk.

A végrehajtó funkció tesztek reakcióidő adatait vetettük össze az emlékezeti binding mutatókat. A *téri* feladat szignifikáns, fordított irányú korrelációt mutatott a „*Váltás-Stroop*” feladat és a *Trail Making* teszt összesített mutatóival, továbbá a kombinált feladat mindhárom végrehajtó funkciós mutatóval (*Stroop-gátlás Stroop-váltás, Trail-making*) szignifikáns, fordított együttjárást mutatott. Fontos kiemelni, hogy a fordított irányú kapcsolatok valójában pozitív kapcsolatot jelölnek, hiszen a végrehajtó feladatokban mért reakcióidő adatok és a binding feladatok terjedelmi adatai fordított irányban mérik a teljesítményt (magas reakcióidő

rossz teljesítményt jelent, magas emlékezeti terjedelem viszont jó emlékezeti teljesítményt). A korrelációs együtthatókat a 14. táblázat tartalmazza.

#### 14. táblázat

*Az emlékezeti feladatsor és a végrehajtó funkciók tesztek (Stroop és Trail-making) összesített mutatói közötti együttjárások*

<b>Emlékezeti binding feladatok</b>				
	<b>Téri</b>	<b>Verbális</b>	<b>Szekvenciális</b>	<b>Komplex</b>
<b>Stroop (gátlás)</b>	-0,197	-0,034	-0,081	-0,419**
<b>Stroop (váltás)</b>	-0,289*	-0,009	0,137	-0,422**
<b>Trail-making</b>	-0,297*	-0,047	-0,074	-0,293*
<b>(összesített A+B)</b>				

*Megjegyzés:* A számok a Spearman-féle rangkorrelációs értékeket jelölik. A szignifikáns ( $p < 0,05$ : \*;  $p < 0,01$ : \*\*) együttjárásokat kiemeltük)

## MEGBESZÉLÉS

Jelen vizsgálatban a közvetlen emlékezet összekapcsolási folyamatait vetettük össze végrehajtó és figyelmi funkciókkal 8-11 éves gyermekek és fiatal felnőttek különálló mintáin. Vizsgálataink kiindulópontjai korábbi kutatásaink voltak, amelyekben az emlékezeti binding folyamatok különböző formáit hasonlítottuk össze gyermek- és fiatal felnőttkorban, illetve gyermekkori epilepsziával élő gyermekeknél (Kárpáti, Király és Kónya, 2013; Kárpáti és mtsai, 2015). Korábbi eredményeink arra utaltak, hogy a téri, verbális és idői információk többszörös összekapcsolása (hol, mi és mikor) nagyobb kognitív erőfeszítéssel jár, mint a tárgy helyének és azonosságának (hol és mi), verbális sorrendiségének (mi és mikor), illetve téri szekvencialitásának (hol és mikor) külön-külön történő összerendezése. Az emlékezeti teljesítményben (terjedelemben) megmutatkozó különbségek arra utalnak, hogy a *hol*, *mi* és *mikor* összekapcsolásának komplex helyzete már túlmutat az emlékezet automatikus folyamatain, a tudatos integráció stratégiáját kívánja meg. Klinikai vizsgálatunkban résztvevő

epilepsziával élő gyermekek, akiket enyhefokú fronto-temporális deficittünetek jellemeztek, az egyszerű binding feladatokban a kontrollcsoporthoz hasonlóan teljesítettek, azonban a többszörös binding feladat során teljesítményük gyengébb volt.

Jelen vizsgálat célja a tudatos integrációval kapcsolatban álló kognitív folyamatok feltárása volt. Ennek érdekében a korábbi vizsgálatokban is alkalmazott tér-idői feladatok mellett, szakirodalmi (pl. Picard és mtsai, 2012; McCabe és mtsai, 2010) és előzetes vizsgálatokra (Bakos és Kárpáti, 2013) alapozva fluencia képességeket, gátlást és váltást vizsgáló végrehajtó tesztek és figyelmi feladatokat (Bells figyelmi teszt, ANT teszt) is elvégeztek az általános iskolás és egyetemista résztvevők. Elemzésünkben azt szeretnénk volna megvizsgálni, hogy a különböző természetű és összetettségű feladatok háttérében milyen mértékben vesznek részt végrehajtó funkció- és figyelmi folyamatok.

Gyermekekkel végzett, első vizsgálatunk tapasztalatai szerint a *verbális binding* (mi és mikor) feladatban teljesítménynövekedés jelent meg 9 és 11 éves életkor között, amely a kisiskolás évek fogalmi fejlődésére hívja fel a figyelmet. A verbális váltás fluencia feladatban nyújtott, szintén 9 és 11 éves kor közötti fejlődés háttérében hasonló okok állhatnak, azonban itt ki kell emelni a végrehajtó funkciók fejlődésének szerepét is, amelynek hatása a mintázatfluencia tesztek (üres pontok feladat) egyikén is megmutatkozott. Mindazonáltal a fejlődési ívek pontosabb nyomon kövzéséhez több korcsoport és nagyobb minta bevonására lett volna szükség. A továbbiakban az összevont kisiskolás minta eredményinek elemzésére korlátozzuk az értelmezést.

A *téri binding* (mi és hol) elemzése során a *verbális váltási fluencia* feladattal (kategóriák közötti váltás) való kapcsolat emelkedett ki, amely arra utal, hogy a feladatban megjelenik a verbális ingeranyaggal való manipuláció, tehát a tételek megjegyzése verbális stratégiát kíván. Eszerint, a *hol* és *mi* összeillesztésében a tárgyak megnevezése és téri lokalizációja a végrehajtó funkciók aktivizálásával jár, azonban mivel a *Bells figyelmi* tesztrel a kapcsolat elmaradt, feltételezhetjük, hogy ez a feladat nem jár erős figyelmi megterheléssel. Emellett az eredmények arra utalnak, hogy ebben a feladatban automatikusabb szintű téri műveletek vannak jelen, hiszen a szabályalkotással, téri stratégiákkal járó mintázatfluencia tesztekkel szintén nem volt megfigyelhető összefüggés.



A *verbális binding* (mi és mikor) feladat a nem verbális fluencia feladatokkal is kapcsolatban áll, ám legerősebben ebben az esetben is a *verbális váltás* feladatban való teljesítmény határozta meg az emlékezeti terjedelmet. A téri feladathoz képest, ebben az esetben már nagyobb a végrehajtó funkciók terhelése, amelynek háttérében az ingerek sorrendi szervezése állhat. A szervezés stratégiája magyarázhatja a kapcsolatot a *mintázatfluencia* tesztekkel, amelyek tudatos stratégiát, aktív szabályalkotást igényelnek.

A *szekvenciális feladat* (hol és mikor) eredményeink szerint nem mutatott kapcsolatot az általunk mért végrehajtó funkció és figyelmi képességgel. Az összefüggések hiánya arra utal, hogy az önmagában való téri szekvencia felidézése automatikusan végbemegy, nem jár kognitív megterheléssel. Ezt támasztja alá az a korábbi eredményünk is, amely szerint ebben a feladatban már a 10 éves gyermekek elérik a felnőtt szintet, míg a további három binding feladatban a fejlődés tovább folytatódik (Kárpáti, Király és Kónya, 2013). Ez a rövidebb fejlődési út is további érv a feladat automatikussága mellett.

A *komplex feladat* háttérfolyamatai a *verbális binding* feladathoz hasonlóan alakulnak: a feladatban való teljesítmény kapcsolatot mutat a verbális váltási feladattal, illetve a fekete pontok és üres pontok *mintázatfluencia* tesztekkel. Jelen vizsgálatban a fluenciafeladatok mennyiségi elemzését végeztük el, emellett egy jövőbeli vizsgálatban a mutatók minőségi elemzése (lásd pl. Tánczos és mtsai, 2014a, 2014b) további támpontokat adhat a komplex emlékezeti összehangolás háttérében álló stratégiák pontosabb feltárásához és kiegészítheti az életkori különbségek értelmezését. Mindezeket túl azonban a feladatban nyújtott teljesítményt elsősorban a figyelmi kapacitás határozza meg (a feladat legerősebb prediktorváltozója a Bells figyelmi teszt volt). Ez arra utal, hogy az első három binding feladattal szemben itt a figyelmi folyamatok kiemelt szerepet kapnak. A verbális ingeranyaggal való manipuláción és stratégiaalkotáson túl tudatos, erőfeszítéses folyamatok jelennek meg, amelyek a többszörös integrációt elősegítik. A téri szekvenciális és nyelvi sorrendi szerveződés összeillesztését már tudatos figyelem kíséri. Eredményeink abból a szempontból is átgondolhatóak, hogy megkülönböztetik a végrehajtó funkciók figyelemigényét.

Összességében a gyermekvizsgálat eredményei szerint a kísérleti és tesztfeladatok összefüggései alapján a verbális, de legfőképp a verbális sorrendi információt is tartalmazó binding feladatok megoldása jár a legnagyobb figyelmi és végrehajtó funkciók terheléssel. Arra következtethetünk, hogy nemcsak a komplex binding (*hol, mi és mikor*) feladat aktivizálja a

magasabb szintű kognitív folyamatokat gyermekkorban, hanem azok az egyszerűbb feladatok is, amelyek verbalitást igényelnek, akár az értelmes tárgyak téri lokalizációja, akár a nyelvi sorrend tekintetében. Ezzel szemben a téri helyek szekvenciális felidézése, amely verbális információt nem igényel, automatikusabb folyamatokon alapulhat már általános iskolás gyermekeknél is. Erre utal, hogy jelen vizsgálatban a szekvenciális feladatban nyújtott teljesítmény egyik végrehajtó funkciót és figyelmet mérő feladattal sem járt együtt; továbbá korábbi eredményeink is azt mutatják, hogy ez a képesség életkorban hamarabb kifejlődik, mint a verbalításra is épülő emlékezeti felidézés (Kárpáti, Király és Kónya, 2013). Eredményeink alapján feltételezhető, hogy a verbális információk manipulálása a közvetlen emlékezetben nagyobb kognitív megterheléssel jár gyermekkorban, mint önmagában a téri információ kezelése. Amikor a feladat csupán a verbális információk fenntartása, ez feltehetőleg még önmagában nem jár túl nagy kognitív megterheléssel. Erre utalnak azok a korábbi eredményeink, amelyek szerint a téri, a verbális és a szekvenciális feladatokban nyújtott teljesítmény nem tér el egymástól (Kárpáti, Király és Kónya, 2013). Ezzel szemben, amikor a feladat a verbális sorrend fenntartásán túl a téri szekvenciális információ együttes felidézését is megkívánja, a teljesítményben jelentős csökkenés mutatkozik, feltehetőleg az erős figyelmi és végrehajtó funkciók megterhelés miatt. Összegezve; a többszörös összekapcsolás során, úgy tűnik, hogy a verbális sorrendi információk „ráterhelnek” az önmagában automatikusabb téri szekvenciális ingeranyagra, és ezáltal a gyermekeknek megterhelő a különböző modalitásból származó ingerek összerendezése.

Az emlékezeti binding folyamatok és a figyelmi és végrehajtó funkciók kapcsolatát két, különálló felnőtt mintán is körüljártuk. Szerettük volna feltárni, hogy a fejlődés során a frontális lebenyfunkciók kifejlődésével változnak-e az emlékezeti integráció háttérében álló kognitív folyamatok, vagy a gyermekekhez hasonló mintázatot látunk majd. Az első felnőtt vizsgálat a különböző figyelmi alrendszerek szerepét, illetve a gyermekvizsgálattal megegyezően a verbális és nem verbális kognitív fluencia szerepét vizsgálta. Az egyetemista csoporttal elvégezhető volt az ANT feladat, amely a figyelem három szintjét (*vigilancia*, *orientáció*, illetve *végrehajtó* figyelem) együttesen méri.

Eredményeink arra utalnak, hogy az olyan alapszintű figyelmi folyamatok, mint a *vigilancia* (éberség), vagy a figyelmi *orientáció*, szelektivitás nem elegendők az emlékezeti tartalmak összeillesztéséhez. Azonban az ANT teszt magasabb szintű figyelmi működést mérő *végrehajtó* komponense sem mutatott kapcsolatot az emlékezeti összekapcsolási feladatokkal.

Itt a „végrehajtó” megnevezés némileg félrevezető, hiszen ez a feladat nem tekinthető klasszikus végrehajtó funkció tesztnek, hiszen, igaz, elvégzéséhez szükséges valamilyen szintű kognitív gátlás (a 2-2 szélső nyíl ellenkező irányának figyelmen kívül hagyása), azonban ennél a könnyen automatizálódó folyamatnál például egy Stroop paradigmában jelentősen magasabb szintű gátlási folyamatokra van szükség. Összességében úgy tűnik, hogy az alapvető figyelmi komponensek nem járnak együtt az emlékezeti összekapcsolással felnőttkorban.

A fluencia tesztek (verbális és mintázat) szintén nem mutattak kapcsolatot az emlékezeti binding folyamatokkal felnőtteknél. Az egyetlen együttjárás a *verbális* feladat és a *betűfluencia* feladat között mutatkozott. Ebben az esetben azonban valószínűsíthető, hogy a két feladat valamelyest hasonló verbális folyamatokat mozgósít. A binding és fluencia tesztek közötti kapcsolatok elmaradása arra utal, hogy a mentális flexibilitás, a mentális keresési folyamatok nem állnak kapcsolatban az emlékezeti összekapcsolással felnőttkorban. Ezek az eredmények melyek szerint a gyermekektől eltérően felnőttkorban az alapvető figyelmi folyamatok és a mentális fluencia képessége nem mutatott kapcsolatot az emlékezeti összeillesztéssel – további végrehajtó funkciók vizsgálata felé irányította figyelmünket. Elképzelhetőnek tartottuk ugyanis, hogy a gyermekeknél még erősebb figyelmi működést és végrehajtó kapacitást kívánó összeillesztő folyamatokat felnőttkorban már más, magasabb szintű kísérő mechanizmusok segítik.

Második felnőtt vizsgálatunkat egy különálló, szintén egyetemistákból álló mintán végeztük. A résztvevők az emlékezeti binding feladatok mellett ebben a vizsgálatban a *Stroop* és a *Trail-making* feladatokat végezték el, amelyekkel a verbális fluencia feladatokhoz mérten a végrehajtó funkciókat erősebben terhelő gátlás és váltás képességét szerettük volna vizsgálni.

A gátlás és a váltás képességei felnőttkorban eredményeink szerint a *téri* és a *komplex* binding feladattal mutattak kapcsolatot. Míg a *téri* feladat a *Stroop váltás* feladatával és *Trail-making* feladattal járt együtt, a *komplex* feladat az előbbi kettőn túl a *Stroop* feladat *gátlás* feltételével is. A verbális (*Stroop*) és a *téri* (*Trail-making*) végrehajtó feladatokkal való együttes kapcsolata arra utal, hogy e két binding feladat (*téri* és *komplex*) háttérben modalitásoktól függetlenül szerepet játszik a kognitív gátlás és váltás képessége. A gátlás és a váltás egymástól nehezen elkülöníthető, komplementer folyamatoknak is tekinthetőek, hiszen amikor figyelmünket egy ingerről áthelyezzük egy másikra, akkor a korábbi, vagy a további zavaró ingerek feldolgozását le kell gátolnunk. Így a legtöbb végrehajtó funkció tesztben e két

képesség egymástól nem elkülöníthető. Igaz, vizsgálatunkban megkíséreltük szétválasztani a *Stroop* feladaton belül a gátlás és a váltás folyamatát, hiszen a klasszikus paradigmában nagyobb hangsúllyal a gátlást mérjük, míg az általunk hozzáadott új feladatban (ahol az instrukció folyamatosan váltakozik a szín és a szójelentés megnevezése között) a váltáson van nagyobb hangsúly. Fontos azonban leszögezni, hogy egyik feladat sem képes „tisztán” csak az egyik komponenst mérni, így további értelmezésünk ezen szempont figyelembevételével történik.

A *téri* és a *komplex* feladatokban közös, hogy a verbalitást és a tériséget együttesen foglalják magukban. Míg a *verbális* feladat kizárólag nyelvi ingerek megjegyzését kívánja, a *szekvenciális* a téri elrendezést kéri. A *téri* feladat különböző verbálisan megnevezhető térben lokalizált ingerek felidőzéséből áll, míg a *komplex* feladat emellett kiegészül a bemutatás kettős – nyelvi és szekvenciális – sorrendjének előhívásával is. Tehát mindkét feladatban a téri és nyelvi modalitás együttes és összehangolt fenntartása a cél. Így elképzelhető, hogy ezekben a feladatokban a modalitások közötti váltások során, illetve az aktuálisan nem figyelt modalitás ingereinek legátlásában játszanak kiemelt szerepet a végrehajtó funkciók. A *komplex* feladat erősebb kognitív megterhelését jelzi mindhárom váltási és gátlási feladattal való erősebb kapcsolat.

Érdekes eredmény azonban, hogy amellet, hogy a *mi, hol, mikor* összetett emlékezeti integrációja figyelmi és/vagy végrehajtó funkció aktivitást kíván mind gyermekkorban (*verbális váltásfluencia* és *Bells* figyelmi teszttel való kapcsolat), mind felnőttkorban (*Stroop* és *Trail-making* feladatokkal való kapcsolat), gyermekeknél inkább a fogalmi sorrend fenntartásának megterhelő voltára mutattak az eredmények, ezzel szemben felnőttkorban a téri-verbális összerendezés tűnt megterhelőbb folyamatnak. Ez a különbség adódhat az oktatási rendszerben rejlő különbségekből: míg az általános iskolás gyermekek többet találkoznak tériséget, vizuális ingereket tartalmazó ingerekkel akár a tanórai anyagban, akár a nagymozgásokat igénylő sport vagy labdajátékok során, az egyetemista korosztály ezzel szemben hatalmas verbális anyaggal dolgozik nap mint nap, és a megtanulandó anyagok alapját is nyelvi tartalmak folyamatos elsajátítása képzzi. Felnőttkorra a fogalmak összefűzése, sorrendezése bejáratott tanulási módszerekkel történik, azonban a téri-nyelvi összerendezés szokatlanabb feladat lehet. Gyermekeknek még nagyobb végrehajtó kapacitást kíván a kizárólag nyelvi ingerek megjegyzése, náluk a téri-vizuális ingerek jelenthetik az ismerősebb elsajátítási formát.

A gyermek- és felnőtt vizsgálatok eredményeit összegezve tehát az önmagában vett tériszekvenciális szerveződés, homogén ingerek téri sorrendiségének felidézése (*mikor* és *hol*) mind gyermekeknél, mind pedig felnőtteknél figyelemi vagy végrehajtó kapacitást nem kíván, közel automatikusan végbemegy. Ezt korábbi eredményünk is alátámasztja, mely szerint a szekvenciális emlékezet már 10 éves korra eléri a felnőtt szintet (Kárpáti, Király és Kónya, 2013). A komplex, epizodikus egység (*mi*, *hol* és *mikor*) létrehozása mind gyermek, mind pedig felnőttkorban tudatosabb, magasabb szintű folyamatnak tűnik, amelyet gyermekkorban végrehajtó funkciók mellett általános figyelmi működés, erősebb mentális megterhelés kísér, felnőttkorban azonban már az általános erőfeszítés helyét átveszik olyan specifikusabb végrehajtó képességek, mint a mentális váltás és gátlás. Valószínűsíthető tehát, hogy felnőttkorra ez a megterhelő integráció valamelyest könnyebbé válik gyermekekhez viszonyítva, azonban még felnőttek számára is elengedhetetlen a frontális területek megfelelő működése az emlékezeti integráció során. Míg gyermekek számára több kognitív erőforrást kíván a nyelvi ingerek sorrendjének felidézése (*mi* és *mikor*), felnőtteknek a téri és a nyelvi ingerek összerendezése (*mi* és *hol*) jelent nagyobb kihívást, amelynek a korosztályok közötti környezeti, az oktatási rendszerben rejlő különbségek lehetnek az okai.

Itt ismertetett gyermek és felnőtt vizsgálataink a komplex emlékezeti epizód összerendezésének háttérében gyermekkorban a figyelmi folyamatok felé, illetve mindkét korosztálynál a mentális gátlás és váltásra irányítják a figyelmet. Azonban nem zárhatjuk ki annak lehetőségét sem, hogy a nyelvi és téri információk epizodikus integrációja sajátos stratégiákat igénylő, önálló végrehajtó funkció folyamat. A tudati integrációra utal Baddeley (2000) az epizodikus puffer fogalmának bevezetésével, amelyet a kettős kódolási hipotézisből vezetett le (lásd pl. Repovs és Baddeley, 2006). Mindazonáltal úgy tűnik, hogy az epizodikus emlékezet kontextuálisan kidolgozott alapegységét kognitív erőfeszítés árán képesek létrehozni az általunk vizsgált általános iskolás gyermekek és fiatal felnőttek, mely folyamat figyelmi és végrehajtó funkciókra támaszkodik.

## MELLÉKLET

### 15. táblázat

#### *Az ANT feladat instrukciói*

Most egy olyan feladat fog következni, melyben azt mérjük fel, mennyire tudod fenntartani a figyelmedet, éberségedet egy hosszú feladatban. Egy rövid gyakorlással kezdünk, utána pedig 3 darab blokk következik az éles feladatból, melyek 5-6 percesek, így nagyjából 20 perc lesz összesen ez a feladat.

A képernyő közepén látni fogsz egy keresztet, ide kell majd koncentrálnod. A kereszt fölött vagy alatt fognak majd nyilak megjelenni. Az lesz a dolgod, a lehető leggyorsabban és legpontosabban jelöld, melyik irányba mutat a középső nyíl. Nagyon fontos, hogy mindig csak a középső nyílra figyelj, az, hogy a többi melyik irányba mutat, most nem számít. Ha jobbra mutat a középső nyíl, az M gombot kell lenyomnod, ha balra, a Z gombot.

A kereszten és a nyilakon kívül még lesz egy csillag is a feladatban, amely előre jelezni neked, a kereszt alatt vagy felett fognak a nyilak megjelenni. Vagyis, ha a kereszt felett villan fel a csillag, a kereszt felett fognak a nyilak is megjelenni és fordítva. A csillagra nem kell válaszolni, ez csak téged segít. Ez érthető? (ksz válaszol) Azonban, lesznek olyan esetek is, amikor nem jelenik meg a csillag, vagy pedig nem segít téged a gyorsabb válaszadásban, mert a kereszt helyén vagy a kereszt alatt és felett is megjelenik. Erre is figyelj majd.

Most következik a gyakorlás. Ez körülbelül 3 perc lesz és itt még visszajelzést kapsz majd a teljesítményedről.

### 16. táblázat

#### *A Stroop feladat instrukciói*

##### **Stroop feladatsor**

Bemelegítő feladat színes négyzetekkel

*A következő feladatok egészen más jellegűek lesznek. Itt az előtted látható billentyűzetre lesz szükséged, melyen négy gombot látsz. Minden gomb egy színnek felel meg (itt ismertettük a résztvevővel az aktuális kiosztást). Ez a kiosztás a feladatsor folyamán változatlan marad és mindvégig ki lesz írva a képernyő tetejére segítségképpen.*

*Most egy bemelegítő feladat következik, melyben gyakorolhatod a billentyűzkiosztást. Mindig egy színes négyzetet látsz majd megjelenni. Amint megjelent, kérlek, nyomd meg a színének megfelelő*

Gyakorlófeladat a célingerekkel

*gombot, amilyen gyorsan csak tudod. A gyorsaságnál fontosabb azonban a pontosság, tehát kérek, feladat megoldása során a lehető legkevesebbet hibázz.*

*Most egy kicsit nehezedik a feladatod. Ezután színes betűkkel leírt szavak fognak megjelenni, amik egyben színeknek a nevei. Kérek, amint a szó megjelent, nyomd meg a szöveg betűszínének megfelelő gombot, nem törődve a szó jelentésével. Továbbra is fontos, hogy legyél minél pontosabb és ehhez mérten minél gyorsabb.*

Tesztfeladat

*A feladatod továbbra is ugyanez lesz, azzal a különbséggel, hogy mostantól nem kapsz visszajelzést rossz válasz esetén. Innentől mérjük a teljesítményedet.*

### **Stroop feladatsor váltással**

Bemelegítő feladat: csak az olvasott szónak megfelelő válaszadás

*Ez a teszt hasonló lesz az előzőhöz, néhány eltéréssel. Bemelegítés következik: ugyanolyan színes betűkkel leírt szavakat fogsz látni, ezúttal keretben. A keretnek majd a későbbiekben lesz jelentősége. A feladatod pontosan az ellenkezője lesz a korábbiaknak. Kérek, a szavak megjelenését követően a kiolvasott szövegnek megfelelő gombot nyomd meg, amilyen gyorsan csak tudod.*

Gyakorlófeladat a célingerekkel (kongruens és inkongruens szavak)

*Most egy kicsit nehezedik a dolgod. Ezúttal lesznek keretes és keret nélküli szavak is. A keretes szavak esetén az a feladatod, ami az előbb, a bemelegítésben volt, tehát az olvasott szövegnek megfelelő gomb megnyomása, míg a keret nélküli szavak esetén úgy kell válaszolnod, ahogy a korábbi tesztben, tehát ez esetben nem törődve a szó értelmével, a szöveg betűszínének megfelelő gombot nyomd meg.*

Tesztfeladat

*A feladatod továbbra is ugyanez lesz, azzal a különbséggel, hogy mostantól nem kapsz visszajelzést rossz válasz esetén. Innentől mérjük a teljesítményedet.*

## 17. táblázat

### *A Trail-making feladat instrukciói*

Trail Making Test	<p><i>Most egy barátságosabb feladat következik, amiben rajzolnod kell. Ehhez ismét az egeret fogod használni.</i></p>
Gyakorlófeladat (Trail A – csak számok)	<p><i>Gyakorlófeladat következik. A képernyőn számozott karikákat látsz. A feladatod az, hogy juss el az egyes számú karikától sorrendben az utolsóig a következőképpen: Amint rákattintasz az első karikára, a számítógép elkezd vonalat húzni. Húzz vonalat az egyestől a kettes karikához, kattints rá, onnan a hármashoz, majd kattints rá erre is és így tovább, míg el nem érsz az utolsó karikáig.</i></p>
Tesztfeladat (Trail A)	<p><i>A feladatod továbbra is ugyanez lesz, egy kicsit több számmal. Innentől mérjük a teljesítményedet</i></p>
Gyakorlófeladat (Trail B – számok és betűk)	<p><i>Most ismét egy gyakorlófeladat következik, ahol egy kicsit nehezedik a dolgod. Innentől nem csak számozott karikákat látsz majd, hanem olyanokat is, amelyekben betűk vannak. A feladatod az, hogy – az előzőekhez hasonló módon – a következő sorrendben haladj: első szám, első betű, második szám, második betű és így tovább. Tehát a sorrend 1-A-2-B-3-C és a többi.</i></p>
Tesztfeladat (Trail B)	<p><i>A feladatod továbbra is ugyanez lesz, egy kicsit több számmal és betűvel. Innentől mérjük a teljesítményedet</i></p>



## 5. Fejezet: Kiegészítő fejezet: Hibaelemzés

A fejezet fókuszában az emlékezeti binding feladatok hibaelemzése áll. A korábbi fejezetekben bemutatott vizsgálatainkban az emlékezeti terjedelmi mutatókra támaszkodtunk, azonban úgy gondoljuk, hogy a feladatokban vétett hibázási adatok elemzése is hozzájárulhat az epizodikus összeillesztési folyamatok mélyebb megértéséhez. A terjedelmi mutatók meghatározása a hibázásokon alapult, azonban a hibák közvetlen elemzése módszertani nehézségekkel járt. Mivel a résztvevők a feladatokat nem előre beállított elemszámmal végezték el<sup>18</sup> (pl. 2-8-ig), az eltérő terjedelmek miatt a feladatokban vétett hibázások megbízható összegzése kihívást jelentett. Alacsony terjedelem mellett alacsony volt a hibaszám, míg magas terjedelem mellett magas hibázás mutatkozott, azaz ellentétes mintázat mutatkozott a terjedelemben és hibázásokban. A magas terjedelem felől tekintve, a magas terjedelmű, jó teljesítményű résztvevők több hibát vétettek, mivel több próbát végeztek el a feladatokból, mint az alacsony terjedelmű résztvevők, akik hamar kiesetek, így sok hibát sem tudtak gyűjteni. Ennek a torzításnak a kiküszöbölésére több hibamutatót is megpróbáltunk létrehozni (például az összhibaszámot elosztottuk az elemszámmal), de a mutatók továbbra is torzítottak valamelyest. A torzítások elkerülése érdekében végül arra jutottunk, hogy a hibaelemzések elvégzése úgy valósítható meg megbízhatóan, ha csak egy adott elemszámú próbáig összegezzük a hibázásokat, amelyet még elegendő számú résztvevő elvégzett (pl. öt elemig) és nem minden résztvevő összes hibázását vesszük alapul<sup>19</sup>. Az egyszerűbb *téri*, *verbális*, illetve *szekvenciális* feladatokban a hibaelemzés jelentősége kisebb, hiszen a résztvevők egyféle hibát véhetnek, így itt az eredmények elemzésénél indokoltabb a megbízhatóbb terjedelmi mutatóra támaszkodni. A *komplex* feladatban azonban a résztvevők kétféle (*téri* és *idői*) hibát véhetnek (a kétféle hibatípus összegzésén alapszik az emlékezeti terjedelem), így itt a hibaelemzés elvégzése többletinformációval szolgál, amely a terjedelmi eredményekből önmagában nem olvasható ki. Érdekes kérdés, hogy a *komplex* feladatban jelentkező legmegterhelőbb integráció során a *téri* vagy *idői* komponensek kerülnek előtérbe,

---

<sup>18</sup> A hibázási kritérium alapján, és nem előre beállított elemszám után véget érő feladatokra főként a fáradási hatás kiküszöbölése miatt esett választásunk, amely a vizsgálatokban alkalmazott gyermekminták miatt különösen indokolt volt.

<sup>19</sup> Ez az eljárás is valamelyest torzítást rejt magában, hiszen csak azoknak a résztvevőknek az eredményeit vesszük alapul, akik eljutottak egy adott próbáig (pl. az öt elemű körig), így a gyengébben teljesítő résztvevők kimaradnak az elemzésből.

illetve mely információ fenntartása jár nagyobb nehézséggel, vagy esetleg a kétfajta információ megtartása azonos mértékben megvalósulhat. További érdekes kérdést vet fel, hogy hasonlóan alakul-e a téri és az idői hibázások aránya gyermekeknél, illetve felnőtteknél, vagy a gyermekek számára még megterhelőbb feladat a felnőttekéitől eltérő hibázási mintázatot von maga után.

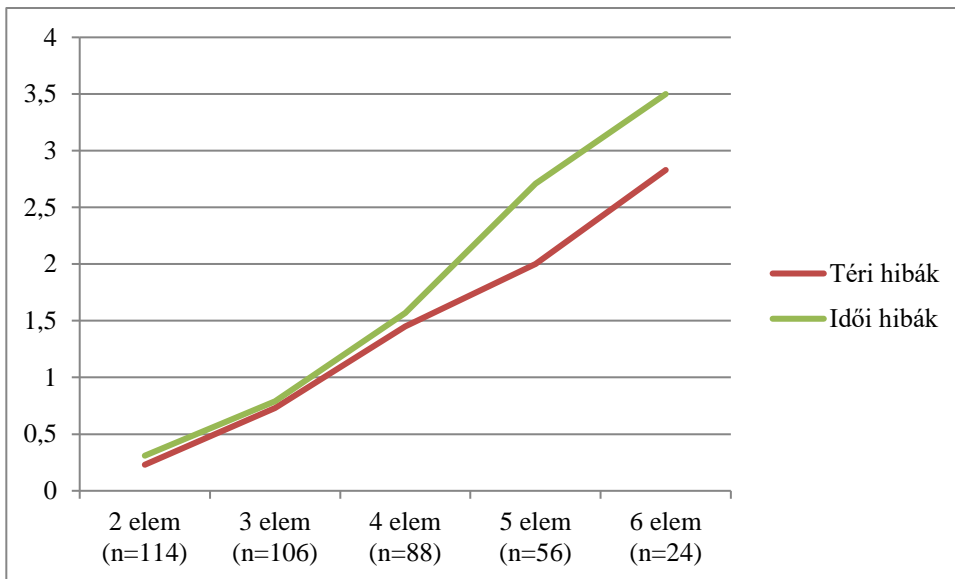
### A komplex feladat téri és idői hibázásainak elemzése gyermekeknél

Elsőként a két különálló gyermekminta körökre lebontott hibaelemzését végeztük el. A leíró statisztikai eredményeket lásd a 18. táblázatban és a 7. ábrán.

#### 18. táblázat

*Az első gyermekminta (6-10 évesek) komplex feladatának téri és idői hibázásai (2-től a maximálisan elvégzett 8 elemű körig)*

	N	Minimum	Maximum	Átlag	SD
Téri hibák 2-ig	114	0	2	0,23	0,63
Idői hibák 2-ig	114	0	2	0,31	0,70
Téri hibák 3-ig	106	0	5	0,73	1,15
Idői hibák 3-ig	106	0	4	0,79	1,20
Téri hibák 4-ig	88	0	6	1,45	1,69
Idői hibák 4-ig	88	0	7	1,57	1,69
Téri hibák 5-ig	56	0	6	2,00	2,04
Idői hibák 5-ig	56	0	9	2,71	2,14
Téri hibák 6-ig	24	0	6	2,83	2,14
Idői hibák 6-ig	24	0	8	3,50	2,53
Téri hibák 7-ig	8	0	9	3,88	3,44
Idői hibák 7-ig	8	0	10	5,37	3,20
Téri hibák 8-ig	2	4	8	6,00	2,82
Idői hibák 8-ig	2	4	7	5,50	2,12



7. ábra. Az első gyermekminta (6-10 évesek) téri és idői hibázásainak alakulása körönként (2-től a 6 elemű próbáig)

Az összetartozó mintás t-próbák eredményei szerint két, három, négy illetve hatelemű körnél nem tért el szignifikánsan a téri és az idői hibázások átlaga 6-10 éves gyerekeknél, kizárólag az öt elemszámnál mutatkozott szignifikánsan több idői hibázás, mint téri ( $t(55)=-2,17$ ;  $p<0,05$ ). A részletes eredményeket lásd a 19. táblázatban.

#### 19. táblázat

*Az első gyermekminta (6-10 évesek) téri és idői hibáinak összehasonlítása összetartozó mintás t-próbával*

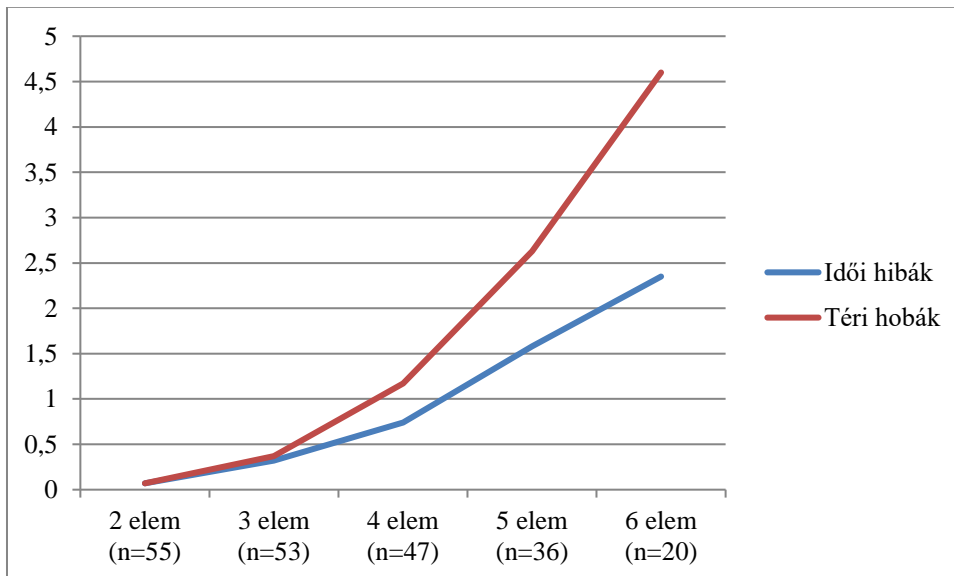
	t	df	sig
téri hibák 2-ig – idői hibák 2-ig	-1,53	113	0,12
téri hibák 3-ig – idői hibák 3-ig	-0,58	105	0,56
téri hibák 4-ig – idői hibák 4-ig	-0,61	87	0,54
téri hibák 5-ig – idői hibák 5-ig	-2,17	55	0,03*
téri hibák 6-ig – idői hibák 6-ig	-1,06	23	0,29

Ezután elvégeztük a második gyermekmintánkon (lásd 4. fejezet) is ugyanezeket az elemzéseket. A leíró statisztikai eredményeket lásd a 20. táblázatban és a 8. ábrán.

20. táblázat

*A második gyermekminta (8-11 évesek) téri és idői hibázásai közönként (2-től a maximálisan elvégzett 9 elemű körig)*

	N	Minimum	Maximum	Átlag	SD
Téri hibák 2-ig	55	0	2	0,07	0,37
Idői hibák 2-ig	55	0	2	0,07	0,37
Téri hibák 3-ig	53	0	2	0,38	0,79
Idői hibák 3-ig	53	0	3	0,32	0,75
Téri hibák 4-ig	47	0	4	1,17	1,40
Idői hibák 4-ig	47	0	5	0,74	1,22
Téri hibák 5-ig	36	0	7	2,64	1,94
Idői hibák 5-ig	36	0	7	1,58	1,88
Téri hibák 6-ig	20	0	9	4,60	2,37
Idői hibák 6-ig	20	0	6	2,35	2,15
Téri hibák 7-ig	5	3	11	6,00	3,31
Idői hibák 7-ig	5	0	3	2,20	1,30
Téri hibák 8-ig	2	3	10	6,50	4,95
Idői hibák 8-ig	2	0	2	1,00	1,41
Téri hibák 9-ig	1	9	9	9,00	.
Idői hibák 9-ig	1	5	5	5,00	.



8. ábra. A második gyermekminta (8-11 évesek) téri és idői hibázásainak alakulása körönként (2-től a 6 elemű próbáig)

Az összetartozó mintás t-próbák eredményei szerint két és három elemnél nem tért el a téri és az idői hibák száma gyermekeknél, azonban négy ( $t(46) = 2,34$ ;  $p < 0,05$ ); öt ( $t(35) = 2,59$ ;  $p < 0,05$ ) és hat ( $t(19) = 2,84$ ;  $p < 0,05$ ) elemnél is szignifikánsan több téri hibázás jelentkezett gyermekeknél. A részletes eredményeket lásd a 21. táblázatban.

## 21. táblázat

*A második gyermekminta (8-11 évesek) téri és idői hibáinak összehasonlítása összetartozó mintás t-próbával*

	t	df	sig
téri hibák 3-ig – idői hibák 3-ig	0,62	52	0,53
téri hibák 4-ig – idői hibák 4-ig	2,34	46	0,02*
téri hibák 5-ig – idői hibák 5-ig	2,59	35	0,01*
téri hibák 6-ig – idői hibák 6-ig	2,84	19	0,01*

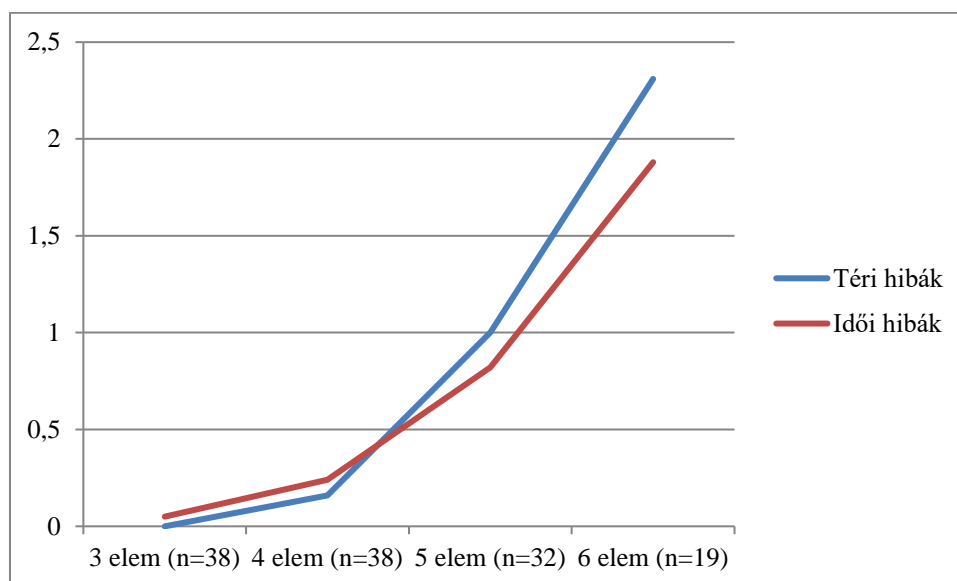
## A komplex feladat téri és idői hibázásainak elemzése fiatal felnőtteknél

A továbbiakban a gyermekminta elemzésével megegyezően, három különálló felnőttmintánk körönként lebontott hibaelemzését végezzük el. A leíró statisztikai eredményeket lásd a 22. és 24. táblázatban és 9-11. ábrákon. A téri és az idői hibák összevetését (összetartozó mintás t-próbákkal) pedig a 23, 25. és 27. táblázatban.

22. táblázat:

*Az első felnőtt minta téri és idői hibázásai közönként (2-től a maximálisan elvégzett 8 elemű körig)*

	N	Minimum	Maximum	Átlag	SD
Téri hibák 2-ig	38	0	0	0,00	0,00
Idői hibák 2-ig	38	0	0	0,00	0,00
Téri hibák 3-ig	38	0	0	0,00	0,00
Idői hibák 3-ig	38	0	2	0,05	0,32
Téri hibák 4-ig	38	0	2	0,16	0,54
Idői hibák 4-ig	38	0	2	0,24	0,63
Téri hibák 5-ig	38	0	5	1,00	1,47
Idői hibák 5-ig	38	0	5	0,82	1,37
Téri hibák 6-ig	32	0	6	2,31	1,69
Idői hibák 6-ig	32	0	6	1,88	2,10
Téri hibák 7-ig	19	0	10	4,00	2,40
Idői hibák 7-ig	19	0	11	3,89	3,21
Téri hibák 8-ig	6	2	9	6,33	2,65
Idői hibák 8-ig	6	2	6	4,67	1,50



9. ábra. Az első felnőtt minta téri és idői hibázásainak alakulása körönként (3-tól a 6 elemű próbáig)

## 23. táblázat

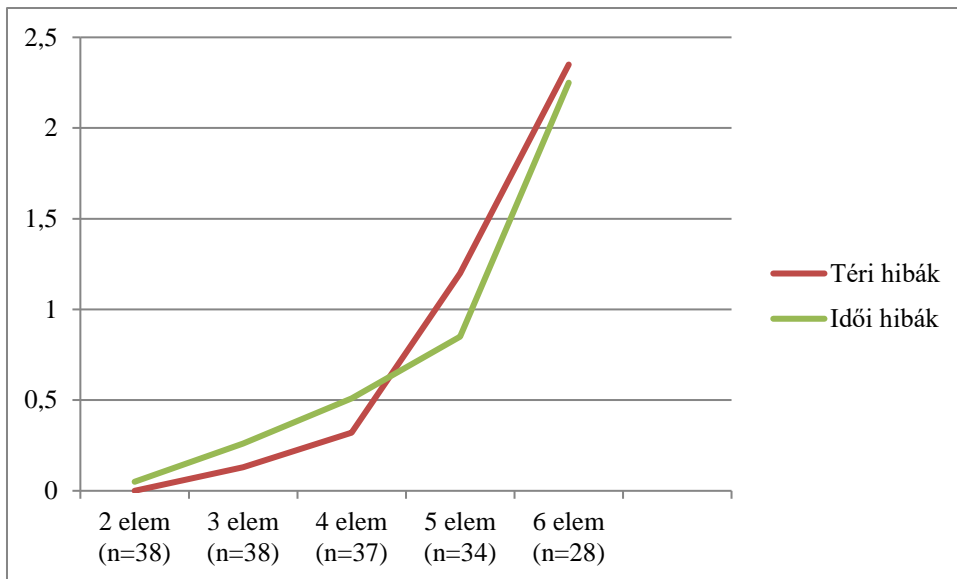
*Az első felnőtt minta téri és idői hibáinak összehasonlítása összetartozó mintás t-próbával*

	t	df	Sig.
téri hibák 3-ig – idői hibák 3-ig	-1,00	37	0,24
téri hibák 4-ig – idői hibák 4-ig	-0,59	37	0,55
téri hibák 5-ig – idői hibák 5-ig	0,60	37	0,55
téri hibák 6-ig – idői hibák 6-ig	1,14	31	0,26
téri hibák 7-ig – idői hibák 7-ig	0,12	18	0,90

## 24. táblázat

*A második felnőtt minta téri és idői hibázásai közönként (2-től a maximálisan elvégzett 8 elemű körig)*

	N	Minimum	Maximum	Átlag	SD
Téri hibák 2-ig	38	0	0	0,00	0,00
Idői hibák 2-ig	38	0	1	0,05	0,22
Téri hibák 3-ig	38	0	2	0,13	0,47
Idői hibák 3-ig	38	0	2	0,26	0,60
Téri hibák 4-ig	37	0	3	0,32	0,78
Idői hibák 4-ig	37	0	4	0,51	0,98
Téri hibák 5-ig	34	0	4	1,21	1,51
Idői hibák 5-ig	34	0	4	0,85	1,23
Téri hibák 6-ig	28	0	6	2,36	1,90
Idői hibák 6-ig	28	0	6	2,25	2,30
Téri hibák 7-ig	15	0	12	4,67	3,33
Idői hibák 7-ig	15	0	7	2,60	2,35
Téri hibák 8-ig	4	0	9	5,75	3,94
Idői hibák 8-ig	4	2	5	3,75	1,50



10. ábra. A második felnőtt minta téri és idői hibázásainak alakulása körönként (2-től a 6 elemű próbáig)

## 25. táblázat

*A második felnőtt minta téri és idői hibáinak összehasonlítása összetartozó mintás t-próbával*

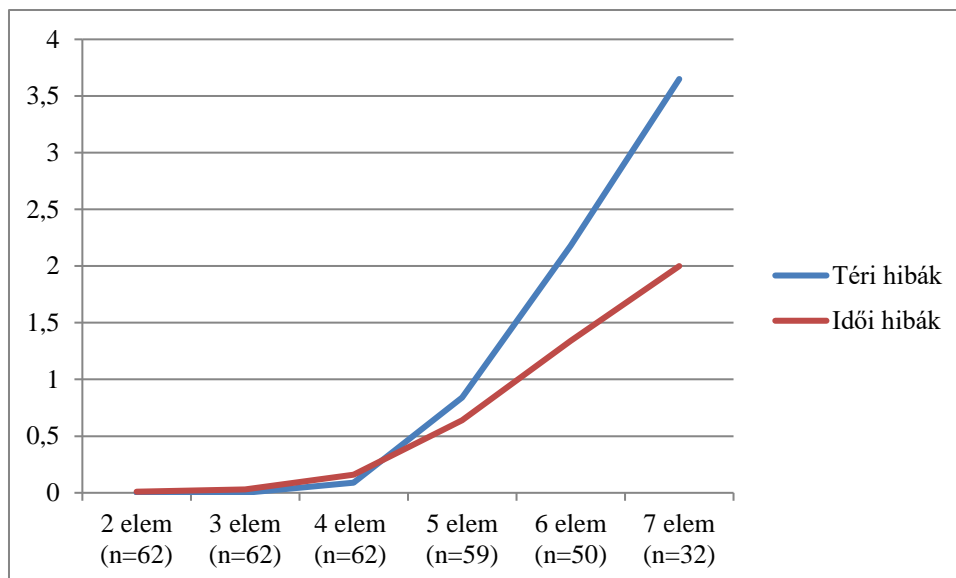
	t	df	sig
téri 2-ig - idői 2-ig	-1,43	37	0,16
téri 3-ig - idői 3-ig	-1,70	37	0,09
téri 4-ig - idői 4-ig	-1,48	36	0,14
téri 5-ig - idői 5-ig	1,19	33	0,24
téri 6-ig - idői 6-ig	0,17	27	0,86



## 26. táblázat

*A harmadik felnőtt minta téri és idői hibázásai közönként (2-től a maximálisan elvégzett 10 elemű körig)*

	<b>N</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Átlag</b>	<b>SD</b>
<b>Téri hibák 2-ig</b>	62	0	0	0,00	0,00
<b>Idői hibák 2-ig</b>	62	0	1	0,02	0,12
<b>Téri hibák 3-ig</b>	62	0	0	0,00	0,00
<b>Idői hibák 3-ig</b>	62	0	1	0,03	0,17
<b>Téri hibák 4-ig</b>	62	0	2	0,10	0,43
<b>Idői hibák 4-ig</b>	62	0	2	0,16	0,48
<b>Téri hibák 5-ig</b>	59	0	5	0,85	1,20
<b>Idői hibák 5-ig</b>	59	0	5	0,64	1,27
<b>Téri hibák 6-ig</b>	50	0	8	2,18	2,01
<b>Idői hibák 6-ig</b>	50	0	6	1,34	1,79
<b>Téri hibák 7-ig</b>	32	0	10	3,66	3,49
<b>Idői hibák 7-ig</b>	32	0	8	2,00	2,04
<b>Téri hibák 8-ig</b>	14	0	8	2,86	2,85
<b>Idői hibák 8-ig</b>	14	0	7	3,14	1,91
<b>Téri hibák 9-ig</b>	7	2	7	4,00	1,91
<b>Idői hibák 9-ig</b>	7	2	8	5,43	2,07
<b>Téri hibák 10-ig</b>	1	8	8	8,00	.
<b>Idői hibák 10-ig</b>	1	8	8	8,00	.



11. ábra. A harmadik felnőtt minta téri és idői hibázásainak alakulása körönként (2-től a 7 elemű próbáig)

27. táblázat

*A harmadik felnőtt minta téri és idői hibáinak összehasonlítása összetartozó mintás t-próbával*

	t	df	sig
téri2ig - idői2ig	-1,00	61	0,32
téri3ig - idői3ig	-1,42	61	0,15
téri4ig - idői4ig	-2,05	61	0,04*
téri5ig - idői5ig	1,01	58	0,31
téri6ig - idői6ig	2,81	49	0,007**
téri7ig - idői7ig	2,50	31	0,01*

Az összetartozó mintás t-próbák eredményei szerint tehát sem az első (lásd 2. fejezet), sem pedig a második (lásd 4. fejezet) felnőtt mintában (n=42) nem találtunk szignifikáns különbséget a téri és az idői hibák között egyik elvégzett elemszámú körnél sem, míg a harmadik (lásd 4. fejezet) mintánkban (n=62) négy elemnél szignifikánsan több idői hibát vétettek a résztvevők, hat ( $t(49)=2,81$ ;  $p=0,007$ ) és hét ( $t(31)=2,50$ ;  $p=0,018$ ) elemnél pedig több téri hibát.

### Az eredmények összegzése

A *komplex* feladat téri és idői hibázásait két gyermek és három felnőtt mintán vetettük össze egymással. A gyermekek eredményeinek elemzéséből kiderült, hogy míg a kis elemszámú próbáknál nem tér el egymástól a téri és az idői hibázások száma, a nagyobb elemszámú köröknél valamelyik információ (téri vagy idői) előnye jelentkezett. Az 6-10 éves gyermekekkel végzett vizsgálatunkban az öt elemű körnél szignifikánsan több idői hibázás jelentkezett, mint téri. Hat elemnél is az idői hibák többsége látszik, azonban ez nem éri el a szignifikáns szintet, aminek lehet az is oka, hogy viszonylag kevés résztvevő jutott el a hat elemű próbáig (n=24). Második, 8-11 éves gyermekkel végzett vizsgálatunkban már a négy elemű körnél megjelenik a hibázások közötti eltérés, azonban itt a téri hibák előnye figyelhető meg, amely az öt és a hat elemű körnél is szignifikáns eltérést mutat. Úgy tűnik tehát, hogy gyermekek számára a nagyobb elemszámú sorozatok fejben tartása oly mértékben megterhelő feladat, hogy csak az egyik típusú információ (téri vagy idői) szelektív fenntartása lehetséges, a két információt ilyenkor már nem tudják integrálni egymással. A felnőtt vizsgálatok ezzel szemben arról árulkodnak, hogy a felnőttek számára már nem jelent olyan nagymértékű megterhelést a tér-idői integráció, hiszen két különálló mintánkban nem volt különbség a téri és az idői hibázások mértéke között. Harmadik felnőtt mintánkban jelentkeztek különbségek a téri és idői hibázások között, azonban ezek egyrészt nem voltak konzisztensek, másrészt a hat és hét elemnél jelentkező téri hibák dominanciáját azért érdemes óvatosan kezelni, mert ezekig a magasabb elemszámú körökig kevés, és feltehetően csak a jobb képességű résztvevők jutottak el, így elképzelhető, hogy eredményeik nem megfelelően reprezentálják az egész minta teljesítményét.

Összességében tehát kiemelkedik, hogy a *komplex* epizodikus binding feladat kognitív erőfeszítése gyermekeknél a téri vagy az idői modalitás szelektív elhanyagolását idézi elő, túl nagy kihívást jelent számukra az információk együttes fenntartása, így az egyik típusú ingerre való fókuszálás stratégiáját választják. Fiatal felnőtteknél úgy tűnik, hogy eltűnik a szelektív munkamód, ők már hatékonyabban képesek a modalitás-specifikus információk együttes fenntartására, vagy a reprezentációk emlékezeti összeillesztésére. Emellett fontos kiemelni, hogy Delogu és munkatársai (2012) az idői információ szelektív sérülését találták felnőtt résztvevőknél is, ami abból az aspektusból egybeesik saját eredményeinkkel (pl. Kárpáti, Király és Kónya, 2013), hogy a verbális sorrend megtartása érzékenyebb a térihez viszonyítva, amely eltérés kognitívan megterhelő helyzetben akár felnőtteknél is jelentkezhet.

## **6. Fejezet: Az eredmények értelmezése, kitekintés**

Vizsgálataink során az élményszerű emlékezet irányába mutató kérdést, a munkamemória epizodikus egységének keletkezésére, másként közelítve, az eltérő forrásokból érkező tudattartalmak összekapcsolására korlátoztuk. Az életszerű epizódok reprezentációjában a tér és a nyelv többszörösen összekapcsolódik: a nyelvi fogalmak téri modellezése mögött fogalmi címkézés és sorrendi szerveződés áll, ami eredményeink szerint ráépül az elemibb szekvenciális szerveződésére. Az emlékezeti epizód kontextuális szerveződése keretet ad az emlék magjának megtartásához: a téri-nyelvi relációk jelölik ki a dolgok helyét és egymáshoz való viszonyát. Ez azonban már végrehajtó funkciót igénylő jelentés-reperzentáció, amelyben téri és nyelvi szemantika összetalálkozik. Az általunk beállított epizodikus binding feladat az epizód kontextuális egysége mellett a fogalmi rendszerrel való kapcsolódást is megkívánja, amely vizsgálataink fókuszába az emlékezet magasabb szintű szerveződését helyezi.

### **Automatikus binding és tudatos integráció az emlékezetben**

Vizsgálatainkban az elemi emlékezeti epizód képzésének folyamatait követtük nyomon. Célunk egy olyan vizsgálati eljárás létrehozása volt, amely lehetőséget enged az epizodikus összeillesztési folyamatok egymásra épülő vizsgálatára, illetve az automatikus és tudatos összekapcsolási folyamatok elválasztására. Önállóan vizsgáltuk az epizodikus binding részfolyamatait (mi és hol, mi és mikor, hol és mikor), illetve az elemi emlékezeti epizód összetett integrációját (mi, hol és mikor), amely a temporalitás kettős – nyelvi sorrendi, illetve téri szekvenciális - jelentését tartalmazza, azaz az epizód integrálása nem háromszoros, hanem négyszeres összeillesztést vár el. Vizsgálati mintáinkban egészséges gyermekek és felnőttek mellett klinikai csoport (enyhefokú epilepsziával élő gyermekek) is szerepelt. A különböző minták bevonása és az ismételten elvégzett vizsgálatok hozzásegítettek minket ahhoz, hogy az egymást kölcsönösen megerősítő mintázatokat kiemeljük.

Eredményeink meggyőzően szólnak amellett, hogy a verbális információkat nélkülöző, önmagában vett téri szekvenciális szerveződés (*hol* és *mikor*), homogén ingerek térben megjelenő sorrendiségének felidézése valamelyest automatikus folyamat. Erre utalt, hogy további feladatainkkal ellentétben a téri szekvenciális feladatban már a 10 éves gyermekek elérték a felnőtt szintet, amely eredményünk találkozik Hasher és Zacks (1979) meghatározásával, mely szerint az automatikus folyamatokat limitált fejlődési ív jellemzi. Továbbá az, hogy vizsgálataink tapasztalatai szerint ez a feladat nem járt együtt a figyelmi és végrehajtó funkciós tesztekkel, szintén amellett szól, hogy a téri szekvenciális felidezés automatikusan történik. A téri relációk felidezésére a rövid távú emlékezetben eszerint inkább tekinthetünk automatikus visszajátszásként, mint erőfeszítéses vagy tudatos újrakonstruálásként. Érdekes kérdés azonban, hogy miként változik meg ez a folyamat, amikor a téri szekvenciális megjelenés verbálisan is megnevezhető mintát követ, azaz a téri reprezentációt nyelvi fogalmak egészíti ki. Számos eredmény utal arra, hogy megnevezhető képek vizuális bemutatása verbális kódot kap (pl. Paivio és Csapo, 1969), ami arra utal, hogy amennyiben a homogén ingerek értelmes mintázatot követnek, szemantikus címkével rögzülhetnek, azaz verbálisan átkódolódnak. Ebben az esetben kontroláltabb, a fogalmi rendszerre épülő mechanizmusok is aktivizálódnak, az elme értelemkereső működés módja verbális üzemmódba kapcsol, így abban az esetben, amikor a téri szekvencia valamilyen jól megnevezhető mintázatot követ, a feladat már nem tekinthető tisztán téri-vizuális feladatnak; akárcsak ha az elemek egy geometriai ábrát rajzolnak ki. Baddeley és Hitch (1974; Baddeley, 2000) elméleti keretében gondolkodva szintén felmerül a kérdés, hogy a tisztán téri-vizuális felidezés automatikus folyamat, vagy tudatos kontrollt kíván. Erről árulkodik az a tény is, hogy a *fonológiai ismétlési folyamattal* szembeállítva (amely a verbális ingerek rövid távú fenntartását szolgálja), a téri-vizuális ingerek ismétlésének léte illetve módja vitatott. Kérdés, hogy amennyiben létezik egy frissítési folyamat, az pontosan hogyan történik. Ahogyan azt már bevezető fejezetünkben is megemlítettük Logie (1995) feltételez egy a fonológiai ismétléssel analóg frissítési formát (amelynek az *inner scribe* elnevezést adta), amelyet a vizuális képzelettel kapcsol össze. A kutatók kezdetben a szemmozgásokkal próbálták összefüggésbe hozni az ismétlést (Byrne, 1974), újabb eredmények azonban a szelektív téri figyelemnek tulajdonítanak egy frissítés-szerű funkciót (Awh, Jonides, 2001). A korszerű, szemmozgások monitorozására lehetőséget nyújtó technikák segítségével tisztább képet kaphatunk ezen a területen. Tremblay, Saint-Aubin és Jalbert (2006) eredményei szerint az okulomtoros ismétlés a fenntartási fázisban növeli a felidézést, míg e folyamatok megakadályozása rontja a teljesítményt. Godijn és Theeuwes (2012) a figyelem markánsabb szerepe mellett érvelnek,

azonban az általuk alkalmazott feladat nem tekinthető tisztán térinek, hiszen számok téri pozícióját kellett megjegyeznie a résztvevőknek. Pearson, Ball és Smith (2014) az emlékezeti folyamat három szakaszában (kódolás, fenntartás, előhívás) elkülönülten mérték a szemmozgások szerepét és eredményeik azt mutatták, hogy míg a kódolás és fenntartás során az okulomotoros folyamatok meghatározóak voltak, a felidézéskor már nem volt kulcsszerepük. A fentiek alapján tehát úgy tűnik, hogy az okulomotoros kontroll szerepet játszhat a téri-vizuális ingerek fenntartásában, bizonyos esetekben – a feladat nehézségének növekedésével – interakcióba lépve a téri figyelmi folyamatokkal. Úgy tűnik tehát, hogy feltételezhetjük, hogy létezik az okulomotoros, a fonológiai ismétlési folyamattal analóg frissítési működés, mindazonáltal az eredmények arra utalnak, hogy a tisztán téri szekvenciális kódolás és felidézés, szembeállítva a verbális emlékezeti mechanizmusokkal, automatikusabb folyamatnak tekinthető.

Ahogy azt fentebb is kiemeltük, eredményeink abba az irányba mutatnak, hogy amennyiben a rövid távú felidézés a fogalmi-nyelvi rendszert is mozgósítja, a folyamat kontrolláltabbá válik, mint abban az esetben, amikor a kizárólag téri-vizuális ingerekre kell emlékeznünk. Köhler, Moscovitch, Melo (2001) amellett érvelnek, hogy a tárgyak azonossága már magába foglalja a téri elhelyezkedésüket, így a tárgy és helyének (*mi és hol*) összekapcsolása automatikusan végbemegy. Eredményeink egyik oldalról alátámasztják, hogy a *mi és hol* önmagában vett összeillesztése kevesebb megterheléssel jár, mint az elemi epizodikus binding (*mi, hol és mikor*), tekintettel arra, hogy mind gyermekeknél, mind pedig felnőtteknél magasabb emlékezeti terjedelem jellemzi a *mi-hol* feladatot, mint a többszörös integrációt. Mindemellett vizsgálataink tapasztalata szerint végrehajtó működéseket valamelyest mégis aktivál a *mi és hol* információk emlékezeti összekapcsolása. Együttjárást figyeltünk meg a téri binding és váltás, illetve a gátlás funkciók között mind gyermekeknél (*verbális váltásfluencia*), mind pedig felnőtteknél (*Stroop váltás* feladat, *Trail-making* teszt). Úgy tűnik, hogy a tárgyak identitásának és téri elhelyezkedésének párhuzamos figyelembe vétele és az információk összeillesztése mégsem egyértelmű, hogy minden esetben automatikusan megtörténik. Ezek az eredményeink konvergensek Naveh-Benjamin (1987, 1988) vizsgálatainak tapasztalataival, aki amellett érvel, hogy a téri lokalizációkra való emlékezés nem kizárólag automatikus folyamat. Vizsgálatai szerint a *mi és hol* összekapcsolt felidézésének sikerességét befolyásolja az intenció, a személy életkora, más kognitív feladatokkal való interferencia, illetve a gyakorlás. Hasher és Zacks (1979) elméleti keretében pedig ez nem találkozik az automatikus emlékezeti folyamatok meghatározásával. A fenti

eredményeket összebékítve elképzelhető, hogy a mi és a hol információk emlékezeti összeillesztése valamelyest automatikus, de nagyobb mennyiségű inger esetében befolyásolhatják a modalitások közötti integráció sikerességét kontrollált vagy tudatos emlékezeti működések is.

A *mi* és *mikor*, azaz a verbális információk sorrendi szervezése a téri bindinghoz hasonlóan valamelyest kontrollált folyamatnak mutatkozik eredményeink alapján. Erre utal az is, hogy a vizuálisan bemutatott, de jól megnevezhető tárgyak esetében gyermekeknél gyakran jól megfigyelhető az az átmeneti fejlődési fázis, amikor az artikulációs ismétlési folyamat még nem szubvokális módon történik (suttogva ismétlik a bemutatott ingeranyagot), ezáltal jól látható, hogy a verbális sorrend fenntartása során tudatos stratégiát alkalmaznak. Továbbá a verbális folyamatok elnyújtottabb fejlődési íve – amelyet saját eredményeink mellett számos más vizsgálat eredményei is alátámasztanak (pl. Gathercole és Matsuura, 2006) – arról árulkodik, hogy a verbális emlékezeti működések inkább támaszkodhatnak olyan kognitív képességekre, amelyek az iskolai évek során markánsabb fejlődést mutatnak, illetve háttérükben a prefrontális területek érése meghatározó. Vizsgálataink tapasztalata szerint elsősorban gyermekkorban rajzolódik ki a verbális binding és a végrehajtó működések (*verbális váltásflencia*) kapcsolata, míg felnőtteknél már nem mutatkozott a magasabb szintű működések aktivitása a feladat során. Elképzelhető tehát, hogy a mi és mikor emlékezeti összekapcsolása a gyermekkor során még tudatos, mentális erőfeszítést igénylő feladat, azonban felnőttkorra – ha nem is teljes mértékben – de valamelyest automatizálódik, kisebb kognitív erőfeszítést kíván meg az összekapcsolás. Az iskolai évek során a nagy mennyiségű verbális és fogalmi anyag tanulásának tapasztalata elősegíti, hogy a nyelvi sorrendi információk kódolása kevesebb figyelmi, magasabb szintű kapacitást kívánjon meg.

Eredményeink több oldalról is alátámasztják, hogy az elemi epizodikus egység, a *mi*, *hol* és *mikor* összekapcsolása mentális erőfeszítést kívánó, tudatos emlékezeti összeillesztés. Mind gyermek-, mind pedig felnőttkorban alacsonyabb emlékezeti terjedelem jelentkezik abban az esetben, amikor az elemi epizód rövid távú felidézése a feladat, mint olyankor, amikor csak az epizód bizonyos összetevőire kell emlékezni. Úgy tűnik tehát, hogy a kontextuális komponensek együttes jelenléte nem segíti az emlékezést, hanem megnehezíti azt. (Természetesen érdekes lenne ugyanazt a kérdést még inkább életszerű körülmények között is vizsgálni). Az epizodikus binding megterhelő voltára klinikai eredményünk is utal, mely szerint enyhe frontális agyi éretlenséggel élő epilepsziás gyermekek számára különösen nagy kihívást

jelent az epizodikus komponensek összedolgozása. A prefrontális területek kritikus szerepe felé mutat továbbá az is, hogy gyermekeknél mind figyelmi (*Bells figyelmi teszt*), mind pedig végrehajtó funkciós (*verbális váltásfluencia*) aktivitást kíván az összeillesztés, és felnőtteknél is a váltás és gátlás képessége (*Stroop gátlás és váltás, Trail-making*) meghatározó az epizodikus összekapcsolás sikeres elvégzése során. Amennyiben arra a kérdésre keressük a választ, hogy pontosan melyik részfolyamat, amely megnehezíti az elemi epizodikus egység emlékezeti összerendezését, eredményeinkből az alábbiak rajzolódnak ki. Az eredmények arra utalnak, hogy az automatikusabban kódolt téri-szekvenciális információra a nyelvi-sorrendi ingerek ráterhelnek. A kettős, szekvenciális és fogalmi idői információ, amely térben is lokalizált – és az információk négyszeres összekapcsolását várja el - gyermekeknél a téri, vagy az idői információk elhanyagolását idézi elő, az általuk preferáltabb, érdekesebb (verbális), vagy könnyebben kódolható (téri-szekvenciális) információk szelektív felidézése jelentkezik. Eredményeink szerint a végrehajtott működések fejlődésével felnőttkorra eltűnik a szelektív munkamód a feladat végzése során, azonban bizonyos eredmények még felnőtteknél is - a térivel szemben - a verbális sorrendi információ erősebb sérülékenysége felé mutatnak (pl. Delogu és mtsai, 2012), amely megint csak alátámasztja a verbális komponensek fenntartásának megterhelőbb voltát. Azt, hogy az összeillesztés felnőttkorban is megterhelő, megerősíti a további feladatokhoz viszonyított alacsonyabb emlékezeti terjedelem.

A fentiekben bemutatott eredmények alapján elválízik egymástól *automatikus binding* és *tudatos integráció* a rövid távú emlékezetben, így az automatikus és a tudatos összekapcsolás is. Az epizodikus binding már tudatos integrációt igényel. Ez az elválasztás találkozik Velik (2009) elméletével, mely szintén két különálló binding formát ír le: az automatikusabb binding folyamatok figyelmi működések nélkül is végbemennek, míg a magasabb-szintű binding mechanizmusokat a figyelmi funkciók mediálják. A figyelmi és magasabb szintű funkciók által irányított emlékezeti összekapcsolást talán fogalmilag pontosabban jelöli az *integráció* megnevezés, amellyel az összerendezés kontrollált természete kiemelhetőbb. Az automatikus és tudatos binding folyamatok elválasztása nem csak fogalmi és kognitív pszichológiai szempontból érdekes. Az idegrendszeri folyamatok oldaláról tekintve, feltehetőleg az automatikus téri-szekvenciális binding (hol és mikor) alacsonyabb prefrontális aktivitással jár, míg a végrehajtó funkciókat már aktivizáló téri (mi és hol), illetve verbális (mi és mikor) feladatok már nagyobb prefrontális aktivitást igényelnek. A legerősebb prefrontális működés a tudatos integrációt kívánó epizodikus integrációval (mi, hol és mikor) jár együtt. Ez a feltételezés egybeesik Opitz (2010) eredményeivel, amelyek szerint a magasabb szintű



binding folyamatok a medio-temporális területeken túl, a prefrontális areák aktivitásával is együttjárnak. Mindemellett például Ranganath (2007) eredményei szerint dorsolaterális prefrontális aktivitásfokozódás már az egyszerűbb verbális binding folyamatok során is megjelenik, azonban ez nem zárja ki az elképzelést, hogy az automatikus, tisztán tériszekvenciális folyamatok háttérében a prefrontális agyi régiók szerepe kevésbé meghatározó. Végül természetesen érdekes kérdés az is, hogy a binding folyamatokat kísérő aktivitásmintázatok hogyan változnak a fejlődés során. A frontális területek érésevel és azáltal, hogy bizonyos kognitív működések könnyebbé válnak, valamelyest automatizálódnak, vajon csökken-e, vagy specifikusabb mintázatot mutat-e a frontális területek aktivitása az összekapcsolási folyamatokban, illetve pontosan hogyan változik meg az aktivitásmintázat. Ezeknek a kérdéseknek a megválaszolása nagyvalószínűséggel közelebb vinne minket az automatikus binding és a tudatos integráció emlékezeti elválasztásához is.

### **Figyelem és kontrollfunkciók szerepe az epizodikus binding háttérében**

Mint ahogy azt korábban is kiemeltük, a figyelmi és végrehajtó funkciók különválasztása, illetve az egyes végrehajtó működések egymástól való elválasztása a szakirodalomban meglehetősen vitatott terület. A korai elméletek egy olyan egységes rendszerből indultak ki, amely együttesen felel a magasabb szintű kontrollfunkciókért. Példa erre – a fentiekben már részletesebben bemutatott – Baddeley és Hitch (1974) *központi végrehajtó* fogalma, vagy Norman és Schallice (1986) *ellenőrző figyelmi rendszere* (SAS - Supervisory Attentional System), amely az automatikus és kontrollált működéseket különíti el egymástól, azonban a magasabb szintű funkciókat egységes rendszerként kezeli. Később részben klinikai megfigyelésekből kiindulva, részben pedig olyan elméletekre alapozva, amelyek alacsony személyen-belüli együttjárásról számoltak be a különböző végrehajtó funkció és figyelmi teszteken (pl. Lehto, 1996; Burgess, 1997), inkább az a megközelítés terjedt el, mely szerint a végrehajtó funkciók elnevezés gyűjtő fogalomként egyesít számos alkotórészt. Ez utóbbi megközelítés képviselője például Miyake és munkatársai (2000), akik szerint a *váltás*, *frissítés* és *gátlás* komponensek igaz együttjárnak egymással, de korábbi kutatásaik alapján amellet érveltek, hogy e három komponens elválhat egymástól. Miyake és munkatársai (2012) az évek során összegyűlt számos elemzésre és faktoranalízissel nyert teszteredményeire alapozva később úgy módosítják elképzelésüket, hogy igaz, a szubkomponensek elválhatnak egymástól, azonban az alapjuk mégis valamilyen általános

képesség, így a rendszer egyszerre tekinthető egységesnek és egymástól elkülöníthetőnek. McCabe és munkatársai (2010) elmélete szerint mind a munkamemória, mind pedig a végrehajtó funkciók alapját egy közös figyelmi működés adja, amelyet a szerzők *végrehajtó (executive) figyelem* elnevezéssel illetnek. A végrehajtó és figyelmi rendszer egységességdiverzitása körül kirajzolódó elméleti problémakörhöz nagyban hozzájárul, hogy a kutatók sok esetben egy-egy feladat kapcsán merőben máshogy határozzák meg az adott teszt által mért funkciókat, hiszen az eljárások sok esetben, nem „tisztá” funkciókat mérnek, hanem egymással átfedő képességeket együttesen monitoroznak. A fogalmi inkonzisztencia pedig tovább nehezíti az egységes elméletképzést.

Vizsgálataink során célunk volt az elemi emlékezeti epizód létrehozásával kapcsolatban álló folyamatok feltárása. Szerettünk volna pontosabb képet kapni arról, hogy az epizodikus binding milyen magasabb szintű képességekre, funkciókra támaszkodik. Az általunk alkalmazott figyelmi és végrehajtó funkció tesztek tapasztalatai alapján gyermekeknél a figyelmi és a végrehajtó működések is meghatározónak bizonyultak, míg felnőtteknél elsősorban a végrehajtó funkciók szerepe emelkedett ki. Azonban, ahogyan azt a fentiekben is kiemeltük, sok esetben a figyelmi és végrehajtó folyamatok elválasztása egymástól nagy kihívást jelenthet. (Az is meglehet, hogy ezek a funkciók csak a tesztek szintjén különíthetők el egymástól.) Gyermekevizsgálatunkban például a szelektív téri figyelem vizsgálatára alkalmazott eljárásunk (*Bells figyelmi teszt*) végrehajtó funkciós kapacitást is kíván, hiszen a figyelmi keresés közben le kell gátolnunk az irreleváns, zavaró ingereket. Továbbá a gátlási és váltási működések is sok esetben egymástól elválaszthatatlan, komplementer folyamatként jelennek meg. Az általunk alkalmazott *verbális váltásfluencia* feladatban (amely gyermekeknél több binding feladattal is együttjárt) a szemantikus kategóriák közötti váltás során aktív gátlás szükséges ahhoz, hogy a résztvevő ne az aktuálisan aktivált szemantikus körben folytassa a szókeresést. A gátlási és a váltási folyamat összefonódását az is jelzi, hogy felnőttekkel végzett vizsgálatainkban a komplex epizodikus integráció a *Stroop* feladat *gátlási* és *váltási* folyamataival közel azonos mértékű együttjárást mutatott. Összességében azonban kiemelhető eredményeinkből, hogy gyermekeknél az elemi epizodikus egység összerendezése nagyobb megterheléssel, és vélhetően erősebb figyelmi igényvel jár fiatal felnőttekhez viszonyítva. Ennek hátterében elsősorban a prefrontális területek éretlensége és az emlékezeti stratégiákban való kisebb gyakorlat állhat. Emellett jelen vizsgálat eredményeiből a magasabb szintű kognitív funkciók közül elsősorban a váltás és a gátlás együttese emelkedett ki, amely kritikus szerepet játszhat a rövid távú emlékezet epizódformálásának hátterében mind gyermek-, mind pedig

felőttkorban. Mindemellett fontos megemlíteni azt is, hogy bizonyos elméletek a gátlás funkcióinak kiemelt jelentőséget tulajdonítanak a végrehajtó szubkomponensek körében, vagy egyenesen úgy gondolják, hogy mivel a gátlási funkciók minden további funkciónak meghatározói, mintegy átfogó közös végrehajtó komponensként is tekinthetünk rájuk (pl. Valian, 2015; Hall és Fong, 2015). Természetesen a gátlási működések mellett nem kizárható más magasabb szintű funkciók szerepe sem, azonban ennek feltárására további vizsgálatokra lenne szükség, így a továbbiakban megbeszélésünket a gátlás és váltás, illetve az epizodikus binding kapcsolatára korlátozzunk.

Jelen vizsgálataink tapasztalatai szerint tehát az elemi epizód (mi, hol és mikor) intergációja során gyermekeknél nagyobb figyelmi erőfeszítés jelentkezik felnőttekhez viszonyítva. Az, hogy az általunk alkalmazott figyelmi teszt (ANT) nem mutatott kapcsolatot az epizodikus egység létrehozásával felőttkorban, természetesen nem azt jelenti, hogy a fiatal felnőtteknek nincs szüksége kontrollfunkciókra a feladat elvégzése során. A felnőttek és gyermekek közötti különbség talán abban rejlik, hogy míg a gyermekek nagyobb általános kognitív erőfeszítéssel végzik a feladatot, az egyetemista résztvevők már hatékonyabban képesek olyan specifikus funkciók mozgósítására, mint például a gátlás és a váltás. Feltehetően ez az egyre specifikusabb működés idegrendszeri szinten is megmutatkozik. Erre utalnak például Tamm, Menon és Reiss (2002) eredményei, akik válaszgátlási feladatok során a fejlődéssel egyre fokálisabb prefrontális aktivitást monitoroztak fiatal felnőtteknél gyermekekhez viszonyítva.

Az epizodikus emlékezeti teljesítményt meghatározza a gátlási képesség működése, Lövdén (2003) eredményei szerint az időskorban növekvő téves emlékek megjelenésének hátterében elsősorban a gátló funkció hanyatlása áll, ahogyan a konfabuláló betegek emlékezeti zavarával is kapcsolatot mutat a gátlási deficit (pl. Shapiro és mtsai, 1981). Azonban az epizód belső struktúrájának létrehozásában is fontos szerepet játszhat a gátlás és a váltás képessége. Amennyiben különböző modalitásból származó ingerekből hoz létre elménk koherens tudati tartalmat, a modalitások közötti váltás, a különböző forrásokból származó ingerek váltott monitorozásának képessége kritikusnak tűnik. Szintén meghatározó a multimodális összerendezés során, hogy a releváns elemeket ki tudjuk emelni és az irreleváns ingereket képesek legyünk legátolni. Piolino és munkatársai (2010) kapcsolatot találtak a gátlás és a munkamemória frissítési működése, illetve az epizodikus emlékek részletgazdagsága között, ami arra utal, hogy ezek a végrehajtó működések meghatározóak lehetnek az emlékek

komponenseinek sikeres összerendezésében. Fejlődési perspektívából tekintve, Picard és munkatársai (2012) eredményei alapján, míg az emlék magjának vagy tárgyának felidézését nem határozza meg, a kontextuális elemek előhívásának hatékonyságát nagyban befolyásolja a gátlás és a váltás funkciók fejlődése. Összegezve mindenképpen meghatározónak tűnik az epizodikus emlékképzés során az a folyamat, amely az ingermintázat bizonyos elemeit aktívan tartja, míg más elemeket gátlás alá helyez, figyelmi váltások segítségével a releváns ingereket megtalálja és kiemeli. Conway (2009) a következőképpen írja le ezt a jelenséget: Az *epizodikus gátlás* jelensége egy olyan aktivációs-gátlási mintázatot követ, amely meghatározza, hogy mely epizodikus részletek hozzáférhetőek és melyeknek az elérése gátolt. Ez az elméleti keret már elvezet minket az emlékezés és felejtés nagy talányához, ahhoz a kérdéshez, hogy vajon mi alapján dől el, hogy mely részletek, emlékek válnak hosszú távú emlékezetünk koherens részévé és melyek merülnek feledésbe.

### **Kitekintés az emlékezet konceptuális és konstruktív természetére felé**

Conway (2009) szerint azt, hogy emlékeink milyen aktivációs-gátlási mintázat nyomán emelkednek ki, nagyban meghatározza az átélt esemény cél-struktúrája. Jelenbeli és jövőbeli céljaink meghatározóak arra nézve, hogy egy esemény mely komponenseire fordítunk nagyobb figyelmet, mely részleteit kódoljuk. Azonban a cél-struktúra nagyobb léptékben is meghatározó. Aktuális céljaink meghatározzák, hogy mely eseményekből formálunk emlékeket, de legtöbb epizodikus emlékünök órák, napok, vagy hetek alatt elvész. A tartósan, akár élethosszig fennmaradó emlékeink önéletrajzi rendszerünkhöz kapcsolt célok mentén emelkednek ki. A hosszú távon is fennmaradó emlékeknek tehát Conway konceptuális jelentőséget tulajdonít, és emellett érvel, hogy autobiografikus rendszerünkhöz kapcsolódva maradnak hozzáférhetőek számunkra. Elmélete szerint olyan fogalmi keretek szervezik egységben emlékeink komponenseit, amelyek valamilyen módon interpretálják vagy címkézik az adott eseményt, és amelyek számunkra személyes jelentőséggel jellemezhetőek. Az ismételt felidézés minden alkalommal tovább erősíti az önéletrajzi rendszerrel való kapcsolatot. Emellett azonban az epizodikus emlékek a sokszoros felidézés nyomán folyamatosan távolodnak az átélt esemény perceptuális valóságától. Ez utóbbi jelenség pedig rávilágít emlékezetünk konstruktív természetére. Az emlékek fragmentumai, a kontextuális összetevők az eredeti tapasztaláshoz legközelebb álló komponensek. A fenti elmélet keretében gondolkodva, azáltal, hogy a mi-hol-mikor összerendezésével konceptuális keretbe helyezzük

az epizód elemeit, már az eredeti tapasztalástól valamelyest távolodó reprezentációt hozunk létre. Az egyes epizodikus emlékek egymással való konceptuális összekapcsolása, az ismételt felidézés, illetve az önéletrajzi emlékezeti rendszerbe való illeszkedés mind-mind torzítják, formálják emlékeinket, egyre távolítva őket az eredetileg megélt tapasztalástól.

Az elemi epizodikus komponensek fragmentumai, amelyek egyben az általunk vizsgált *mi, hol és mikor* elkülönült reprezentációi - az összerendezést megelőző állapotukban, leválasztva a konceptuális tudásunkról ritkán válnak hozzáférhetővé, esetleg előbukkanhatnak legkorábbi, töredékes emlékeink újraélésében. Bizonyos eredmények arra utalnak, hogy míg a tapasztalás-közeli epizodikus komponensek a temporo-okcipitális területekhez köthetőek, az emlékezeti elemekhez társított konceptuális tudást tartalmazó keret inkább az anterior, fronto-temporális régiók aktivitásához kapcsolódik (például Conway és Fthenaki, 2000), ami azt jelenti, hogy már az egyszerű epizodikus emlékek (vagy epizodikus-szerű emlékek) létrehozásáért is az anterior-posterior emlékezeti hálózatok együttműködése szükséges (Cabeza és St Jacques, 2007). A fentiekkel egybeesik Moscovitch és Nadel (1998), illetve Moscovitch és munkatársai (2016) *többszörös nyom elmélete*, amely szerint az epizodikus emlékek tárolásában és előhívásában, illetve az epizodikus bindingban egyaránt kritikus szerepet tölt be a hippocampus, azonban a szemantikus komponensek reprezentációja - a neocortex területeire támaszkodva - függetlenedhet a medio-temporális lebenytől. Conway (2009) elképzelése mentén pedig ez azt jelenhetni, hogy a hippocampális binding és az epizód prefrontális területek általi konceptuális keretezése együttesen szerepet játszik a jelentésteli, koherens emlékezeti epizód létrehozásában és későbbi hozzáférhetőségében. Az ismételt felidézések által a szemantikus rendszerrel való interakciók nyomán azok az emlékek, amelyek általánosabb jelentést kapnak, lassan valamelyest „leválnak” a hippocampusról – amely megegyezik a fentebb tárgyalt elképzeléssel, mely szerint a felidézések egyfelől önéletrajzi rendszerünkben megerősítik az emléket, másik oldalról azonban távolítják azt a valós tapasztalástól. (Emellett a szerzők kiemelik, hogy az emlékek felidézése, függetlenül „koruktól”, minden esetben valamelyest függ a hippocampustól). A fentiek alapján pedig kiemelkedik, hogy fejlődési perspektívából tekintve, komplex folyamatok összehangolt működése szükséges ahhoz, hogy eljussunk az érett epizodikus emlékezéshez. A végrehajtó funkciók és a jelen dolgotban tárgyalt binding funkciók mellett még olyan további képességek fejlődése is kritikus lehet, mint a forrásemlekezet, a szemantikus emlékezet vagy a nyelvi funkciók. Több egyszerű epizodikus emléknym önéletrajzi tudáson alapuló, szelf-célok mentén szervezett összeillesztése adja a komplex, fenomenológiailag kidolgozott epizodikus emléket. Epizodikus emlékeink vélhetően

az eredeti tapasztalástól már számos szempontból eltérnek, azonban lehetőséget engednek arra, hogy a velünk történt releváns tapasztalásokat önéletrajzi narratívánk koherens rendszerébe illesszük.

Tanulmányunkban bemutatott vizsgálataink a szakirodalmi eredményekkel együttesen utalnak arra, hogy már az egyszerű kontextuális összeillesztés, amely a humán epizodikus emlékezés alapját képezi, mentális erőfeszítést kívánó és kiterjedt agyi hálózatok együttműködésén alapuló összetett folyamat. Az emlékképzés már e korai szintjén a reprezentációk meglehetősen flexibilisen az aktuális célok és érzelmek mentén szerveződnek, emelkednek ki a minket körülvevő ingerek sokaságából, illetve korábbi szemantikus tudásunkra támaszkodnak. Paradox módon elképzelhető, hogy bizonyos szempontból korai epizodikus emlék-fragmentumaink állnak a legközelebb valós tapasztalásunkhoz, azonban nyelvi-fogalmi fejlődésünk egyre kidolgozottabb konceptuális keretekkel segíti, hogy epizodikus tapasztalataink összerendezése által, önmagunkat koherens önéletrajzi narratívába helyezve, emlékeinket képesek legyünk egészlegesen megőrizni és felidézni.

## Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek, Dr. Kónya Anikónak és Dr. Király Ildikónak azért, hogy a tanulmány alapját képező kutatások és a disszertációval való munkám során végig segítettek, támogattak és megszámlálhatatlan építő észrevétellel láttak el. Szeretném megköszönni Markója Ádámnak és Bakos Dórának a kísérleti minták gyűjtésében és a vizsgálatok lebonyolításában nyújtott segítséget, illetve módszertani észrevételeiket. Továbbá köszönettel tartozom Gögh Eszternek, Kozma Máriának és Tóth Renetának, akik az általános iskolai vizsgálatok során nyújtottak nagy segítséget. Köszönettel tartozom Dr. Donauer Nándornak és Dr. Somogyi Eszternek a klinikai vizsgálatban való közreműködésért. Köszönöm Dr. Oláh Katalinnak és Dr. Ragó Anettnek elméleti, statisztikai és módszertani észrevételeiket. Végül szeretném megköszönni Dr. Demeter Gyulának és Dr. Nagy Mártonnak a műhelyvitan elhangzott számos tanácsot, amelyek nagyban hozzájárultak a tanulmány színvonalának emeléséhez.

## Irodalomjegyzék

- Allen, R., Baddeley, A. D. (2008). Memory for prose: Mechanisms for binding in verbal working memory. In A. Thorn, M. Page (Eds.) *Interactions Between Short-term and Long-term Memory in the Verbal Domain*. Hove, Psychology Press.
- Allen, R., Baddeley, A. D., Hitch, G. J. (2006). Is the binding of visual features in working memory resource-demanding? *Journal of Experimental Psychology: General*, 135, 298-313.
- Allen, R. J., Hitch, G. J., & Baddeley, A. D. (2009). Cross-modal binding and working memory. *Visual Cognition*, 17, 83–102.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, 77(6), 1698–1716.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(2), 85–106.
- Ay, Y., Gokben, S., Serdaroglu, G., Polat, M., Tosun, A., Tekgul, H., Solak U., Kesikci, H. (2009). Neuropsychologic impairment in children with rolandic epilepsy. *Pediatric Neurology*. 41, 359–363.
- Awh, E., Jonides, J. (2001). Overlapping mechanisms of attention and spatial working memory. *Trends in Cognitive Science*, 5, 119–126.
- Baddeley, A. D., Hitch G. J. (1974). Working Memory. In Brower, G. (Eds.) *Recent Advances in Learning and Motivation*, 47-90. Academic Press, New York.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423.
- Baddeley (2011). Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. *Neuropsychologia*, 49, 1393–1400.
- Basso, A., Spinnler, H., Vallar, G., Zanolio, M. E. (1982). Left hemisphere damage and selective impairment of auditory short-term memory. A case study. *Neuropsychologia*, 20(3), 263-274.
- Bates, E., D'Amico, S., Jacobsen, T., Székely, A., Andonova, E., Devescovi, A., Herron, D., Ching Lu, C., Pechmann, T., Pléh, Cs., Wicha, N., Federmeier, K., Gerdjikova, I., Gutierrez, G., Hung, D., Hsu, J., Iyer, G., Kohnert, K., Mehotcheva, T., Orozco-Figueroa, A., Tzeng, A., Tzeng, O. (2003). Timed picture naming in seven languages. *Psychonomic Bulletin and Review*, 10(2), 344–380.
- Bird, C. M., and Burgess, N. (2008). The hippocampus and memory: insights from spatial processing. *Nature Reviews: Neuroscience*. 9, 182–194.



Bjorklund, D. F., Dukes, C., Brown, R. D. (2009). The development of memory strategies. In Courage, M. L., Cowan, N. (Eds.) *The Development of Memory in Infancy and Childhood, Studies in Developmental Psychology*. 145–175. New York, Psychology Press.

Blumenfeld, R. S., Ranganath, C. (2007). Prefrontal cortex and longterm memory encoding: An integrative review of findings from neuropsychology and neuroimaging. *The Neuroscientist*, 13, 280–291.

Boha R. (2012). *Általános kezelési útmutató a Tér-idői emlékezet számítógépes vizsgálóprogramjához*. (kézirat, ELTE).  
[https://sites.google.com/site/elteotkak81641emlekezet/6-hasznalt-eszkoezoek-es-tesztek/letoltes\\_eszkozok](https://sites.google.com/site/elteotkak81641emlekezet/6-hasznalt-eszkoezoek-es-tesztek/letoltes_eszkozok)

Buckner, R. L. (2003). Functional-Anatomic Correlates of Control Processes in Memory. *The Journal of Neuroscience*, 23(10), 3999-4004.

Byrne, B. (1974). Item concreteness vs. spatial organization as predictors of visual imagery. *Memory and Cognition*, 2, 53-59.

Burgess, P. W. (1997). Theory and methodology in executive function research. In P. Rabbitt (Ed.) *Methodology of frontal and executive function*, 81–116. Hove, UK: Psychology Press.

Cabeza, R., St Jacques, P. (2007). Functional neuroimaging of autobiographical memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(5), 219–227.

Cohen, M. J. (1997). *Children's Memory Scale*. San Antonio, Texas, The Psychological Corporation.

Cohen, N. J., and Eichenbaum, H. E. (1993). *Memory, Amnesia, and the Hippocampal System*. Cambridge, MA: MIT Press.

Conway, M. A., Fthenaki, A. (2000). Disruption and loss of autobiographical memory. In L. S. Cermak (Ed.) *Handbook of neuropsychology: Memory and its disorders*, 281–312. Amsterdam: Elsevier.

Conway, M. A. (2009). Episodic memories. *Neuropsychologia* 47, 2305–2313.

Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. *Unpublished PhD thesis*. McGill University, Montreal.

Croona, C., Kihlgren, M., Lundberg, S., Eeg Oloffson, O., Eeg Oloffson, K. E. (1999). Neuropsychological findings in children with benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 41, 813–818.

Czigler I. (2005). Figyelmi kontroll. In Czigler I. *A figyelem pszichológiája*, 77-92. Akadémiai Kiadó, Budapest.

D'Alessandro, P., Piccirilli, M., Tiacci, C., Ibba, A., Maiotti, M, Sciarra, T., Testa, A. (1990). Neuropsychological features of benign partial epilepsy in children. *Italian Journal of Neurological Sciences*, 11, 265–269.

- Danckert, J., Ferber, S., Pun, C., Broderick, C., Striemer, C., Rock, S., Stewart, D. (2007). Neglected time: impaired temporal perception of multisecond intervals in unilateral neglect. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*, 1706–1720.
- Danielsson, J., Petermann, F. (2009). Cognitive deficits in children with benign rolandic epilepsy of childhood or rolandic discharges: a study of children between 4 and 7 years of age with and without seizures compared with healthy controls. *Epilepsy Behavior*, *16*, 646–651.
- Delis, D. C., Kaplan, E., Kramer, J. H. (2001). *Delis–Kaplan executive function system: Technical manual*. Psychological Corporation, San Antonio.
- Delogu, F. W., Nijboer, T. C., Postma, A. (2012). Binding “when” and “where” impairs temporal, but not spatial recall in auditory and visual working memory. *Frontiers in Psychology: Cognitive Science*, *62(3)*, 1–6.
- Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A. D., Wilson, L. (1997). *Visual Patterns Test: a test of short-term visual recall*. Feltham, Thames Valley Test Company.
- Della Sala, S., Parra, M., Fabia, K., Luzzi, S., Abrahams, S. (2012). Short-term memory binding is impaired in AD but not in non-AD dementias. *Neuropsychologia*, *50(5)*, 833-840.
- Draine, S., Borchert, K. (2014). *Trail Making Test*.  
<http://www.millisecond.com/download/library/TrailMakingTest/>
- Eichenbaum, H., Yonelinas, A. P., Ranganath, C. (2007). The medial temporal lobe and recognition memory. *Annual Review of Neuroscience*, *30*, 123–152.
- Eichenbaum H. (2014). Time cells in the hippocampus: a new dimension for mapping memories. *Nature Reviews Neurosciences*, *15*, 732–744.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., Posner, M. I. (2002). Testing the Efficiency and Independence of Attentional Networks. *Journal of Cognitive Neuroscience* *14(3)*, 340-347.
- Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*, *31*, 373-385.
- Futó J., Kónya A. (2008). A gyermekkori emlékek természete: Halványodás és kiemelkedés. *Alkalmazott Pszichológia*, *10(1-2)*, 53–67.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, *40(2)*, 177–190.
- Gauthier, L., Dehaut, F., Joannette, Y. (1989). The Bells Test: A quantitative and qualitative test for visual neglect. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, *11(2)*, 49-54.
- Gee, S., Pipe, M. (1995). Helping children to remember: the influence of object cues on children’s accounts of a real event. *Developmental Psychology*, *31*, 746–758.

- Ghetti, S., Angelini, L. (2008). The development of recollection and familiarity in childhood and adolescence: evidence from the dual-process signal detection model. *Child Development*, 79, 339–358.
- Ghetti, S., Demaster, D. M., Yonelinas, A. P., Bunge, S. (2010). Developmental differences in medial temporal lobe function during memory encoding. *Journal of Neuroscience*, 30(28), 9548–9556.
- Ghetti, S., Lyons, K. E., Lazzarin, F., Cornoldi, C. (2008). The development of metamemory monitoring during retrieval: the case of memory strength and memory absence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 99, 157–181.
- Giordani, B., Caveney, A. F., Laughrin, D., Huffman, J. L., Berent, S., Sharma, U., Giles, J. M., arofalo, E. A. (2006). Cognition and behavior in children with benign epilepsy with centrotemporal spikes (BECTS). *Epilepsy Research*, 70, 89–94.
- Godijn, R., Theeuwes, J. (2012). Overt is no better than covert when rehearsing visuo-spatial information in working memory. *Memory & Cognition*, 40(1), 52-61.
- Goldberg-Stern, H., Gonen, O. M., Sadeh, M., Kivity, S., Shuper, A., Inbar, D. (2010). Neuropsychological aspects of benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes. *Seizure*, 19, 12–16.
- Hasher, L., Zacks, R. T. (1979). Automatic and effortfull procesess is memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108(3), 356-388.
- Hall, P. A., Fong, G. T. (2015). Temporal self-regulation theory: A neurobiologically informed model for physical activity behavior. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 117.
- Hanley, J. R., Young, A. W., Pearson, N. A. (1991). Impairment of the Visuo-spatial Sketch Pad. *The Quaterly Journal of Experimental Psychology*, 43A (1), 101-125.
- Hitch, G. J. (2002). Developmental changes in working memory: A multicomponent view. In: P. Graf, N. Ohta (eds.), *Lifespan Development of Human Processing*. 15-37, Cambridge, MA, MIT Press.
- Heijbel, J., Bohman, M. (1975). Benign epilepsy of children with centrotemporal EEG foci: intelligence, behavior, and school adjustment. *Epilepsia*. 16, 679–687.
- Hommel, B. (2004). Event files: Feature binding in and across perception and action. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(11), 494–500.
- Hunsaker, M. R., Chen, V., Tran, G. T., Kesner, R. P. (2013). The Medial and Lateral Entorhinal Cortex Both Contribute to Contextual and Item Recognition Memory: A Test of the Binding of Items and Context Model. *Hippocampus*, 23, 380–391.
- Jacobs, J. (1887). Experiments on „Prehension“. *Mind*, 12, 75-79.
- Kanemura, H., Aihara, M. (2009). Growth disturbance of frontal lobe in BCECTS presenting with frontal dysfunction. *Brain Development* 31, 771–774.

- Kanemura, H., Hata, S., Aoyagi, K., Sugita, K., Aihara, M. (2011). Serial changes of prefrontal lobe growth in the patients with benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes presenting with cognitive impairments/behavioral problems. *Brain Development*, 33, 106–113.
- Kárpáti J., Donauer N., Somogyi E., Kónya A. (2015). Working Memory Integration Processes in Benign Childhood Epilepsy with Centrotemporal Spikes. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 28(4), 207-214.
- Kárpáti J., Király I., Kónya, A. (2013). A téri szekvencia és a fogalmi sorrend emlékezeti összekapcsolásának fejlődése. *Pszichológia*, 33(3), 185-204.
- Kárpáti, J., Kónya, A., Boha, R., Király, I. (2012) *Spatio-temporal memory: integration of spatial sequence and temporal order information*. 4th Dubrovnik Conference on Cognitive Science (DuCog IV.), Dubrovnik, Croatia. Poster.
- Kárpáti J., Kónya A., Király I. (2018). A tér-idői emlékezet fejlődése gyermekeknél: A figyelmi kontroll szerepe. *Alkalmazott Pszichológia*, 18(1), 7-25.
- Király I. (2001). Kisgyermekes eseményemlékezete. *Pszichológiai*, 21(2), 191-201.
- Kesner, R. P., Hunsaker, M. R. (2010). The temporal attributes of episodic memory. *Behavioral Brain Research*, 215(2), 299-309.
- Kessels, R. P. C., Kopelman, M. D. (2012). Context Memory in Korsakoff's Syndrome. *Neuropsychology Review*, 22(2), 117-131.
- Kónya A. (2004). Az epizodikus emlékezetbe rejtett idő. *Pszichológia*, 24,(4), 369–385.
- Kónya, A., Kárpáti, J., Babik, A., Király, I., Boha, R. (2012). *A tér-idői emlékezet. Téri szekvencia és nyelvi sorrend kapcsolata*. Magyar Pszichológiai Társaság XXI. Országos Tudományos Nagygyűlése, Szombathely. Szimpóziumi előadás.
- Köhler, S., Moscovitch, M., Melo, B. (2001). Episodic memory for object location versus episodic memory for object identity: Do they rely on distinct encoding processes? *Memory and Cognition*, 29(7), 948–959.
- Lehto, J. (1996). Are executive function tests dependent on working memory capacity? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 29–50.
- Levine, D. N., Warach J., Farah, M. J. (1985). Two visual systems in mental imagery: Dissociation of „what” and „where” in imagery disorders due to bilateral posterior lesion. *Neurology*, 35, 1010-1018.
- Libby, L. A., Hannula, D. E., Ranganath, C. (2014). Medial Temporal Lobe Coding of Item and Spatial Information during Relational Binding in Working Memory. *The Journal of Neuroscience*, 34(43), 14233–14242.
- Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove, UK: Erlbaum.

- Logie, R. H., Pearson, D. G. (1997). The Inner Eye and the Inner Scribe of Visuo-spatial Working Memory: Evidence from Developmental Fractionation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9(3), 241-257.
- Lövdén, M. (2003). The episodic memory and inhibition accounts of age-related increases in false memories: A consistency check. *Journal of Memory and Language*, 49(2), 268-283.
- McCabe, D. P., Roediger, H. L., McDaniel, M. A., Balota, D. A., Hambrick, D. Z. (2010). The Relationship Between Working Memory Capacity and Executive Functioning: Evidence for a Common Executive Attention Construct. *Neuropsychology*, 24(2), 222–243.
- Menon, V., Boyett-Anderson, J. M., Reiss, A. L. (2005). Maturation of medial temporal lobe response and connectivity during memory encoding. *Brain Research: Cognitive Brain Research*, 25, 379–385.
- Mészáros A., Kónya A., Kas B. (2011). A verbális fluenciatesztek felvételének és értékelésének módszertana. *Alkalmazott Pszichológia*, 2, 53-76.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Mitchell, K. J., Johnson, M. K. (2000). Source monitoring: Attributing mental experiences. In Tulving, E., Craik, F. I. M. (Eds.) *The Oxford Handbook of Memory*, 179-195. Oxford University Press, New York.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis, *Cognitive Psychology* 41, 49–100.
- Miyake, A., Friedman, N. P. (2012). The Nature and Organization of Individual Differences in Executive Functions: Four General Conclusions. *Current Directions of Psychological Science*, 21(1), 8-14.
- Moscovitch, M., Cabeza, R., Winocur, G., Nadel, L. (2016). Episodic Memory and Beyond: The Hippocampus and Neocortex in Transformation. *Annual Review in Psychology*, 67, 105–34.
- Moscovitch, M., Nadel, L. (1998). Consolidation and the hippocampal complex revisited: in defense of the multiple-trace model. *Current Opinion in Neurobiology*, 8, 297–300.
- Nagy M., Kónya A., Király I. (2013). Az asszociatív emlékezet fejlődése 6-10 éves kor és fiatal felnőttkor között. *Pszichológia*, 33(3), 169–184.
- Nagyné Réz I., Lányiné Engelmayer Á., Kuncz E., Mészáros A., Mlinkó R. (2008). *Wechsler Intelligence Scale for Children–Fourth Edition*. Magyar Adaptáció. Budapest, OS Magyarország.
- Naveh-Benjamin, M. (1987). Coding of spatial location information: An Automatic Process? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13(4), 595-605.

- Naveh-Benjamin, M. (1988). Recognition memory of spatial location information: Another failure to support automaticity. *Memory and Cognition*, *16*(5), 437-445.
- Norman, D. A., Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, D. Shapiro (Eds.) *Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory*, *4*, 1–18. New York: Plenum
- Northcott, E., Connolly, A. M., Berroya, A., Sabaz, M., McIntyre, J., Christie, J., Taylor, A., Batchelor, J., Bleasel, A., Lawson, J., Bye, A. (2005). The neuropsychological and language profile of children with benign rolandic epilepsy. *Epilepsia*, *46*, 924–930.
- Opitz B. (2010). Neural binding mechanisms in learning and memory. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *34*, 1036–1046.
- Ornstein, P. A., Baker-Ward, L., Gordon, B. N., Pelphrey, K. A., Tyler, C. S., Gramzow, E. (2006). The influence of prior knowledge and repeated questioning on children’s long-term retention of the details of a pediatric examination. *Developmental Psychology*, *42*, 332–344.
- Paivio, A., Csapo, K. (1969). Concrete image and verbal memory codes. *Journal of Experimental Psychology*, *80*(2), 279–285.
- Paz-Alonso, P. M., Ghetti, S., Matlen, B. J., Anderson, M. C., Bunge, S. A. (2009). Memory suppression is an active process that improves over childhood. *Frontiers in Human Neuroscience*, *3*, 24.
- Pearson, D. G., Ball, K., Smith, T. (2014). Oculomotor preparation as a rehearsal mechanism in spatial working memory. *Cognition*, *132*(3), 416-428.
- Picard, L., Cousin, S., Guillery-Girard, B., Eustache, F., Piolino, P. (2012). How Do the Different Components of Episodic Memory Develop? Role of Executive Functions and Short-Term Feature-Binding Abilities. *Child Development*, *83*(3), 1037–1050.
- Pinton, F., Ducot, B., Motte, J., Arbuès, A-S., Barondiot, C., Barthez, M-A., Chaix, Y., Cheminal, R., Livet, M-O., Penniello, M. J., Peudenier, S., de Saint-Martin, A., Billard, C. (2006). Cognitive functions in children with benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes (BECTS). *Epileptic Disorders*, *8*, 11–23.
- Piolino, P., Cécile Coste, C., Martinelli, P. Macé, A-L., Quinettec, P., Guillery-Girard, B., Belleville, S. (2010). Reduced specificity of autobiographical memory and aging: Do the executive and feature binding functions of working memory have a role? *Neuropsychologia*, *48*, 429–440.
- Postma, A., Asselen, M. Van, Keuper, O., Wester, A. J., Kessels, R. P. C. (2006). Spatial and temporal order memory in Korsakoff patients. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *12*(3), 327–336.
- Prabhakaran, V., Narayanan, K., Zhao, Z., Gabrieli, J. D. E. (2000). Integration of diverse information in working memory within the frontal lobe. *Nature Neuroscience*. *3*, 85–90.

- Praline, J., Hommet, C., Barthez, M. A., Brault, F., Perrier, D., Du Passage, G., Lucas, B., Bonnard, J., Billard, C., De Toffol, B., Autret, A. (2003). Outcome at adulthood of the continuous spike-waves during slow sleep and Landau-Kleffner syndrome. *Epilepsia*, *44*, 1434–1440.
- Raj, V., Bell, M. A. (2010). Cognitive processes supporting episodic memory formation in childhood: The role of source memory, binding, and executive functioning. *Developmental Review*, *30*, 384–402.
- Ranganath, C. (2010). Binding items and contexts: The cognitive neuroscience of episodic memory. *Current Directions in Psychological Science*, *19*(1), 131–137.
- Raven, J. C., Court, J. H., Raven, J. (1990). *Coloured Progressive Matrices Raven Manual, Section 2*. Oxford, United Kingdom, Oxford Psychologists Press.
- Raven, J. C., Court, J. H., Raven, J. (1996). *Standard Progressive Matrices Raven Manual, Section 3*. Oxford, United Kingdom, Oxford Psychologists Press.
- Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Perceptual and motor skills*, *8*(3), 271–276.
- Rende, B., Ramsberger, G., Miyake, A. (2002). Commonalities and Differences in the Working Memory Components Underlying Letter and Category Fluency Tasks: A Dual-Task Investigation. *Neuropsychology*, *16*(3), 309–321.
- Repos, B., Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, *139*, 5–21.
- Seress, L., Ribak, C. E. (1995). Postnatal development of CA3 pyramidal neurons and their afferents in the ammon's horn of rhesus monkeys. *Hippocampus*, *5*, 217–231.
- Shapiro, B. E., Alexander, M. P., Gardner, H., Mercer, B. (1981). Mechanisms of confabulation. *Neurology*, *31*(9), 1070–1076.
- Simons, J. S., Gilbert, S. J., Owen, A. M., Fletcher, P. C., Burgess, P. W. (2005). Distinct roles for lateral and medial anterior prefrontal cortex in contextual recollection. *Journal of Neuropsychology*, *94*, 813–820.
- Sluzenski, J., Newcombe, N., Kovacs, S. L. (2006). Binding, relational memory, and recall of naturalistic events: A developmental perspective. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *32*, 89–100.
- Smith, E. E., Jonides, J., Koeppel, R. A. (1996). Dissociating verbal and spatial working memory using PET. *Cerebral Cortex*, *6*, 11–20.
- Sowell, E. R., Thompson, P. M., Leonard, C. M., Welcome, S. E., Kan, E., Toga, A. W. (2004). Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. *Journal of Neuroscience*, *24*, 8223–8231.
- Staresina, B. P., Davachi, L. (2009). Mind the Gap: Binding Experiences across Space and Time in the Human Hippocampus. *Neuron*, *63*, 267–276.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643.

Stuss, D. T. (2006). Frontal lobes and attention: processes and networks, fractionation and integration. *Journal of International Neuropsychological Society*, 12, 261–271.

Székely, A., Jacobsen, T., D'Amico, S., Devescovi, A., Andonova, E., Herron, D., Lu, Ch., Pechmann, T., Pléh, Cs., Wicha, N., Federmeier, K., Gerdjikova, I., Gutierrez, G., Hung, D., Hsu, J., Iyer, G., Kohnert, K., Mehotcheva, T., Orozco-Figueroa, A., Tzeng, A., Tzeng, O., Arevalo, A., Vargha, A., Butler, A. C., Buffington, R., Bates, E. (2004). A new on-line resource for psycholinguistic studies. *Journal of Memory and Language*, 51(2), 247–250.

Szrenka, V., Fazekas, K., Kónya, A., Boha, R., Kolozsvári, O. B. (2011). *Hol? Mi? Mikor? A Téri szekvencia és a nyelvi sorrend kapcsolata az emlékezetben - egy epizodikus puffer feladat*. Magyar Pszichológiai Társaság XX. Jubileumi Országos Tudományos Nagygyűlése, Budapest. Poszter.

Tánczos T., Janacsek K., Németh D. (2014a). A verbális fluenciatesztek I. A betűfluencia-teszt magyar nyelvű vizsgálata 5-től 89 éves korig. *Psychiatria Hungarica*, 29(2), 158-180.

Tánczos T., Janacsek K., Németh D. (2014b). A verbális fluenciatesztek II. A szemantikus fluencia-teszt magyar nyelvű vizsgálata 5-től 89 éves korig. *Psychiatria Hungarica*, 29(2), 181-207.

Tendolkar, I., Arnold, J., Petersson, K. M., Weis, S., Anke, B.-D., van Eijndhoven, P., Buitelaar, J., and Fernandez, G. (2007). Probing the neural correlates of associative memory formation: a parametrically analyzed event-related functional MRI study. *Brain Research*, 1142, 159–168.

Tamm, L., Menon, V., Reiss, A. L. (2002). Maturation of Brain Function Associated With Response Inhibition. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 41(10), 1231–1238.

Treisman, A. (2006). Location and binding in visual working memory. *Memory and Cognition*, 34(8), 1704–1719.

Tremblay, S., Saint-Aubin, J., Jalbert, A. (2006). Rehearsal in serial memory for visual-spatial information: Evidence from eye movements. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(3), 452-457.

Tulving, E. (1972). Episodic and Semantic Memory. In Tulving, E., Donaldson, W. (Eds.) *Organization of memory*, 381-402. Academic Press, New York.

Vago, C., Bulgheroni, S., Franceschetti, S., Usilla, A., Riva, D. (2008). Memory performance on the California Verbal Learning Test for children with benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes. *Epilepsy Behavior*, 13, 600-606.

Valian V. (2015). Bilingualism and cognition. *Bilingualism: Language and Cognition*, 18, 3-24.



- Van Asselen, M., Van der Lubbe, R., Postma, A. (2006). Are space and time automatically integrated in episodic memory? *Memory*, *14*(2), 232–240.
- Van Geldorp, B., Heringade, S. M., Van den Bergef, E., Olde Rikkert, M. G., Biesselse, G. J. Kessels, R. P. C. (2015). Working memory binding and episodic memory formation in aging, mild cognitive impairment, and Alzheimer’s dementia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *37*(5), 538-548.
- Velik, R. (2009). From single neuron firing to consciousness: Towards the true solution of the binding problem. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *34*(7), 993–1001.
- Verrotti, A., D’Egidio, C., Agostinelli, S. (2011). Cognitive and linguistic abnormalities in benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes. *Acta Paediatrica*, *100*, 768–772.
- Völkl-Kernstock, S., Willinger, U., Feucht, M. (2006). Spatial perception and spatial memory in children with benign childhood epilepsy with centro-temporal spikes (BCECTS). *Epilepsy Research*, *72*, 39–48.
- Weglage, J., Demsky, A., Pietsch, M., et al. (1997). Neuropsychological, intellectual and behavioral findings in patients with centrotemporal spikes with and without seizures. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *39*, 646–651.
- Wirrell, E. C. (1998). Benign epilepsy of childhood with centrotemporal spikes. *Epilepsia*, *39*(suppl 4), 32–41.
- Zimmer, H. D., Speiser, H. R., Seidler, B. (2003). Spatio-temporal working-memory and short-term object-location tasks use different memory mechanisms. *Acta Psychologica*, *114*(1), 41-65.