EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI KAR

Varga Ágnes

Zenei tevékenységek hatása a kognitív kontroll folyamatokra

DOI: 10.15476/ELTE.2022.175.

Neveléstudományi Doktori Iskola

A Doktori Iskola vezetője: Prof. Dr. Zsolnai Anikó DSc., egyetemi tanár

Gyógypedagógia Program

A Doktori Iskola vezetője: Dr. Marton Klára, habilitált egyetemi tanár

Témavezetők: Dr. Marton Klára, habilitált egyetemi tanár

Dr. Jakab Zoltán, egyetemi docens

Budapest, 2022

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni mindkét témavezetőm, dr. habil. Marton Klára és dr. habil. Jakab Zoltán bizalmát, motiváló támogatását és egymást kiegészítő szakmai iránymutatását. Klárának külön köszönöm, hogy rányitotta a szemem a kognitív kontroll működés lenyűgözően sokrétű és a mai ember számára fontos kérdéseket rejtő világára, valamint, hogy a tudományhoz, kutatáshoz, oktatáshoz való viszonya igényességre, precizitásra, folyamatos fejlődésre sarkall. Zoltánnak legfőként az auditív mérőeljárások kidolgozásában való szenvedélyesen elhivatott, magas szakmai színvonalú segédkezését köszönöm és hálás vagyok a statisztikai vonatkozásokhoz kapott módszertani és szakirodalmi iránymutatásért.

Köszönöm Urbánné Varga Katalin mentoromnak, Kati néninek a szeretetteljes beszélgetéseket és a zeneterápiás szakmai tartalmak és módszerek meg nem szűnő tudásszomja mellett a kreativitásra, kíváncsiságra, játékra, empátiára való nyitottság folyamatos táplálását, - hogy ne felejtsem el, miért kezdtem és mit jelent számomra a ZENE…

Nehéz szavakba önteni, hogy mennyi mindent köszönök Láng Sarolta barátnőmnek emberileg, szakmailag egyaránt: hálás vagyok a közös gondolkodásért, az átvirrasztott éjszakákért, a motiváló beszélgetésekért, a humorért, az anyatársi megértésért.

Köszönöm az ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Karának a szemléletet, amiben formálódom és a lehetőséget a kutatás lefolytatására. Szintén köszönöm a Kőbányai Zenei Stúdiónak a helyszínt és a támogató hozzáállást.

Külön köszönöm a kutatási asszisztenseknek, a pilóta vizsgálatban résztvevő zenészeknek és a kutatás vizsgálati személyeinek a lelkes részvételt.

Köszönöm a barátaimnak, sporttársaimnak, hogy a kapcsolatunk kibírta a kutatás miatt ritkuló személyes találkozókat - és aggasztóan sűrűsödő tudományos eszmefuttatásokat - és ezáltal még erősebbé vált.

Hálával tartozom a gyermekeimnek és édesanyámnak a belém vetett hitért és elfogadó szeretetért, amiből mindig feltétel nélkül meríthetek.

A dolgozatot édesapám emlékének ajánlom, aki elültette bennem a vágyat, hogy az általa is járt ösvényre lépjek és egyszer majd talán én mutassam az utat rajta...

…Amikor az ember az ösvényen elindul tudja, nincs egyedül, előtte megy, utána jön valaki. Mert az ösvény út, amelyet emberek tapostak ki, valakik, akik ugyanazon gravitáció szabályai szerint élnek, mozognak. Így hát az ösvénynek élete van, emberhez kötött. Amíg jár rajta láb él, s ha már elhagyja az ember eltűnik, beszövi a fű, a gaz, és talán még az emlékezet is…”
(Dr. Varga Zoltán: Mezítláb az ösvényen. Zalai Hírlap, 1976. március. 21.)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés 5
2. Elméleti alapvetés 9
2.1. A kognitív kontroll 9
2.1.1. A viselkedésirányítás fogalomhasználati változásai 9
2.1.2. A végrehajtó funkciók kapcsolódó teóriái 11
2.1.3. A kognitív kontroll meghatározása és szerepe 16
2.1.4. A kontrollált és automatikus folyamatok 18
2.1.5. A kognitív kontroll releváns jellemzői és mechanizmusai 20
2.1.6. Részösszefoglalás 31
2.2. A zene mint eszköz 33
2.2.1. A zenei tevékenységek köre 33
2.2.2. A zene hatásmechanizmusa 35
2.2.3. A zene transzferhatásának kutatási irányzatai 38
2.2.4. A kognitív kontrollt célzó zenei kutatások 40
2.2.5. A zenei transzfer idő- és gyakoriságspecifikus tényezői 45
2.2.6. A percepciós képességek jelentősége 47
2.2.7. A zeneterápiás elméleti háttér 49
2.2.8. Részösszefoglalás 51
2.3. A Kontrollált Zenei Folyamatok (KZF) koncepciója 52
3. A kutatás célja és kérdései 56
4. Hipotézisek 60
4.1. Zenei előtörténet hatása hipotézis 60
4.2. Fejleszthetőségi hipotézis 61
4.3. Fejlődési mintázat hipotézis 61
4.4. Modalitásfüggő fejlődés hipotézis 62
4.5. Hosszútávú hatás hipotézis 62
5. Kutatási módszer 63
5.1. Vizsgálati személyek 63
5.2. A kiválasztás módja 64
5.2.1. A jelentkezők szűrése 64
5.2.2. A mintába kerülés egyéb kritériumai 65
5. 3. Vizsgálati eszközök és módszerek 66
5.3.1. Előtesztek 66

5.3.1. A kognitív kontroll funkciókat vizsgáló feladatok 69
5.3.3. A zenei tréning eszközei 78
5.4. Eljárás 80
5.4.1. Mintavétel 80
5.4.2. Zenei tréning 81
5.4.3. Adatelemzés 86
6. Eredmények 92
6.1. Előtesztek 92
6.1.1. Zenei percepciós értékek 92
6.1.2. A figyelem mérése 94
6.2. Zenei előtörténet hatása hipotézis 95
6.2.1. A bemeneti kérdőívekből nyert releváns információk: 96
6.2.2. Munkamemóriafrissítés 96
6.2.3. Disztraktor interferenciával szembeni ellenállás 103
6.3.4. Proaktív interferenciával szembeni ellenállás 103
6.3.5. Monitorozás 111
6.4. Fejleszthetőségi hipotézis 113
6.4.1. Munkamemóriafrissítés 113
6.4.2. Disztraktor interferenciával szembeni ellenállás 116
6.4.3. Proaktív interferenciával szembeni ellenállás 117
6.4.4. Monitorozás 123
6.5. Fejlődési mintázat hipotézis 125
6.6. Modalitásfüggő fejlődés hipotézis 128
6.7. Hosszútávú hatás hipotézis 128
7. Diszkusszió 133
7.1. Zenei előtörténet hatása hipotézis 134
7.1.1. Munkamemória 134
7.1.2. Disztraktor interferenciával szembeni ellenállás 139
7.1.3. Proaktív interferenciával szembeni ellenállás 140
7.1.4. Monitorozás 145
7.1.5. A zenetanulási karakterisztikák hatása az eredményekre 146
7.1.6. Részösszefoglalás 147
7.2. Fejleszthetőségi hipotézis 148
7.2.1. Munkamemóriafrissítés 149

7.2.2. Disztraktor interferenciával szembeni ellenállás 150
7.2.3. Proaktív interferenciával szembeni ellenállás 151
7.2.4. Monitorozás 153
7.2.5. Részösszefoglalás 154
7.3. Fejlődési mintázat hipotézis 155
7.4. Modalitásfüggő fejlődés hipotézis 159
7.5. Hosszútávú hatás hipotézis 161
8. Következtetések 163
8.1. A kutatás korlátai és lehetőségei 163
8.2. Elméleti következtetések 167
8.3. Gyakorlati következtetések 171
9. Záró gondolatok 175
Irodalomjegyzék 177
Ábrajegyzék 195
Mellékletek 196

1. Bevezetés

Gyógypedagógusként, zeneterapeutaként és az ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Karának oktatójaként egyaránt fókuszt nyert munkámban *a zene által kínált széles eszköztár* alkalmazhatósága azoknak a képességeknek és kompetenciáknak a fejlesztésében, amelyek fontosak a 21. századi ember kiegyensúlyozott, sikeres és harmonikus életéhez (Fadel & Trilling, 2009; Hesser & Bartleet, 2020). Így kerültek előtérbe a célirányos viselkedés szabályozásáért felelős *kognitív kontroll mechanizmusok*, amelyek összehangolt működése fontos szerepet játszik a magasabb rendű kognitív folyamatokban. A kognitív kontroll rendszer lehetővé teszi a célhoz kapcsolódó információk szelektív kódolását, majd előhívását az eltérítő és irreleváns információk figyelmen kívül hagyása mellett (Egner & Hirsch, 2005), valamint megakadályozza az irreleváns viselkedéses válaszokat (Dudukovic & Kuhl, 2017). E folyamatok minősége *kiemelkedő jelentőséggel bír minden életkorban*, hiszen fontos szerepet játszik a *tanulási folyamatok*ban, befolyásolja a *fizikai, pszichikai, és mentális egészség*et (Józsa & Józsa, 2018), nagy mértékben járul hozzá az önállóan gondolkodó, kreatív, rugalmas, együttműködésre képes, vállalkozó szellemű személyiség kibontakozásához (Diamond & Fiske, 2013), így a *jobb életvezetéshez, életminőséghez*. A kognitív kontroll folyamatok tanulásban, iskolai előmenetelben, teljesítményben betöltött szerepe miatt a téma méltán keltette fel a pedagógia kutatási és alkalmazott területének érdeklődését (Józsa & Józsa, 2018; Meltzer, 2018; Rhoades és mtsai., 2009), a gyógypedagógiában pedig a *fejlődés-neurológiai rendellenességek*hez kapcsolódóan nyert fokozott figyelmet: többek között az autizmus spektrumzavar (de Vries és mtsai., 2015; Hogeveen és mtsai 2017; Solomon és mtsai 2016), a figyelemzavarok (de Zeeuw, Weusten és mtsai 2012; Jarrett és mtsai., 2016) és a nyelvfejlődési zavar viszonylatában (Marton és mtsai., 2014; 2016; Pauls & Archibald, 2016).

A disszertációban bemutatott kutatási tevékenység a következő gondolatmenetre épül. A különböző *zenei tevékenységek*, illetve azok elsajátításának folyamatai több modalitás és terület (domain) egyidejű használatát, és így a magasabb rendű kognitív funkciók komplex interakcióit igénylik. Ezen összetett műveletek rendszeres ismétlődése, gyakorlása és különböző kontextusokhoz igazítása rendszerszintű neurológiai és fiziológiai adaptálódást eredményez, ami strukturális és funkcionális átalakulásokhoz vezet az érintett agyi régiókban, illetve a kapcsolódó kognitív mechanizmusokban. Az említett folyamat az ún. *transzferhatás* jelenségében, azaz a

régebbi tanulás újabb tanulási szituációra való hatásában manifesztálódik (Molnár, 2006), amely a tevékenységek széles körén és a viselkedés célorientált szabályozásáért felelős kognitív kontroll folyamatok szintjén is nyomon követhető (Colombo és mtsai., 2020; Guo és mtsai., 2018; Okada & Slevc, 2018; Jaschke és mtsai., 2018; Zuk és mtsai., 2018). A mért hatás függ egyrészt a zenei tevékenység jellegétől, formájától, céljától, a rendszerességtől, az intenzitástól, az időtartamtól, a vizsgálati személyek jellemzőitől, a keretektől és még számos későbbiekben részletezett tényezőtől, másrészt természetesen attól, hogy milyen kognitív kontroll elmélet keretében és milyen eljárásokkal vizsgálódunk. Ezt a tudásunkat ötvözve azzal az állítással, hogy a *kognitív kontroll célzott feladatokkal, gyakorlással fejleszthető* (Diamond, 2012; Diamond & Fiske, 2013; Janus és mtsai., 2016; Klingberg, 2010; Kolb és mtsai., 2012), feltételezhető, hogy az említett karakterisztikák és befolyásoló tényezők átgondolt beállításával és kontrollálásával, valamint az alkalmazott zenei módszertan testre szabásával fókuszáltan érvényesíthető a zene kognitív kontrollt fejlesztő hatása. Egy *tudatosan felépített, intenzív zenei tréning* újszerű, hatékony, költségkímélő és széles körben alkalmazható eszközrendszert kínálhat (Guo és mtsai., 2018; Siepsiak & Krejtz, 2016; Thaut és mtsai., 2009; Thaut, 2010), amihez a zenei tevékenység egyúttal biztonságos és motiváló közeget is biztosít (Sachs és mtsai., 2018).

Az értekezés tárgyát képező kutatómunka fő célja *a zenei tevékenységek kognitív kontrollt fejlesztő hatásának vizsgálata*. A disszertáció összefoglalja a téma feldolgozása során megfogalmazódott megállapításokat és kérdéseket, valamint ismerteti a feltételezéseink mentén kidolgozott és megvalósított empirikus kísérlet főbb összefüggéseit, eredményeit és következtetéseit.

A zene nyújtotta eszköztár oktatási, gyógypedagógiai és klinikai színtereken történő alkalmazásának megítélését gyakran árnyékolja be a nézet, miszerint a témakört érintő kutatások értékelése főként szubjektív, illetve standardizált feladatok hiányában nehezen megbecsülhető tudományos értékű (Asztalos, 2012). A disszertáció nem titkolt motivációja ezért, hogy *evidencia alapú elméleti következtetésekkel* szolgáljon a témát övező tudományterületek számára.

Az elméleti vonatkozásokon túl az értekezés kiemelt törekvése az *evidencia alapú gyakorlat* gazdagítása is. Ez utóbbira a kutatási munkafolyamatok eredőjeként megszületett, majd tesztelt, *a kognitív kontroll célzott, intenzív fejlesztésére kidolgozott zenei tréning* módszertani összefüggéseinek bemutatása szolgál. Szintén gyakorlati hozadéka a munkának a kutatás során kifejlesztett, *több kognitív kontroll folyamatot is*

megcélzó, auditív ingereken alapuló N-back vizsgálóeljárás, ami a későbbiekben részletesen bemutatásra kerül.

A doktori értekezés több tudományterület multidiszciplináris metszetén helyezkedik el, és a tágabb látószögű elméleti vonatkozásoktól halad egyre szűkülő fókusszal a konkrét empirikus kutatás részleteiben rejlő összefüggések feltárása, majd az következtetések szélesebb körű kiterjesztése felé, az ismert homokóra modell sémáját mintázva (Cargill & O'Connor, 2013). Ez a két dimenzió meghatározza a disszertáció szerkezetét is.

Az értekezés első, elméleti fejezeteiben a kulcsfogalmak és általunk követett paradigmák felvázolására kerül sor mind a kognitív kontroll folyamatok, mind pedig a zenés tevékenységek viszonylatában, majd e kettő összekapcsolásával bevezetjük a *trollált Zenei Folyamatok (KZF) koncepcióját*, azaz azt a multidiszciplináris értelmezési keretet, amelyben kutatási kérdéseink és a hozzájuk kapcsolódó hipotézisek megszülettek. Mindehhez elengedhetetlen a nemzetközi szakirodalom vonatkozó előzményeinek taglalása és a főbb elméleti iskolák releváns teóriáinak és taxonómiájának ismertetése – különös tekintettel azokra a kritikus pontokra, ahol fogalomhasználati vagy értelmezésbeli különbségeket találunk és elméleti viszonyulásunk határozott kijelölése szükséges.

A kognitív kontrollhoz kapcsolódó fejezetekben áttekintjük, hogy a kognitív kontroll fogalma milyen elméleti előzmények talaján született, és napjainkban milyen heterogén fogalmi palettán van jelen. Ezt követően ismertetjük a kutatás elméleti keretét képező *Cohen (2017) féle kognitív kontroll mode*ll főbb alapvetéseit, majd a kognitív kontroll rendszer három lépcsős átvilágításán keresztül kerülünk közelebb a kognitív kontroll működés témánk szempontjából releváns törvényszerűségeihez: először bevezetjük a kontrollált és automatikus folyamatok dimenzióját (J. Cohen, 2017; MacLeod & Dunbar, 1988; Shiffrin & Schneider, 1977), amihez a következő fejezetben hozzárendeljük a kognitív flexibilitás fogalmát (Munakata & Morton, 2002), ami elvezet a kutatásban vizsgált kognitív kontroll mechanizmusok egységességének és diverzitásának bemutatásához (A Miyake et al., 2000).

A zenével mint fejlesztő eszközzel foglalkozó fejezetek első része átfogó képet nyújt a zenei tevékenységek taxonómiájáról: a kutatásban alkalmazott zenei tréning keretéül szolgáló zeneterápiás vonatkozások elkülönítésre kerülnek a zene pedagógiában, oktatásban, tehetséggondozásban, előadóművészetben és egyéb színtereken működő egyéb funkcióitól és formáitól. A szakirodalom releváns

felismerésein keresztül bemutatásra kerül továbbá a zene kognitív kontroll funkciókra vetített hatásmechanizmusa, majd elérkezünk témánk magjához, hogy miért lehet alkalmas a zene a kognitív kontroll funkciók fejlesztésére.

A vizsgálódás elméleti háttere a már említett Kontrollált Zenei Folyamatok (KZF) koncepciója, amelyet a témát övező szakirodalom szintetizálása után a két említett terület, azaz a zene és a kognitív kontroll összekapcsolásával konstruáltunk. Ennek központi eleme az *automatikus és kontrollált folyamatok kontinuuma*, amelyen mind a zenei tevékenységek, mind pedig a viselkedést irányító mechanizmusok egymásra kölcsönösen ható folyamatokként helyezhetők el (Botvinick & Cohen, 2014; Cohen és mtsai., 1990). A kutatás kérdései, hipotézisei, módszertana majd értelmezése is ebben az izgalmas szemléleti keretben született.

Az értekezés második nagy egysége egy *empirikus kutatás*ra épül, amely zenélő és nem zenélő fiatal felnőttek kognitív kontroll folyamatainak változását vizsgálja egy célzott, intenzív zenei tréning hatására. A kutatási célok, kérdések és hozzájuk kapcsolódó hipotéziseink ismertetését követően bemutatásra kerülnek a vizsgálati személyek, körülmények, eszközök és a statisztikai eljárások. Külön fejezet ismerteti a zeneterápiás módszertan alapvető összefüggéseit, majd megérkezünk az eredmények részletezéséhez, magyarázatához és a következtetések levonásához.

2. Elméleti alapvetés

Az értekezés két, napjainkban intenzíven kutatott és dinamikusan változó fogalomhasználatú témakör kapcsolatára épül, ezért ebben a fejezetben mind a *kognitív kontroll folyamatok,* mind pedig *zene mint fejlesztőeszköz* vonatkozásában felvázoljuk a főbb elméleti koncepciókat, és értelmezzük a kulcsfogalmakat. Mindez kiegészül a feldolgozás szempontjából releváns kutatási előzmények ismertetésével, ami a zenepedagógiai, zeneterápiás, zenepszichológiai és kognitív pszichológiai szakirodalom vonatkozó részeinek tárgyalásán keresztül valósul meg. Külön alfejezetet szentelünk a két említett témakör összekapcsolásával született új, multidiszciplináris értelmezési keret bemutatásának, így a legfrissebb kutatási eredményeket integráló azon alapvetéseknek, amelyek mentén hipotéziseinket felépítettük.

2.1. A kognitív kontroll

Jelen fejezet célja, hogy a viselkedésirányításhoz kapcsolódó elméletek, alapvetések és fogalmak között elhelyezze és bemutassa a kutatást keretező kognitív kontroll modellt (Cohen, 2017). Ennek során megkerülhetetlennek érezzük kitérni a fogalomhasználati változásokra és a kognitív kontroll kutatásával közös múltú, de mára elkülönítendő végrehajtó működés modellek kapcsolódó összefüggéseinek bemutatására. Ennek köszönhető, hogy a fejezetet a végrehajtó funkciók szakirodalmának vonatkozó részeivel kezdjük, majd áttérünk a kognitív kontroll részletes taglalására, rámutatva azokra a fő komponensekre, amelyek szoros összefüggésbe hozhatók a kognitív kontroll zenével történő fejleszthetőségével.

2.1.1. A viselkedésirányítás fogalomhasználati változásai

Az alábbiakban áttekintjük, hogy a kognitív kontroll fogalma milyen elméleti előzmények talaján született és napjainkban milyen heterogén fogalmi palettán van jelen. Mindez a későbbiekben témánk multidiszciplináris szakirodalmi előzményeinek értelmezésekor lesz segítségünkre.

A viselkedés irányítását övező kutatói érdeklődés az 1970-es évek klinikai neuropszichológiai kutatásaiban, a prefrontális kéreg (PFC) károsodása következtében kialakuló viselkedési változások vizsgálatában gyökerezik (Józsa & Józsa, 2018). Ekkor született meg a kognitív kontroll fogalom elődjeként is értelmezhető, ma is használatos „*végrehajtó funkció*” (executive function, EF) kifejezés Karl Pribram (1973) PFC-

elváltozások következményeivel foglalkozó publikációjában. Ezzel szinte egyidőben jelent meg Baddeley és Hitch (1973) új munkamemória modelljében a „központi végrehajtó” fogalma.

A végrehajtó funkciók gyakran alapvetéseikben is különböző meghatározásaiban közös, hogy *egy komplex kognitív konstruktumot* jelölnek (Goldstein és mtsai., 2014), amely *a célorientált viselkedés szabályozásáért felel*, lehetővé téve a figyelem fenntartását, a mindekori környezethez való rugalmas alkalmazkodást, az eltérítő tényezők tolerálását, a lehetséges viselkedési válaszok következményeinek a mérlegelését, a múlt tapasztalatainak a beépítését és a jövő tervezését (Blair, 2016; Diamond & Fiske, 2013; Wasserman & Wasserman, 2013). Mindezt egy számtalan alfunkcióval rendelkező, magasan szervezett funkcionális rendszer teszi lehetővé (Nagy, 2019), amely a rendelkezésre álló információk alapján, az aktuális célnak megfelelően folyamatosan tervez, végrehajt, értékel és szükség szerint korrigál (Zelazo és mtsai., 2008).

A PFC-sérülések igen változatos következményeiből adódóan a végrehajtó funkciók kutatása igen tág tudományterületi körben eresztett gyökeret és a kifejezés mára *multidiszciplináris fogalommá nőtte ki magát*: foglalkozik vele többek között az orvostudomány, az idegtudomány, a kognitív-, a viselkedés- és a neveléstudomány (Józsa & Józsa, 2018). Itt jegyeznénk meg, hogy a PFC-hiányosságokon túl más agyi területek károsodása, fejlettlensége is indukálhat végrehajtó funkció zavarokat (Goldstein és mtsai., 2014), mert a végrehajtó működés több, akár távolabbi agyi régió szétosztott idegi hálózatán, aktivitásán alapszik (Mohai és mtsai., 2016). A végrehajtó funkció kutatásának kiszélesedésével a fogalom különböző variánsaiban olyan komponensek jelentek meg, mint például a kognitív flexibilitás, a figyelmi kontroll, a stratégiai ellenőrzés és monitorozás, a problémamegoldás, a célszabályozás, a gátlás, a tervezés, az absztrakt gondolkodás, a fogalomalkotás, a kreativitás, az impulzus kontroll, az érvelés, a célvezérelt viselkedés, a stratégiai ellenőrzés (Jurado & Rosselli, 2007; Józsa & Józsa, 2018; Müller & Kerns, 2015). A kilencvenes évek derekán Eslinger (1996) neuropszichológiai összegző tanulmányában 33 különböző társított fogalmat listázott.

A sokirányú megközelítésből adódóan a terminológiáról is elmondható, hogy változatos. Számos elnevezésmódozat született mind az angolban (central executive, executive attention, executive control, executive function(s), executive functioning) (Müller & Kerns, 2015), mind magyarul (központi végrehajtó, végrehajtó figyelem,

végrehajtó kontroll, végrehajtó funkció(k), végrehajtó működés, végrehajtási funkció) (Csépe, 2005; Győri, 2008; Tánczos és mtsai., 2014; Virág és mtsai., 2016): hol a folyamatjelleget, hol pedig a komplexitást hangsúlyozva, de a „végrehajtó" szót minden esetben tartalmazva. Értekezésünkben ezek közül a változatok közül a „*végrehajtó funkciók*" terminust és ennek aktív változatát, a „végrehajtó működés" kifejezést használjuk, de hangsúlyozzuk, hogy *kizárólag azokban az esetekben, amikor az eredeti, angol elnevezés is az „executive" kifejezés köré épül*. Erre a következetességre azért van szükség, hogy egyértelműen megkülönböztessük a végrehajtó funkciók elméleti körét a kutatást keretező Cohen (2017) féle „*kognitív kontroll*" (cognitive control) modelltől, amelynek a koncepciója a végrehajtó működés fogalmi diverzitása mellett jelent meg, más megközelítésben és más funkcionális tartományban tárgyalva a viselkedésirányítás működését, még heterogénebbé téve ezzel a kapcsolódó kifejezések körét.

Mielőtt magyaráznánk az említett két fogalom közötti különbséget és áttérnénk a kognitív kontroll modell bemutatására, egy alfejezet erejéig maradunk a végrehajtó funkciók elméleti körében és ismertetjük a főbb kapcsolódó modellek egyes kiemelt alapvetéseit. Mindez előfeltétele annak, hogy a többnyire ezen modellek mentén született, a későbbiekben a kutatás előzményeiként bemutatott multidiszciplináris szakirodalmi vonatkozások kognitív kontroll koncepcióval való átfedéseit és különbözőségeit felismerjük és az eredményeket értelmezni tudjuk. A másik indok a végrehajtó működés elméleti hátterének további taglalására, hogy bizonyos alapvetései számos esetben tovább élnek a kognitív kontroll modellben, így hipotéziseink felállításakor és eredményeink értelmezésekor is relevánsak.

2.1.2. A végrehajtó funkciók kapcsolódó teóriái

A végrehajtó működéshez - részben a téma korábbiakban említett multidiszciplináris vetületeiből fakadóan – számos, sokszor markánsan eltérő alapvetéseken nyugvó modell kapcsolódik. Nem célunk ezek részletes taglalása, az alábbiakban a főbb irányzatokat vázoljuk fel és a témánk szempontjából érdekes modellek releváns elemeit mutatjuk be.

A *korai modellek* egységes, *egydimenziós* konstruktumként ábrázolják a végrehajtó funkciókat (Alan Baddeley, 1986; Norman & Shallice, 1986), ahol a kontrollfunkciók székhelye a prefrontális kéreg (PFC), két közvetlen alrendszere pedig a csak feladat szinten elkülönülő munkamemória és a gátlás (Alan Baddeley, 1996; Will, Fidler, & Daunhauer, 2014). Idővel számos kutatás igazolta azonban, hogy a „frontális

homunkulusz” modell leegyszerűsített felfogása helyett széles frontális hálózatban kell gondolkodnunk (Hunter & Sparrow, 2012).

A mai, *multidimenzionális modellek* többnyire a végrehajtó funkciók jól körülhatárolható, egyéni fejlődési utat bejáró komponensekre vagy működésekre bonthatóságát hangsúlyozzák (Anderson és mtsai., 2008), amelyek ugyanakkor integrált funkcionális rendszert alkotnak a tudatos problémamegoldás érdekében (Diamond, és mtsai., 2014). A végrehajtó működés a szakirodalomban sok helyen pszichológiai konstruktumként (Stuss & Alexander, 2000), máshol pedig ernyőfogalomként jelenik meg (Diamond & Fiske, 2013; Miyake és mtsai., 2000).

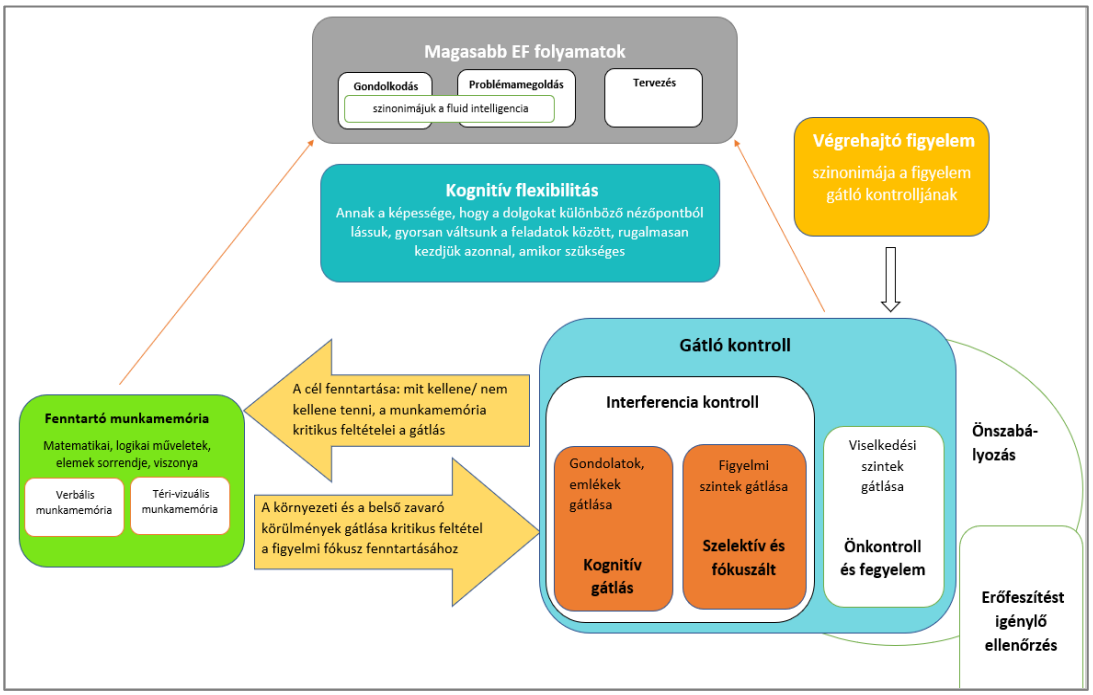
Eslinger korábban említett tanulmánya óta sincs egyetértés abban az alapvető kérdésben, hogy mely komponensek, működések, folyamatok, képességek kapcsolódnak a végrehajtó működéshez (Goldstein és mtsai., 2014). Itt jegyeznénk meg, hogy a végrehajtó funkciók összetevőinek együttes megnevezésére is különböző példákat találunk a nemzetközi szakirodalomban, amelyek szinonimaként működnek (Józsa & Józsa, 2018). Egyesek „neurokognitív készségeknek” nevezik (Zelazo és mtsai., 2016), míg máshol megjelenik az „összetevő”, az „alkomponens” és a „készség” (Jurado & Rosselli, 2007), vagy a „képesség” és a „folyamat” fogalma (Jacques & Marcovitch, 2010), Diamond pedig „a végrehajtó funkciók magjai” kifejezést használja (Diamond, 2014). Véleményünk szerint a magyar terminológiában a „*komponens*”, vagy „*összetevő*” kifejezés a legadekvátabb, mivel a „készség” és „képesség” kifejezések már jól definiáltak és inkább a komponenseken belül helyezhetők el (Józsa & Józsa, 2018).

A kutatók túlnyomó része *három alapvető végrehajtó komponens*t emel ki (Carlson és mtsai., 2013; Diamond & Fiske, 2013; Garon és mtsai., 2008; Hughes, és mtsai., 1988; Jacques & Marcovitch, 2010; Józsa & Józsa, 2018; Zelazo és mtsai., 2016), még ha ezek elnevezései variálódnak is:

- *A gátlás* (gátlási kontroll, gátló kontroll / inhibition, inhibitory control,): az aktuális cél elérése szempontjából irreleváns ingerek és viselkedéses válaszok akaratlagos kontrollja vagy gátlása (Diamond & Fiske, 2013; Nigg, 2000; Tiego és mtsai., 2018).
- *A munkamemória* (frissítés, fenntartás, fenntartó munkamemória / updating, working memory,) az információk, gondolatok megtartása és manipulációja (Diamond & Fiske, 2013).

» *A kognitív flexibilitás* (váltás / cognitive flexibility, shifting), ami lehetővé teszi a mentális készletek és stratégiáik közötti váltást (Diamond & Fiske, 2013; Miyake és mtsai., 2000).

Diamond és munkatársai (2013) szerint ezekből a komponensekből épülnek fel végrehajtó funkciók magasabb szintű konstrukciói: a gondolkodás, a problémamegoldás és a tervezés, ami kiegészül a folyamatos ellenőrzéssel, ahogy ezt az alábbi ábra is mutatja (Józsa & Józsa, 2018).



1. ábra. A viselkedésirányítás elemei Diamond végrehajtó funkció modellje nyomán (Diamond 2016, magyarul: Józsa és Józsa 2018)

Miyake és munkatársai (2000) több, mint egy évtizeden át vizsgálták a végrehajtó funkciók három fő komponensének - esetükben „váltás" (shifting), „frissítés" (updating), „gátlás" (inhibition) - együttműködését és egymáshoz való viszonyát. Első, faktoranalitikus számításokon alapuló modelljükben („*teljes, három-faktor modell*", „full, three-factor model") a komponensek működését rejtett változókkal leképezve különálló, de egymással mégis közepesen erős - erős korrelációt mutató folyamatok rajzolódtak ki. Ebből arra következtettek, hogy a végrehajtó rendszer komponensei számos feladat végrehajtása során befolyásolják egymás működését, sőt együttműködnek. A következő, továbbfejlesztett modellben Miyake és Friedman (2012) arra kereste a választ, hogy mi az, ami közös az egyes végrehajtó komponensekben, valamint mi az, ami megkülönbözteti őket. Ennek pontosabb megfogalmazása érdekében az *„egység/különbözőség" elméleti keretében* („unity/diversity framework")

helyezték el a végrehajtó funkciókat (Miyake & Friedman, 2012), utalva ezzel azok kettős természetére: egy összehangolt egységként működnek, ugyanakkor különböző részfunkciókat látnak el (Mészáros, 2018). A modell szerint mindhárom fő komponens rendelkezik egy közös mögöttes vonással, ami az egységet, az aktuális célnak megfelelően releváns információk kezeléséhez szükséges alapkészségeket biztosítja: ezt „közös végrehajtó funkciónak" (common executive function) nevezték el. Emellett hangsúlyozzák, hogy minden komponens önállóságát megtartva hordoz ún. komponensspecifikus tulajdonságokat is, amelyek eltérően és elkülöníthetően járulnak hozzá a célorientált viselkedés szabályozásához. Ilyen például az információ szűrése vagy a hosszútávú memóriából való előhívása az általuk „fenntartó specifikusnak" nevezett munkamemória specifikus komponens esetében („updating - specific factor") (Nagy, 2019).

*Napjaink szakirodalmá*ról elmondható, hogy már nem szorosan a prefrontális kéreg pszichológiai-viselkedésszervező funkciójának feltárására irányul (bár osztja az említett feltételezést, hogy a végrehajtó működésben központi, kulcsfontosságú szerepet játszik, még ha szerepe nem is kizárólagos), hanem *magukat a* rugalmas, célirányos, adaptív *viselkedésszervezést szolgáló mechanizmusokat igyekszik megragadni* (Hughes, 2011). Erre a tágabb értelmezésére példa Pennington és Ozonoff (1996) felosztása, amely különböző fejlődési rendellenességeket vizsgálva funkciók helyett inkább olyan felülről lefelé ható folyamatokat emelt ki, mint a tervezés, a munkamemória, a problémamegoldás, az önmonitorozás, a generativitás, a mentális flexibilitás és a prepotens válaszok gátlása (Pennington & Ozonoff, 1996), vagy Jurado és Roselli modellje (Jurado & Rosselli, 2007), ahol a tervezés, a párhuzamos feladatok megoldása, a feladatok közötti váltás, a munkamemória folyamatok (frissítés, információk fenntartása és manipulációja), a prepotens válaszok gátlása, a zaj, vagy interferencia csökkentése és a monitorozás kapnak helyet (Szöllősi, 2021). Miyake és Friedmann (2012) faktoranalitikus módszerét követve, változatos feladatokban nyújtott teljesítményadatokon végzett faktoranalízissel született Pennington (2017) redukáltabb felosztása, amely a kognitív flexibilitás, a gátlás és a munkamemória mellett a tervezést tekinti komponensnek. Ugyanakkor Zelazo és munkatársai (2016) a három fő végrehajtó komponens működésének jellemzésekor olyan tulajdonságok és folyamatok jelentőségére hívja fel a figyelmet, mint a temperamentumhoz és személyiséghez kapcsolódó erőfeszítést igénylő kontrollon belül az öntudat, a nyitottság és határozottság, vagy a célirányos viselkedéshez kötődő önkontroll, reflektív tanulás,

szándékos problémamegoldás, érzelemszabályozás, kitartás és tervezés (P. D. Zelazo és mtsai., 2016).

Még tágabb értelmezési keretet kínál *a motiváció és az érzelem szerepének bevonása* a végrehajtó funkciók megismerésébe. Ebben a szemléletben két dimenzió különíthető el: a *hideg* („cool”), nem az affektív tényezőkre fókuszáló végrehajtó működés, illetve a *meleg* („hot”) végrehajtó működés, amely hangsúlyozza az érzelem és a motiváció hatását is a kognitív teljesítményre (Poland és mtsai., 2016). A hideg körbe sorolhatóak a tisztán kognitív képességeken alapuló folyamatok, amelyek jellemzően a PFC-hez kapcsolhatók. Ilyen például kutatásban alkalmazott, későbbiekben bemutatott N-back feladat. A meleg végrehajtó funkciókban kiemelt szerepe van a motivációnak és az érzelmeknek, és jellemzően az orbitofrontális kéreggel (OFC) állnak kapcsolatban (Zelazo és mtsai., 2007). Tipikusan ebbe a körbe sorolható feladatok például a késleltetett jutalom feladatok (Józsa & Józsa, 2017). A kutatás szempontjából azért érdekes ez a nézet, mert a zenei tevékenységekről általánosságban elmondható, hogy összetettségükből adódóan mind kognitív, mind affektív hatásokat is kiváltanak, és ezek nehezen szétválaszthatók. Holisztikus és kétségkívül figyelemreméltó megközelítése ellenére ezért is rejtene számunkra számos nehézséget az említett modell alkalmazása, hiszen még a zenei tevékenységnél egyszerűbb behatások esetében is nehéz sokszor határt húzni a két dimenzió közé (Zelazo & Carlson, 2012). Kluwe-Schiavon és munkatársai (2017) az általuk kidolgozott dinamikus végrehajtó funkció hipotézis keretében kritikával is illeti a két említett aspektus elkülönítését, azt hangsúlyozva, hogy nincsenek érzelemmentes szituációk, csak az érzelmi telítettség változik az egyén tapasztalatai, korábbi stratégiáinak sikerei vagy sikertelenségei okán.

Összegezve, a végrehajtó funkciók fogalma a szakirodalom konszenzuális értelmezése szerint egy komplex kognitív konstruktumot jelöl, amely a célorientált viselkedés szabályozásáért felel. Szerepe kulcsfontosságú a viselkedés szervezésében: lehetővé teszi a figyelem fenntartását, a mindekori környezethez való rugalmas alkalmazkodást, az eltérítő tényezők tolerálását, a lehetséges viselkedési válaszok következményeinek a mérlegelését, a múlt tapasztalatainak a beépítését és a jövő tervezését (Blair, 2016; Diamond & Fiske, 2013; Wasserman & Wasserman, 2013). A mai, multidimenzionális modellek többnyire a végrehajtó funkciók jól körülhatárolható, egyéni fejlődési utat bejáró komponensekre vagy működésekre bonthatóságát hangsúlyozzák (Anderson és mtsai., 2008). A kutatók túlnyomó része három alapvető

végrehajtó komponenst emel ki: a gátlást, a munkamemóriát és a kognitív flexibilitást, amelyek ugyanakkor integrált funkcionális rendszert alkotnak a tudatos problémamegoldás érdekében (Diamond és mtsai., 2014). Ezt támasztja alá Miyake és munkatársai (2000) első, faktoranalitikus számításokon alapuló teljes, három-faktor modell modellje, majd Miyake és Friedman (2012) erre épülő *egység/különbözőség modell*je, amelyek szerint a végrehajtó komponensek kettős természetűek: összehangolt egységként működnek, ugyanakkor különböző részfunkciókat önállóan látnak el (Mészáros, 2018). Miután a végrehajtó funkciók kutatása igen tág tudományterületi körben eresztett gyökeret, a fogalomnak számos variánsa használatos a szakirodalomban, a terminológia is változatos képet mutat és komponensei is hol szűkebben, hol pedig igen tágan kerülnek értelmezésre annak függvényében, hogy szorosan a prefrontális kéregi funkciókból indulnak ki, vagy a rugalmas, célirányos, adaptív viselkedésszervezést szolgáló mechanizmusokat igyekeznek megragadni (Diamond & Fiske, 2013; Eslinger, 1996; Hughes, 2011).

A fentiekből látható, hogy a végrehajtó funkciók szakirodalma számos lehetőséget kínál a viselkedés irányításának magyarázatára – mindazonáltal az elméleti paletta heterogenitása eklekticizmushoz és nehezen összevethető kutatási eredményekhez vezethet. Mindezek ismeretében a kutatás a széles körben elfogadott, jobban körülhatárolható *kognitív kontroll modell elméleti keretében* került felépítésre (Cohen, 2017), a zene viselkedésirányítást fejlesztő hatásához kapcsolódó nemzetközi szakirodalom feldolgozásakor pedig fontos szempont az elméleti előzmények diverzitásából adódó átfedések és különbözőségek mérlegelése.

2.1.3. A kognitív kontroll meghatározása és szerepe

A *kognitív kontroll* definiálására, kognitív rendszerben történő elhelyezésére és mérésére napjainkban több modell használatos. Egyes szerzők a *végrehajtó funkciók szinonimájaként, ernyőfogalomként* használják (Diamond & Fiske, 2013; Lenartowicz, és mtsai., 2010; MacDonald, 2008), mások *a végrehajtó rendszer kognitív folyamatai egyikeként* említik a munkamemória és a kognitív flexibilitás mellett (Miendlarzewska & Trost, 2014), a kutatást keretező Cohen (2017) féle *kognitív kontroll modell* pedig egy *önálló, átfogó, széles funkcionális tartományú ugyanakkor a végrehajtó funkcióknál jobban meghatározott és körülhatárolt koncepcióként* értelmezi. Az előző alfejezet tükrében ugyanakkor megjegyezzük, hogy a két fogalom metszetének és különbözőségének, illetve alá- fölérendeltségi viszonyának vizsgálatakor érdemes azt is

figyelembe venni, hogy a végrehajtó funkciók fogalmának mely korábban említett értelmezéséhez képest szeretnénk a kognitív kontrollt elhelyezni. Tekintettel az előző alfejezet végén leszűrt konklúzióra, hogy ebben még a szakirodalom sem talált konszenzusra, célszerűbbnek mutatkozik a viszonyulást a kognitív kontroll oldaláról megragadni.

A kognitív kontroll modell egyik jellemzője, hogy a feladat megoldása érdekében mozgósított folyamatok oldaláról közelíti meg viselkedésirányítást, amelyek között a *végrehajtó működés széles tartományát is felöleli* (például a munkamemória működéseit, a szelektív figyelmet, az inger-válasz leképezést és a monitorozást) (Cohen és mtsai., 1990; Niendam és mtsai., 2012; Miyake & Shah, 1999), lehetővé téve ezzel a viselkedésműködés komplexitásának figyelembevételével történő rugalmasabb vizsgálódást (Szöllősi, 2021). A kognitív kontroll koncepciójának további előnye, hogy - mivel a folyamatokat a *kontrolláltság és az automatizáltság kontinuuma* mentén értelmezi, amelynek keretében minden folyamat elhelyezhető és értékelhető (vagy az elsődleges folyamatok esetében egyből kizárható, lásd következő bekezdés), egyértelmű viselkedési paraméterek mentén (Brydges és mtsai., 2012; Marton és mtsai., 2017). Mindemellett az elmúlt két évtized léziós és idegrendszeri képalkotó vizsgálatai alapján az is elmondható, hogy a kognitív kontroll mechanizmusok *jól* (az előző alfejezet alapján a végrehajtó funkióknál jobban) *körülhatárolható neurológiai struktúrák*hoz és folyamatokhoz köthetők, amelyek nem korlátozódnak a prefrontális kéregre, hanem az anterior cinguláris kéreg és a parietális kéreg által alkotott neurális hálózat bizonyos neurobiológiai struktúráit és folyamatait is tartalmazzák, egyfajta felsőbbrendű kognitív hálózatot, szubordinális rendszert képezve, és egyúttal a végrehajtó funkciók széles körét támogatva (Lenartowicz és mtsai., 2010; Niendam és mtsai., 2012; Solomon és mtsai., 2019).

A kutatásban *Cohen (2017) széles körben elfogadott modellje az irányadó*. Eszerint a kognitív kontroll egy, a célirányos viselkedés szabályozásáért felelős komplex rendszer, amely az információ kódolását és a memóriatárak közötti áramlását szabályozza: lehetővé teszi az új információk és az emléknyomok aktuális célnak megfelelő szelektív kezelését a releváns reprezentációk kiválasztásával, frissítésével és fenntartásával (Braver & Cohen, 2000) az eltérítő és irreleváns információk és/vagy viselkedéses válaszok figyelmen kívül hagyása ill. elnyomása mellett (Brydges és mtsai., 2012; Dudukovic & Kuhl, 2017; Egner & Hirsch, 2005; Varga és mtsai., 2022). Másként fogalmazva: a kognitív kontroll komplex rendszere a célirányos viselkedés

kivitelezését irányítja, más megszokott, vagy a környezet által jobban támogatott viselkedésekkel szemben (Szöllősi & Marton, 2018). A kognitív kontroll működés akkor vesz részt a viselkedés irányításában, ha az elsődleges, vagy automatikus folyamatok nem elegendőek a cél végrehajtásához (J. Cohen, 2017), vagy a válasz nem illeszkedik az ingerhez. Az *elsődleges folyamatok* jellemzően egyszerű inger-válasz folyamatok (pl.: hang irányába fordulás), míg a *másodlagos folyamatok* maguk a kognitív kontroll által irányított folyamatok (pl.: zavaró ingerek kizárása, már nem releváns információk elnyomása, párhuzamos folyamatok működtetése stb.) (Szöllősi, 2021).

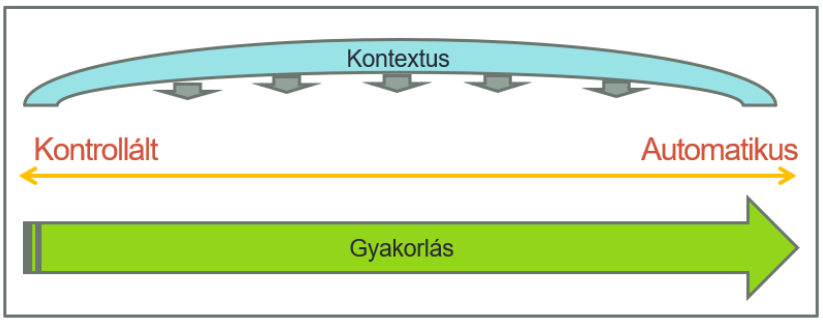
Az alábbiakban e rendszer három lépcsős átvilágításán keresztül kerülünk közelebb a kognitív kontroll működés témánk szempontjából releváns törvényszerűségeihez: először bevezetjük a kontrollált és automatikus folyamatok dimenzióját, amihez a következő fejezetben hozzárendeljük a kognitív flexibilitás fogalmát, hogy végül megérkezzünk a kutatásban vizsgált kognitív kontroll mechanizmusok bemutatásához.

2.1.4. A kontrollált és automatikus folyamatok

A kognitív kontroll koncepciójának egyik meghatározó eleme, hogy *a kontrollált és az automatikus folyamatok egy kontinuum mentén helyezkednek* el (Cohen, 2017; MacLeod & Dunbar, 1988). Gyakorlással és/vagy tapasztalatszerzéssel a kontrollált folyamatok egyre kevesebb kontrollt igénylő (bár ugyanakkor egyre kevésbe rugalmas), automatizálódó folyamatokká alakulnak és kapacitást szabadítanak fel más műveletek számára (Botvinick & Cohen, 2014; Cohen és mtsai., 1990; Muhle-Karbe, és mtsai., 2018).

Az új feladatok kivitelezése többnyire *kontrollált* működésen alapul, de gyakorlással növelhető a feladatmegoldás sebessége és pontossága, sőt, a folyamat automatikussá válhat (Cohen és mtsai., 1990; Posner & Snyder, 1975; Logan, 2018). Az *automatizálódás* során a rendszer tanul: a releváns reprezentációk megerősödnek, könnyebben kiválaszthatók, előhívhatók és fenntarthatók, az automaizálódó folyamatok egyre kevesebb figyelmet igényelnek, kivitelezésük az említett kontinuum végpontjában már nem is tudatos, kikerülnek a kognitív kontroll befolyása alól és átadják a helyüket más kognitív műveletek számára (Botvinick és mtsai., 2001). Témánknál maradva a sok gyakorlás által elért professzionális zongorajáték kitűnő példa a kontrollált folyamat automatizmussá válására. Ugyanakkor értelemszerűen

minél több kognitív kontrollra van szükség egy folyamat esetében, annál kevésbé automatikus az adott viselkedés és annál kevesebb egyéb kognitív műveletet bír el aktuálisan a kognitív kontroll rendszer (Posner & Snyder, 1975; LaBerge & Samuels, 1974; Schneider & Shiffrin, 1977; Logan, 1979, 1988). Egy új zongoraetűd begyakorlásakor a nehezebb részeket kezdetben lelassítva, kontrolláltan szükséges begyakorolni, majd automatizálódás után visszailleszteni a darabba. A kontrollált gyakorlás alatt nehezebb figyelni a dinamikára vagy az árnyalt előadásmódra, ami viszont a begyakorlást követően párhuzamosan kivitelezhető.



2. ábra. A folyamatok kontrollált-automatikus kontinuumát befolyásoló tényezők. (Botvinick & Cohen, 2014; J. D. Cohen, 2017).

Ugyanaz a viselkedés automatikusabb lehet az egyik helyzetben és több kontrollt igényelhet egy másikban annak függvényében, hogy milyen *kontextuális tényezők* (környezeti hatások), vagy *interferáló folyamatok* vannak jelen (Botvinick & Cohen, 2014). Például egy memória feladatban minél több elemre kell emlékeznünk, annál több kontrollra van szükség, vagy egy hosszabb zenei ritmusképlet visszaadása nagyobb kognitív kontroll erőfeszítést igényel. Ha interferencia van a megjegyzendő elemek között (pl. fonológiailag hasonlók, vagy a klasszikus stroop feladat automatikus és kontrollált folyamatai interferálnak), akkor még több kontrollt igényel a kivitelezés. (Varga és mtsai., 2022). Meg kell jegyeznünk, hogy a kognitív műveletek automatizáltsága, illetve automatizálhatósága számos egyéb tényezőtől is függ. Ilyenek például az *egyéni különbségek* a kognitív funkciók terén, a motiváltság, az egyén aktuális állapota. A zenei példánál maradva új környezetben, zavaró körülmények között (pl.: párhuzamosan másik darabot játszik valaki hangosan), nehezített mentális állapotban (pl.: stressz, izgalom, eltérítő gondolatok, betegség) csökken az automatizáltság foka az interferáló külső és belső hatások miatt.

Összefoglalva, a kognitív kontroll koncepciója szerint a kontrollált és automatikus folyamatok egy kontinuum mentén helyezkednek el, pozíciójukat pedig

elsődlegesen a *gyakorlottság foka* (azaz a tanulási hatás) és az adott helyzetben velük versenyző további folyamatok közege (azaz a *kontextus*) határozzák meg (Botvinick & Cohen, 2014; Cohen, 2017). A két folyamattípus különbségei a következő jellemzőkkel ragadhatók meg:

1. A kontrollált folyamatok kivitelezéséhez figyelem szükséges, míg az automatikus folyamatok gyakran nem is tudatosulnak (LaBerge & Samuels, 1974; Posner & Snyder, 1975; Schneider & Shiffrin, 1977; Logan, 1979, 1988).
2. A kontrollált folyamatok végrehajtása lassabb, mint az automatikus folyamatoké a kivitelezéshez szükséges extra figyelem miatt (Norman & Shallice, 1986).
3. A kontrollált folyamatok flexibilisek, adaptívan alkalmazhatók – míg az automatikus folyamatok nehezen törölhetők, formálhatók és alakíthatók (Cohen, 2017). A kontrolláltság mértéke egyenesen aránylik a kognitív flexibilitással, ezt a tulajdonságot a következő alfejezetben kiemelten tárgyaljuk.
4. A kontrollált folyamatok kialakítása jellemzően gyorsabb, mint az automatikusaké - bár ez viselkedéstípusonként és egyénenként változhat (Logan, 2018). (Ahhoz, hogy automatikussá váljon egy folyamat, többnyire gyakorlásra és a tevékenység elsajátításával eltöltött hosszabb időre van szükség. Kontrolláltan, csak a tevékenységre koncentrálva biciklizni relatív gyorsan meg lehet tanulni – beszélgetés és egyéb aktivitások közben, automatikusan kerékpározni viszont csak hosszas gyakorlás után lehetséges.)
5. A kontrollált folyamatok fenntarthatósága rövid, épp az adott feladat elvégzéséhez kalibrált. Ezzel szemben az automatikus folyamatok többnyire hosszú ideig fenntarthatók (Eysenck & Keane, 2003; Shiffrin & Schneider, 1977).
6. A kontrollált folyamatok versenyeznek, interferálnak egymással és az automatikus folyamatokkal. (Schneider & Shiffrin, 1977; Shiffrin & Schneider, 1977).
7. A kontrollált folyamatok egy központi, korlátozott kapacitású feldolgozási mechanizmusra támaszkodnak (Schneider & Shiffrin, 1977; Shiffrin & Schneider, 1977).

2.1.5. A kognitív kontroll releváns jellemzői és mechanizmusai

Az előző fejezetben felsorolt jelenségek mögött egy jól koordinált, komplex rendszer különálló, de összefonódó mechanizmusai vannak, amelyek közül az

alábbiakban kiemeljük és részletesen bemutatjuk a kutatáshoz kapcsolódó működéseket. A fejezetet a kontrollált és automatikus folyamatok jellemzésekor már érintett *kognitív flexibilitás* fogalmának részletes ismertetésével kezdjük, mert ez kritikus szerepet játszik az információ feldolgozásában és a tanulásban. Ezt követően külön alfejezetet szánunk a munkamemóriaműködés átvilágításának, hogy elhelyezhessük benne és szemléltethessük a kognitív kontroll adaptációs folyamatait. Mindehhez szervesen kapcsolódóan magyarázzuk a kognitív rendszer monitorozó folyamatait, majd csoportosítjuk az eddig már megismert gátlási- és interferencia szabályozó mechanizmusok különböző típusait.

4.1.1.1.A kognitív flexibilitás

A kognitív flexibilitás jelentősége abban rejlik, hogy lehetővé teszi a viselkedés aktuális kontextushoz történő rugalmas igazítását (Logue & Gould, 2014), a hatékony és gyors reagálást a változásokra (Meiran; 2015), a kognitív rendszer környezeti feltételekhez és korlátokhoz idomuló adaptív szerveződését (Marton és mtsai., 2016). Más megközelítésben: a kognitív flexibilitásnak köszönhetően vagyunk képesek alkalmazkodni az új igényekhez, szabályokhoz, prioritásokhoz, valamint perspektívát váltani – így közvetetten a kreativitással is összefüggésbe hozható a fogalom (Diamond & Fiske, 2013). A kognitív flexibilitás lehetővé teszi, hogy kizárjuk az irreleváns ingereket és az aktuális célra koncentráljunk (Miyake és mtsai., 2000), válasszunk különböző feladatok, stratégiák közül (Józsa & Józsa, 2018).

Általánosságban elmondható, hogy minél kontrolláltabb egy folyamat, annál flexibilisebb is. Ennek a hátterében a kontrolláltság mértékére elsődlegesen ható két előző fejezetben bemutatott tényező, azaz az gyakorlás és a kontextus áll. Egyik tendencia tehát, hogy a *kognitív flexibilitás az ismétlődő ingerek hatására megfigyelhető automatizálódással párhuzamosan gyengül*, azaz a kontrollált-automatikus kontinuumon a kontrollált működés irányába haladva erősödik. A *kontextus pedig értelemszerűen, ha új, ha szokatlan*, akkor több kontrollt igényel, ami az esetek többségében magával vonja *a kognitív flexibilitás növekedését*. Elmondható ugyanakkor, hogy bizonyos esetekben, például a feladatváltásos helyzetekben, *maga a rugalmas váltás is automatikussá válhat*, amit az is tükröz, hogy csökken az úgynevezett váltási veszteség (switch cost). Ha a kondíciók megváltoztatásra kerülnek, akkor viszont ismét több kontrollra lesz szükség (Wylie & Allport, 2000).

Az automatizálódó, kevésbé flexibilis folyamatok hátterében a munkamemória mentális reprezentációinak korábban említett erősödése áll, ami magával vonja a javuló információ feldolgozási sebességet (Munakata & Morton, 2002). Egy már előzőleg ismert inger újbóli megjelenésekor ugyanis csökken a válaszidő az inger első megjelenéséhez képest. *Minél többször találkozunk adott időhatáron belül egy ingerrel, annál jobban adaptálódik hozzá a kognitív kontroll rendszer*: megerősödik az ingerhez kapcsolódó mentális művelet nyoma a munkamemóriában, így egyre kevesebb föntről lefelé ható kognitív kontrollt igényel és egyre gyorsabb lesz a válaszadás (Szöllősi & Marton, 2018). Témánk szempontjából ez a folyamat azért jelentős, mert az alapját képezi minden gyakorlással, ismétléssel történő fejlődésnek, fejlesztésnek – beleértve a zenés tevékenységek széles körét. A kognitív flexibilitás fogalmát a kontrollált és automatikus folyamatok dimenziójába integrálva, az előző fejezet példáit továbbfűzve: magas szintű kognitív flexibilitásra és erősen kontrollált folyamatokra van szükség a hangszertanulás kezdeti szakaszában, vagy akkor is, ha például új karmesterrel új darabot kezd el próbálni egy filharmonikus zenekar – majd a gyakorlással ennek mértéke folyamatosan csökken.

A kognitív flexibilitás hatékony működését igazolja a *csökkenő reakcióidő*, ami az automatizálódás (pl.: a rugalmas váltások automatikussá válásának) eredménye (Marton és mtsai., 2017) és így a kutatásban a kognitív kontroll működés hatékonyabbá válásának egyik indikátora.

A rugalmas viselkedéshez hozzájárul a később tárgyalt monitorozás, az interferenciával szembeni ellenállás és a munkamemória-frissítés (Pauls és Archibald, 2016). Mivel a kognitív kontroll rendszer rugalmassága és adaptivitása ezek közül leginkább a munkamemória frissítés folyamatain keresztül illusztrálható, ezért a következő alfejezetben ezzel foglalkozunk.

4.1.1.2.A munkamemória-frissítés

Az előbbiekből látható, hogy a viselkedés szabályozása kontrollált és automatikus kontinuum mentén mozog, a célorientált működés egyik előfeltétele pedig a munkamemória hatékony frissítése, amihez egyszerre kapcsolódik a stabilitás és a flexibilitás fogalma. A célingerek kiválasztása és megtartása érdekében ugyanis erős, stabil tartalom-kontextus kötődésekből álló munkamemória-reprezentációkra van szükség, míg az újonnan beérkező információk hatékony feldolgozása flexibilitást, azaz a tartalom-kontextus kötődések korábbi reprezentációjának frissítését kívánja meg

(Wadhera és mtsai., 2018). Milyen munkamemória-modellben helyezhetők el ezek a folyamatok? A munkamemória frissítéshez kapcsolódóan számos szemléleti keret és kísérleti paradigma használatos. Közös bennük, hogy a munkamemóriát *egy korlátozott kapacitású, aktív információ feldolgozó rendszer*nek tartják – különböznek ugyanakkor abban, hogy *a korlátozott kapacitást mivel magyarázzák*. Ez utóbbi azért kulcskérdés a munkamemória kutatásának vonatkozásában, mert a munkamemória kapacitása, a munkamemóriában átmenetileg tárolt tételek maximális száma és előhívási gyorsasága befolyásolja a magasabb rendű kognitív műveletek alapjául szolgáló információk mennyiségét, minőségét és hozzáférhetőségét, így *egyik jó előrejelzője az általános kognitív képességeknek* (Edin és mtsai., 2009). Ennek köszönhető például, hogy a munkamemória és a tanulmányi teljesítmény közötti kapcsolat erősségére számos tanulmányban rámutattak és vizsgálata napjaink kutatásainak gyakori tárgya (Gathercole, Tiffany, Briscoe, & Thorn, 2005)

Az alábbiakban bemutatjuk a jelentősebb irányzatokat, majd elhelyezzük köztük és részletesen ismertetjük Oberauer (2012) kutatást is keretező interferencia elméletét, amibe az eddig taglalt kognitív kontroll összefüggések jól beilleszthetők.

Napjaink egyik legszélesebb körben ismert munkamemória modellje Baddeley és Hitch (1986) nevéhez köthető, akik az Atkinson és Schiffrin (1968) klasszikus rövidtávú emlékezeti modelljének kritikájaként dolgozták ki híressé vált *három komponensű munkamemória modell*jüket, amely azóta többször bővítésre került (Baddeley, 1996; Baddeley & G. Hitch, 1973). A modell szerint a munkamemória feladata, hogy átmenetileg fenntartsa és manipulálja az információt a feladat, vagy feladatok végrehajtása közben. A munkamemória tárolási és feldolgozási képességét limitáló modalitásfüggetlen információkezelő kontrollrendszere az ún. *központi végrehajtó rendszer*. Rendelkezik továbbá két *területáltalános feldolgozó*, és *területspecifikus tároló* komponenseket tartalmazó modalitás-függő alrendszerrel: a *fonológiai hurok* feladata a beszédalapú, a *téri vizuális vázlattömbé* pedig a téri-vizuális információk fenntartása és manipulációja (Baddeley és mtsai., 2010). A modell később kiegészült az *epizodikus pufferrel* (Baddeley, 2012), amelynek feladata az eseményekhez kötött észlelés, a munkamemória-alrendszerek és a hosszútávú memória összekötése a multimodális információk tárolása révén (Racsmány és mtsai., 2008). Ez a modell jelentősen szerkezet-orientált, ugyanis mind működését mind pedig kapacitáskorlátját a két tár határozza meg. Baddeley a munkamemória korlátozott kapacitását az információ két területspecifikus tárban történő gyors elhalványulásával,

azaz *az idő komponens*sel magyarázza, ezért hangsúlyozza az *ismétlés* jelentőségét. Ugyanis, az ismétlés segítségével az információn különböző manipulációk történnek (például újra kódolódik, előzetes ismeretek kapcsolódnak hozzá), és ezeknek a technikáknak a segítségével hosszabb ideig fenntartható, a rendszert korlátozó időtényező kitolható (Kovács és mtsai., 2016).

Baddeley és Hitch (1986) modelljének alternatívái a munkamemória *figyelmi alapú kapacitását magyarázó*, funkcionális orientációjú modellek, amelyekben a tárak helyett a munkamemória funkcióin és folyamatain van a hangsúly (Cowan, 2019). A Cowan (1995) nevéhez fűződő „*beágyazott folyamat modell”* („embedded-process model”) szerint három, egymásba ágyazott emlékezeti rendszer felelős az információ rövid távú tárolásáért és kognitív tevékenységekben való használatáért (Cowan, 1999). Az első, legtágabb szint a *hosszú távú memória*, amelynek éppen aktivált része jelenti a második szintet, mely az elvégzendő feladat szempontjából releváns információt hozzáférhetően tartja. A harmadik, legszűkebb folyamat pedig a *figyelmi fókusz*: az aktivált információnak az a szelete, amelyre éppen tudatosan odafigyelünk. A figyelmi fókusz igen limitált kapacitású: nagyjából négy elemhez vagy információhalmazhoz való hozzáférést biztosít (Cowan és mtsai., 2001). A Cowan-féle munkamemória-felfogás (1995) egyik újszerűsége a korábbi elméletekhez képest, hogy *a figyelem fókuszának általános limitáló hatását hangsúlyozza* és ezzel hozza összefüggésbe a munkamemória limitált kapacitását (azaz téri és nyelvi kapacitást nem az egymástól függetlenül működő, passzív területspecifikus tárak adottságai határozzák meg, mint korábban Baddley modelljében). A modellben szintén új, hogy nem különíti el a modalitásspecifikus elemeket, valamint, hogy a munkamemóriát a hosszú távú memóriával összekapcsolva értelmezi (Cowan, 2000; Kovács és mtsai., 2016). A két felfogás hasonlósága ugyanakkor, hogy mindkettő megkülönbözteti a passzív tárolást az aktív feldolgozástól. A Cowan-modell második szintje (az éppen aktivált információ) és a Baddeley-modell passzív tároló rendszere sem igényel aktív figyelmet. A központi végrehajtó és a figyelmi fókuszért felelős folyamat pedig sok szempontból hasonló (Kovács et al., 2016).

Cowan (1995) modelljét továbbgondolva született az ún. *interferencia modell*ek alapjául szolgáló, *Klaus Oberauer* (2009) által kidolgozott „*hármas beágyazott folyamat modell”* („three-embedded-component model”), *amelynek keretében a kutatást elhelyeztük*. A modell komponensei:

1.) A *hosszú távú emlékezet aktivált része*, amely az elvégzendő feladat szempontjából releváns információkat hozzáférhetően tartja. Ezek aktiválása vagy percepciós input révén vagy a hálózat más elemeinek hatására történik. Minél magasabb egy hosszú távú memóriaelem aktivitási szintje, annál gyorsabb az előhívás.
2.) A *direkt hozzáférés területe*, amely kisszámú elemhez biztosít azonnali hozzáférést. Erre a tartományra jellemző a korábban említett tartalom – kontextus kötések kialakítása (binding), amely mind a memóriában történő megtartás, mind pedig a felidézés és előhívás szempontjából fontos (pl. egy listában a különböző elemek pozícióhoz kötött előhívása). Ennek a területnek a kapacitása erőteljesen korlátozott.
3.) A *szűk figyelem fókusza*, Cowan (1995) modelljével ellentétben csak egyetlen elemet vagy elemcsoportot helyez az összpontosítás középpontjába a direkt hozzáférés tartományából. A szelektív figyelem az interferáló információk hatékony kezelése szempontjából fontos (Rohár & Marton, 2020).

Oberauer (2009) *szélesebb fókusz*nak nevezi az utóbbi két összetevő együttesét, ugyanakkor látható, hogy modell szerint az információ a széles figyelmen kívül a hosszú távú emlékezetben is aktívan fenntartható (Kovács és mtsai., 2016). Oberhauer (2009) modelljének legfontosabb alapvetése, hogy *a munkamemória kapacitásának korlátozottságát az interferencia eredményezi* (Oberauer & Hein, 2012). Interferencia több szinten is jelentkezhet, pl. az aktivált hosszú távú memóriában az egymással versengő reprezentációk között vagy a direkt hozzáférés tartományban az egyes elemek között (Rohár & Marton, 2020). Gyakran a válaszreprezentációk hasonlósága miatt feltételezett konfliktus valójában a munkamemória tárolása és feldolgozási folyamata között kialakuló interferenciából fakad (Oberauer & Ross, 2009). Az interferenciával szembeni ellenállásban kiemelt szerepe van az ún. tartalom-kontextus kötésnek, ami az adott információ elérési útját jelenti (ilyen például egy vizuális elemnél a térbeli elhelyezkedés, zenei hangnál a dallamvezetés, ritmusnál a ritmusképlet kontextuális információja) (Szöllősi, 2021).

A munkamemória bemutatott modelljeiben közös, hogy Atkinson és Schiffrin (1968) klasszikus rövid távú emlékezeti modelljével szemben modalitásspecifikus reprezentációkban gondolkodnak (még ha erre a tulajdonságra különböző hangsúlyt is fektetnek), és hogy az információ rövid távú tárolásáért és előhívásáért felelős kognitív

mechanizmusokat egy aktív rendszerként képzelik el, azaz a feldolgozási funkcióra is nagy hangsúlyt fektetnek.

A kognitív kontroll bizonyos elméleti irányzatok szerint a munkamemória modellek figyelmi komponensének feleltethető meg, illetve számos további modellben központi szerepet kap (Conway és mtsai., 2011; Engle & Kane, 2004; Meier & Kane, 2017). Cohen (2017) kognitív kontroll modellje úgy kapcsolható Oberauer (2009) munkamemória elméletéhez, hogy a szemlélet szerint a kognitív kontroll az interferencia csökkentésével befolyásolja a munkamemória kapacitását: monitorozási és frissítési funkciói segítik a munkamemóriában elérhető válaszreprezentációk aktiválását és fenntartását, másképpen fogalmazva: *a munkamemória a kognitív kontroll komplex rendszerének a részét képezi* (Botvinick és mtsai., 2001; Cohen és mtsai., 2005; Dudukovic & Kuhl, 2017).

4.1.1.3.A monitorozás

A kognitív kontrol monitorozó mechanizmusa arra szolgál, hogy az egyén felfedezze a célorientált viselkedés során elvárt és a valós állapot közötti a diszkrepanciát és képes legyen viselkedése módosítására a környezet változásainak megfelelően (Ullsperger, 2017). A monitorozás révén vagyunk képesek a hibák észlelésére, és ennek megfelelően módosítjuk viselkedésünket (Marton és mtsai., 2016).

Botvinick és munkatársai (2001) *konfliktus monitorozási elmélete* szerint a monitorozás alapja az információfeldolgozás során keletkezett konfliktusok észlelése *két egymással versengő válaszreprezentáció egyidejű aktiválása* miatt. A hiba detektálását majd felmérését követően a konfliktust monitorozó rendszer mérlegeli a viselkedés változtatásának, megváltozott körülményekhez történő igazításának lehetőségét. Az adaptáció szükségességét, mértékét és típusát meghatározzák az egyén hasonló szituációban szerzett korábbi tapasztalatai és az adaptáció vélt ára – azaz a viselkedéskorrekcióval járó, aktuális helyzetben becsült erőfeszítések, erőforrás-átcsoportosítások, veszteségek összessége (Kool és mtsai., 2017). A monitorozó működés eredménye adaptáció esetén a viselkedés változása: például szabálykövetésben, a mozgások hangolásában, vagy a szelektív válaszok módosulásában.

A monitorozás folyamatainak megértését célzó kutatások a hibás válaszok és a helyes válaszok következményeinek összehasonlítására fókuszálnak. Ennek vizsgálatára a gyakorlatban két lehetőség kínálkozik. A különböző elektrofiziológiai

vizsgálatok, például az elektroenkefalográfia (EEG) alkalmazása során az eseményhez kötött agyi potenciál (event related potential, ERP) mérésének segítségével igazolható az ún. *hibához kötött negativitás* (error-related negativity, ERN), ami közvetlenül jelzi a hibadetekciót (Yeung és mtsai., 2004). A hibás válaszok neurofiziológiai korrelátumait vizsgáló kutatások ugyanis már a 90-es években kimutatták feleletválasztásos feladatokban a hibás válaszokat követő éles, negatív irányú, körülbelül 50-100 ms mértékű ERP-eltérést (Falkenstein és mtsai., 2000; Taylor és mtsai., 2007; van Veen, és mtsai., 2001), amelyet "hibanegativitásnak" (NE) (Falkenstein és mtsai., 1991) vagy "hibához kötött negativitásnak" (ERN) (Gehring és mtsai., 1993) neveztek el. Érdemes megjegyezni, hogy a kutatások szerint az ERN *független az inger modalitásától* (Falkenstein és mtsai., 2000), és független attól is, hogy milyen effektorral (kéz vagy láb) realizálódott motorosan a hibás válasz (Holroyd & Coles, 2002). Az EEG-adatok forráslokalizációjából (Herrmann és mtsai., 2004; van Veen & Carter, 2006), főemlős vizsgálatokból (Gemba és mtsai., 1986) és funkcionális mágneses rezonancia képalkotásból (fMRI) származó konvergáló bizonyítékok (Debener és mtsai., 2005; Ullsperger & von Cramon, 2001) azt jelzik, hogy az ERN az elülső cinguláris kéregben (ACC) keletkezik (Ridderinkhof és mtsai., 2004).

A monitorozó mechanizmus nyomonkövetésének másik lehetősége a hibázás utáni reakcióidő-növekedések detektálása és elemzése, ami szintén kísérleti körülmények között és feleletválasztásos feladatok segítségével történhet, viszont előnye, hogy nem igényel speciális berendezéseket, ezért a kutatásban is ezt alkalmazzuk. *A hibázás utáni lassulás* (post error slowing) a hibát megelőző ingerre adott válasz és a hibát követő válasz reakcióidejének összehasonlításával mutatható ki (Ullsperger, 2017), és Botvinick és munkatársai (2001) korábban említett modelljére alapozva kitűnő indikátora a monitorozó mechanizmusoknak. Hibázás esetén ugyanis az adott folyamat átmenetileg több kontrollt igényel: egyrészt a háttérben párhuzamosan zajló konfliktusmonitorozás, kiértékelés és döntés miatt (több egyidejű folyamat verseng egymással, ami megterheli a munkamemória korlátozott kapacitását), másrészt az esetlegesen eszközölt viselkedésmódosítások, stratégiaváltoztatások miatt, ami tanulással jár és kontrollt igényel (emlékezzünk vissza, hogy a korábbi alfejezetek tanúsága szerint minél kontrolláltabb egy folyamat, annál lassabb). A monitorozás tehát összefügg a feladathoz kapcsolódó célok munkamemóriában tartásával és munkamemória frissítéssel. A jó munkamemória paraméterekkel rendelkező egyének

hatékonyabb monitorozási és frissítési működést mutatnak, mint a gyengébb munkamemória kapacitásúak (Marton és mtsai., 2017; Miller és mtsai., 2012).

A monitorozásnak különösen nagy jelentősége van az olyan komplex feladatok tervezésekor és végrehajtásakor, mint például a zenélés (Maidhof, 2013; Maidhof, Vavatzanidis és mtsai., 2010). A professzionális zenélők számára a hibázás nem megengedhető, vagy legalábbis kerülendő - ennek ellenére még a magasan képzett zenélőkkel is megesik (Maidhof és mtsai., 2009). A szakirodalom előszeretettel foglalkozik az ilyenkor lejátszódó monitorozási folyamatok vizsgálatával (C. Palmer, 1997; C. Palmer & Drake, 1997; C. Palmer & van de Sande, 1993, 1995; H. Palmer, 2007; Pfordresher & Palmer, 2002). Ezek részletes taglalására most nem vállalkozunk, de összegezve elmondható, hogy a hibák fontos információforrást jelentenek a zenetanulás során: felismerésük és a megfelelő korrekció a gyakorlás és a tanulás alapját képezi akár a hangmagasság, az időzítés, az intenzitás, vagy egyéb zenei paraméterek tekintetében. A zenei tevékenységek során maguk a monitorozó folyamatok is fejlődnek: kutatások azt mutatták, hogy a professzionális zenélők azonnal felismerik saját hibáikat, gyakran még azelőtt, vagy anélkül, hogy a hibás cselekvés eredményét észlelnék (auditív visszacsatolás előtt, vagy akár nélkül is) (Ruiz és mtsai., 2009).

4.1.1.4.Az interferencia kontroll

Az eddigiekben sokszor érintettük a különböző versengő reprezentációk, zavaró és irreleváns ingerek, viselkedéses válaszok kontrollálásához kapcsolódó folyamatokat. Az alábbiakban szükségét érezzük ezek definiálásának, elméleti keretezésének és rendszerezésének - annál is inkább, mert a szakirodalomban ezen a téren is nagy a fogalomhasználati diverzitás, így a mindenkori kutatáskor fontos meghatározni, hogy a különböző teóriák közül melyik mentén vizsgálódunk, mérünk és fejlesztünk (Müller & Kerns, 2015).

A *gátlás egy ernyőfogalom*, amely az aktuális cél elérése szempontjából irreleváns ingerek és viselkedéses válaszok akaratlagos kontrollját vagy gátlását írja le és még a végrehajtó funkciók elméleti körében született (Diamond & Fiske, 2013; Nigg, 2000; Tiego és mtsai., 2018). A legáltatlánosabban elfogadott taxonómia megkülönbözteti a *válaszgátlást* (response inhibition) azaz az automatikus és prepotens motoros viselkedés (választendencia) elnyomását és a *figyelmi gátlást* (attentional inhibition) ami a bemutatott kutatásban Nigg (2000), illetve Firedmann és Miyake (2004) nyomán *interferencia kontroll* gyűjtőnéven szerepel, mert ez a kifejezés

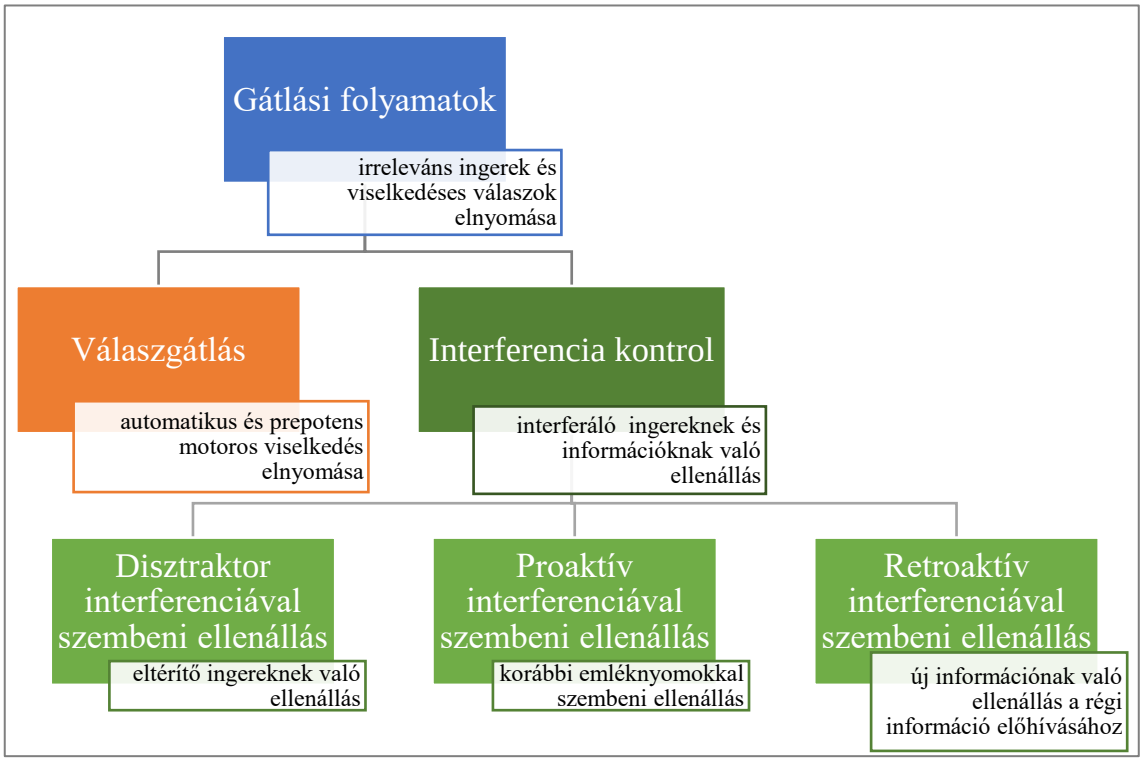
illeszkedik legjobban a kutatást keretező, interferenciához kötődő elméleti modellekhez. A főbb gátlási folyamat taxonómiákat az 1. táblázat mutatja mutatja be.

1. táblázat. A gátlási folyamatok magyar kifejezéseinek viszonyulása a különböző angol szakirodalmi előfordulásokhoz (Tiego et al., 2018 nyomán saját táblázat)

MAGYAR taxonómia	**ANGOL taxonómia**						
Jelen disszertáció	Nigg (2000)	Friedmann & Miyake (2004)	Diamond (2013)	Gandolfi és mtsai. (2014)	Stahl és mtsai. (2014)	Kane és mtsai. (2016)	Nigg (2017)
Válaszgátlás	Behavioral Inhibition	Prepotent Response Inhibition	Behavioral Inhibition/Behavioral Self-Control	Response Inhibition	Behavioral Inhibition	Attention Restraint	Response Inhibition
Interferencia kontrol	Interference Control	Interference Control	Inhibition of Attention/Selective, Focused Attention	Interference Suppression	Stimulus Interference	Attention Constraint	Attentional Inhibition
Disztraktor interferenciá-val szembeni ellenállás		Resistance to Distracter Interference					
Proaktív interferenciá-val szembeni ellenállás		Resisttance to Proactive Interference					
Retroaktív interferenciá-val szembeni ellenállás		Resisttance to Retroactive Interference					

Az interferenciával szembeni ellenállást célzó mechanizmusok közül Firedmann és Miyake (2004) kiemeli a *disztraktor interferenciával szembeni ellenállást*, ami az eltérítő ingereknek való ellenállás képességét jelenti, azaz lehetővé teszi az Obeaurer interferencia modellje kapcsán már említett szelektív figyelmet, az aktuális célnak megfelelő, releváns információkra történő összpontosítást (Diamond & Fiske, 2013; Diamond & Ling, 2016; Friedman & Miyake, 2004; Gandolfi és mtsai., 2014; Kane et al., 2016; Nigg, 2017; Stahl és mtsai., 2014). A disztraktor interferenciával szembeni ellenállásra példa a kép-kép interferencia paradigma, amikor ki kell választani a cél elemet négy kép közül, amelyek disztraktor elemeket tartalmaznak. Ez a paradigma a bemutatott kutatásban is fontos alapul szolgált KFP Baseline feladatokban (lásd.: 5.3.2.2. alfejezet). A két gátlási funkció elkülönítését az is indokolja, hogy az egyedfejlődésben eltérő fejlődési pályát mutatnak (Rohár & Marton, 2020; Tiego és mtsai., 2018). Míg a válaszgátlás négy- és hatéves kor között fejlődik jelentős mértékben, addig a disztraktor interferenciával szembeni ellenállás 13–14 éves korig folyamatosan érik (Davidson, és mtsai., 2006), sőt egyes kutatók szerint egészen felnőttkorig javul (Cragg, 2016).

Friedmann és Miyake (2004) *interferencia kontroll* alatt a munkamemóriában versengő korábbi emléknyomok és aktuális információk egymást gyengítő hatásának szabályozását jelenti. Más megfogalmazásban ez a mechanizmus felelős a nem kívánt emlékképek vagy gondolatok megjelenésének megakadályozásáért az elménkben (V. Anderson és mtsai., 2008), ami a korábban említett módon kapacitást szabadít fel a munkamemóriában, azaz pozitívan befolyásolja a célorientált viselkedés kivitelezésének hatékonyságát. A gátlásfunkciók között Friedman és Miyake nyomán további kategóriaként tartjuk számon a korábbi emléknyomokkal, azaz a *proaktív interferenciával szembeni ellenállást*, amely a releváns, aktuális reprezentációk aktivációs szintjének magasan tartásával és az bevésett emléknyomok figyelmen kívül hagyásával támogatja a hatékony feldolgozást (reprezentációik nem kerülnek aktiválásra a hosszútávú memóriából, vagy ha igen, akkor alacsonyabb aktivációs szinten tartja ezeket a rendszer), megszűntetve vagy csökkentve ez által a munkamemóriában a korábbi emléknyomok és aktuális információk versengését (Rohár & Marton, 2020). A *retroaktív interferencia* esetében mindez fordítva történik: az új információ akadályozza a régi előhívását (Anderson, 2003).



3. ábra. A gátlási folyamatok típusai és funkcióik (saját ábra)

Az interferencia folyamatok a zenei tevékenységek során folyamatosan jelen vannak és zenélés által fejleszthetők (Berti és mtsai., 2006; Guo és mtsai., 2018). A bemutatott kutatás hipotéziseinek jelentős része ezen a megállapításon alapszik, és az

eddigiekben említett gátlásfunkciók közül kiemelten foglalkozik a disztraktor és a proaktív interferenciával szembeni ellenállással, amelyek zenével jól modellezhetők. (Ezekre a későbbiekben, a zenei módszertan ismertetésekor részletesen kitérünk.) A proaktív interferenciát gyakran valamilyen konfliktus paradigmával vizsgálják, amely arra épül, hogy ha a munkamemória nincs rendszeresen frissítve, akkor a korábban releváns reprezentációk interferálhatnak az aktuálisan releváns reprezentációkkal (Marton, 2016). A bemutatott kutatásban a KFP Cue feladatok építenek erre az összefüggésre (lásd.: 5.3.2.2 alfejezet).

2.1.6. Részösszefoglalás

A kognitív kontroll koncepciója a viselkedésirányításhoz kapcsolódó alapvetések és modellek igen heterogén palettáján van jelen. Bár a végrehajtó funkciók szakirodalma számos lehetőséget kínál a viselkedés összefüggéseinek magyarázatára, a disszertációban bemutatott kutatás a jobban körülhatárolható, bizonyos neurobiológiai struktúrákhoz és folyamatokhoz szorosan kapcsolható (Lenartowicz és mtsai., 2010; Niendam és mtsai., 2012; Solomon és mtsai., 2019) és a zenei tevékenységek mechanizmusaihoz jól illeszthető kognitív kontroll modell (J. Cohen, 2017) elméleti keretében épült fel, a szakirodalom feldolgozásakor pedig kiemelt szempont volt az elméleti előzmények diverzitásából adódó átfedések és különbözőségek mérlegelése.

Az eddigiekből látható, hogy a kognitív kontroll egy igen komplex rendszer, amelynek elemei a mindenkori cél érdekében összehangolt egységként működnek, ugyanakkor különböző részfunkciókat látnak el (Miyake & Friedman, 2012). A kognitív kontroll mechanizmusok nem vizsgálhatóak és nem vizsgálandóak tehát izoláltan – ugyanakkor a kognitív rendszer egészének, mint egységnek a vizsgálata sem nyújt kellően differenciált képet. Olyan vizsgálati módszerekre és eszközökre van szükség, amelyek lehetőséget adnak arra, hogy az egyes kognitív mechanizmusok külön-külön és a maguk interakciójában is vizsgálhatók legyenek, ez a kutatás tervezésekor szempont volt.

A kontrollált és automatikus folyamatok kontinuumon történő elhelyezhetősége számos lehetőséget kínál a kognitív kontroll folyamatok zenei tevékenységek során történő tettenérésére. Meghatározó számunkra, hogy az említett kontinuumon elfoglalt pozíció elsődlegesen a gyakorlottság fokától és a kontextustól függ (Botvinick & Cohen, 2014; Cohen, 2017). Témánk szempontjából ez az összefüggés azért fontos, mert az alapját képezi minden gyakorlással, ismétléssel történő fejlődésnek, fejlesztésnek –

beleértve a zenés tevékenységek széles körét. Zenélés során gyakorlás, majd a megszerzett jártasságok különböző kontextusokban történő elhelyezése mindennapos rutin. Minél kontrolláltabb ez folyamat, annál több figyelmet igényel, annál pontosabb és lassabb a végrehajtása - és egyúttal annál flexibilisebb is. Az a következtetés is levonható az eddigiekből, hogy kognitív kontroll működésének jellemző indikátora lehet a kognitív flexibilitásnak köszönhetően a reakcióidők csökkenése egy folyamatban, a monitorozó funkció működését pedig a hiba utáni lassulás detektálása jelezheti a bemutatott kutatásban.

Cohen (2017) modellje alapján a munkamemória a kognitív kontroll részeként tekinthető: a kognitív kontroll monitorozási és frissítési funkciói segítik a munkamemóriában elérhető válaszreprezentációk aktiválását és fenntartását, csökkentve ezzel az interferenciát és növelve a munkamemória kapacitását (Botvinick és mtsai., 2001; Cohen és mtsai., 2005; Dudukovic & Kuhl, 2017). A munkamemória kapacitásának korlátozottságát értelmezésünkben az interferencia határozza meg (Oberauer & Hein, 2012), ami több szinten is jelentkezhet, például a hosszú távú memóriából aktivált vagy a direkt hozzáférés tartományban versengő reprezentációk között. A munkamemória frissítési folyamatain keresztül szemléltethető a rendszer rugalmassága és adaptivitása. A konfliktus monitorozási elmélet szerint (Botvinick és mtsai., 2001) a monitorozó mechanizmus alapja az információfeldolgozás során keletkezett konfliktusok észlelése, Ullsperger (2017) megfogalmazásában: a célorientált viselkedés során elvárt és a valós állapot közötti diszkrepancia detektálására annak érdekében, hogy a viselkedés módosítható legyen a környezeti változásokhoz illeszkedően. A monitorozási mechanizmus működésének egyik jele a hibázás utáni lassulás (post-error slowing), amikor megnő a következő ingerre adott válaszadási idő a hibát megelőző ingerre adott válasz idejéhez képest. A hibázás utáni lassulás tehát a kognitív rendszer monitorozó mechanizmusának további indikátora.

Az eddig számba vett összefüggésekhez szervesen kapcsolódik az interferenciakontroll és a gátlási mechanizmusok témaköre. E disszertációban Friedmann és Miyake taxonómiáját követve elkülönítjük a *válaszgátlást* (az automatikus és prepotens motoros viselkedés elnyomását, mint kognitív kontrollt nem igénylő elsődleges folyamatot) a *disztraktor interferenciával szembeni ellenállástól* (az eltérítő ingereknek való ellenállás képességét, amihez kognitív kontroll beavatkozás szükséges), valamint további kategóriaként tartjuk számon a korábbi emléknyomokkal, azaz a *proaktív interferenciával szembeni ellenállást* és a *retroaktív interferenciával*

szembeni ellenállást (amikor az új információ akadályozza a régi előhívását) (M. C. Anderson, 2003).

A kognitív kontroll mechanizmusok törvényszerűségeinek megismerése után az elkövetkezendőkben feltérképezzük multidiszciplináris kutatási témánk másik nagy területét, a zenei tevékenységek körét - hogy aztán a fejezet harmadik nagy egységében a kettő metszetén megszülethessen a bemutatott kutatás kétdimenziós szemlélődési tartománya.

2.2. A zene mint eszköz

Jelen fejezet célja, hogy a zene igen változatos és több diszciplínában kutatott és definiált társadalmi-kulturális, pszichológiai és szaktudományi-tantervi aspektusú fogalommeghatározásaihoz kapcsolódó szemléletek és elméletek között elhelyezze és bemutassa a kutatás összefüggésrendszerének zenei pilléreit. Ennek során nem foglalkozunk a zene kultúraspecifikus, információhordozó, és esztétikai vonatkozásaival, hanem kijelöljük a zenei tevékenységek általunk kutatott körét és definiáljuk azokat a zenei alapfogalmakat, amelyek mentén gondolkodunk. A zene hatásmechanizmusával és a zenei képességekkel csak olyan mértékben foglalkozunk, ami a kutatás alapösszefüggéseinek megértését szolgálja. Elkülönítjük a kutatásban alkalmazott zenei tréninget keretező zeneterápiás szemléletet a zenei tanulmányokhoz kapcsolódó zenepedagógiától és ismertetjük fő jellegzetességeit. Röviden kitérünk a zenei transzfer megvalósulásának idő- és gyakoriságspecifikus tényezőire, mert a későbbiekben hipotéziseink felállításához és eredményeink értelmezéséhez erre szükség lesz. Ismertetjük a zene fejlesztő hatását kutató hazai és nemzetközi szakirodalom releváns eredményeit, rámutatunk az ellentmondásokra és a hiányterületekre, majd összegezve mindezt előkészítjük az összegyűjtött ismeretek összekapcsolását a kognitív kontroll elméleti hátterével.

2.2.1. A zenei tevékenységek köre

A zenei tevékenység sokféle, így a monolitikus megközelítés helyett indokolt a többes szám használata, vagy javasolt az ernyőfogalomszerű megközelítés (Asztalos, 2012) – a kutatási eredmények összevetésekor pedig annak a figyelembevétele, hogy a zenei tevékenységek mely körére irányultak. Az elkövetkezendőkben ezért szűkítjük és körülhatároljuk a disszertációnkban kutatott zenei tevékenységek körét - annál is inkább, mert a gazdag hazai és nemzetközi szakirodalomat áttekintve megfigyelhető,

hogy a zenei tevékenységek sokszor alapjaiban különböző formái képezik a kutatások tárgyát és/vagy eszközét a „zene fejlesztő hatása” címszó alatt. Ennek szemléltetésére az alábbiakban csoportosítottunk néhány példát, a teljesség igénye nélkül:

1) *Részvételi formák szerint:* zenehallgatás, aktív zenélés, ezek kombinációja, más művészeti ággal összekapcsolt komplex tevékenység, stb, (Mansouri és mtsai., 2017; Schulze és mtsai., 2012);
2) *A zene szerepe szerint*: eszköz (pl.: fejlesztés, zeneterápia, alkotás), cél (pl.: zeneoktatás, zeneszerzés, előadóművészet), tárgy (zeneelmélet), élményhordozó (koncert), keret és közeg (tréning, tanóra, terápia) stb. (Abrams, 2011; Francois, és mtsai., 2013; Guetin és mtsai., 2013; Krick és mtsai., 2017);
3) *Alkalmazott zenei dimenziók:* az összes (dallam, ritmus, harmónia, hangszín, és hangerő (Moles, 1966), vagy csak ezek egyike, illetve egyes elemek kombinációja;
4) *Időkeret:* pár perces intervenciótól a több napos folyamatig változó - már pedig a bármilyen zene tevékenység (legyen szó terápiáról, fejlesztésről, zenepedagógiáról stb.) hatékonyságát jelentősen befolyásolja az időzítés, a gyakoriság, az időtartam stb. (Aalbers és mtsai., 2017; Boso és mtsai., 2007; Bugos & DeMarie, 2017);
5) *Célcsoportok*: életkorban, zenei jártasságban, célban igen változatos a kép koraszülöttől az idősebb korosztályig, agysérüléstől a drogprevencióig, terápiától a professzionális előadóművészi képződésig (Argstatter és mtsai., 2016; Cooper, 2019);
6) *Műfaj*: klasszikus zene, jazz, népzene, könnyű zene stb.;
7) *Hangszertípus:* hangszeres vagy sem, ezene belül digitális vagy akusztikus, hangszercsalád típusa stb.*;*
8) *Instrukció típusok*: határozottan vezetett, erősen kontrollált, vagy csak kísért folyamat, illetve motiváló vagy sem stb. Kutatások tanúsága szerint az aktív zenei tevékenységek távoli transzfer hatása jelentősen függ az instrukció természetétől (Norgaard és mtsai., 2019).
9) *Helyszín*: iskola, zeneiskola, magántanár, zenei tábor, tréning stb.
10) *Munkamód:* online (pl.: digitális ritmusjátékok) vagy jelenléti.

Jelen disszertációban a *zenei tevékenységek*et ernyőfogalomként használjuk mindennemű zenei aktivitásra. A fenti példák teljes köre ide sorolható. Az

elkövetkezendőkben az egyszerűség kedvéért sok helyütt a *„zene”* kifejezést használjuk a „zenei tevékenységek” kifejezés helyett, de jelen disszertáció keretei között azzal egyenértékűen.

A zenei tevékenységeken belül a kutatásban két területet emelünk ki: vizsgáljuk a tartós zenetanulás, valamint a rövid, célzott zenei tréning kognitív kontrollt fejlesztő hatását. A *tartós zenetanulás* alatt a zenepedagógiai keretek között zajló, jellemzően zeneiskolában vagy magánúton, és a bemutatott kutatás esetében *hangszeres* oktatásban való részvétel értendő (tehát a magánének tanszakon folyó tanulmányok nem képezték a vizsgálódás tárgyát). A *zenei tréning* egy rövid, intenzív, célzottan a kognitív kontroll fejlesztésére kifejlesztett foglalkozássorozat, amelynek nem célja a zeneoktatás vagy a hangszeres oktatás, és a részvételnek nem feltétele a zenei jártasság – sőt, ez utóbbi jelen esetben kizáró ok. A zenei tréningben tehát a zene eszköz és nem cél, a módszertan zeneterápiás szemléletben született, amiről az elkövetkezendőkben még szó esik.

Összefoglalva: a disszertációban bemutatott kutatás általános célja a zenei tevékenységek (mostantól szinonimája a „zene”) és a kognitív kontroll kapcsolatának feltérképezéséhez kapcsolódik, amit az elkövetkezendőkben a tartós zenetanulás kognitív kontrollt fejlesztő hatásának vizsgálatát követően egy rövid, intenzív, zeneterápiás szemléletű tréning hatásvizsgálatát a fókuszba helyezve próbálunk meg részletesebben megismerni, majd következtetéseinket a zenei tevékenységek teljes körére kivetíteni.

2.2.2. A zene hatásmechanizmusa

A zenei tevékenységek mind a zene befogadása, mind pedig a zene aktív művelése esetében nagyszámú pszichológiai folyamatot idéznek elő. Ide sorolható többek között az észlelés, a figyelem, a tanulás, az emlékezés, és az auditív információ gyors feldolgozása (Koelsch, 2012; Zatorre & Salimpoor, 2013; Zuk és mtsai., 2018), valamint a különböző hangulati és érzelmi tónusok átélése, differenciálása, a másokhoz való kapcsolódás (Harmat, 2016). *A zenei tevékenységek komplexitása számos modalitás és a magasabb rendű kognitív funkciók interakcióját feltételezi*, és az általa előidézett viselkedési, strukturális és funkcionális változások napoktól évekig terjedő skálán mozognak (Cooper, 2019).

A zene hatásmechanizmusa a *zene transzferhatásán* alapszik, amely a zenével való fejlesztés és így a kutatásban alkalmazott módszertan alapja. A transzfer fogalma alatt a régebbi tanulás újabb tanulási szituációra való hatását értjük (Molnár, 2006), - ez

a zene esetében úgy nyilvánul meg, hogy a zenei tevékenységgel vagy szituációval kapcsolatban megtanultak befolyásolják a későbbi zenei, sőt – ami a zenével történő fejlesztés kulcsát jelenti – nem zenei feladatok megoldását, a későbbi szituációkban való tanulást.

Más szemszögből megközelítve a folyamatot: a zene széles körben ismert transzferhatása azokkal a jól behálózott agyi neurális régiókkal magyarázható, amelyek részt vesznek a zenei tevékenységekben, és amelyek egyúttal számos más kognitív és percepciós-motoros képességet támogatnak (Mansouri és mtsai., 2017). *A zenei tevékenységek ugyanis megfigyeléssel, tanulással és gyakorlással sajátíthatók el*, amelyek során új kapcsolódások születnek, új pályák aktiválódnak az agyban, - és megszűnnek régiek. Így válik a zene az *agyi plaszticitás* serkentésének hatékony eszközévé és közegévé (Herholz & Zatorre, 2012). Egy bizonyítéka ennek, hogy funkcionális mágneses rezonanciavizsgálattal (fMRI, functional Magnetic Resonance Imaging) strukturális és funkcionális változásokat mutattak a felnőtt professzionális zenélők halló és motoros kérgében nem zenélő társaikhoz képest. Az agy zene hatására történő morfológiai átalakulását vizsgáló tanulmányok száma folyamatosan nő (Herholz és mtsai., 2012; Herholz & Zatorre, 2012; Jancke, 2016; Schlaug és mtsai., 2005; 2013; Warren, 2008), és számos kutatás igazolja, hogy zenei tevékenységek (például a kórusban éneklés) még idős korban is hatnak az agyi plaszticitásra (Dubinsky és mtsai., 2019).

Transzferhatás akkor jelentkezik, amikor az adott kognitív területen (jelen esetben zenei tevékenység során) tanult képességek vagy új területekre generalizálódnak, vagy az általános kognitív képességek szintjét emelik (Brookes és mtsai., 2011). E jelenségnek két fő kategóriáját különböztetjük meg. *Közeli transzfer* alatt a képességek transzferét értjük ugyanazon a területen (domainen) belül, azaz területspecifikusan. *A távoli transzfer* során pedig a képességek transzfere két távoli terület között történik, például a zenéről a matematikára, azaz területáltalánosan (Sala & Gobet, 2017). A transzferhatások emellett csoportosíthatók folyamatspecifikus / folyamatáltalános, valamint modalitásspecifikus / modalitásáltalános jellegük alapján. A témához kapcsolódó kutatások előszeretettel próbálják a zenei tevékenységek hatásmechanizmusát e kategóriákban elhelyezni, ezt a következő alfejezetben részletesen ismertetjük és példákkal támasztjuk alá. Mindezek értelmezéséhez szükségünk lesz a kapcsolódó főbb fogalmak magyarázatára. Folyamatspecifikusnak akkor nevezzük a transzfert, ha egy adott folyamathoz köthető *terület (domain)* alatt

Karmiloff-Smith (1992) nyomán egy adott ismeretanyagot megalapozó reprezentációsorozatot értünk: ilyen például a nyelv, a számok, a fizika, vagy akár a zene is. A terület egy nem feltétlenül lokalizáltan, de *funkcionálisan* mindenképpen elkülöníthető rendszer az agyban. (Karmiloff-Smith (1992) egyébként a területeken belül megkülönböztet „mikroterületeket" is, mint például a gravitáció a fizikában, vagy a nyelvben a névmások elsajátítása – és ilyen a dallamfelismerés vagy a ritmustanulás a zenében). A szakirodalomban számos témához kapcsoltan találkozhatunk a *területspecifikusság* fogalmával. Kutatómunkánk során az a legizgalmasabb kérdés, hogy a zenei tevékenységek és azok elsajátítása eredményeként történő tanulás milyen kognitív területeken manifesztálódik: szűken csak a zenélés területén, vagy áthelyeződik más területek fejlődésére is (és ezen belül a korábban említett módon milyen távoli a transzfer) – különös tekintettel a kognitív kontroll mechanizmusok szerepére és változásaira ebben a folyamatban, hiszen ez fogja majd determinálni a kognitív kontroll zenei tevékenységekkel történő fejleszthetőségét is. Itt visszautalunk arra, hogy a különböző viselkedésirányításhoz kapcsolódó elméletek a fejezet korábbi részeiben ismertetett módon részleteikben mennyire más kereteket kínálnak ehhez a vizsgálódáshoz. Gondoljunk csak Baddeley és Hitch (1986) munkamemória modelljére, amelyben a feldolgozást területáltalános komponens végzi, a munkamemória kapacitáskorlátját pedig a területspecifikus tárak időtényezője limitálja. Ezzel szemben a kutatást is keretező Oberauer (2012) modell a területspecifikusság helyett az interferenciára és a tartalom-kontextus kötésekre helyezi a hangsúlyt. A következő alfejezetben bemutatott szakirodalom eredményeinek szintetizálásakor fontos tehát figyelembe vennünk, hogy mely elméleti modell mentén vizsgálódnak és vonják le következtetéseiket.

A kapcsolódó fogalmak tisztázásakor meg kell jegyezni, hogy a „terület" fogalom nem azonos a szakirodalomban gyakran használt „*modul"* kifejezéssel. A modulok Fodor (1983) elhíresült, szigorú nativista, statikus elméletére alapozva az agy genetikusan meghatározott, előre programozottan és egymástól függetlenül működő, külön feladatokra specializálódott bemeneti rendszerei.

A zenei tevékenységhez kapcsolódó kutatásokban gyakran találkozhatunk a modulhoz hasonlóan csengő, de más jelentést takaró *modalitás* fogalmával is – annál is inkább, mert a kifejezésnek művészetterápiás kontextusban használt, a domináns érzékszervi (input) és/vagy válaszbeli (output) csatornájában gyökerező, a művészeti ág jellegére utaló, más jelentésű módozata is ismert (művészetterápiás modalitásként

tartják számon például a zene mellett a vizualitást, a tánc- és mozgást és a drámát) (Kiss, 2014; Mező & Mező, 2019). A bemutatott kutatásban az öt emberi érzékszervhez (látás, hallás, érintés, szaglás, ízlelés) köthető *érzékleti modalitá*sok értelmezésben használjuk a kifejezést és megkülönböztetünk *modalitásspecifikus* (adott érzékszervi csatornához köthető) és *modalitásáltalános* (vagy modalitásfüggetlen) folyamatokat.

Az alábbiakban áttekintjük, hogy a hazai és a nemzetközi szakirodalom milyen főbb területeken azonosította a zenei tevékenységek transzferhatását, elhelyezve ezeket az imént bemutatott kategóriákban és rávilágítva azokra a felismerésekre, amelyek témánk szempontjából érdekesek lehetnek.

2.2.3. A zene transzferhatásának kutatási irányzatai

A muzikalitás és a zenei képességek transzferhatását feltáró vizsgálatok csaknem lefedték a teljes XX. századot, az utóbbi években pedig egyre több multidiszciplináris kutatásba ágyazódtak be (Lackó, 2015). Az említett folyamatot korunk kutatásai három megközelítéssel vizsgálják:

1. A zenei képesség-, teljesítmény-, és adottságfeladatok segítségével, a zenepedagógia kontextusában, gyakran longitudinális vizsgálatokkal vagy nagy keresztmetszeti mintákkal, jellemzően a transzferhatások szélesebb körére kiterjedő vizsgálatok keretében (Asztalos, 2013; Hargreaves, 1986/2001).
2. Agyi képalkotó eljárásokkal (PET, fMRI, EEG, MEG, NIRS, és SPECT) mérve a zenei tevékenységek agyi struktúrára, funkciókra és aktivitásra való hatását (Herholz & Zatorre, 2012; Koelsch, 2012; Schlaug és mtsai., 1995; Segev, és mtsai., 2014; Warren, 2008; Zatorre & Salimpoor, 2013).
3. Kísérleti körülmények között, kisebb mintákkal, viselkedéses vizsgálatokkal kutatva a zenei aktivitás hatásmechanizmusait egy-egy részterületre fókuszálva, gyakran összehasonlítva más művészeti formákkal, nem feltétlenül a zenepedagógia kontextusában (Bugos & D. DeMarie, 2017; Janus és mtsai., 2016; Moradzadeh, Blumenthal, & Wiseheart, 2015; S. Moreno és mtsai., 2011).

A disszertációban bemutatott kutatás a 3. csoportba sorolható, mert empirikus kísérleti úton vizsgálódik és módszertana nem a zenepedagógia kontextusában született.

A zene transzferhatásának vizsgálata hazánkban is nagy múltra tekint vissza. A kezdetben Kodály által személyesen kezdeményezett kutatások eleinte a Kodály-módszerre épülő zenei nevelés fontosságának alátámasztását célozták meg, majd a zenei

nevelés módszertanának pszichológiai és pedagógiai vonatkozásaival foglalkoztak (Barkóczi & Pléh, 1977; Janurik, 2008; Kokas, 1977), így zenepedagógiai kontextusban vizsgálódnak. A zeneterápia irányába a 90-es évektől fordult a hazai zenepszichológia figyelme, de a kis számú kutatás főként a zene által kiváltott emocionális hatásokra fókuszál (Kollár, 2011, 2012, 2015; Tiszai, 2019).

A nemzetközi kutatások túlnyomó része szintén a zenepedagógia keretrendszerében vizsgálja a zene transzferhatását. Számos kutatás foglalkozik a zenetanulás és az általános intelligencia kapcsolatával (Hargreaves, 2001), többek között a sokat emlegetett „Mozart-effektus" létével (állítólagos javulás a Stanford-Binet intelligenciaskála 4. kiadásának (Thorndike és mtsai., 1986) vizuális-térbeli feldolgozási képességeket mérő altesztjében közvetlenül Mozart két zongorára írt D-dúr zongoraszonátájának 10 perces hallgatását követően (Rauscher és mtsai., 1993), ami a köztudatban tévesen Mozart zenéjének intelligenciát fejlesztő hatásaként terjedt el), de ugyanakkor cáfolatával is (Steele és mtsai.,1999). Igazolták a zenei és térbeli feldolgozás közötti direkt kapcsolatot (Grandin és mtsai.,1998), és a zenetanulás matematikai készségekre gyakorolt pozitív hatását (Cheek, 1999; Nisbet, 1991). A zenetanulás és a tanulmányi eredmények szignifikáns pozitív korrelációját több kutatás is alátámasztotta az elmúlt évtizedben (Babo, 2004; Janurik, 2008, 2010; Schnellenberg, 2006).

A nemzetközi szakirodalom eredményei alapján még a zenehallgatás is fejleszti a kognitív képességeket és a motoros készségeket, így többek között az agysérülés utáni rehabilitáció, a Parkinson-kór és az Alzheimer-kór kezelésének eszköze (Franco és mtsai., 2014; Gebuza és mtsai.,2017; Li és mtsai., 2015).

Az aktív zenei tevékenységek fejlesztik az auditoros észlelést (Kraus és mtsai.,2014; Vasuki és mtsai., 2017) és a beszédprodukciót (Francois és mtsai., 2013), valamint számos nyelvi szinten tapasztalható szignifikáns kereszt-modális hatásuk: úgymint a korai olvasási készségek, a fonológiai tudatosság és a verbális memória terén. Az említett verbális vonatkozások mellett a zenei aktivitás a nonverbális készségek fejlesztésére is bizonyítottan fejlesztően hat (Anvari és mtsai., 2002; Dumont és mtsai., 2017; Francois és mtsai., 2013; Moreno, 2000; Moreno és mtsai., 2011).

A zene hatékonyságát többek között az intenzív memorizálásnak, a vizuo-motoros képességek folyamatos használatának (pl.: kottaolvasás, saját mozgás kontrollálása hangszerjáték közben, tanári mozgás tükrözése)*, a fókuszált figyelemnek és a gyakori párhuzamos feladatvégzésnek tulajdonítják* (Chaffin, 2007; De Dreu és

mtsai., 2012; Matthews & Kitsantas, 2013; Pallesen és mtsai., 2010). Az elkövetkezendőkben azt vizsgáljuk, hogy az említett működések hogyan befolyásolják célzottan a kognitív kontroll folyamatokat a nemzetközi szakirodalom eddigi megállapításai tükrében.

2.2.4. A kognitív kontrollt célzó zenei kutatások

A jelenkor kutatásainak egyre gyakoribb fókusza a zenének a magasabb rendű kognitív tevékenységekre, a viselkedésirányításra gyakorolt pozitív hatása (Janus és mtsai., 2016; S. Moreno és mtsai., 2011; Moreno és mtsai., 2014; Trainor és mtsai., 2009; Zuk és mtsai., 2014; Zuk és mtsai., 2018). A vonatkozó szakirodalom többnyire még a végrehajtó rendszer viszonylatában és korábbi elméleti keretek között (például Baddeley munkamemória modellje alapján) vizsgálódik a témában (Berz, 1995), de fellelhetőek már a Cohen-féle kognitív kontroll modell (Cohen, 2017) kontextusában született tanulmányok is (Jentzsch, Mkrtchian, & Kansal, 2014). A szakirodalom széles köre utal arra, hogy a zenei tevékenységek hatékony eszközt kínálnak a kognitív kontroll fejlesztésére (Guo és mtsai.,2018; Siepsiak & Krejtz, 2016; Thaut, 2010; Thaut és mtsai., 2009), mégis egyelőre kevés kutatás foglalkozik a zenei tevékenységek egyes kognitív kontroll mechanizmusokra bontott hatásával.

Bizonyos kutatások arra engednek következtetni, hogy az intenzív zenei gyakorlás mind a gyermekek, mind a felnőttek kognitív kontroll funkcióit javítja és *késleltetheti a kognitív öregedést* (Kattner & Meinhardt, 2020; Moreno és mtsai., 2011), ami egyébként a frontális agyterületekhez kapcsolódó viselkedésirányítási funkciók esetében korábbi és nagyobb mértékű hanyatlást mutat az életkor előrehaladtával, mint más agyi funkciók (Jurado & Rosselli, 2007). Több tanulmány is arról számol be, hogy a viselkedésirányításban is kiemelt részt vállaló elülső kéreg területén az életkorral összefüggő térfogatcsökkenés kisebb volt a hivatásos zenészeknél, mint a nem zenélőknél (Sluming és mtsai., 2007). E mögött feltételezésük szerint az áll, hogy mind a professzionális, mind a haladó amatőr zenélők jelentős mennyiségű időt töltenek hangszeres gyakorlással. A kutatások alapján ugyanis a *gyakorlási idő* mennyisége az egyik legjobb előrejelzője a zenei készségek fejlődésének (Ericsson és mtsai., 2007; Perlovsky, 2014), ami a zene említett transzferhatásán keresztül más készségekben is megnyilvánul. Az érdekesség kedvéért a professzionális komolyzenei előadók kumulált gyakorlási ideje 10 év alatt több, mint 10 000 órára tehető (Gruhn és mtsai., 2003). Keresztmetszeti és a longitudinális vizsgálatok is igazolták, hogy az ilyen intenzitású és

időtartamú gyakorlás jelentős strukturális és funkcionális agyi adaptációkat eredményez, ami többek között az elsődleges motoros terület megnövekedett állományában mutatható ki (Herholz & Zatorre, 2012), lehetővé téve ezzel a zenélők számára a hatékonyabb mozgáskoordinációt (Ripolles és mtsai., 2016). A bemutatott kutatás szempontjából azonban még fontosabb, hogy *a zenei tevékenységek olyan viselkedésirányítási funkciókat mozgósítanak, mint például a szelektív figyelem és a gátlási kontroll* (Bialystok & DePape, 2009), amelyekhez a frontális agyi struktúrák bevonása szükséges. Például a zenélőknek folyamatosan monitorozniuk szükséges a tevékenységüket mind a hallási, mind a proprioceptív visszacsatolás segítségével, annak érdekében, hogy korrigálhassák a következő hang megszólaltatását az esetleges hiba detektálása esetén (pl. Schlaug, és mtsai., 2005; áttekintést lásd még Zatorre és mtsai., 2007).

A kognitív kontroll elméleti hátterét bemutató fejezetben részletezett *konfliktus-monitorozási paradigma* szerint (Botvinick et al., 2001) az anterior cinguláris kéreg (ACC) folyamatosan értékeli az információfeldolgozás során fellépő konfliktusok mértékét. A konfliktusfigyelő rendszer ezeket az információkat az agy azon központjaiba továbbítja, amelyek felelősek a kognitív kontroll irányításáért, amely konfliktus észlelésekor fokozott kontrollt fejt ki és az ingerkörnyezet feladat-releváns aspektusaira irányítja a fókuszt, így csökkentve a további konfliktust (ld.: automatikus és kontrollált folyamatokról szóló fejezet).

Egy longitudinális vizsgálat eredményei a hosszútávú zenei tanulmányok pozitív hatására utalnak a kognitív kontroll funkciók közül a gátlás és a tervezés vonatkozásában, és ezeknek a kognitív kontroll szubfunkcióknak a fejlődése következtében távoli transzferhatást feltételeznek az általános iskolai zenetanulás akadémiai előrehaladás között (Jaschke és mtsai., 2018). Meg kell jegyeznünk, hogy a szerzők a gátlási funkciók más, tágabb körét értik gátlás alatt, mint a jelen disszertációban alkalmazott részletesebb taxonómia.

A következő kutatások a zenei képességek és a kognitív kontroll funkciók *modalitásáltalános* (független a modalitástól, audio és vizuális is) de *folyamatspecifikus* (a kognitív kontroll egyes folyamataihoz kötött) kapcsolatára utalnak. Zuk és kollégái zeneileg képzett és zeneoktatásban nem részesülő gyermekeket és felnőtteket hasonlított össze különböző kognitív kontroll feladatokkal (Zuk és mtsai., 2014, 2018). Mind a zenélő gyerekek, mind pedig a felnőttek jobban teljesítettek nem zenélő társaiknál a különböző kognitív kontroll feladatokban (modalitásáltalános hatás), bár a

csoportkülönbségek nem voltak generikusak (tehát folyamatspecifikusak maradtak). A zeneileg képzett felnőttek jobban teljesítettek a nem zenélőknél kognitív flexibilitás, verbális fluencia és munkamemória feladatokban, egy sztenderdizált, végrehajtó funkciókat mérő feladatcsomag alkalmazásával. A gyerekcsoportokat funkcionális mágneses rezonanciavizsgálattal is mérték (fMRI) hogy betekintést kaphassanak a kognitív kontroll funkciók neurális összefüggéseibe. A két csoport verbális fluencia és munkamemória frissítés terén különbözött, és a zeneileg képzett gyerekek szignifikánsan jobb aktivációt mutattak bizonyos agyi területeken a feladat-váltás feladatoknél. Az eredmények a zene kognitív kontrollra való hatásának a *modalitásáltalános, de folyamatspecifikus* megközelítését támogatják.

Hasonlóképpen, Slevc és munkatársai (2016) azt vizsgálták, hogy a zenei tapasztalat és a zenei képességek előrejelzik-e az egyéni különbségeket a gátlás, frissítés és váltás terén – mind a hallási, mind a vizuális modalitásban. Az eredmények azt mutatják, hogy a zenei képességek jobb teljesítményt jósoltak mind a hallási, mind a vizuális frissítési feladatokban (sokféle lehetséges befolyásoló tényező kontroll alatt tartása mellett, mint például az életkor, a kézügyesség, a kétnyelvűség és a társadalmi-gazdasági státusz). A kutatás másik eredménye az volt, hogy a zenei képességek nem kapcsolódnak egyértelműen a gátlási kontrollhoz (hallási és térbeli Stroop feladatokkal mérve) vagy a váltáshoz (hallási és vizuális feladatváltási feladatokkal mérve). A tanulmány tovább erősíti tehát azt az elképzelést, hogy a zenei képességekkel kapcsolatos kognitív előnyök nem korlátozódnak a hallási folyamatokra (tehát *modalitásáltalánosak*), hanem inkább a kognitív kontroll bizonyos aspektusaira igazak (*folyamatspecifikusak*).

A modalitásáltalánosságot támasztja alá Nutley és kollégái (2014) longitudinális tanulmánya is, amely a zenei gyakorlás és a gondolkodás, a feldolgozási sebesség és a munkamemória közötti kapcsolatot elemezi 25 év nyomonkövetés és 352 vizsgálati alany segítségével, akik 6 és 25 év közöttiek voltak és kétévente vettek részt neuropszichológiai felméréseken, valamint idegrendszeri képalkotó vizsgálatokon. A zenei gyakorlás összességében pozitív összefüggést mutatott a munkamemória kapacitással (vizuo-térbeli és verbális munkamemória feladatokkal vizsgálva), a feldolgozási sebességgel és a gondolkodással (Raven Progresszív Mátrixok) mindhárom időpontban, miután korrigálták a szülői nevelés és egyéb iskolán kívüli tevékenységek hatását. A zenélők nagyobb szürkeállomány térfogattal, temporo-occipitális és insuláris kéreggel rendelkeztek (amelyekről korábban már beszámoltak, hogy kapcsolatban

állnak a kottaolvasással). A munkamemória kapacitásának változása az feladatidőpontok között arányos volt a zenei gyakorlással töltött heti óraszámmal mindkét munkamemória feladat esetében, de ez nem volt szignifikáns a következtetési képesség esetében. A kutatás szempontjából ez utóbbinak azért van jelentősége, mert *a zenei gyakorlás fontosságát* támasztják alá a munkamemória kapacitásának fejlesztésében.

Ugyanakkor, Moreno (2015) és munkatársai egy tanulmányban azt sugallják, hogy a zenei élmény *területáltalános gátlási hatások*hoz vezethet. Más kutatások szerint a hosszú távú zenei tevékenység területáltalános pozitívan hatást fejt ki a párhuzamos feladatvégzésre és a feladatváltásra (Moradzadeh és mtsai., 2015). Mi lehet a magyarázata annak, hogy a különböző kutatások más-más eredményre jutottak a területáltalánosság tekintetében? Az elképzelések különbözőségének magyarázata részben a vizsgálatok elméleti háttere közötti különbségből fakadhat. Amint azt a korábbi fejezetekből láthattuk, a gátlás szabályozása nem egyetlen funkció: válaszgátlásra és többféle interferenciaszabályozásra osztható (Botvinick és mtsai., 2001). Azok a korábbi tanulmányok, amelyek a zenei tevékenységek és a gátlási kontroll közötti kapcsolatot vizsgálták, nem tudták ezeket a különálló komponenseket a megfelelő eszközökkel mérni ugyanazon a kísérleten belül. A disszertáció korábbi tartalmából fontos kiemelni azt is, hogy az interferenciakontroll (az irreleváns információktól való elterelés leküzdésének képessége) gyermekkortól 13-14 éves korig jelentősen javul, és felnőtteknél teljesen kifejlődik (Cragg, 2016), míg a válaszgátlás 4-6 éves, óvodás korban alakul ki (Davidson és mtsai., 2006). Ezek az életkortól függő fejlődési összetevők kihatnak a zenei képességek és a kognitív kontroll kapcsolatának vizsgálatára is.

Vannak kutatások, amelyek a zene modalitásáltalános kognitív kontrollt fejlesztő hatását kérdőjelezik meg: ilyen például Roden és munkatársai longitudinális kutatása. A 18 hónapig, heti 45 perces zenei aktivitásban résztvevő gyerekek egy számítógépes feladatcsomag hét részfeladatait oldották meg (bemeneti, kimeneti és hosszútávú feladat), amelyek Baddeley munkamemória-modelljének központi végrehajtójára, a fonológiai hurokra és a térbeli vázlattömbre irányultak. Az eredmények azt sugallják, hogy a zenei képzésben részesülő gyerekek előnye a kognitív működés azon aspektusaiban mutatkozik meg leginkább, amelyek szorosan kapcsolódnak a hallási információfeldolgozáshoz: a ritmuskészségük és a zenei hangokkal végzett kognitív képességeik fejlődtek kimagasló mértékben, míg a vizuális

figyelmük és a feldolgozási sebességük kevésbé (Roden és mtsai., 2014). Ez a kutatás nem vizsgálta azonban a kutatási alanyok zenei percepciós készségének változását, ami a 2.2.6. „A percepciós képességek jelentősége” című alfejezet tanúsága szerint befolyásolja az auditív csatornára épülő magasabb rendű kognitív műveletek hatékonyságát, és ezáltal a kísérleti eredményeket is. Arról sem ad képet a tanulmány, hogy a bemeneti feladatokban hogyan teljesítettek a vizsgálati személyek az auditív feladatokban a vizuális feladatokhoz képest. Ha ugyanis sokkal gyengébb teljesítményt mutattak az auditív feladatoknál, akkor várhatóan nagyobb mértékű, látványosabb fejlődést generált egy auditív csatornán alapuló módszertan. Szeretnénk megjegyezni továbbá, hogy a heti egy alkalom a hasonló jellegű zenei fejlesztésekhez képest kevés, ami szintén befolyásolhatta az eredményeket (lásd 2.2.6. alfejezet).

A bemutatott kutatás szempontjából nagy jelentőségű, hogy nem csak a hosszútávú zenetanulás, hanem *rövid távú, intenzív zenei tevékenységekre épülő programok* is bizonyultak már hatékonynak a kognitív kontroll funkciók fejlesztésében, például kotta nélküli hangszeres játékon alapuló metodikával (Bugos & Kochar, 2017; Janus és mtsai., 2016), vagy 20 napos intenzív interaktív számítógépes zenei fejlesztéssel (Moreno és mtsai., 2011), bár ezek a kutatások is más kognitív kontroll elméleti keretben és más mérőeszközökkel vizsgálódtak (az utóbbi például go/no-go feladattal tesztelt). Egy közelmúltban megjelent tanulmány szerint hat hetes, szintén kottaolvasás nélküli hangszeres fejlesztés szignifikáns munkamemória fejlődést eredményezett 6-8 éves gyermekeknél a számterjedelem feladat eredményei alapján (Guo és mtsai., 2018). Nyitott kérdés azonban e rövid távú fejlesztő hatások tartóssága, ugyanis az említett kutatások nem számolnak be az fejlődés hosszútávú megmaradásáról.

Összefoglalva, a zene transzferhatásának köszönhetően a szakirodalom megállapításai alapján a zenei tevékenységek pozitív hatással vannak a különböző kognitív kontroll folyamatokra mind a gyermekek, mind a felnőttek esetében, függetlenül attól, hogy tartós zenetanulás, vagy rövid intenzív zenei tréning képezi a vizsgálódás tárgyát. Ez a pozitív hatás meglátásunk szerint jól magyarázható Botvinick konfliktus-monitorozó elméletével (Botvinick és mtsai., 2001) és összekapcsolható a kognitív kontroll folyamatokról szóló fejezetekben bemutatott elméleti alapvetésekkel. Az eddigi kutatások azonban nem egységesek ennek a hatásnak a modalitásfüggő és folyamatspecifikus jellegére vonatkozóan, és az összefüggés mögött rejlő

mechanizmusok részleteit illetően sem. A kapcsolódó irodalmat nehéz szintetizálni a következő okok miatt:

1. A korábbi tanulmányok jellemzően csak általánosságban tárgyalták a kognitív kontrollt anélkül, hogy elkülönítették volna az egyes kognitív kontroll mechanizmusokat.
2. Az eltérő elméleti keretek miatt a korábbi tanulmányok sokféle vizsgálóeljárást, értékelési módszert, magyarázatot alkalmaztak.
3. Szintén sokféle megközelítésre találunk példát a zenélő és a nem zenélő csoportok megkülönböztetésére.
4. A releváns tanulmányok a zenei tevékenységek vizsgált körében is eltérnek egymástól (időkeret, zenei tevékenység típusa, cél vagy eszköz a zene a folyamatban, a teljes listát lásd az előző részben), ugyanakkor hivatkoznak és építenek egymás eredményeire.
5. A vizsgált célcsoportok az általános iskolás gyerekektől az idős felnőttekig terjednek, a következtetések pedig annak ellenére generalizálásra kerülnek, hogy az egyes kognitív kontroll funkciók különböző fejlődési utat járnak be az életpálya során. (Slevc és mtsai., 2016)

Az alábbiakban áttekintjük a kognitív kontrollt fejlesztő zenei transzferhatások kezdőéletkorhoz, gyakorisághoz, időtartamhoz és egyéb gyakorlási karakterisztikákhoz kapcsolódó összefüggéseit, mert ezek képezik az alkalmazott zenei módszertan alapjait.

2.2.5. A zenei transzfer idő- és gyakoriságspecifikus tényezői

Számos kutatás állítja, hogy a zenetanulás szenzitív periódusa alatt folytatott zenei tanulmányok a neurális hálózat átformálása által, hosszútávú hatással vannak a különböző zenei- és a transzferhatásnak köszönhetően egyéb képességekre (Penhune, 2020; Watanabe és mtsai.,2007; Wesseldijk és mtsai., 2020). Szenzitív időszaknak nevezzük azt a limitált időszakot a fejlődésben, ami alatt a gyakorlás hatásai az agyra kiemelten erősek (Knudsen, 2004). A zenei képességek esetében ez az időszak 6-7 éves korra tehető. A zenetanulás szenzitív periódusának létezését támasztja alá, hogy egyes tanulmányok szerint a kéregtest (corpus callosum) elülső fele a zenélők esetében nagyobb, mint a nem zenélők esetében, de csak 7 éves kor előtt megkezdett zenetanulás esetén (G. Schlaug és mtsai., 1995). A kéregtest egy harántirányú idegrostokból álló vaskos, fehér lemez az agyban, amely a két agyfélteke közötti összeköttetést képezi, ezért, ha fejlettebb, akkor az agyféltekék között a kommunikáció is jobb (ez a zenélés

során például a két kéz összerendezettebb finom mozgásában nyilvánul meg, s ennek transzferhatása az élet más területein is manifesztálódik). Más tanulmányok a korán elkezdett folyamatos zenélés hangközdifferenciálásra és abszolút hallásra való hatását hangsúlyozzák (Baharloo, és mtsai., 1998; Muller, 2016).

A felsorolt kutatások hiányossága, hogy nem veszik figyelembe a gyakorlással töltött összes órák számát, ami gyakran különbözik a korán és később zenélni kezdő személyeknél. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a kutatás egyik elméleti alapjául szolgáló konfliktusmonitorozási paradigma szerint (Botvinick és mtsai., 2001) a gyakorlás intenzitásának és mértékének kiemelt szerepe van kognitív kontroll folyamatokban.

Elmondható ugyanakkor, hogy számos kutatás a gyakorlással eltöltött évek száma alapján illesztve hasonlította össze a korán és későn zenélni kezdők körét és még így is kapcsolatot találtak a folyamatos zenélés elkezdésének életkora és a különböző auditoros-motoros agyi funkciók strukturális és funkcionális változásai (Herholz & Zatorre, 2012; Kraus és mtsai., 2014; Ripolles és mtsai., 2016), 2.) a jobb ritmus-szinkronizácó (Ireland, és mtsai., 2018) 3.) és a dallammegkülönböztetési képességek (Ireland és mtsai., 2019) területén. Ez utóbbi képességek mind összefüggésbe hozhatók a kognitív kontroll funkciókkal: a ritmusszinkronizáció többek között folyamatos monitorozást igényel, a dallammegkülönböztetés során pedig a kódolást követően átmenetileg aktívan kell tartani az eredeti dallamsor reprezentációit, hogy összevethetők legyenek a másodikkal és közben képesnek kell lenni a rendszernek kiszűrni az esetleges interferáló elemeket is.

Bár az említett tanulmányok a szenzitív periódusban megkezdett zenetanulás képességfejlődésben betöltött fontos szerepét hangsúlyozzák, vannak kutatások, amelyek óvatosságra intenek ezzel a megállapítással kapcsolatosan. Például Ireland és munkatársai úgy találták, hogy a 7 éves kor előtt zenélni kezdő gyerekek jobban teljesítettek a később kezdőknél dallam-megkülönböztetésben, de a transzponált dallam-megkülönböztetésben már nem, és a komplex ritmus-megkülönböztetésben sem (Ireland és mtsai., 2019; Ireland és mtsai., 2018). Mindemellett az eddig említett tanulmányok a korán és későn zenélni kezdőket a gyakorlással eltöltött évek száma alapján illesztették, ami életkori különbségeket eredményezhetett az utánkövetésnél azzal, hogy a korábban zenélni kezdők fiatalabbak voltak a kimeneti mintavételkor, így ez feltételesen befolyásolhatta az eredményeket, mivel számos kognitív funkció csak később érik és csak fiatal felnőttkorban tetőzik (Salthouse, 2009). Pontosabb

eredményekhez vezethet a jövőben a gyakorlással eltöltött összes órák számát az évek számának megfelelően kumuláltan számításba venni. Arról sem szabad megfeledkeznünk, hogy egyes kutatások nem találtak összefüggést a folyamatos zenetanulás és az agyi funkciók között (Hutchinson, Lee, Gaab, & Schlaug, 2003; Keenan, Thangaraj, Halpern, & Schlaug, 2002).

Összefoglalva, bár számos kutatás sejteti a zenetanulás szenzitív időszakának létezését, az eddigi vizsgálatok sok esetben nem számoltak a kumulált gyakorlással eltöltött idővel és a gyakorlás minőségével, sem pedig a gyakorlatok kognitív kontrollt célzó jellegével, emellett az eredmények meglehetősen következetlenek. Mindezek eredőjeként a kutatás során összehasonlításra került, hogy a zenélők körében milyen kapcsolatot mutat a kognitív kontroll folyamatokkal 1.) a zenetanulás kezdetének ideje a szenzitív periódushoz képest, 2.) a folyamatos gyakorlással eltöltött évek száma és 3.) a kumulált gyakorlással eltöltött idő. A gyakorlás kognitív kontrollt célzó jellegét és intenzitását a rövid és célzott zenei tréning hatásvizsgálatakor tudjuk majd vizsgálni.

A következő alfejezetben áttekintjük, hogy milyen érzékelési folyamatok képezik az auditív ingerekkel végzett magasabb rendű kognitív műveletek megvalósulásának alapját. Ez empirikus kísérletünk módszertanának összeállításához fontos számunkra.

2.2.6. A percepciós képességek jelentősége

Az auditív zenei információkkal végzett magasabb rendű kognitív kontroll műveleteknek feltétele az auditív ingerek érzékelése és a kognitív rendszer számára használható reprezentációkká alakítása (Eayrs & Lavie, 2019). Ahhoz tehát, hogy vizsgálni tudjuk az auditív ingereken alapuló kognitív kontroll mechanizmusokat, meg kell bizonyosodnunk arról, hogy kutatási alanyaink rendelkeznek ezekkel a percepciós képességekkel, ahhoz pedig, hogy a percepciós képességek esetleges fejlődése ne befolyásolja az eredményeinket *kontrollálnunk kell majd ezeket a folyamatokat*. Az alábbiakban röviden áttekintjük ennek a folyamatnak az elméleti hátterét – kiemelten kezelve a *zenei percepciós képességekhez* (apró különbségek percepciója, a zene minőségi jellemzőinek megállapítása, zenei minták összehasonlítása stb.) kapcsolódó ismereteket, amelyek megalapozzák a kutatás módszertanával foglalkozó fejezet percepciós feladatokra vonatkozó részének elméleti hátterét (Asztalos & Csapó, 2014, 2015).

A zenei képességek meghatározására, csoportosítására számos kísérlet született. Az összetevők egyik legteljesebb és egyben legelfogadottabb modellje szerint a zenei képességek sok faktor összességének tekinthetők, amelynek részei a hangszeres és éneklési képességek, a zenespecifikus kognitív folyamatok, az érzelmi és zenei tapasztalatok, a motiváció, a zenei preferenciák, az attitűd és a zenei érdeklődés (Gembris, 2002). A tágabb értelemben vett zenei képességek közé tartoznak az interpretációhoz, a befogadáshoz, a zenei alkotáshoz vagy egy-egy hangszer megszólaltatásához szükséges speciális képességek is. A szűkebb értelemben vett zenei képességek közé azok sorolhatók, amelyek tisztán zenei tartalmakhoz kapcsolódnak, ilyen például a ritmus, a dallam vagy a hangmagasság felismerésének, illetve ezek reprodukálásának képessége. Ezek a zenei képességek hierarchikus rendszert alkotnak, amelynek valamennyi zenei képességmodell szerint a *zenei percepció* az alapja, *a többi zenei képesség előfeltétele* (Turmezeyné & Balogh, 2009).

A *zenei percepció kognitív neuropszichológiai modellje* szerint (Peretz & Coltheart, 2003) a környezetből érkező auditív input először az akusztikus elemző modulon halad keresztül, ahol megtörténik a különböző hangforrásokból érkező ingerek elkülönítése. Az inger aktiválhatja a zene vagy a beszéd felfogásáért felelős rendszereket. Az auditív zenei ingert két, egymással párhuzamos, de független alrendszer elemzi: (1) a melodikus dimenzióért felelős rendszer, amelyet a hangfrekvenciák egymást követő váltakozása határoz meg (dallamkontúr, hangköz és tonalitás észlelése) és (2) a temporális dimenzió, amelynek alapja a hanghosszúság szekvenciális váltakozása (ritmus és tempó észlelése) (Asztalos, 2012). Az utóbbi évtizedek kognitív pszichológiai szemléletű kutatásai tehát a zenei percepcióra mint információfeldolgozásra tekintenek (Janurik, 2008). A zenei megismerési folyamat során a hangok fizikai tulajdonságai a zenei rendszerek kontextusában képeződnek le; a zenei kognitív sémák a hang fizikai tulajdonságainak megfelelő zenei jelenségek reprezentációi (Turmezeyné & Balogh, 2009).

A zenei percepciós képességek zenei előképzettségtől függetlenül vizsgálhatók és fejleszthetők (Turmezeyné, 2015). Fontos azonban kiemelni és a későbbiekben figyelembe venni, hogy a bemutatott kutatás a kognitív kontroll folyamatokra fókuszál ezért *nem célja a zenei percepció fejlesztése*, ami az alkalmazott módszertanban is megnyilvánul. Azért foglalkoztunk a témával ebben a fejezetben, mert a percepció az említett módon a magasabb szintű zenei műveletek előfeltétele. Esetleges fejlődését

még akkor is figyelembe kell venni, ha magasabb rendű funkciók fejlesztését célzó zenei gyakorlatok „melléktermékeként”, vagy egyéb külső tényezők hatására jelentkezik.

Mielőtt rátérnénk a kognitív kontroll és a zene kiválasztott elméleti kereteinek szimbiózisából született multidiszciplináris vizsgálati közeg bemutatására, egy kis kitérővel szeretnénk ismertetni azokat a zeneterápiás alapvetéseket, amelyek nélkül zenei tréningünk módszertana a későbbiekben nem lenne értelmezhető.

2.2.7. A zeneterápiás elméleti háttér

A zene fejlesztő hatásával foglalkozó nemzetközi szakirodalom túlnyomó többsége a zenepedagógia, a zenei oktatás és nevelés kontextusában vizsgálódik. A bemutatott kutatás egyik újszerűségét adja az alkalmazott zenei tréning *zeneterápiás szemlélete, kerete és módszertana*.

A zeneterápia tágabb értelmezése túlmutat a gyakorlati vonatkozásokon és egy olyan gyakorlatorientált diszciplínát jelöl, amelynek evidencián alapuló kutatása számos tudományterülettel áll szoros kölcsönhatásban: különösen az orvostudománnyal, a társadalomtudományokkal, a pszichológiával, a zenetudománnyal és a pedagógiával (Bundesarbeitsgemeinschaft Musiktherapie, 2018) A zeneterápia sokáig a legelterjedtebb és legátfogóbb definíciója a Zeneterápiás Világszövetség (World Federation of Music Therapy, WFMT) 1996-os meghatározása [1] volt. A Világszövetség azonban 2009-ben felismerte a definíció megújításának szükségességét, és nemzetközi munkacsoportja a tagországok összes definícióját, a tudományos publikációkat és az internetes forrásokat számba véve és elemezve, majd a WFMT Tanács konszenzuson alapuló kiegészítéseit integrálva előkészített, vitára bocsájtott és végül az összes tagország által elfogadtatott egy új definíciót, amely 2011-ben látott napvilágot: „A zeneterápia a zene és zene elemeinek professzionális alkalmazása orvosi, oktatási és hétköznapi színtereken történő intervenció formájában, olyan egyénekkel, csoportokkal, családokkal és közösségekkel, akik életminőségük optimalizálására és testi, szociális, kommunikatív, érzelmi, intellektuális és spirituális egészségük, jólétük

---

[1] „A zeneterápia során a képzett zeneterapeuta tervezett folyamatban használja a zenét vagy zenei elemeket (hang ritmus, dallam, harmónia) annak érdekében, hogy elősegítse a kommunikációt, kapcsolatteremtést, tanulást, önkifejezést, mobilizációt, szervezést, ezek mellett pedig terápiás hatást gyakoroljon fizikai, emocionális, mentális, szociális és kognitív területeken. A zeneterápia célja, hogy az egyén lehetőségeit feltérképezze és/vagy sérült funkcióit helyre állítsa, így jobb intraperszonális, és/vagy interperszonális integrációt tesz lehetővé, a prevenció, rehabilitáció, vagy kezelés következtében a páciens minőségileg jobb életet élhet.” (Zeneterápiás Világszövetség Klinikai Gyakorlati Bizottságának döntése alapján, 1996. Hamburg, Zeneterápiás Világkongresszus)

jobbá tételére törekednek. A zeneterápiás kutatás és gyakorlat, valamint az elméleti és klinikai képzés a kulturális, szociális és politikai kontextushoz igazodó professzionális normákon alapszik." (World Federation of Music Therapy, 2019). Az *alkalmazott zeneterápia* ernyőfogalma alá tartoznak azok a prevenciós, gyógyító, fejlesztő, habilitáló és rehabilitáló módszerek, amelyek a *zenét és a zene elemeit* (hang, ritmus, dallam, harmónia) *eszköz*ként alkalmazzák egy *célirányos, tervezett folyamatban* (Fekete, 2006; Urbánné, 1999). A WFMT mellett az Európai Zeneterápiás Szövetség (European Music Therapy Confederation, EMTC) és a Magyar Zeneterápiás Egyesület (MZE) is hangsúlyozza, hogy akkor beszélhetünk zeneterápiáról, ha a folyamatot *szakképzett zeneterapeuta*[2] vezeti, aki így megfelelő gyógypedagógiai, pszichológiai és zenei tudással, illetve gyakorlattal rendelkezik, valamint kompetenciahatárai ismeretében, szupervízióval dolgozik (Varga, 2019). A zeneterápiás célok sokfélék lehetnek: fizikai, emocionális, mentális, szociális és kognitív területekre is irányulhatnak (Urbánné, 1995, 1999).

Az eddigiekből látható, hogy a zeneterápiában a zene elsődlegesen eszköz (Dr. Fekete, 2006), tehát nem cél, és nem is önálló gyógyító erő (Sasvári, 2001). Főként ennek a tulajdonságnak és a folyamat tervezettségének a mentén különíthető el a zeneterápia a zenével történő egyéb foglalatosságoktól, mint például a szórakozás, a kikapcsolódás, az alkotás, az előadóművészet, vagy a zenetanítás és a zenei nevelés. Ez utóbbinak a Nemzeti Alaptanterv szerint is más a célja: zenei élmény nyújtása a zene megszerettetése és a zenei kifejezőeszközök megismertetése révén ("Nemzeti Alaptanterv," 2012). A zenepedagógia, a zenei oktatás gyakori célja továbbá a zenei képességek magas szintre emelése, ami a zeneterápiában nem cél. Bruscia (1998) megfogalmazásában a zenetanítás célja a zenei készségek fejlesztése és a zenei tudás bővítése magának a zenélésnek a minél színvonalasabb elsajátítása érdekében, - ezzel szemben a zeneterápia olyan készségekre és hiányosságokra koncentrál, amelyeknek közvetlen hatása van a személy egészségére és jól-létére.

Fontos továbbá kiemelnünk, hogy a zeneterápiás folyamatban (a terapeután és a co-terapeután kívül) a résztvevők oldaláról nincs szükség zenei előképzettségre, hangszeres-vagy énektudásra és nem ezek fejlesztése áll a folyamat középpontjában: a részvétel *mindennemű zenei tudás nélkül lehetséges.*

---

[2] Szakképzett zeneterapeuta: magyar vagy külföldi akkreditált zeneterapeuta képzésen szerzett zeneterapeuta diplomával rendelkező, vagy a magyar képzések indulása előtt zeneterapeuta címet kapott szakember (MZE, 2016).

A zeneterápiás eljárások karakterisztikája elmélet- és kontextusfüggő (különösen az indikációállítás, a célmeghatározás, a módszer-didaktikus terapeutamagatartás, a csoportdinamika illetve az ülések dinamikus folyamatainak kezelése tekintetében), ami a Német Zeneterápiás Szövetség elhíresült kasseli tézisei alapján *lehet pszichoterápiás, gyógypedagógiai és antropofózikus gyógyászati hátterű* (Bernius, 2018; Metzner, 2009). Esetlegesen megkérdőjelezhető, hogy zeneterápiának nevezhető-e a folyamat, ha nem terápiás céllal jött létre a csoport. Erre az a válaszunk, hogy a zeneterápia körébe az említett definíciók és a gyakorlat alapján éppúgy beletartozik a prevenció, az életminőség javítása, célcsoportunk esetében a felsőoktatási teljesítőképesség és a munkaerőpiaci jobb boldogulás megtámogatása a kognitív kontroll fejlesztése által, mint a hagyományosan terápiás céloknak tekintett törekvések.

A résztvevők száma szerint *csoportos vagy egyéni*, munkamód szerint pedig receptív, aktív és komplex zeneterápiát különböztetünk meg. A *receptív zeneterápia* lényege a célzott zenehallgatás (a hallgatott anyag lehet felvétel v. a zeneterapeuta improvizációja). Az *aktív zeneterápiás* munkamódra jellemző a különféle eszközökkel vagy hangszerekkel (többnyire Orff instrumentumokkal), illetve saját (test)hanggal való gyakorlatok, játék, kommunikáció, improvizáció, amelyben a terapeuta és a kliens(ek) egyaránt részt vesznek. *Komplex zeneterápiá*nak nevezzük az aktív vagy receptív munkamód egymással, vagy más művészeti tevékenységgel történő kombinációját (pl. zenai tevékenységgel összekötött improvizált mozgás, történet- v. versírás, festés, rajzolás, agyag-mintázás, mozaikkészítés, stb.). A technikai repertoár széles, a választás függ a terápiás céltól, az „itt és most" helyzettől, a terapeuta művészeti technikákban való jártasságától és szakmai kompetenciájától (Varga, 2011).

2.2.8. Részösszefoglalás

A szakirodalom megállapításait és hiányterületeit számba véve a kutatás kiemelten foglalkozik egyrészt a tartós zenetanulás, másrészt a rövid, célzott zenei tréning kognitív kontrollt fejlesztő hatásával - az utóbbira fektetve a hangsúlyt.

A hazai és a nemzetközi szakirodalom számos területen, életkortól függetlenül azonosította a zenei tevékenységek közeli és távoli transzferhatását, amely többek között az intenzív memorizálásnak, a vizuo-motoros képességek folyamatos használatának, a fókuszált figyelemnek és a gyakori párhuzamos feladatvégzésnek köszönhető. A bemutatott kutatás szempontjából nagy jelentőségű, hogy nem csak a hosszútávú zenetanulás, hanem rövid távú, intenzív zenei tevékenységekre épülő

programok is bizonyultak már hatékonynak a kognitív kontroll funkciók fejlesztésében. Az eddigi kutatások azonban nem egységesek ennek a hatásnak a modalitásfüggő és folyamatspecifikus jellegére vonatkozóan, és az összefüggés mögött rejlő mechanizmusok részleteit illetően sem. A kapcsolódó irodalom szintetizálásának fő gátja, hogy igen eltérő elméleti alapvetések mentén, a kognitív funkciók célzott vizsgálatától eltekintve, a hosszútávú hatásokat gyakran nem vizsgálva, a legkülönfélébb zenei beavatkozásokat igen változatos elvek mentén összeállítva, többnyire zenepedagógiai kontextusban vizsgálódik, sok esetben tekintet nélkül az egyes kognitív kontroll funkciók fejlődési karakterisztikáira és a zenei transzfer idő-és gyakoriságspecifikus tényezőire.

A szakirodalom megállapításai és vélt hiányosságai felhasználásra kerültek a bemutatott kutatás multidiszciplináris elméleti keretének felállításakor, amely a következő fejezetben kerül ismertetésre.

2.3. A Kontrollált Zenei Folyamatok (KZF) koncepciója

Az elkövetkezendőkben bevezetjük a kognitív kontroll eddig ismertetett elméletei, valamint a zenetanulás mint készségtanulás bemutatott folyamatai szimbiózisából született multidiszciplináris értelmezési keretet, amelynek a Kontrollált Zenei Folyamatok (KZF) koncepciója nevet adtuk.

A koncepció központi eleme Botvinick és munkatársai (2001) konfliktusmonitorozási elméletére és Cohen (2017) kognitív kontroll elméletére alapozva az *automatikus és kontrollált folyamatok kontinuuma*, amelyen mind a zenei tevékenységek, mind pedig a viselkedést irányító mechanizmusok, egymásra kölcsönösen ható folyamatokként helyezhetők el (Botvinick & Cohen, 2014; Cohen és mtsai.,1990; Varga és mtsai., 2022). A zenei tevékenységek ismétlődései és kontextusváltásai (zenetanulás esetén gyakorlás, zenei tréning esetén célzott zenei gyakorlatok) eredményeként egyre kevesebb kontroll szükséges a megcélzott folyamatok kivitelezéséhez (Botvinick és mtsai., 2001). Az automatizálódás kapacitást szabadít fel egyéb kognitív kontroll műveletek számára, az egyén által a zenei közegben választott és sikeresen használt stratégiák pedig a korábban említett transzferhatás következtében a nem zenei kontextusban, más tevékenységek kivitelezésekor tovább élnek. E mellett az is elmondható, hogy a zenei tevékenységek kivitelezéséhez elengedhetetlen a kognitív kontroll rendszer folyamatos monitorozó működése, amely a hallási, és a proprioceptív visszacsatolás segítségével lehetővé teszi a korrekciót az

esetleges hiba detektálása esetén (Schlaug és mtsai., 2005; áttekintést lásd még Zatorre és mtsai., 2007). Konfliktus észlelésekor ugyanis a kognitív kontroll rendszer fokozott kontrollt fejt ki és az ingerkörnyezet feladat-releváns aspektusaira irányítja a fókuszt, így csökkentve a további konfliktust.

Az említett kognitív kontroll jelenségek közvetlenül megfigyelhetők a zenei tevékenységekben, az alábbiakban ezek szemléltetésére hozunk példákat a teljesség igénye nélkül:

1. A kontrollált folyamatok kivitelezéséhez figyelem szükséges, míg az automatikus folyamatok gyakran nem is tudatosulnak (Posner & Snyder, 1975; LaBerge & Samuels, 1974; Schneider & Shiffrin, 1977; Logan, 1979; 1988). (Példa: egy új darab megtanulása, ami fokozott figyelmet igényel, különösen a nehéz részeknél. A folyamat egyre kevesebb figyelmet igényel ahogy a darab automatizálódik).
2. A kontrollált folyamatok végrehajtása lassabb, mint az automatikus folyamatoké a kivitelezéshez szükséges extra figyelem miatt (Norman & Shallice, 1986). Példa: egy új zenei motívum megtanulásakor a hatékony gyakorlás úgy zajlik, hogy a nehezebb részeket először lelassítva, fokozott figyelemmel gyakoroltatja az oktató, majd hibátlan kivitelezés esetén folyamatosan gyorsítja fel a kívánt tempóra.
3. A kontrollált folyamatok flexibilisek, adaptívan alkalmazhatók – míg az automatikus folyamatok nehezen törölhetők, formálhatók és alakíthatók (Cohen, 2017). Példa: a megtanult darab a karmester és a zenekar tempójához és egyéb igényeihez igazítható, míg az automatizmussá vált elemeket csak a kontroll ismételt kifejtésével lehet változtatni.
4. Új kontrollált folyamatok kialakítása jellemzően gyorsabb, mint az automatikusaké - bár ez viselkedéstípusonként és egyénenként változhat (Logan, 2018). Példa: egy teljesen új dallamot megtanulni könnyebb, mint egy automatizmussá váltat átalakítani.
5. A kontrollált folyamatok fenntarthatósága rövid, épp az adott feladat elvégzéséhez kalibrált. Ezzel szemben az automatikus folyamatok többnyire hosszú ideig fenntarthatók (Eysenck & Keane, 2003; Shiffrin & Schneider, 1977). Példa: egy új pengetési rend megtanulásához fokozott figyelemre van szükség, ami rövid ideig tartható fent. Ha viszont automatizmussá vált az adott

pengetési forma, akkor korlátlan ideig, akár éneklés és egyéb tevékenységek mellett is folytatható.

6. A kontrollált folyamatok versenyeznek, interferálnak egymással és az automatikus folyamatokkal (Schneider & Shiffrin, 1977; Shiffrin & Schneider, 1977). Példa: a dobos tartja a tempót annak ellenére, hogy a zenekar lassul, vagy az énekes tartja a hangnemet annak ellenére, hogy a monitor hangfalból nem érkezik kellő hangerejű jel, a környezetből visszapattanó hangok pedig már torzultak, hamisak és nem szolgálnak jó viszonyítási alapként (disztraktor interferenciával szembeni ellenállás). Másik példa egy dallam befejezése a kottában szereplő módon – akkor is, ha előzetesen más emlékünk van róla (proaktív interferencia).
7. A kontrollált folyamatok egy központi, korlátozott kapacitású feldolgozási mechanizmusra támaszkodnak (Schneider & Shiffrin, 1977; Shiffrin & Schneider, 1977). Példa: a munkamemória kapacitása korlátozza a párhuzamosan végzett tevékenységeket, nehéz egyszerre dobolni és énekelni.
8. A hiba detektálására és a hiba utáni lassulásra példa, amikor a zongorista félreüt a billentyűzeten és elrontja a kívánt hangsor tervezett kivitelezését, majd ezt követően átmenetileg lelassul a játéka.

Amint a példákból látható, a zenei tevékenységek gazdag lehetőséget kínálnak a kognitív kontrollfunkciók gyakorlására. Ez a gondolatmenet nemcsak a bemutatott kutatás hipotéziseinek alapja, hanem meghatározza a zenei tréning módszertanát is, amelynek az ismétlés, a kontextusváltás, a korábbi és disztraktor interferáló elemek kezelési stratégiáinak játékos gyakorlása kulcsfontosságú eleme. Ebben a folyamatban Miyake egység-különbözőség elméletének megfelelően egymással szoros együttműködésben vesznek részt az ismertetett kognitív kontroll mechanizmusok (Friedman & Miyake, 2017).

A kognitív kontroll elméleti hátterének megismeréséből megtudhattuk, hogy a zenei tevékenységek kognitív kontroll folyamatokat fejlesztő hatása a munkamemória frissítés, a proaktív interferenciával szembeni ellenállás, a disztraktor hatással szembeni ellenállás és a monitorozás célzott vizsgálatával, majd komplex rendszerszintű tanulmányozásával hatékonyan igazolható (Cohen, 2017; Guo és mtsai., 2018; Pfordresher & Palmer, 2002). Az egyes kognitív kontroll komponensek műveleti sebessége és hibaszáma kihat az egész kognitív rendszer feldolgozási sebességére, és

hibaszámára, azaz a teljes rendszer hatékonyságának mutatóira (Marton és mtsai., 2017). Az egyéb befolyásoló faktorok kontrollálása mellett a professzionális zenélők és nem zenélők csoportjának összehasonlítása alkalmas lehet az említett folyamatok vizsgálatára. Mindemellett, mind a zenei gyakorlatok, mind pedig a mérőeljárások összeállításakor szem előtt kell tartanunk, hogy egyrészt célzottan az egyes komponensekre irányuljanak, másrészt komplexebb folyamatokat is tartalmazzanak, amelyek a kognitív kontroll rendszer magasabb szintű együttműködését igényli (Cepeda és mtsai., 2013; Marton és mtsai., 2017).

3. A kutatás célja és kérdései

A kognitív kontroll folyamatok minősége kiemelkedő jelentőséggel bír minden életkorban: befolyásolja a fizikai, pszichikai, és mentális egészséget és fontos szerepet játszik a tanulási folyamatokban, az iskolai előmenetelben, később a munkaerőpiaci boldogulásban (Diamond & Fiske, 2013; Meltzer, 2018) így hozzájárul a jobb életvezetéshez és életminőséghez a 21. századi kihívásoknak megfelelő személyiség kibontakozásához (Rhoades és mtsai., 2009). A téma szorosan köthető a gyógypedagógiában a fejlődés-neurológiai rendellenességekhez, többek között az autizmus spektrumzavar (de Vries és mtsai., 2015; Hogeveen és mtsai., 2017; Solomon és mtsai., 2016), a figyelemzavarok (de Zeeuw és mtsai., 2012; Jarrett és mtsai., 2016) és a nyelvfejlődési zavar viszonylatában (Marton és mtsai., 2014; Marton és mtsai., 2016; Pauls & Archibald, 2016).

Kutatómunkánk általános célja, hogy evidenciával szolgáljon a *zenei tevékenységek kognitív kontrollt fejlesztő hatásá*ról a témát övező tudományterületek számára. A szakirodalom tanulmányozása során talált hiányterületek specifikusabb célok kijelölését indukálták, így a kognitív kontroll mechanizmusai közül a *munkamemóriafrissítés, a monitorozás, valamint a proaktív és disztraktor interferenciával szembeni ellenállás* került vizsgálódásunk fókuszába. A témában eddig folytatott kutatások többnyire vagy külön-külön célozták meg az említett mechanizmusok valamelyikének izolált vizsgálatát, vagy pedig olyan komplex feladattípusokat alkalmaztak, amelyek a kognitív kontroll rendszer egészének, vagy bizonyos nagyobb egységének az együttes hatékonyságát mérik, így nem adnak értelmezhető képet az egyes kognitív kontroll mechanizmusok működéséről (ami további korlátokat szül, például nem látható az egyéni kognitív kontroll mechanizmus-struktúra, így az erősségek és fejlesztendő funkciók sem). A kutatásban Miyake és Friedman (2012) elméleti bevezetőben említett „Egység / különbözőség” elméleti keretét követve arra törekedtünk, hogy több kognitív kontroll folyamatot vizsgáljunk, de mindegyikre célzott vizsgáló eljárást alkalmazva mechanizmus-specifikus eredményeket kapjunk, amelyekből rendszerszintű következtetések is levonhatók.

A zenei tevékenységek között a kutatásban megkülönböztetésre került a *tartós zenetanulás hatása* az általunk kifejlesztett *rövid, intenzív zenei tréning hatásától*. Fő cél az utóbbi vizsgálata volt, de a szakirodalom tanulmányozása alapján méltán merült fel a kérdés, hogy a hosszú ideje intenzíven zenélő fiatalok kognitív kontroll funkciói

valóban fejlettebbek-e, illetve, ha így van, akkor milyen mértékben fejleszthetők tovább egy célzott, kognitív kontroll fókuszú módszertannal, ami más szemléletben, más gyakorlatokra épít, mint az eddigi zenetanulmányaik és gyakorlási rutinjuk.

Az elméleti vonatkozásokon túl nagy hiányt pótol és kiemelt törekvésként volt jelen a kutatásban az evidencia alapú gyakorlat gazdagítása is. Célunk egy tudatosan felépített, intenzív *zenei tréning módszertanának kidolgozása*, amely újszerű, hatékony, költségkímélő és széles körben alkalmazható eszközrendszert kínálhat a kognitív kontroll fejlesztésére (Guo és mtsai., 2018; Siepsiak & Krejtz, 2016; Thaut és mtsai., 2009; Thaut, 2010). A zenei tevékenység ebben a folyamatban nem cél, hanem eszköz, valamint tér és keret is, hiszen biztonságos és motiváló közeget biztosít (Sachs és mtsai., 2018). Az értekezésben bemutatott kutatás jellegzetessége tehát, hogy nem a zenepedagógia vagy a zenével történő nevelés kontextusában vizsgálódik: szemlélete, keretei és célja a *zeneterápia* koncepciójába illeszkedik leginkább (Varga, 2019). A zenei tréning módszertanát terjedelmi korlátok miatt csak érintőlegesen áll módunkban a disszertációban bemutatni.

Kutatási és diagnosztikai hozadéka is lehet a jövőben annak a további részcélunknak, hogy *nonverbális ingereken alapuló auditív mérőeszközökkel* gazdagítsuk a kognitív kontroll mérőeljárásait. Ez utóbbiak ugyanis többnyire vizuális ingerekkel manipulálnak, vagy auditív jellegük ellenére valamilyen formában a verbalitáshoz kapcsolódtak (például beszédhangok, vagy ismert fogalmakhoz, pl. állatokhoz könnyen köthető hangok a stimulusok) (Angel és mtsai., 2015; Gonçalves & Mansur, 2009; Monk és mtsai., 2011). Kifejlesztettük a munkamemória frissítés mérésére széles körben alkalmazott N-back feladatok hangszín és hangmagasság ingereken alapuló verzióját, amelyhez a Cognition and Language Laboratory, Graduate Center, CUNY laboratóriumban kidolgozott N-back, illetve proaktív és retoaktív interferenciával módosított N-back feladatokat vettük alapul (Wadhera és mtsai., 2018). A feladat a bemutatott kutatásban a kognitív kontroll rendszer modalitásfüggetlen és modalitásfüggő tulajdonságainak részletesebb feltérképezése céljából került beépítésre.

Szintén cél, hogy vizsgáljuk a *fiatal felnőttek* kognitív kontroll funkciónak fejleszthetőségét: a kutatás választott célcsoportja a 18-21 éves korosztály. A célcsoport életkorának meghatározását három elgondolásra alapozzuk:

- A szakirodalom szerint az agyi plaszticitás életkortól független, tehát a zene transzferhatása nem csak a gyakran vizsgált óvodás és kisiskolás populációban érhető tetten (Jancke, 2016; Reuter-Lorenz, 2002).

- A módszertan meghatározó eleme, hogy a napi szinten gyakorló, több, mint tíz éve aktívan zenélő egyének kognitív kontroll funkcióit és azok további fejleszthetőségét hasonlítjuk össze korábban nem zenélőkével – erre a vizsgálatra pedig csak megfelelő időtartamú és intenzitású aktív zenéléssel eltöltött idő után, azaz fiatal felnőttkorban van mód (Herholz & Zatorre, 2012; Warren, 2008).
- Az elméleti bevezetőben említett módon az egyes kognitív kontroll mechanizmusok az egyedfejlődés során különböző fejlődési utat járnak be és fiatal felnőtt korra teljesednek ki (Anderson és mtsai., 2008; Gustavson és mtsai., 2017).

Összegezve, a *kutatás célkitűzései* a következők:

1. A zenei tevékenységek kognitív kontrollt fejlesztő hatásának vizsgálata:
   - tartós zenetanulás esetében,
   - intenzív zenei tréning hatására,
   - a munkamemóriafrissítés, a monitorozás, valamint a proaktív és disztraktor interferenciával szembeni ellenállás folyamatokat külön-külön fókuszba helyezve, majd komplex rendszerként is vizsgálva.
2. A kognitív kontroll fejleszthetőségének vizsgálata fiatal felnőttek esetében.
3. A kognitív kontrollt célzottan, intenzíven fejlesztő zenei tréning módszertanának kidolgozása és tesztelése.

A célkitűzéseink eléréséhez vezető *kutatási kérdések*:

1. Van-e különbség a hosszú ideje tartósan, intenzíven zenélő (mostantól: „zenélő”) és a zeneoktatásban nem részesült (mostantól „nem zenélő) fiatal felnőttek kognitív kontroll működése között?
   - Ha igen, akkor ez specifikusan mely kognitív kontroll folyamatok esetében és milyen mértékben figyelhető meg?
   - Ha igen, akkor ez modalitásáltalános vagy modalitásspecifikus jellegű?
   - Ha igen, akkor milyen korábbi zenei tevékenységek mely karakterisztikái befolyásolják ezt? (Pl.: aktív zenélés kezdete az életút során, gyakorlással eltöltött órák száma, gyakorláshoz használt csatornák, hangszerük jellege, hány hangszeren játszik, egyéni vagy csoportos zenélési forma, zenei irányzat stb. – a szocioökönómiai és egyéb befolyásoló faktorok kizárása vagy kontroll alatt tartása mellett.)

2. Fejleszthetők-e a kognitív kontroll folyamatok rövid, célzott zenei tréninggel?
    - Ha igen, akkor mely kognitív kontroll mechanizmusok fejleszthetők leginkább a munkamemóriafrissítés, a monitorozás, valamint a proaktív és disztraktor interferenciával szembeni ellenállás közül?
    - Ha igen, akkor modalitásáltalános vagy modalitásspecifikus jellegű változások detektálhatók?
    - Ha igen, akkor van-e hosszú távú hatása a fejlesztésnek?
    - Befolyásolja-e az eredményeket a korábbi zenetanulás? (Például van-e plafonhatása a fejleszthetőségnek a régóta zenélő fiatalok esetében?)

Kutatási kérdéseinket egy *empirikus kísérlet* segítségével tartottuk a legcélravezetőbbnek megválaszolni, amely fiatal felnőttek két csoportját vizsgálta:

1. Tartós zenei tanulmányokat folytató, rendszeresen zenélő fiatalok
    - mostantól: „*zenélő*” csoport.
2. Zeneoktatásban nem részesült fiatalok
    - mostantól: „*nem zenélő*” csoport.

Mindkét csoport kognitív kontrollt fejlesztő zenei tréningben vett részt, és bizonyos kiválasztott kognitív mechanizmusaik három alkalommal kerültek mérésre (bemeneti mintavétel, kimeneti mintavétel, hosszútávú hatást mérő mintavétel). Az elkövetkezendőkben ismertetjük a hipotéziseket, majd áttérünk a módszertan taglalására.

4. Hipotézisek

A szakirodalom tanulmányozása alapján a vizsgálati manipulációkkal kapcsolatosan a következő feltételezéseink voltak:

4.1. Zenei előtörténet hatása hipotézis

A konfliktus monitorozási elméletre alapozva (Botvinick és mtsai., 2001) *feltételezhető, hogy a régóta zenélő egyének gyorsabb adaptációra képesek, így kognitív kontroll funkcióik a bemeneti feladatok során szignifikánsan jobbak a nem zenélőknél, a mért kognitív kontroll értékek pedig korrelálnak a heti gyakorlási órák számával és a zenetanulással eltöltött évek számával, valamint függnek a zenetanulás kezdetekor betöltött életkortól.* E feltételezésünket az eddigi szakirodalmi eredményekre alapozzuk, amelyek jobb kognitív kontroll teljesítményről tanúskodnak a tartós zenetanulásban részesülő populáció esetében, ami a zenéléssel töltött évek számával korrelál (Chaffin, 2007; De Dreu és mtsai., 2012; Holochwost és mtsai., 2017; Jaschke és mtsai., 2018; Moradzadeh és mtsai., 2015; Pallesen és mtsai., 2010), különösen, ha a zenetanulás szenzitív időszaka előtt kezdődtek meg a zenei tanulmányok (Herholz és mtsai., 2012; Schlaug és mtsai., 1995). Az elméleti bevezetőben levont következtetéseinknek megfelelően nehéz az egyes kognitív funkciókra bontott feltételezéseket megfogalmazni. Tekintettel arra, hogy a szakirodalom ezidáig többnyire eklektikus elmélethasználattal vizsgálódott, egyedül a munkamemóriafrissítést emelnénk ki a hipotézisként, hogy feltételezhetően magasabb szintű a zenélők esetében (Nutley és mtsai., 2014; Roden és mtsai., 2014; Slevc és mtsai., 2016; Zuk és mtsai., 2018). A többi funkció esetében – bár egyértelműen magasabb szintű kognitív működésről számol be a szakirodalom – az eredmények a kognitív kontroll mechanizmusok helyett olyan fogalmak mentén születtek, mint tervezés, gátlás (de a fogalmat nem tisztázva), stratégiahasználat, figyelem stb., tehát eredményeik várakozásainkkal nehezen összevethetőek.

4.2. Fejleszthetőségi hipotézis

Feltételezzük, hogy egy célzott, intenzív zenei tréninggel mind a zenélő, mind a nem zenélő fiatalok kognitív kontroll funkciói rövid távon kimutathatóan fejleszthetők, amire a bemeneti és a kimeneti mérés szignifikáns eltérése utalhat. Állításunkat arra alapozzuk, hogy a szakirodalomban találunk példákat a kognitív kontrollt fejlesztő rövid, de célzott zenei tréningek hatékonyságára (Bugos & D. DeMarie, 2017; Janus és mtsai., 2016; Moreno és mtsai., 2011). Tekintettel a nem zenélők feltehetően alacsonyabb mért bemeneti kognitív kontroll értékekre, és arra, hogy a zenés gyakorlatok új stimulusokat jelentenek a nem zenélő fiatalok kognitív kontroll rendszere számára, feltételezhető, hogy kognitív kontroll funkcióik intenzívebben fejlődnek, mint a zenélőké. Erre utal a szakirodalomban az a felismerés is, hogy a gyengébb kognitív kontroll funkciójú egyének többet profitálnak az intenzív kognitív kontroll fejlesztésből fejlettebb kognitív kontrollal rendelkező társaiknál (Diamond & Ling, 2016).

4.3. Fejlődési mintázat hipotézis

Feltételezzük, hogy az egyes kognitív folyamatok különböző mértékben fejlődnek a zenei tréning hatására. Ezt a várakozásunkat főként a zenei tréning módszertanára alapozzuk: a különböző gyakorlatok különböző kognitív komponensek fejlesztését célozzák meg. Emellett a kognitív kontroll rendszer összetettségéből adódóan (Friedman & Miyake, 2017) az egyes gyakorlatok – bármennyire specifikusak is – nem csak a megcélzott kognitív komponenst, hanem a többi kognitív működést is fejlesztik. Minél komplexebb egy feladat, annál több kognitív kontroll működést igényel (Cepeda és mtsai., 2013; Marton és mtsai., 2017), de még az egyszerűbb gyakorlatokra is igaz, hogy egy komponens fejlődése magával vonja a többiét is. Szintén befolyásoló tényező, hogy a kísérleti alanyok az egyes feladatokra feltehetően eltérő mértékben fogékonyak. Ez részben köszönhető a résztvevők egyéni adottságainak (Birren & Fisher, 1995; Mendelson & Ricketts, 2001), részben pedig az egyéni eltéréseknek abban, hogy a kognitív kontroll rendszeren belül kinek melyik kognitív kontroll funkciója fejlettebb, illetve gyengébb (Friedman & Miyake, 2017; Friedman és mtsai., 2008). Kihat az eredményekre továbbá az eltérő stratégiahasználat, illetve a gyakorlottság foka és a kontextus ismerőssége (Botvinick és mtsai., 2001), valamint nem szabad figyelmen hagynunk a motiváltságot sem, ami elengedhetetlen a fejlődéshez. A felsorolt befolyásoló hatások külön-külön és egymással kölcsönhatásban is jelentkeznek, differenciált fejlődést eredményezve.

4.4. Modalitásfüggő fejlődés hipotézis

A modalitások tekintetében feltételeztük, hogy a zenei tréning hatására mindkét csoport auditív eszközökkel mért kognitív funkciói jobban fejlődnek, mint a vizuális feladatokkal mértek, de a nem auditív eszközökkel mért kognitív kontroll teljesítmény is szignifikánsan fejlődik, csak az előbbinél kisebb arányban (modalitásközi hatás).

Azért vártunk az auditív feladatok eredményeiben nagyobb fejlődést, mert a zenei módszertan is erre a csatornára épült, illetve mert feltételeztük, hogy a bemeneti feladatok során ebben a feladattípusban teljesítenek kevésbé jól a vizsgálati személyek, ami nagyobb fejlődési potenciált sejtetett. Az auditív feladatokhoz, különösképpen az absztrakt (tehát nem betűkhöz, szavakhoz vagy ismert dalhoz köthető) zenei hanggal történő manipulációhoz ugyanis kevésbé vagyunk hozzászokva, ami befolyásolhatja a performanciát ezekben a feladattípusokban. Feltételeztük, hogy befolyásolja majd az eredményeket a résztvevők zenei tréning hatására történő hallási figyelem fejlődése és a hallott információkkal történő manipuláció munkamódjához való viszonyuk magabiztosabbá válása.

Az eredmények elemzésekor fontos a résztvevők esetleges percepciós fejlődésének figyelembevétele, hiszen a kutatás nem erre, hanem a magasabb szintű kognitív folyamatokra irányult.

4.5. Hosszútávú hatás hipotézis

Feltételezzük, hogy a zenei tréning hosszútávú hatása a csoporttagok kognitív kontroll funkcióira mindkét csoport esetében szignifikáns.

Ezt a feltételezésünket arra alapoztuk, hogy a szakirodalom szerint a rövid távú, intenzív zenei fejlesztés hatására megváltozott agyszerkezet tartósan fennmaradó funkcionális változásokat eredményez (Herholz & Zatorre, 2012), és a zenei tevékenység során szerzett nonverbális tapasztalások transzferhatása hosszabb távon is megmarad (Urbánné, 2001). A témában kevés az eddigi szakirodalom, a hosszútávú hatásvizsgálat a legtöbb kutatási módszertanból kimaradt (Janus et al., 2016; Moreno és mtsai., 2011), ezért a kimeneti mintavételt 6 héttel követő hosszútávú hatásvizsgálattal hiányt pótlunk.

5. Kutatási módszer

5.1. Vizsgálati személyek

A vizsgálati személyek az ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Karának és a Magyar Zeneművészek és Táncművészek Szakszervezete által üzemeltetett Kőbányai Zenei Stúdió Művészeti Szakképző Iskolájának hallgatói közül kerültek ki. Életkoruk: 18-21 év. A jelentkezőkből szűrést és illesztést követően egy tartós zenei tanulmányokat folytató, rendszeresen zenélő fiatalokból álló csoportot (mostantól: „zenélő" csoport), és egy zeneoktatásban sohasem részesült fiatal felnőttekből álló csoportot (mostantól: „nem zenélő" csoport) hoztunk létre. Az illesztés a csoportátlagok szintjén történt, a következő szempontok alapján: 1.) életkor (maximum 6 hónappal térhettek el), 2.) nem (a csoportok 62% és 66% arányban tartalmaztak nőket) 3.) szocioökonómiai háttér (a szülők iskolai végzettsége alapján). A kutatás 22-22 fővel indult, majd a kezdeti lemorzsolódás következtében a zenélő csoportban 18 fő, a nem zenélő csoportban 21 fő maradt a vizsgálat végére.

2. táblázat. A vizsgálati személyek demográfiai jellemzői

Demográfiai kategóriák	*Nem zenélők*	*Zenélők*
Elemszám	21	18
Átlagos életkor	21,3	21,2
Életkor szórása	1,39	,81
Nők %-os aránya	66%	62%
Min. 1 idegen nyelvet középfokon beszélők aránya	77%	86%
Rendszeresen sportolók aránya (min. heti 2 óra)	45%	64%
Balkezesek aránya	5%	18%

A zenélők csoportja átlagosan hetente 38,6 órát töltött gyakorlással (SD = 4,9). A gyakorlással töltött órák száma szintén nem túl magas szórást mutatott; 3 válaszadó kivételével mindenki legalább heti 35 órát gyakorolt (ld.: 3. táblázat). Minden zenélő résztvevő 6 és 7 éves kora között kezdte el a zenetanulást, ezért a zenetanulással töltött évek száma rendkívül alacsony szórást mutatott. A zenélők által korábban és a kutatás idejében tanult hangszerek táblázata az 1.13. számú mellékletben látható.

3. táblázat. A zenélő résztvevők múltbeli zenei tevékenysége

	Átlag	Szórás
Heti gyakorlással töltött órák száma	38,6	4,9
Zenetanulással töltött évek száma	15,0	1,3
Zenetanulás kezdetekor betöltött életkor	6,3	0,5

5.2. A kiválasztás módja

A kutatásban való részvételi lehetőségre hirdetések hívták fel a figyelmet, amelyek a két intézményben plakátokon, intézményi hírlevelekben, valamint a célcsoport kedvelt csatornáin: Facebookon és Instagramon jelentek meg. A nem zenélő csoporttagok toborzásakor minden felületen kiemelésre került, hogy hangszertudás és zenei előélet nem szükséges, sőt kizáró ok a zenei tréningen való részvételhez. A zenélőknek szánt plakátokon ez értelemszerűen nem szerepelt. (A plakát mintája a 1.8. számú mellékletben tekinthető meg.) A kutatás a Zene Tere nevet kapta, saját logóval, szlogennel, arculattal. A hirdetés a kutatás facebook oldalára és weblapjára (www.zenetere.hu) navigálta az érdeklődőket, ahol részletes tájékoztatást kaptak a kutatás célkitűzéseiről és kereteiről, a kutatást megelőző demonstrációs alkalmakról, tájékoztató beszélgetésekről és a részvételi kritériumokról. (A weblap grafikai terve és menüsora az 1.9. számú mellékletben található meg.)

A jelentkezés és a kiválasztás, valamint a teljes kutatás lefolytatása - beleértve a zenei tréning módszertanát és a résztvevők kutatásból történő esetleges időelőtti kilépését is - az ELTE Etikai Kódexével, az ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Karának Kutatásetikai Elveivel, valamint a Magyar Zeneterápiás Egyesület Etikai Kódexével és Szakmai Protokolljával összhangban került kidolgozásra és előzetes engedélyezésre. A résztvevők önként vettek részt a folyamat minden egyes elemében és szabadon, indoklás nélkül bármikor úgy dönthettek, hogy egy gyakorlatból, tesztből vagy a teljes kutatásból kimaradnak.

5.2.1. A jelentkezők szűrése

A vizsgálati mintába kerülés feltétele a hallásvizsgálati szűrésen való megfelelés, amit az ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Karának audiológiáján került lebonyolításra. A résztvevők hallásának mérése a tréningen és a vizsgálatban felhasznált hangszerek és az emberi beszéd, valamint énekhang frekvenciáira történt. A

bekerülési kritérium: 20 dB, vagy annál jobb mindkét fülben a beszédfrekvenciákon (0,5-1-2 kHz), legfeljebb 30 dB 3 kHz-en, és legfeljebb 40 dB 4 kHz-en. (A pontos eredmények érdekében az esetlegesen átmenetileg felső légúti, vagy hallórendszeri megbetegedésben szenvedők ismételt hallásvizsgálati időpontot kaptak.)

5.2.2. A mintába kerülés egyéb kritériumai

1. Mindkét csoport esetében:
   - Ne végezzen intenzív kognitív kontrollt fejlesztő egyéb tevékenységet a vizsgálat időtartama alatt: aerobic, számítógépes játékok, tradicionális harcművészet, jóga. A szakirodalom alapján ugyanis ezek a tevékenységek fejleszthetik a kognitív kontrollt (Anguera és mtsai., 2013; Best, 2010; Buelow és mtsai., 2015; Diamond, 2012; Diamond & Ling, 2016; Gothe és mtsai., 2016; Hwang és mtsai., 2017; Westfall és mtsai., 2018).
   - Ne legyen kétnyelvű. A szakirodalom szerint a kétnyelvűségnek pozitív hatása van a kognitív kontroll funkciókra (Marton, 2016). Szintén felmértük a résztvevők idegen nyelvi tudását, hogy amennyiben azt az adatok megkívánják, kovariánsként figyelembe vegyük.
2. Nem zenélő csoport esetében:
   - Semmilyen hangszertanulási múlttal ne rendelkezzen,
   - A szülők és családtagok között ne legyen zenetanár vagy zenélő, ugyanis ez az átlagosnál több zenével való találkozást predesztinál (Corrigall & Schellenberg, 2015).
3. Zenélő csoport esetében:
   - Legalább 6 év aktív hangszertanulás, legalább egy hangszeren (csak ének nem elég), legalább heti 6 óra gyakorlással.

A felsorolt tényezőket egy kérdőív segítségével mértük fel a mintába kerülés előtt. Ebbe a kutatás első hipotézisének megválaszolása érdekében bekerült egy a zenélő csoport eddigi zenei tanulmányait és gyakorlási szokásait feltérképező kérdéscsomag is (ld.:1.14. számú melléklet). A kiválasztott vizsgálati személyek tájékoztatást kaptak a vizsgálatok menetéről, kereteiről (idő, időtartam, helyszín, gyakoriság stb.), illetve az egyéb felmerülő kérdésekről, mindezt a kutatás honlapján és egyéb platformjain is nyilvánosságra került, a zenei tréning munkamódjának megtapasztalására pedig demonstrációs alkalmak biztosítottak lehetőséget. (A szóbeli és írásbeli tájékoztató

szövege, valamint a résztvevők által aláírt Belegyező Nyilatkozat mintája az 1.10. illetve az 1.4-5. számú mellékletekben található.)

5. 3. Vizsgálati eszközök és módszerek

A vizsgálati eszközöket két fő csoportra oszthatjuk: 1.) előtesztek 2.) kognitív kontroll funkciókat mérő feladatok. A disszertáció további részében ennek a felosztásnak a mentén haladunk.

5.3.1. Előtesztek

Az előtesztek arra szolgáltak, hogy a kognitív kontroll funkciók vizsgálatakor kapott eredmények értékelésekor mind a trénig hatására történő fejlődés tekintetében, mind pedig a csoportok összehasonlításakor el tudjuk különíteni a vizsgált magasabb rendű kognitív kontroll mechanizmusokat az alacsonyabb rendű folyamatoktól.

5.3.1.1. A zenei percepció mérése

A percepció vizsgálatára a kutatásban elsődlegesen azért került sor, hogy az eredmények elemzésekor ki tudjuk szűrni és szükség szerint figyelembe tudjuk venni a résztvevők esetleges percepciós fejlődését. A tréning és a kutatás ugyanis nem erre, hanem a magasabb szintű kognitív folyamatok fejlesztésére irányult. A percepciós feladatok egyben arról is információval szolgáltak, hogy a résztvevők alkalmasak-e az általunk használt zenei gyakorlatok és auditív mérőeszközök használatára. Ennek megfelelően az alkalmazott percepciós feladatok két fontos funkciója a kutatásban:

1.) A résztvevők percepciós készségének előzetes szűrése: 10% alatti hibaarány a mintába kerülés kritériuma.

2.) A percepciós készségek folyamatos tesztelése a kísérlet során, hogy az esetleges fejlődés kovariánsként figyelembe vehető legyen a kognitív kontroll funkciók fejlődését vizsgáló eljárásainkban.

A zenei percepció mérésére a Kwalwasser-Dykema standardizált teszt percepciós modulját használtuk, amely 10-22 éves korosztály számára alkalmazható és praktikusan csoportosan is felvehető (Kwalwasser, 1953). A tesztfelvételre az ELTE-BGGYK épületében található csendes, zárt helyiségben kerül sor. Mindhárom alkalommal (elő-, utó-, és hosszútávú hatást mérő mintavétel), a feladat 10 altesztjéből 7 altesztet végeztettünk el, melyek mindegyike három-három és fél percet vett igénybe, tehát a csoportos tesztfelvétel magyarázattal együtt 45 perc alatt lezajlott. A zenélő és

nem zenélő csoportok számára külön mintavételi alkalmakat szerveztünk, amelyek során ügyeltünk arra, hogy a kognitív kontroll komponenseket vizsgáló egyéni feladatok egyikével se legyenek egy napon (megterhelte volna a vizsgálati személyeket, ami módosíthatta volna az eredményt).

A felvett adatokból számunkra a hangszín és a hangmagasság megkülönböztetés a vizsgáló eljárásainkban alkalmazott ingerek megkülönböztetési képessége szempontjából volt fontos, ezért ezeket kiemelten vizsgáltuk. A többi alteszt főként az első mintavételkor szolgált információval arról, hogy a résztvevők számára a zenei tréning módszertanában használt zenei elemek jól differenciálhatók-e. (A percepciós feladatok instrukcióit és feladatait az 1.15. számú melléklet tartalmazza.)

4. táblázat. A Kwalwasser-Dykema Feladat percepciós moduljából használt feladattípusok

Sorszám	Percepciós alteszt típusa
1	Dallamemlékezés
2	Hangszín megkülönböztetés*
3	Hangerő megkülönböztetés
4	Hangsor befejezés
5	Hanghosszúság megkülönböztetés
6	Ritmus megkülönböztetés
7	Hangmagasság megkülönböztetés*

Megjegyzés: A kutatási elemzésbe bevont feladattípusokat csillaggal jelöltük.

5.3.1.2. A figyelem mérése

A szakirodalom számos modellt kínál a figyelem taxonómiájára, de az általánosságban elmondható, hogy *az összes kognitív művelet feltétele a vigilancia, azaz figyelem fenntartásának megfelelő működése*, amelyek hiányában nem valósulhat meg az ingerek kódolása (Shaw és mtsai., 2010). Ez a kutatásra vetítve azt jelentette, hogy az általunk vizsgált célfenntartáshoz kapcsolódó műveletek feltételezték a reprezentációk aktivációjának és ennek fenntartásának általános képességét (Burgoyne & Engle, 2020; Engle & Kane, 2004; Verguts, 2017). Ennek megfelelően mindhárom vizsgálati mintavételkor (bemeneti-, kimeneti- és hosszútávú hatást mérő mintavétel) meg kellett bizonyosodni a résztvevők alkalmasságáról a specifikus figyelmet igénylő folyamatok végrehajtására.

A figyelmi feladatcsomagban (FF) három feladattípus került alkalmazásra (lásd.: 5. táblázat): A) vigilanciát és kitartó figyelmet mérő feladat (ez előtesztként funkcionált

a vizsgálati személyek éberségének szűrésére), B) a figyelem összpontosítására és a zavaró elemekkel szembeni ellenállásra fókuszáló feladat (ezt a feladattípust a disztraktor interferencia mérésére használtuk és a későbbiekben, a kognitív kontroll funkciókat mérő feladatcsomag részeként mutatjuk be), C) a kitartó figyelem és az egyszerű válaszgátlás mérését szolgálta (ez utalás jelleggel szerepel a disszertációban, elemzésétől disszertációnkban terjedelmi okokból eltekintünk).

5. táblázat. A figyelmi feladatok típusai és vizsgált funkciói

	Feladattípus / ingermanipulációk	Vizsgált figyelmi funkció	Funkciója a kutatásban	Helye az értekezésben
FF-A	Vigilancia feladat / célinger	Figyelmi kontroll: éberség, figyelem fenntartása	szűrés	előteszt
FF-B	Disztraktor feladat / célinger és új zavaró inger	Figyelmi kontroll: figyelem orientációja, figyelem fókuszálása, disztraktor interferenciával szembeni ellenállás, figyelem fenntartása.	kognitív kontroll funkció mérése	kognitív kontroll feladatcsomag részeként
FF-C	Válaszgátlás feladat / célinger és új zavaró inger	Figyelmi kontroll: szelektív figyelem, válaszgátlás	kognitív kontroll funkció mérése	nem kerül részletezésre

Bár a feladatcsomag az összetettebb figyelmi kontrollt mérő FF-B és FF-C mutatói is érdekes információkkal szolgáltak a figyelem vonatkozásában, jelen disszertáció keretein belül mi csak az első, FF-A feladattípus eredményeit tekintettük szűrő jellegűnek. Ennek fő oka, hogy a szakirodalom modern szemlélete nyitva hagyja a kérdést, hogy a figyelem különböző típusai pontosan milyen kapcsolatban állnak a kognitív kontrollal és munkánk fókuszát nem ennek lemodellezése képezte (Burgoyne & Engle, 2020; Draheim és mtsai., 2021). Mivel az FF-A feladattípus kizárólag célingereket tartalmazott, megfelelt annak a törekvésünknek, hogy felmérjük a feladatalanyok általános figyelmi állapotát és kiszűrjük a magasabb szintű kognitív kontroll műveletekre való esetleges alkalmatlanságot, illetve a mutató változásának függvényében mérlegeljük a kovariánsként történő figyelembevételt.

Az FF-A feladat esetében a vizsgálati személynek a billentyűzet nyomógombjai segítségével kellett válaszolni a képernyőn megjelenő ingerekre. Amint a képernyő valamelyik oldalán megjelent egy zöld kör (célinger), a helyes válasz annak a billentyűnek a lenyomását jelentette, amelyik megegyezett a célinger képernyőn levő pozíciójával (képernyő bal oldala - bal oldali billentyű, képernyő jobb - jobb oldali billentyű). A vizsgálati személyenek minden ingerre reagálni kellett és az instrukcióban

hangsúlyosan szerepelt az is, hogy ezt a lehető leggyorsabban tegye meg. (A feladatok instrukcióit az 1.12. számú melléklet tartalmazza.)

5.3.1. A kognitív kontroll funkciókat vizsgáló feladatok

A kognitív kontroll funkciók vizsgálatára használt feladatok összeállításakor szempont volt, hogy a célkitűzéseknél említett módon célzottan egy-egy kognitív kontroll funkciót vizsgáló eljárásokat is alkalmazzunk. A mérési eljárások megtervezésekor egy széleskörű információfeldolgozási folyamatokat mérő feladatcsomag kiválasztott feladattípusait vettük alapul (Marton et al., 2014; Wadhera et al., 2018), amelyek E-Prime szoftver által lejátszható N-back feladatokat, valamint egyéb, különböző konfliktus paradigmákra épülő feladatokat tartalmaztak (mostantól Szöllősi nyomán KFP=Komplex Felidézési Paradigma feladatok) (Szöllősi, 2021). Ezeket a mérőeljárásokat a Cognition and Language Laboratory, the Graduate Center of the City University of New York kutatócsoportja dolgozta ki (Marton és mtsai., 2016). Az említett feladatcsomagok alapján fejlesztettük ki a Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Karon az N-back feladatok hangszín és hangmagasság ingereken alapuló verzióját (Varga és mtsai., 2022). A következő ábrán látható a teljes kognitív kontroll feladatcsomag a vizsgált kognitív kontroll funkciók szerint csoportosítva (4. ábra):

1. Disztraktor hatásokkal szembeni ellenállást mérő feladatok:
» figyelmi feladatok (FF) disztraktor interferenciát mérő „B” feladattípusa: FF-B
» zenei hangok kiszűrése háttérzajból.
-> Mért adatok: reakcióidő és hibaszám.
2. Proaktív interferenciával szembeni ellenállást mérő feladatok:
» KFP baseline feladatok,
» KFP Cue feladatok
» verbális kategorizációs feladatok VK-0, VK-P,
-> Mért adatok: reakcióidő és hibaszám.
3. Munkamemória frissítést mérő feladatok:
» verbális N-back feladat: betűemlékezet
» absztrakt figurális N-back feladat,
» zenei hangokkal végzett N-back feladat.
-> Mért adatok: reakcióidő és hibaszám.
4. Monitorozás mérése:
» kiválasztott feladattípusok (nincs külön feladat)
-> Hibázás előtti és utáni reakcióidő különbsége

4. ábra. A kutatás során használt kognitív kontroll feladatok és az általuk mért funkciók

A disszertáció terjedelmi korlátai miatt a fentiekből a következő kiválasztott feladattípusokon keresztül szemléltetjük a kognitív funkciók alakulását:

6. táblázat. Az egyes kognitív funkciók mérésére használt, disszertációban bemutatásra kerülő mérőeszközök és rövidítéseik

kognitív kontroll funkció	mérésre használt eszköz	rövidítés
disztraktor hatással szembeni ellenállás	figyelmi kontroll /disztraktor feladatok	FF-B
proaktív interferenciával szembeni ellenállás	irányított felejtéses feladatok (KFP	KFP-B
	Baseline és KFP Cue feladat)	KFP-Cue
	verbális kategorizációs feladatok	VK-0; VK-P
munkamemória frissítés	N-back feladatok	N-back
monitorozás	hiba utáni lassulás (N-back	*(nincs feladat)*
	feladatoknál vizsgáltuk)	

5.3.2.1. Disztraktor interferenciával szembeni ellenállást mérő feladatok

Az előtesztek között bemutatott figyelmi feladatcsomag figyelmi kontrollt vizsgáló altípusai közül a figyelem összpontosítására és a zavaró elemekkel szembeni ellenállásra fókuszáló FF-B altípust elsődlegesen a vizsgálati személyek disztraktor interferenciával szembeni ellenállásának nyomonkövetésére használtuk.

A feladat során a vizsgálati személynek a billentyűzet nyomógombjai segítségével kellett válaszolni a képernyőn megjelenő ingerekre. Amint a képernyő valamelyik oldalán megjelent egy zöld kör (célinger), a helyes válasz annak a billentyűnek a lenyomását jelentette, amelyik megegyezett a célinger képernyőn levő pozíciójával (képernyő bal oldala - bal oldali billentyű, képernyő jobb - jobb oldali billentyű). A disztraktor hatást az eredményezte, amikor megjelent a célingerrel egyidejűleg egy kék kör is (új zavaró inger), amelyet a vizsgálati személyek figyelmen kívül kellett hagyni és csak a célingernek megfelelően kellett reagálni. A vizsgálati személynek minden próba során reagálni kellett és az instrukcióban hangsúlyosan szerepelt az is, hogy ezt a lehető leggyorsabban tegye meg. (A feladatok instrukcióit az 1.12. számú melléklet tartalmazza.)

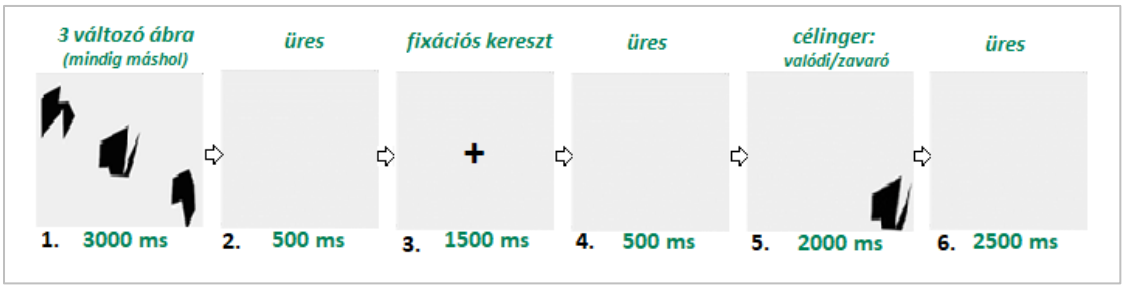
A feladatcsomag FF-C altípusára csak összehasonlító jelleggel utalunk a disszertációban. Ennek során a képernyő egyik oldalán vagy egy kék, vagy egy zöld kör jelent meg. Ha a zöld kör jelent meg, akkor a megjelenés oldalával megegyező fekete gombot kellett megnyomni, míg a kék kör megjelenése esetén vissza kellett tartani az

automatikus választ és a középső piros gombot kellett. Mivel a zavaró inger megjelenésekor a feladatalanynak el kellett nyomnia a célingerre adandó motoros választ, a kognitív kontroll folyamat összetettsége tovább nőtt, a válaszgátlás mechanizmusa is aktivizálódott.

5.3.2.2. Irányított felejtéses feladatok absztrakt figurákkal: KFP feladatok

A KFP (Komplex Felidézési Paradigma) feladatsorából kiválasztott irányított felejtéses feladatok számos kognitív kontroll funkció mérésére alkalmas, komplex mérőeszközök. A vizsgálati manipulációk segítségével mérhető többek között a rövidtávú munkamemória tárolási funkciója, az elemek összehasonlítása az ismerősség alapján, az oda nem illő elem szelekciója, a konfliktusfeloldás, és a proaktív interferenciával szembeni ellenállás. Mi az utóbbi szemléltetésére használjuk disszertációnkban. A feladatok két fajtája a KFP Baseline és a KFP Cue feladat, mindkettő 21 db absztrakt figurális ingerre épül, amelyek hasonlatosak az Atteneave (1957) formákhoz: úgy lettek megtervezve, hogy a vizsgálati személyek a lehető legkevesebb emléket, asszociációt társítsanak hozzájuk (ami befolyásolná a stratégiát).

A KFP Baseline feladat esetében a vizsgálati személyek először egy 3x3 cellás szerkezetben láttak a monitoron egyszerre három, minden esetben más elrendezésű absztrakt képet. A megjelenési idő 3000 ms-ig tartott. Ezt egy fixációs kereszt követte, majd egy darab absztrakt kép jelent meg a képernyő közepén. A vizsgálati személyeknek el kellett dönteniük, hogy az újonnan felmutatott figura szerepelt-e a megelőző három között (valódi célinger és a zöld gombot kell nyomni) vagy sem (új, zavaró inger, piros gomb megnyomása).

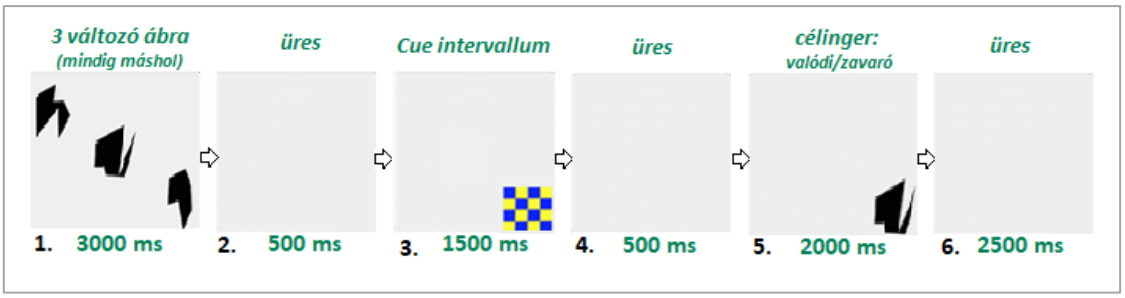


5. ábra. A KFP Baseline feladat menete egy próba során. A négyzetek a képernyőt szimbolizálják, alattuk az eltelt idő látható, mértékegység: milliszekundum.

Összesen 21 ábra különböző ábra váltakozott, mindig más pozíciókban. A feladat egy gyakorló és egy kísérleti szakaszból állt. A gyakorló szakasz 16 próbát tartalmazott. Ennek segítségével az instrukciók pontosítására, illetve a feladat begyakorlására volt

lehetőség. A vizsgálat két blokkot, és blokkonként 32 próbát tartalmazott, amelyek fele volt valódi célinger és fele zavaró inger. A KFP Baseline feladat a rövidtávú munkamemória tárolási funkcióját és a munkamemóriában tárolt reprezentációk aktívan tartását méri. Valódi célinger esetében a reprezentációk aktívan tartására van szükség, ami a munkamemória tároló mechanizmusát igényli. Az *új zavaró inger* esetében a vizsgálati személynek döntenie kell, hogy új vagy már ismert információról van szó. A KFP Baseline feladat tehát az ismerősség és újszerűség alapján történő választást, valamint a nem releváns ingerreprezentációk elnyomását kívánja meg. A kutatásban ezt a feladattípust arra használjuk, hogy összehasonlításokat tudjunk végezni a bonyolultabb interferencia folyamatokat mérő KFP Cue feladat eredményeivel és ebből vonhassunk le következtetéseket.

A KFP Cue feladat hasonló felépítésű, mint a KFP Baseline feladat, azonban ebben az esetben a kezdő absztrakt figura hármasa után az egyik pozíció kijelölésével, *egy támpont (Cue)* segítségével irányítottuk a válaszadó figyelmét. A Cue szerepe, hogy a figyelmet arra a pozícióra terelje, ahol megjelenik majd az inger, amelynek a típusáról (célinger vagy zavaró inger) a résztvevőknek dönteni kell. Ennél a feladatnál tehát csak akkor volt helyes válasz a zöld gomb megnyomása, ha a felmutatott kép pontosan a Cue által kijelölt helyen szerepelt a nyitóképen.



6. ábra. A KFP Cue feladat menete egy próba során. A négyzetek a képernyőt szimbolizálják, alattuk az eltelt idő látható, mértékegység: milliszekundum.

A valódi célinger/zavaró inger eldöntése egyszerűbb (kevesebb reakcióidő, nagyobb pontosság) abban az esetben, ha olyan új ingerről van szó, amivel még nem találkozott eddig a vizsgálati személy. Ha viszont olyan inger jelenik meg, ami korábban előfordult már, vagy nem célingerként szerepel a jelenlegi próbában, akkor *interferenciát* eredményez. A feladat elméleti hátterét Oberauer (2009) modellje képezi, amely hangsúlyozza a tartalom-kontextus kötések jelentőségét mind a memóriában történő megtartás, mind pedig a felidézés és előhívás szempontjából (lásd 4.1.1.2. alfejezet).

Proaktív interferenciával szembeni ellenállás akkor jelentkezik, ha az előző próbák tartalmi és kontextuális tulajdonságai befolyásolják a jelenlegi próba döntéseit, mert a munkamemória frissítése nem, vagy csak részlegesen történik meg. A különböző interferencia típusok részletes vizsgálatának érdekében öt különböző típusú ingert tartalmaz a feladat, amelyek az alábbi ábrán láthatók.

7. táblázat. Ingertípusok a KFP Cue feladatokban

Inger típusa	Rövidítés	Inger leírása	Kognitív kontroll folyamatok a próbában	Előfordulás / blokk
Valódi célinger	TARG	Olyan inger, ami az adott próbában szerepelt a négy inger között.	Figyelem / Munkamemóra frissítés	32 (50% igen, 50% nem)
Új zavaró inger	DNEW	Olyan inger, ami nem szerepelt sem az adott próbában, sem előtte (HÁROM próbára visszamenőleg)	Lásd célingernél (előző sor) + Disztraktor interferencia. Döntés ismerősség / újdonság alapján. A legkönnyebb.	8
Proaktív interferencia **kötéssel**[3]	DINT	Olyan inger, ami **korábbi próbákban nem a Cue-négyzetben** szerepelt.	Lásd célingernél + Proaktív interferencia. Döntés a releváns / irreleváns információról + az irreleváns elnyomása.	8
Proaktív interferencia **kötéssel**	DTSP	Olyan inger, ami a **korábbi próbákban a Cue-négyzetben volt**.	Lásd célingernél + Proaktív interferencia, erős reprezentációval. Az inger magasabb aktivációs szintű.	8
Proaktív interferencia **kötés nélkül**	DTDP	Olyan inger, ami szerepelt már, és a **Cue-négyzetben volt, de most más pozícióban van.**	Lásd célingernél + Elvonatkoztatás a korábbi próbától, a célinger más pozíciójától.	8

Összefoglalva, a KFP Cue a feladattal a munkamemória frissítési és feldolgozási folyamatai közül az elemek ismerősség alapján történő kiválasztásának a képességét, az irreleváns ingerek elnyomásának képességét és a proaktív interferenciával szembeni ellenállást vizsgáltuk. A feladatsor a gyakorlófeladatokat követően 4 blokkból állt.

A két KFP feladat által vizsgálható funkciókat az alábbi táblázat foglalja össze az instrukciók pedig az 1.12. mellékletben találhatók.

[3] Lásd Oberauer (2009) modelljében a tartalom-kontextus kötések a *direkt hozzáférés területén*, amelyek mind a memóriában történő megtartás, mind pedig a felidézés és előhívás szempontjából fontosak.

8. táblázat. A KFP Baseline és a KFP Cue feladatok által vizsgálható funkciók

KFP Baseline	KFP Cue
a rövidtávú munkamemória tárolási funkciója	a munkamemória feldolgozási és frissítési folyamatai
munkamemóriában tárolt reprezentációk aktivációjának fenntartása	a konfliktusfeloldás
disztraktor hatással szembeni ellenállás	proaktív interferenciával szembeni ellenállás

5.3.2.3. Verbális kategorizációs feladatok

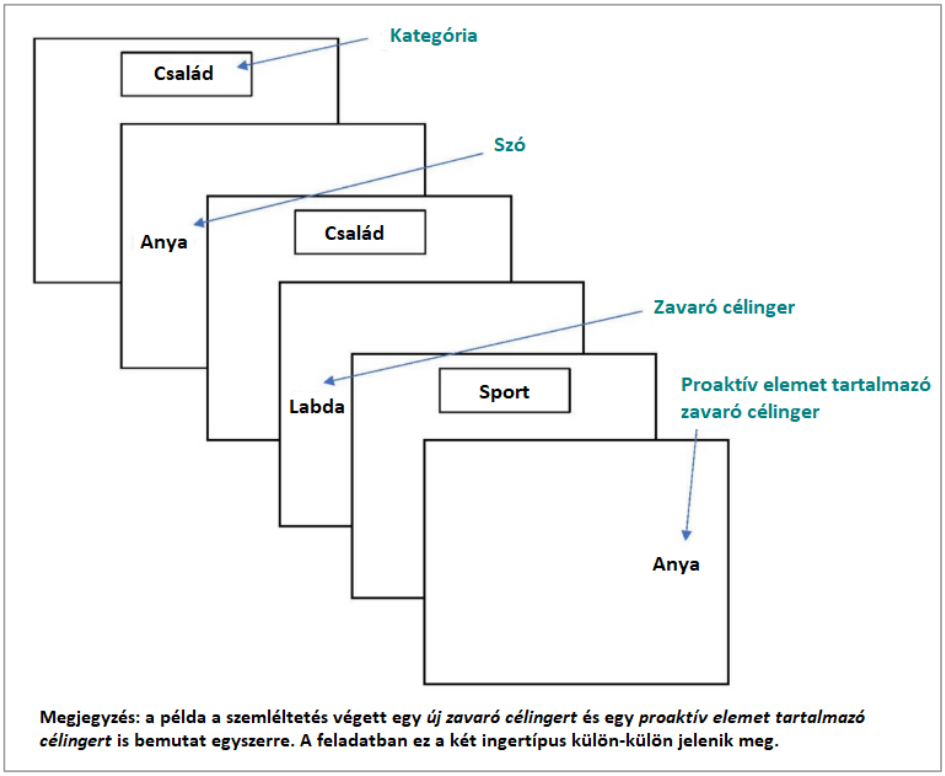
A Marton és munkatársai (2014) által kifejlesztett verbális kategorizációs feladatokat a proaktív interferenciával szembeni ellenállás nyelvi kontextusban történő vizsgálatára alkalmaztuk. A vizsgálati személyek egy szókategóriát láttak megjelenni piros keretben a képernyő közepén (pl. jármű), majd a szó eltűnését követően megjelent a képernyő bal vagy jobb oldalán egy új szó. Amennyiben a szó jelentéstanilag beletartozott az előzőleg mutatott fogalom kategóriájába, azaz valódi célingerről volt szó (tehát jármű: például autó vagy busz), akkor a megjelenés oldalával megegyező oldali billentyűt kellett megnyomni a vizsgálati személynek. Amennyiben a szó nem tartozott a kategóriába, azaz zavaró célinger volt (például gyümölcs), akkor a középső billentyűgombot kellett megnyomni a vizsgálati alanynak. (Ezt a folyamatot szemlélteti a 7. ábra)

A vizsgálati személyekkel a kutatás keretében a feladatcsomag két altípusát végeztettük el:

1.) VK-0: verbális kategorizációs feladat interferencia nélkül: a zavaró célinger szavak minden esetben olyan szavak voltak, amelyek nem tartoztak a kategóriába és a vizsgálat során korábban sem találkozott velük, vagy a kategóriájukkal a vizsgálati alany.

2.) VK-P: verbális kategorizációs feladat proaktív interferenciával: a zavaró célingerek egy része proaktív elemet tartalmazott, ugyanis a korábban megjelenített kategóriák valamelyikébe tartozott (Marton és mtsai., 2017).

A zavaró inger (disztraktor) elutasításának elmulasztása a munkamemória frissítés, valamint egy korábban a figyelemi fókuszban tartott elemmel szembeni proaktív interferencia hiányára utalt. A feladatsor minkét altípusa hat blokkot tartalmazott, amelyek egyenként 14 próbából álltak. 84 próbából összesen 60 volt célinger, 24 pedig zavaró inger.



7. ábra. A verbális kategorizációs feladatok (VK-0 és VK-P) folyamatábrája

5.3.2.4. N-back feladatok

A munkamemóriafrissítés és monitorozás nyomonkövetésére alkalmazott N-back feladatcsomag vizuális (betű és absztrakt figurális), valamit auditív (hangmagasság és hangszín) ingereken alapuló altípusokat tartalmazott, amelyek az összehasonlíthatóság érdekében ugyanazon elvek mentén lettek kialakítva. A feladatok felépítését a betű N-back feladatok bemutatásán keresztül szemléltetjük, majd bemutatjuk azt a néhány kisebb eltérést a feladattípusok között, amelyeket a különböző modalitásokra jellemző ingerfeldolgozási sajátosságok miatt eszközöltünk (pl.: más a hangok feldolgozási sebessége, mint a vizuális ingereké) a pilótavizsgálatokat követően.

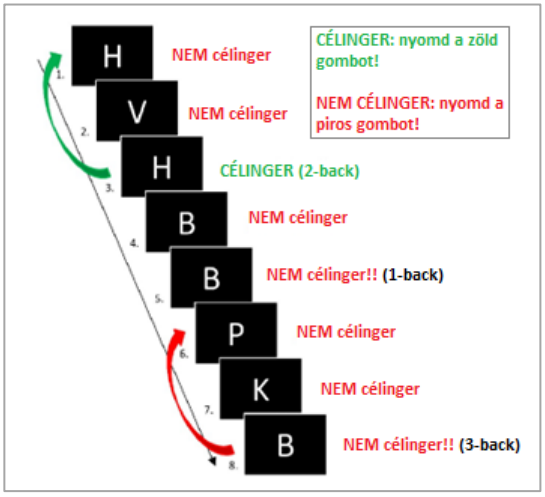
A feladatok a képernyőn, illetve az auditív altípusok esetén fejhallgatón keresztül kerültek bemutatásra, a laptopon futó E-prime szoftver segítségével, amely a pontossági és válaszidő adatokat rögzítette. A vizsgálatvezető részletes instrukciókat és gyakorlóidőt biztosított (a teszthez 65%-os helyes válasz bejutási korlát volt, a tesztek instrukcióit a 12. számú melléklet tartalmazza).

A vizsgálati személyek betűket láttak megjelenni a monitoron, és a feladatuk annak megítélése volt, hogy az aktuális betű megegyezik-e az "n" elemmel korábban bemutatott betűvel. Vizsgálataink során n=1, 2 és 3 nehézségű feladatsorokat

alkalmaztunk mind a négy feladattípus esetén. Az n=1 feladatsorok elemzésétől a disszertációban eltekintünk (ezeket főként a résztvevők feladatra tanítása, illetve biztonsági szűrése érdekében vettük fel – de ez utóbbi egyetlen esetben sem jelezte, hogy esetleg valaki alkalmatlan lenne a nehezebb feladatszintre való lépésre.)

Az ingerek a római ábécé fehér betűi voltak, a magánhangzók kivételével, amelyek egymást követően jelentek meg a fekete képernyő közepén, 600 ms időtartamig, 2400 ms intervallum szünettel egymás között. Az N-back feladat minden szintje és feltétele megkövetelte a résztvevőtől, hogy célinger (azaz az "n" értékkel korábban felmutatott betűvel megegyező elem) esetén nyomjon meg egy zöld gombot, és bármely nem megegyező inger esetén egy pirosat (piros, illetve zöld matricákat ragasztottunk a billentyűzet az "M", illetve "X" gombjaira). A laterális befolyásoló faktorok minimalizálása érdekében a feladatok úgy voltak programozva, hogy véletlenszerűen osztották ki, hogy melyik szín kerül a jobb, vagy a bal kéz mozgástartományába.

Minden blokk 24 + n számú próbát tartalmazott, az N-visszajátszás mértékétől függően (tehát például 2-back estén 24+2-26 db próbát). A cél- és zavaró ingertípusok százalékos aránya konzisztens volt az egyes feltételek között. A feladatcsomagok minden esetben 24 + n számú gyakorló csomaggal indultak, utána 3 db 24 + n elemű blokkból álltak. Minden blokkban, minden szinten 25% célinger, 50% semleges zavaró inger és 25% proaktív vagy retroaktív formában interferáló inger volt. Jelen disszertációban a proaktív interferenciát más vizsgálóeljárásokkal elemeztük, a retroaktív interferencia elemzésére pedig nem tértünk ki. Az N-back feladatok folyamatát az alábbi ábra szemlélteti a 2-back szint példáján keresztül.



8. ábra. Az N-back feladatok folyamatábrája

Az absztrakt figurális N-back feladatok ugyanezen az elven épültek fel, csak a betűk helyett absztrakt figurák voltak az ingerek. A betű N-back és az absztrakt figurális N-back feladatok képezték a vizuális modalitáson keresztült tesztelt formáját a feladatoknak.

Az auditív mérőeszköz kidolgozására az vezetett bennünket, hogy a nemzetközi gyakorlatban használt N-back feladattípusok túlnyomó része vagy vizuális csatornára épül, vagy olyan auditív mérőeljárást alkalmaz, ami valamilyen formában a verbalitáshoz köthető (például hangosan felolvasott betűket, vagy olyan állthangokat alkalmaz, amelyekről a vizsgálati alany konkrét fogalmakra asszociál, ami óhatatlanul egyfajta verbalitáshoz kötött stratégiahasználathoz vezet.) A vizuális feladatok absztrakt figurális verziójához hasonlóan szerettünk volna olyan mérőeljárást kifejleszteni, amely teljes mértékben nonverbális ingerfeldolgozási folyamatra épül. Ennek tükrében kétféle verzióját dolgoztuk ki az auditív N-back mérőeljárásnak: a hangszíneken alapuló N-back és a hangmagasságokon alapuló N-back vizsgálatokat. Mindkét esetben rendkívül fontosnak tartottuk, hogy a mérőeszköz *ne a vizsgálati alanyok percepciós képességének különbségeit* adja vissza. Ennek érdekében mindenki számára rendkívül könnyen és egyértelműen megkülönböztethető hangmagasságokat és hangszíneket használtunk. Az utóbbiak gép által generált absztrakt hangszínek voltak, amelyek optimalizálását előzetesen pilótatesztek segítségével végeztük, illetve a mérőeszközök érzékenységét professzionális zenészeken és zeneileg teljesen képzetlen egyéneken egyaránt igazítottuk. A pilótavizsgálatokat követően egyetlen kérdés maradt nyitva: a hangingerek feldolgozási sebességének meghatározása a vizsgálóeljárásban. A pilótavizsgálatok ugyanis ebben a tekintetben nagy szórást mutattak: a professzionális zenészek voltak a leggyorsabbak, míg a zeneileg képzetlen vizsgálati személyek a vizuális teszteknél hosszabb reakcióidővel dolgoztak. Tekintettel a kutatási terv időkorlátjára (a szemeszter végéig le kellett zajlani az eljárásnak), a kockázatokat mérlegelve, és egyben azt is számba véve, hogy a válaszadási intervallumhosszúság kérdésének nyitva hagyása ebben a téma további kutatásának lehetőségét is magában hordozza, végül az utóbbi mellett döntöttünk. Tehát a vizsgálat során nem volt automatikus továbbléptetés 3000 ms múlva (600 ms ingerhossz és 2400 ms szünet), hanem a válaszgomb megnyomása után ért véget az adott próbához tartozó időtartam. (Az összehasonlíthatóság végett a küszöbérték kiiktatásának esetleges torzító hatását az elemzések első lépésekor kiszűrtük: monitoroztuk, hogy az egyes tesztek esetén a válaszok hány %-a esett a 3.000 ms-os küszöbértéken túl. Azt tapasztaltuk, hogy mind

a hangingerek, mind pedig a vizuális ingerek esetében a "határidőn túli" válaszok száma 10% alatt marad minden válaszadó és minden teszttípus esetén; a jellemző értékek 2-5% körül mozognak.) Összegezve elmondható tehát, hogy ugyan eltérő módon rögzítette a szoftver a reakcióidőt a két esetben (audio ingerek esetén sok esetben megjelent egy magas reakcióidőérték, míg vizuális ingereknél a "0" imputálódott), azonban a középértékek meghatározásakor alkalmazott 20%-os trimmelés ezeket a határidőn túli válaszokat kivétel nélkül minden esetben eltávolította az elemzés további fókuszából.

5.3.2.5. Kimeneti kérdőív

A kutatást minden résztvevővel egy kérdőívvel zártuk, amelyet a hosszútávú hatást mérő mintavétel után töltettünk ki a vizsgálati személyekkel. A kérdőív szövegét az 1.17. számú melléklet tartalmazza. Arra vonatkozóan tettünk fel kérdéseket, hogy mennyire érezték nehéznek az egyes feladatokat, milyen esetleges stratégiákat használtak, érzelmileg és fizikálisan milyen állapotban voltak, volt-e bármilyen nehezítő tényező a mintavétel során. A vizsgálati személyeknek nehézségi sorrendbe kellett állítani a feladatokat, amit indokolniuk is kellett. A kérdéseket úgy fogalmaztuk meg, hogy a válaszadóknak teret biztosítsunk olyan információk megosztására is, amelyekkel előre nem számolhattunk, de esetlegesen befolyásolhatták a kísérlet lefolyását, vagy magyarázzák az eredményeket. Figyeltünk arra is, hogy a kérdőív ne legyen időigényes és ne terheljük túl a vizsgálati alanyokat.

5.3.3. A zenei tréning eszközei

A zenei tréning során arra törekedtünk, hogy funkcionálisan megfelelő, könnyen beszerezhető, nem drága, mobil, ugyanakkor a résztvevők motivációjának fenntartása érdekében kellően színes hangszerparkra építsünk. A hangszerek a legtöbb esetben helyettesíthetők másik, azonos funkciót ellátó, ergonómiailag, hangerőben, méretben, és egyéb paraméterekben a megjelölt szempontoknak megfelelő hangszerrel. Vannak olyan esetek is, amikor pontosan meghatároztuk, hogy egy adott hangszertípus mely szűk köre alkalmas a gyakorlat elvégzésére. Ilyen például a metallofon, ahol megadtuk a hangok számát, hogy egy soros legyen és hogy milyen széles lapokkal és milyen kemény ütővel rendelkezzen. Minden gyakorlat leírása részletesen tartalmazza az alkalmazott hangszerre vonatkozó információkat. Mindez egyrészt megismételhetőség szempontjából fontos, másrészt pedig abból a tapasztalatunkból ered, hogy a nem

megfelelően megválasztott hangszer változtat a gyakorlat lehetséges kimenetelén, sőt esetleges kudarchoz is vezethet a résztvevők számára (a metallofon példájánál maradva, ha szűk lapokkal rendelkezik a hangszer, akkor csak az ügyesebb résztvevők tudják pontosan megütni). Hangsúlyosan figyeltünk arra, hogy nem a zenei képességek fejlesztése, a hangszeres oktatás, vagy a finommotorika fejlesztése a célunk. A gyakorlatok adaptálhatók Orff instrumentáriumra is (Carl Orff német zeneszerző és zenepedagógus nevéhez fűződő, speciális hangszerpark), de tekintettel arra, hogy ezek nehezen beszerezhető hozzáférhető, drágább hangszerek, a későbbi szélesebb körű gyakorlati alkalmazhatóság érdekében nem ezekre terveztük a módszertant. Többnyire egyszerű kézi ritmushangszerekkel és ütős dallamhangszerekkel dolgoztunk (például derbuka, djambe, metallofon, ritmusbot, triangulum, rumbatök, tojás shéker, óceándob), de szükség volt egy-egy nagyobb méretű hangszerre is (pl.: konga, gong) és a foglalkozásvezető használt fúvóshangszereket, valamint gitárt, ukulelét a receptív részekhez (ezek a hangszerek helyettesíthetők). Fontos funkciója volt a gyakorlatok során a zongorának, ami digitális billentyűs hangszerrel helyettesíthető, de minimálisan 5 oktáv megléte feltétlenül szükséges. A hangszerek minden esetben legalább párban szerepeltek a hangszerparkban, ami a zeneterápiás szemléletből ered és számos előnyt, lehetőséget kínál a foglalkozástervezésben (tehát legalább kettő volt minden hangszertípusból, de többnyire ennek többszöröse). Szintén fontos volt, hogy a hangszerpárokon belül különböző méretűek is legyenek az egyes darabok (például egy kisebb és egy nagyobb óceándob): ez hangerőben, ergonómiában, hangszínben, súlyban, karakterben újabb variabilitást és variálhatóságot biztosított. Kiemelten és gyakran használtuk az úgynevezett Boomwhackers színes hangcsöveket, amelyek előnye, hogy tisztán hangoltak, könnyűek, izgalmasak, külön-külön, vagy egyszerre harmóniában is megszólaltathatóak, színkártyákkal és színes korongokkal kombinálhatóak, csak nagymozgást igényelnek, bárki által könnyen használhatók.

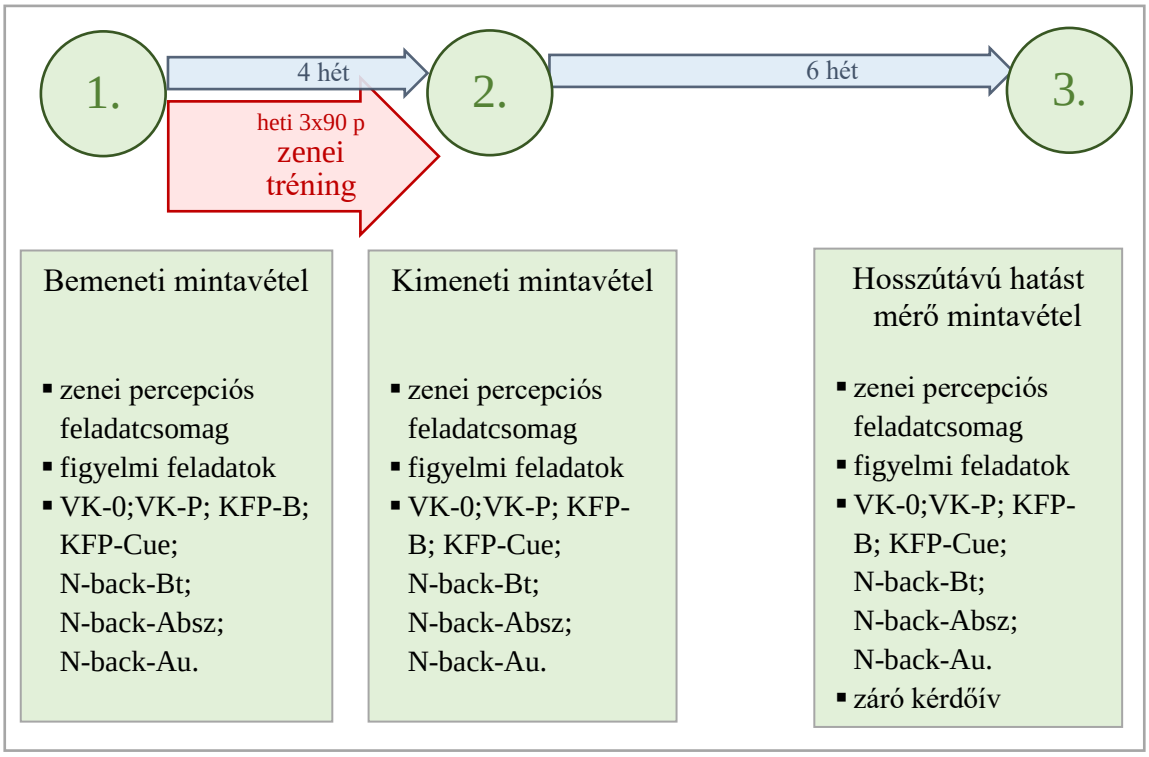
A hangszerek mellett a gyakorlatok nagy arányban épültek saját hangra (testhangok, mint például taps, csettintés, dobbantás, kopogás, cuppogás, nyuszitaps, stb., illetve ének- és beszédhang). Az énekhanggal óvatosan terveztünk és kerültük az egyéni megnyilvánulásokat (csoportosan alkalmaztuk csak). Ennek magyarázata részben a tréning rövidsége: az énekhang a legintimebb megnyilvánulási eszközünk, használatához a terápiás folyamatokban tudatosan felépített, időigényes munka szükséges, erre jelen keretek között nem volt mód.

A hangszerpark nagy része átkonvertálható terményekből és újrahasznosítható anyagokból építhető, egyszerű, saját készítésű ökohangszerekre, ehhez is tartalmaz specifikációt a módszertan.

A hangszerek mellett használtunk jelöléshez színes matricákat, színes kártyákat, szemléltetéshez táblát, zene lejátszásához MP3 lejátszót és hangfalat, a csoportfolyamatban ábrázoláshoz nagy méretű csomagolópapírt és zsírkrétát.

5.4. Eljárás

A kutatásban alkalmazott vizsgálat négy fázisú: bemeneti mintavételből, zenei tréningből, kimeneti mintavételből és a hosszú távú hatást ellenőrző mintavételből állt. Mindkét vizsgálati csoport külön-külön négy hétig, heti háromszor másfél órás zenei tréningben vett részt. A kutatás felépítését a következő ábra szemlélteti:



9. ábra. A kutatás felépítésének folyamatábrája

5.4.1. Mintavétel

A mintavétel az ELTE-BGGYK épületében, zárt szobában, nyugodt körülmények között, kétszemélyes helyzetben, a vizsgálatvezető jelenlétében történt. A vizsgálatok felvétele jellemzően 3 és fél órát vett igénybe, igény szerint szünetekkel, melyekre az egyes blokkok között volt lehetőség. A vizsgálati személyek a tesztfeladatokat digitális környezetben hajtották végre, egy laptop képernyőjén

megjelenő ingerekre válaszoltak a billentyűzet kiválasztott gombjainak megnyomásával, amelyek kényelmes távolságra voltak tőlük. A vizsgálatvezető minden feladat előtt részletesen ismertette azok pontos menetét, majd gyakorlópróbákkal ellenőrizte, hogy a vizsgálati személy érti-e a feladatot (a feladat megkezdésének feltétele 65%-os helyes válasz a gyakorlópróbán). Az instrukciók mindenki számára csoporthovatartozásától függetlenül azonosak voltak, ezeket a 1.12. számú melléklet tartalmazza. A feladatok az E-Prime 2.0. kísérlettervező program segítségével kerültek bemutatásra a vizsgálati személyekhez rendelt hatféle előre meghatározott lejátszási sorrend szerint – ez utóbbit annak érdekében szerveztük így, hogy az esetleges fáradás más-más feladattípusoknál jelentkezzen (a mintavételi sorrend verziókat az 1.16. melléklet tartalmazza). A program automatikusan rögzített minden eredményt és a későbbiekben adatokat szolgáltatott számunkra a vizsgálati személyek válaszadás idejéről (reakcióidő), illetve a válaszok helyességéről (pontosság). Az adatokat az SPSS és a RopStat statisztikai szoftverek segítségével értékeltük.

5.4.2. Zenei tréning

A zenei tréning értelmezésünkben egy rövid, intenzív, célzottan a kognitív kontroll fejlesztésére kifejlesztett zeneterápiás szemléletű foglalkozássorozat, amelynek nem célja a zeneoktatás vagy a hangszeres oktatás és a zenét, valamint a zene elemeit eszközként használja.

Az alkalmazott módszertan legfontosabb jellemzője tehát, hogy a kutatási célokhoz illeszkedően a *zenére mint eszközre* épít. A fejlesztési cél - és így a választott munkamód és eszköztár is - a kognitív kontroll mechanizmusokhoz kapcsolódik. Ebből kifolyólag a kutatás és az azt bemutató disszertáció is ezekre a folyamatokra fókuszál (nem térünk ki tehát a zeneterápia egyéb – kétségkívül a tervezett folyamatban is jelen lévő- élettani és pszichés hatásaira).

Fontos továbbá kiemelni, hogy a módszertan függetlenül a zenélő vagy nem zenélő csoporttól mindennemű *zenei tudás nélkül kivitelezhető*: a résztvevők oldaláról nincs szükség zenei előképzettségre, hangszeres-vagy énektudásra és nem ezek fejlesztése áll a folyamat középpontjában.

A módszertan kiemelendő jellemzői a zeneterápiás elméleti háttér ismeretében a következők:

- A kognitív kontroll fejlesztésére kidolgozott zeneterápiás módszertan a *zenét mint eszközt és nem célt* tekinti.

- A terápiás folyamatot *szakképzett, diplomás zeneterapeuta* vezeti, zeneterápiás szemléletben, a zeneterápiás keretek betartásával.
- A tervezett foglalkozások *célja a kognitív kontroll fejlesztése*, amely a kognitív kontroll folyamatok viselkedésszervezésben betöltött fontos szerepéből adódóan (lásd következő fejezet) közvetetten a résztvevők jobb életminőségéhez vezet.
- A kutatásban alkalmazott zeneterápia során a *zenét és a zene elemeit* (hang ritmus, dallam, harmónia, hangszín, dinamika) együtt és külön-külön is alkalmazzuk.
- A módszertan aktív és receptív zeneterápiás elemeket is tartalmaz, azaz *integratív zeneterápia*.[4]

A zenei tréninget mindkét csoportban ugyanaz a szakképzett zeneterapeuta vezette. Az objektivitás érdekében minden foglalkozáson jelen volt ugyanaz a megfigyelő, aki a kutatásetikai engedélykérelemben foglaltaknak megfelelően a kutatást vezető és a csoportvezető személlyel semmilyen akkori vagy jövőbeli tanár-diák kapcsolatban nem állt és az ELTE- BGGYK MA képzésében résztvevő, zeneterápia iránt érdeklődő önkénteseként került a kutatásba. A helyszín az ELTE-BGGYK művészetterápiás terme volt, ahol adottak a fejlesztéshez szükséges körülmények és kellékek (zavartalan folyamat, hangszerek, projektor, körbe rendezhető székek és megfelelő tér).

A kutatásban alkalmazott zeneterápiás módszertan a csoportmunkára épül, de a kutatás nem terjed ki a csoportdinamikai változások hatásaira és az egyéb csoporttal kapcsolatos ható tényezők vizsgálatára (Yalom, 1985). A zenei trénig folyamatának három része:

1. Bevezető szakasz (első alkalom, 90 perc): ismerkedés, ismerkedés az eszközökkel, a helyszínnel, bizalom kiépítése, ráhangolódás a munkamódra.
2. Munkafázis (10 alkalom, alkalmanként 90 perc): kognitív kontroll funkciók célzott fejlesztése zenei eszközökkel
3. Leválás (utolsó alkalom, 90 perc): a tréning levezető szakasza, összegzés, búcsúzás, a tapasztalások átvezetése a terápiás térből a valós életbe.

---

[4] *Aktív zeneterápiáról* akkor beszélünk, ha a résztvevők maguk is aktívan zenélnek: a zenei gyakorlatok, improvizációs játékok során megtapasztalhatják többek között a szabálytartás, az alkalmazkodás, a rugalmasság, az egymásra- és a zenére figyelés lehetőségeit (Búzási, 2007). *Receptív zeneterápia* esetében a résztvevők zenére figyelnek (azaz zenét hallgatnak, de az előbbi kifejezés adekvátabb a folyamatos készenlét szemléltetése végett). A zene előre megírt és improvizatív formájában is teret kap a terápiában a fejlesztendő kognitív területeknek megfelelően.

A kidolgozott módszertan főként *aktív zeneterápiás elemeket* tartalmaz, azaz a résztvevők aktív zenei tevékenységére épít, ami történhet saját hangokkal (énekhang és testhangok), különböző eszközökkel és hangszerekkel. Mivel nem volt célunk a hangszeres oktatás, ezért egyszerű, mindenki által könnyen megszólaltatható hangszereket használtunk (furulya, színes hangcsövek, ütőhangszerek, Ulwilla hangszerek stb.). A tréning módszertana nem igényelt a résztvevők részéről előzetes zenei tanulmányokat vagy hangszertudást.

Az aktív zeneterápiás elemek mellett alkalmaztunk *receptív gyakorlatok*at is, amikor a résztvevők zenét, vagy zenei elemekből álló hangsorokat, ritmussorokat hallgattak, és ezekkel végeztek mentális műveleteket. Például hallott zenére játszottak testhangokkal vagy ritmushangszerekkel egyszerűbb-bonyolultabb ritmusképleteket, vagy előre egyeztetett, adott hang(ok) megjelenésekor tapsolniuk/dobbantaniuk kellett, vagy továbbadni egy hangszert. A metodika úgy lett felépítve, hogy a feladatok tempója a lassabbtól haladt a gyorsabb felé.

Az aktív zeneterápiás blokkok főként strukturált gyakorlatokat tartalmaztak, amelyek mindegyike egy-egy kognitív kontroll funkció fejlesztésére kidolgozott célzott gyakorlat: konkrét, előre ismertetett szabállyal és keretekkel. A foglalkozások tartalmaztak ritmussal, hangmagassággal, dallammal, szólammal és alapvető zenei koncepciókkal összefüggő gyakorlatokat. A résztvevők egyénileg, párban, kiscsoportban és a teljes csoportban is dolgoztak. A zenés gyakorlatok mozaikszerűen épültek egymásra: a tréning tematikájának fontos eleme az *ismétlődés*, illetve az egyes gyakorlattípusok *különböző kontextusban* történő ismétlése – amit az elméleti bevezetőben ismertetett KZF modell magyaráz (lásd 2.3. fejezet), amelynek kulcseleme a *gyakorlás*.

Az aktív zeneterápiás módszertani rész alkalmazott dalírást, komponálást, és zenei improvizációs játékokat is, de ezekhez minden esetben valamilyen szabály társult. Erre példa a karmester játékok köre, amelyek során megengedett a szabad hangszerválasztás, és a hangszeren való improvizatív játék, azonban a résztvevők közül választott karmester által diktált szabályoknak meg kell felelni (hangerő, ütemtartás, tempó, hangszín, kompozíció stb.). Az ilyen jellegű gyakorlatok célzottan kitalált játékszabályok esetén mind a karmester, mind pedig a résztvevők kognitív kontroll funkcióit fejlesztik, más-más módon.

A disztraktor hatással szembeni ellenállás gyakorlására példa, ha a karmester (vagy kezdetben egy kisebb csoport) egy adott tempóban játszik, és a többi csoporttag

feladata eltéríteni, kizökkenteni őt. A csoportos játékok számos egyéb lehetőséget kínálnak a disztraktor hatások szimulálására tempóváltással, disszonanciával, rend-káosz játékkal, hangmagasság-váltásokkal, ahol bizonyos zenei jelenségeket, elemeket kell észrevenni, megtartani, továbbadni, manipulálni: például irreleváns zenei ingerek mellett (zavaró ingerek) kell kiemelni a releváns hangokat (célingereket), vagy verbális zavaró ingerek közepette kell manipulációkat végezni zenei hangokkal (célingerekkel).

A munkamemória frissítéséhez kapcsolódó játékok a zenei hangok, ritmusok, harmóniák megjegyzéséhez és manipulációjához kapcsolódtak. Fontos azonban itt is megjegyezni, hogy a játékok összeállításakor ügyelnünk kellett arra, hogy nem a korábban említett zenei percepciós képességek fejlesztése a cél.

1. Példa a munkamemória frissítésére (kezdő feladat, munkafázis eleje)

1. Bevezetés:
   Kipróbáljuk, hogy ismeri-e a kísérleti személy a tá, titi és szinkópa ritmusképleteket (szükség esetén megtanítjuk ezeket). Ha biztonsággal ismeri őket, akkor indulhat a gyakorlat.

2. Gyakorlat 2 ritmussorral (páros munka):
   1. *Első ritmussor elhangzása.*
   2. A résztvevő eldönti, hogy van-e benne szinkópa.
   3. *Második ritmussor elhangzása.*
   4. A résztvevő eldönti, hogy van-e benne szinkópa.
   5. A ritmussorok utolsó ritmusának felidézése.
      (összesen 2 ritmust kell a résztvevőnek felidéznie)

3. Gyakorlat 3 ritmussorral (páros munka):
   1. *Első ritmussor elhangzása.*
   2. A résztvevő eldönti, hogy van-e benne szinkópa.
   3. *Második ritmussor elhangzása.*
   4. A résztvevő eldönti, hogy van-e benne szinkópa.
   5. *Harmadik ritmussor elhangzása.*
   6. A résztvevő eldönti, hogy van-e benne szinkópa.
   7. A ritmussorok utolsó ritmusának felidézése.
      (összesen 3 ritmust kell a résztvevőnek felidéznie)
      Ezt követően egyre nő a felidézendő sorok és ritmusok száma.

2. Példa a munkamemória frissítésére (haladó feladat, a munkafázis végéről):

1. Bevezetés:
    1. Egy oktáv hangjai hangzanak el, névvel együtt: C,D,E,F,G,A,H,C.
    2. Hallgatjuk, énekeljük, oktáv hangjaira hangolt színes csengettyűkön begyakoroljuk őket (énekeljük a nevüket megszólaltatás közben)
2. Gyakorlás – páros munka:
    1. Hangkártyákkal játsszunk, rajtuk öt elemű hangsorok a C,D,E,F,G,A,H,C. hangokból.
    2. A pár egyik tagja kiválaszt egy kártyát és lejátssza a rajta lévő öt hangot a csengettyűkön.
    3. Feladat: rakd növekvő sorrendbe az elhangzott hangokat!
    4. A kártyákon szereplő hangsort csak ellenőrzésként használjuk.

Másik verzió:

Nem hangmagasságot, hanem hangszínt kell sorba rendezni: a kártyákon különböző hangszerkombinációk vannak és az eredeti lejátszási sorrendet kell verbálisan visszaadni vagy visszajátszani.

A proaktív interferenciával szembeni ellenállás fejlesztésére ismert dallamokkal és ritmusképletekkel való játékokat alkalmaztunk: a résztvevők múltbéli, vagy a gyakorlatok során az órán begyakorolt tapasztalásai által predesztinált folytatáshoz képest tudatosan más irányban változtatva a zenei folyamatot, amire a résztvevőknek rugalmasan kellett reagálni a játékok során. Ide kapcsolhatók például a tá-titis hangszeres játékok proaktív elemekkel. A proaktív interferenciát például úgy tudjuk beépíteni az alábbi gyakorlatokba, ha a feladaton belül olyan elemeket használunk, amelyekkel kapcsolatosan a résztvevők már tapasztalatokkal, emléknyomokkal, reprezentációkkal rendelkeznek. Egy ismert ritmussort befejezésekor például el kell nyomniuk a korábbi, interferáló ritmusemlék reprezentációját, és friss ritmusváltozat reprezentációját kell követniük a játék során. Ilyen jellegű gyakorlatok végezhetők dallamokkal is: olyan ismert dalok hangsoraival, amelyek végül mégsem úgy végződnek, mint ahogy várnák. Az alábbi gyakorlatok váltást tartalmaznak, osztott figyelmi helyzetben, de az említett proaktív nehezítő elemek jól beépíthetők:

3. Példa a proaktív interferenciára (fokozatosan nehezedő gyakorlatsor):

1. 1-2 kopogós: ha mi 1-et koppintunk, akkor a csoportnak kettőt kell, ha mi kettőt ő 1-et.
2. Kopogós-dobbantós: ha 1-et koppintok a csoportnak kettőt kell a hangszerével, ha mi kettőt ő 1-et dobbant a lábával.
3. Nehezítés több hangszerrel: vannak a csörgős hangszerek és a kopogós (plusz dob). Ha csörgővel rázok 1-et vagy kettőt akkor csak a csörgősök reagálnak 2-vel vagy 1-gyel ha a dobra ütök akkor csak a dobos kopogósok,
4. Ezt lehet csukott szemmel, ami még nehezebb.

A tervezett módszertan fontos eleme a résztvevők *motiváció*jának folyamatos stimulálása és fenntartása, ami a hatékony fejlesztés szakirodalom által is hangsúlyozott kritériuma (Diamond & Fiske, 2013), illetve a lemorzsolódás megakadályozása szempontjából is fontos. Ennek érdekében a foglalkozásvezető kis mértékben (egy-egy játék erejéig) eltérhet az előzetes tréningtervtől és dinamizáló, vagy éppen relaxáló céllal beépíthet elemeket a résztvevők jobb diszpozíciójának elérése érdekében.

A zeneterápiás módszertan gyakorlatai a kutatás megkezdése előtt *pilóta vizsgálatok*kal lettek feladatelve és tökéletesítve, különös tekintettel a játékszabályok érthetőségére, egyértelműségére, a használandó hangszerek és eszközök minőségére (praktikusság, hangerő és hangszín), és legfőként, az adott játékkal megcélzott kognitív kontroll funkció fejlesztésében való hatékonyságra. A pilóta vizsgálatok alanyai az ELTE-BGGYK és a Kőbányai Zenei Stúdió Művészeti Szakképző Iskolájának kutatásban nem résztvevő hallgatói közül kerültek ki.

5.4.3. Adatelemzés

Ez az alfejezet az adatelemzés szempontrendszerét és választott módszereit mutatja be és magyarázza, kiemelve azokat a munkafolyamatokat, amelyek a későbbiekben kapott adatok mögötti összefüggések megértéséhez szükségesek.

A statisztikai műveletekhez az E-Prime szoftver által rögzített táblázatokból nyertük a nyers adatokat. Az adatminőség javítása érdekében kézi adatszűréssel kezdtünk. Adattisztítás és rendezés után első lépésként leíró elemzéseket végeztünk az adatállomány főbb karakterisztikáinak megismerése érdekében (pl.: a reakcióidők átlaga és szórása, a helyes válaszok arányának megoszlása és eloszlása a teljes mintán stb. – ezeket az adatokat a hipotézisek sorrendjében fogjuk közölni). Független változóink a

csoport-hovatartozás (1. Nem zenélő csoport; 2. Zenélő csoport.) és az egyes feladatokhoz kapcsolódó olyan karakterisztikák voltak, mint például az inger típusa (audio v. vizuális), a különböző interferencia elemek jelenléte vagy sem. A függő változók közül a pontosságot a helyes válaszok számából kalkuláltuk, a reakcióidőre (mértékegység: ms) pedig az alábbiak szerint átlagot és szórást, illetve trimmelt átlagot (20% trimmelés) és winsorizált szórást, számoltunk.

A megoszlások vizsgálatának célja az adatpontok szóródásának meghatározása volt. A szélsőséges értékek kiszűrése érdekében kettős megközelítést alkalmaztunk: egyrészt *abszolút küszöbértékeket* (a 20 ms alatti és 10.000 ms feletti reakcióidők az elemzésből kihagyásra kerültek), másrészt Vargha (2020) nyomán *trimmelt átlagokat* és az ezekhez tartozó *winsorizált szórás mutatóit* használtunk. Ez utóbbiak mellett a normális eloszlás meglétének hiánya, az eloszlás ferdesége miatt döntöttünk a szélsőértékekre érzékeny klasszikus átlagok alkalmazása helyett (Vargha, 2020). Az egyéni átlagok meghatározásakor alkalmazott 20%-os küszöb használatát lehetővé tette a feladatok viszonylag magas próbaszáma, így az átlagos teljesítményt jól leíró robusztus középértéket használhattuk a további elemzések során - az elvesztett információ értékének minimalizálásával.

Az egyéni és a csoportátlagok kiszámításakor is vizsgáltuk a normalitást a csúcsosság és ferdeség mutatóinak felhasználásával: az eloszlás normalitása és a szóráshomogenitás meglétének függvényében határoztuk meg a különböző mutatók alkalmazását (ld. 9. táblázat).

9. táblázat. Az elemzések során alkalmazott mutatók

		Eloszlás	
		normális	nem normális
Szóráshomogenitás	teljesül	t-próba	Yuen próba
	nem teljesül	Welch próba	Yuen próba

A középértékekre vonatkozó hipotézisek tesztelésekor a normalitást a ferdesség és csúcsosság segítségével vizsgáltuk. Elmondható, hogy nagyon kevés kivételtől eltekintve mind a reakcióidők, mind a pontosság tekintetében nem beszélhetünk normális eloszlásról, ezért a kis számú t-próba mellett többnyire robosztus próbákat alkalmaztunk. A kognitív kontroll folyamatok és zenei tréning összefüggései, valamint a tréning hatásának a mértékét többváltozós varianciaanalízis segítségével vizsgáltuk, amely segítségével az egyes változók közötti komplex interakciók is jól elemezhetők.

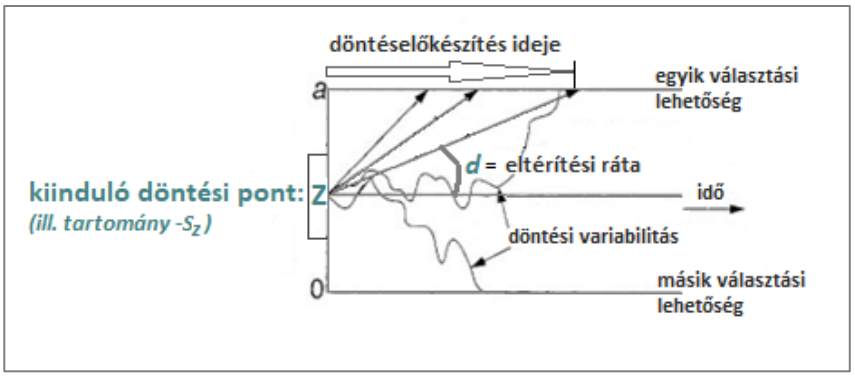
Amennyiben az eredmények azt indikálták, akkor az egyes részterületek esetében további statisztikai módszerek is alkalmazásra kerültek (pl.: lineáris regresszió, korrelációs analízis, egyéb ANOVA elemzések).Az előzetes eredmények alapján megállapítottuk, hogy míg az ingerek modalitásának típusa (hangi vagy vizuális) és a szükséges visszalépések számát jelző n értéke szignifikáns hatással van a teljesítményre, a modalitásokon belüli verziók (hangingereken belül hangszín vagy hangmagasság, vizuális ingereken belül kép vagy betű) viszont nem mutattak szignifikáns különbséget, ezért a továbbiakban a típusok szerinti részletes elemzéstől eltekintünk.

A teljesítmény meghatározásakor a szakirodalomban használt eljárásoknak megfelelően több megközelítést is alkalmaztunk. Általánosságban elmondható, hogy a reakcióidő és pontosság vizsgálata egyszerű, jól értelmezhető képet mutat a teljesítményről. Nehézkes lehet ugyanakkor a válaszadók teljesítményének sorba rendezése, egy skálán történő értelmezése. A reakcióidők és helyes válaszok arányának külön-külön vizsgálatakor a legfőbb probléma, hogy ezek jellemzően kompromisszumos kapcsolatban állnak egymással: a tempó növelésének ára jellemzően a hibák számának emelkedése (lásd még például: Pachella, 1974; Schouten & Bekker, 1967; Wickelgren, 1977). Mind a reakcióidő, mind a pontosság értékes információt szolgáltat egy-egy feladat nehézségéről vagy az egyén képességeiről, de izolált értékelésük félrevezető lehet, hiszen nem lehet egyértelmű sorrendiséget felállítani abban az esetben, ha a reakcióidő-átlagok és hibaszázalékok nem pontosan ugyanolyan ordinális sorrendben követik egymást a különböző válaszadók - vagy feladat-típusok - esetében. Előfordulhat, hogy két vizsgált alany közötti különbség nem az egyes mutatókban mérhető ki, hanem az alkalmazott döntési stratégiában. További hátrányként említhető, hogy mind a reakcióidő, mind a gyorsaság tekintetében jellemzően átlagok elemzése történik, így az eloszlás vagy a szórás által hordozott többlet-információ az elemzések során elvész.

Ennek a problematikának a kezelésére és a mélyebb összefüggések feltárására a *diffúziós modell*t (Ratcliff, 1978) alkalmaztuk, amelynek lényege, hogy elkülöníti a döntési folyamatban a bizonyítékgyűjtés mértékét a döntési kritériumtól és a feldolgozás nem döntéshez kapcsolódó komponenseitől (Ratcliff, Thapar, Gomez, & McKoon, 2004). A modellt a relatív gyors bináris döntésekhez (maximum 1-1,5 másodperc reakcióidő) és az egylépcsős döntést igénylő döntési folyamatokhoz tervezték (Ratcliff & McKoon, 2008; Zeguers és mtsai., 2011). A diffúziós modell alapvetése, hogy bináris döntéshozás során az információ folyamatosan halmozódik fel, és ez leírható egy

Wiener-diffúziós folyamattal (Ong, Sewell, Weekes, McKague, & Abutalebi, 2017; Voss, Rothermund, & Voss, 2004). A diffúziós modell a felhasznált feladatok során mért helyes válaszok reakcióidő-átlaga és varianciája, valamint a helyes válaszok arányának segítségével három látens változót állít elő (Diederich & Busemeyer, 2003):

- *Eltérítési ráta* (drift rate, lásd 10. ábra: d): az információ felvételének és feldolgozásának sebessége. Könnyebb feladatoknál magasabb, nehezebb feladatoknál alacsonyabb drift rate jellemző - illetve hatékonyabb információ-feldolgozás esetén szintén magasabb az érték.
- *Döntési küszöb* (boundary separation, lásd 10. ábra: a és 0): a döntéshez felhasznált információk mennyisége. A magas érték konzervatív válaszkritériumot jelent: a rendszernek több diszkriminatív információ kell, mielőtt valamelyik válaszlehetőség mellett dönt. A konzervatív válaszkritérium lassú reakcióidőt és magas pontosságot jelent - ezzel fogható meg jól a pontosság és gyorsaság közötti kompromisszum.
- *Döntéselőkészítés ideje* (non-decision time): a munkamemória feladatra történő konfigurációja, az alapvető kódolási és válasz-végrehajtási folyamatokra fordított időt fejezi ki (Ratcliff és mtsai., 1999; Voss és mtsai., 2004).



10. ábra. A diffúziós modell illusztrációja. Forrás: (Ratcliff et al., 2004)

A modell feltételezi, hogy a döntések egy zajos folyamatban születnek, amelynek során a kiinduló döntési ponttól (ld.: 10. ábra: „z”) kezdve folyamatosan halmozódik fel az információ egyik vagy másik válaszlehetőség vagy határ irányában (ld.: 10. ábra: „a” és „0”). Ha az egyik határ elérésre került, akkor megtörténik a döntés. A döntéshez szükséges információfelhalmozódás mértékét eltérítési rátának nevezzük (ld.: 10. ábra: „d”). Minél meredekebb ez a ráta, annál gyorsabban eléri valamelyik válaszlehetőséget és megtörténik a döntés. Minden döntésben van zaj (variabilitás) az információgyűjtés folyamatában, ezért az azonos eltérítési rátájú folyamatok nem

mindig azonos időben fejeződnek be (reakcióidő eloszlást eredményezve) és nem mindig ugyanazon a döntési küszöbön fejeződnek be (hibákat eredményezve). Ezt hívjuk próbán belüli variabilitásnak. Az empirikus reakcióidő eloszlások pozitívan ferdék, és ez természetesen megjósolható egyszerű geometriával. A diffúziós modell alkalmazásának előnyei:

- Különböző kognitív folyamatok rendelhetők különböző, pszichológiai szempontból releváns paraméterekhez.
- Nem csak azt mutatja ki, hogy a válaszadók egyik csoportja lassabb, vagy az egyik típusú feladat esetében magasabb a helyes válaszok aránya, hanem azt is, hogy miért.
- Azonos - például reakcióidőben kifejezett - teljesítmény mögött állhat teljesen más mechanizmus is (egyes résztvevőknél információfeldolgozás, másoknál a nem-válaszolási idő alacsonyabb) (Diederich & Busemeyer, 2003; Voss et al., 2004).

A jelen kutatásban alkalmazott ún. *EZ-diffúziós modell* a Ratcliff-modell paraméterei közül csupán a pszichológiai szempontból leginkább fontos paramétereket becsli: az eltérítési rátát (mint az információ minősége), a határok távolságát (mint a döntési küszöb) és a döntés-előkészítési időt (határozatlanság ideje) (Wagenmakers és mtsai., 2007). Az EZ-modell egyszerűsítései:

- Nem engedélyezi a paraméterek próbák közötti variabilitását
- A „z” kiindulópontot a határok közepére teszi, vagyis z = a/2. Vannak olyan feladatok, ahol ebben lehet torzítás (pl. a „szó vagy nem szó” döntésnél Sz, ahogy az ábrán látszik), de a mi esetünkben ez nem valószínűsíthető, mert azonos eséllyel választja mindkét lehetőséget a vizsgálati alany és a két billentyű megnyomására is azonosak az esélyei. A feladatok jellegéből adódóan nem várható az, hogy nagyobb valószínűséggel várják a válaszadók például a C hangot az F helyett, vagy az egyik ábrát a másik helyett.

Tekintettel mind a kognitív kontroll folyamatok, mind pedig a zenei tevékenységek elméleti bevezetőben is bemutatott, egyéni adottságoktól és különböző pszichés hatásoktól nehezen szétválasztható jellegére, a kutatás bizonyos pontjain *személyorientált statisztikai vizsgálati módszereket* is alkalmaztunk. Ennek köszönhetően kiegészültek és árnyalódtak a csoport-összehasonlításokon és korrelációs kapcsolatok vizsgálatán alapuló, meglehetősen szigorú feltételek teljesülését megkívánó statisztikai módszereink eredményei. A személyközpontú kutatások alapfeltevései

szerint az egyén élete folytonos időben zajlik, dinamikus interakciókkal, a különböző folyamatok pedig részben specifikusak az egyénre, amelyeket értelmes koherencia és struktúra jellemez (Vargha, 2021). Ez a megközelítés a disszertációban a fejlődési mintázat hipotézis vizsgálatakor kerül előtérbe.

A tréning hatására elért fejlődés esetleges egyéni mintázatainak feltárása és az egyes kognitív kontroll elemek fejlődésének személyhez kötött vizsgálata érdekében, a személy-orientált elemzés szempontjait figyelembe véve *külön elemeztük minden résztvevő teljesítményének változását az egyes feladat-típusokon* (később részletezett okból kizárólag a reakcióidők változását vizsgálva). A hagyományos statisztikai módszerek segítségével megvalósított különböző klaszterezési eljárások eredményei nem voltak kellően informatívak az egyén fejlődésére nézve, ezért *szakértői besorolást végeztünk* az egyes válaszadók egyéni teljesítményének részletes tanulmányozása után. Ennek megfelelően a következő alszegmenseket hoztuk létre[5]:

- EGYENLETES: az egyenletesen fejlődő csoport tagjai hasonló nagyságrendű fejlődést realizáltak minden feladattípus esetén, így róluk elmondható, hogy fejlődésük általános érvényű (például 10%-os reakcióidő-csökkenés az N-back teszteken és 16% a KFP Cue-n a tréning hatására).
- EGYENETLEN: Az egyenetlen fejlődésű csoport esetében kiegyensúlyozatlan a teljesítmény változása: az egyes feladattípusok esetében megfigyelhető jelentős javulás mellett más feladatok esetén stagnálás vagy akár romlás is megfigyelhető (így például lassabb reakcióidő az n-back típusú feladatokon, ugyanakkor akár felére csökkenő reakcióidő a KFP Cue típus esetén).
- EGYENETLEN (PI) alcsoport esetében a proaktív interferenciát mérő feladatokon nagyságrendileg eltérő módon változott a teljesítmény. Van például olyan nem zenélő hallgató, aki a VK-0 és VK-P feladatok esetében lassabban reagált a tréning után, mint a kiinduló fázisban, a KFP Cue feladatokra viszont gyorsabban tudott reagálni.
- NBACK: az n-back típusú feladatoknál kiemelkedő fejlődést elért résztvevők.
- TÖBBSZÖRÖS: több típusú feladatnál is kiemelkedő fejlődést elért résztvevők.

[5] Hét vizsgálati személy nem került besorolásba a fent ismertetett kategóriák egyikébe sem, jellemzően azért, mert egy-egy feladat-típus esetén elért eredményei korábban kizárásra kerültek adattisztítási indokból.

6. Eredmények

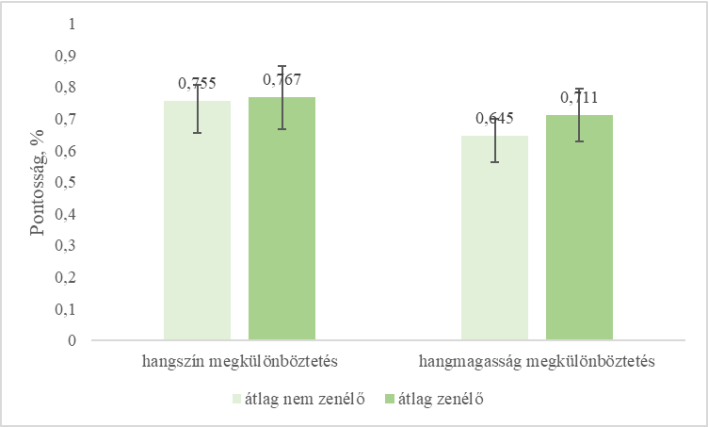
A fejezet célja a hipotézisek megválaszolásához szükséges eredmények ismertetése, amelyek az áttekinthetőség érdekében két lépcsőben kerülnek bemutatásra, mivel ezek a kutatásban is egymásra épültek: az előtesztek tárgyalását követően a hipotézisek mentén haladunk.

6.1. Előtesztek

Mivel az előtesztek eredményei meghatározták a későbbiekben alkalmazott statisztikai eljárások felépítését, az elkövetkezendőkben nemcsak a kapott értékek bemutatására, hanem egyúttal ezek értelmezésére is sor kerül.

6.1.1. Zenei percepciós értékek

A percepció vizsgálatára a kutatásban azért került sor, hogy az eredmények elemzésekor ki tudjuk szűrni és szükség szerint figyelembe tudjuk venni a résztvevők esetleges percepciós fejlődését. A feladatcsomagból kiemelésre került a hangszín és a hangmagasság megkülönböztetésre irányuló vizsgálósor, mert ezek a kutatásban használt auditív vizsgálóeljárások alkalmazhatóságának feltételéül szolgáló percepciós képességeket mértek. Ennek a két feladatsornak az eredményeit mutatja a 11. ábra. A többi alteszt főként az első mintavételkor szolgált információval arról, hogy a résztvevők számára a zenei tréning módszertanában használt zenei elemek jól differenciálhatók-e, ezek elemzésétől most eltekintünk, illetve egyes releváns észrevételre a későbbiekben visszautalunk (a részletes eredmények a Mellékletek 34. táblázatában találhatók.)



11. ábra. A zenélő és nem zenélő csoport pontossága a tréning előtt a Kwalwasser-Dykema teszt hangszín és hangmagasság megkülönböztetést mérő feladatai során. *Megjegyzés.* Az ábrán látható hibasáv a szórás nagyságát jelöli.

A két csoport teljesítménye között *statisztikai különbség nem volt kimutatható*. A hangszín megkülönböztetésre vonatkozóan $t(19) = -0{,}521$, $p = 0{,}6086$, míg a hangmagasság megkülönböztetés esetében $t(19) = 1{,}661$, $p = 0{,}1132$.

Az egyes tesztmodulok próbái fokozatosan nehezedtek és jelentősen meghaladták azt a szintet, amit a saját fejlesztésű auditív mérőeszközeink használatához meghatároztunk. A hangmagasság differenciálás során például auditív mérőeljárásunkkal határozottan és jól elkülöníthető hangmagasságokkal dolgoztunk, míg a Kwalwasser-Dykema percepciós tesztben helyenként kis szekundnál kisebb különbséget kellett detektálni. Ugyanez megállapítható a hangszínekről is, ahol az auditív mérőeszközünk kidolgozása során jól differenciálható, különböző hangszercsaládokba tartozó hangszerek hangszínmintáit használtuk, míg a percepciós feladatokban helyenként két vonós egymáshoz igen közel álló hangszínét kellett elkülöníteni egymástól. Összességében elmondható, hogy a bemeneti mintavétel során a hangszín-megkülönböztetés esetében mért 76-77%-os és a hangmagasság-megkülönböztetés során mért 65%-71%-os helyes válasz arányokkal elégedettek voltunk, főként, hogy helyes válaszok az egyes modulokban úgy oszlanak el, hogy a modul első, könnyebb szegmensében kevés a hibaszám. A többi vizsgált percepciós képesség is magasan a tréningben való részvételhez szükséges szint fölött volt és a mintában nem voltak olyan egyéni eltérések, amelyek veszélyeztették volna a tréning hatékonyságát, módosították volna az a tervezett módszertant, vagy további statisztikai lépéseket indukáltak volna.

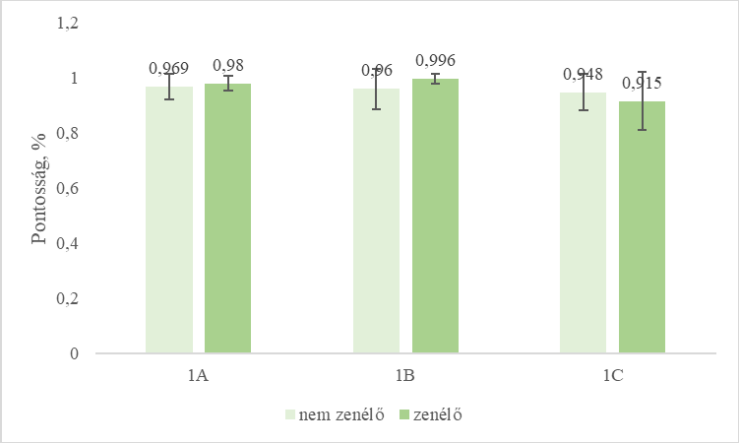
A második és a harmadik mintavétel eredményeinek és a csoportok közötti különbségeknek (ld. melléklet 34. táblázat) a részletes elemzésétől eltekintünk, az elkövetkezendőkben csak a kutatás szempontjából fontos eredmények és néhány elgondolkodtató érdekesség kerül kiemelésre. Látható, hogy a hangemlékezet altesztben a zenélők és nem zenélők csoportja közötti különbség hosszú távon is statisztikailag szignifikáns marad: a többváltozós variancia-analízis eredményei szerint a csoporthatás szignifikáns ($F(1;\ 15{,}1) = 6{,}169$, $p = 0{,}0252$*). Ez az érték azért érdekes, mert a hangemlékezés az a feladattípus, amely munkamemória-frissítést is tartalmaz. A későbbi elemzések során erre az eredményre még utalni fogunk (ld.:7.1.1 alfejezet). A hangmagasság érzékelése közötti különbség a két csoport között a tréning előtt még nem volt szignifikáns, a hosszú távú teljesítményt figyelembe véve azonban statisztikailag szignifikáns különbség mutatható ki a zenélők javára ($F(1;\ 15{,}9) = 11{,}705$, $p = 0{,}0035$**). Tekintettel a percepciós feladatok nehézségére, és arra, hogy a kiinduló

állapotban nem különböztek a csoportok, nem tartottuk indokoltnak ezt az információt az elemzésekbe kovariánsként beépíteni.

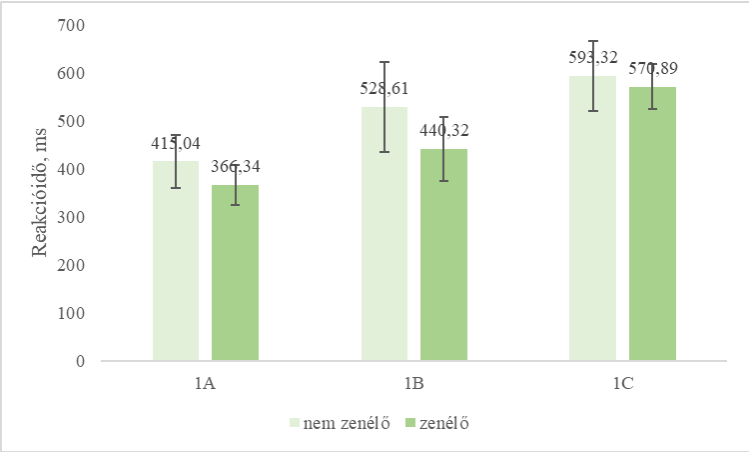
Hasonló következtetésre jutottunk a percepció változásainak nyomon követése során is. A három mért időpontban sem csoportonként, sem pedig a teljes mintára vetítve kimutatott különbségek sem voltak szignifikánsak, így a változó kovariánsként történő beépítését nem láttuk indokoltnak

6.1.2. A figyelem mérése

Az általános figyelmet vizsgáló feladatok összetettsége megmutatkozott az eredményekben is: a helyes válaszok aránya és az átlagos reakcióidő is romlott a bonyolultság növekedésével (ld. 12. ábra és 13. ábra), és mindkét érték az 1C feladattípusban volt a legalacsonyabb, amikor válaszgátlást is igényeltek a vizsgálati manipulációk.



12. ábra. Figyelmi feladatok egyes típusain elért pontosság a tréning előtt
Megjegyzés. **Az ábrán látható hibasáv a szórás nagyságát jelöli.**



13. ábra. Figyelmi feladatok egyes típusain elért reakcióidő a terápia előtt
Megjegyzés. **Az ábrán látható hibasáv a szórás nagyságát jelöli.**

A figyelmi feladatcsomagból a számunkra fontos vigilanciát mérő 1A feladattípust kiemelten vizsgáltuk. Ennek során három kérdésre kerestük a választ:

- A kutatási alanyok rendelkeznek-e a magasabb szintű kognitív folyamatokhoz szükséges vigilanciával?
- Vannak-e olyan kiugró egyéni teljesítmények, amelyek további statisztikai eljárásokat indukálnak?
- A zenélők és a nem zenélők teljesítménye között van-e olyan mértékű különbség, amit kovariánsként figyelembe venni a többi feladat elemzésekor?
- A három mintavétel eredményei alapján történik-e olyan változás a vigilanciában, ami a kovariánsként való figyelembevételt indokolná?

A fenti kérdések megválaszolása érdekében kétszempontos varianciaanalízist végeztünk a csoporthovatartozás és az időtényező figyelembevételével. Az eredmények azt mutatták, hogy a két csoport egymás közötti, illetve különböző időpontokban mutatott teljesítményére vonatkozóan sehol sem mutatható ki szignifikáns különbség (részletesen ld. Mellékletek, 35. táblázat és 36. táblázat):

- a zenélők és nem zenélők csoportja statisztikai szempontból azonos vigilanciával rendelkezik (a CSOPORT főhatás esetében $F(1; 12{,}3) = 0{,}858$, $p = 0{,}3720$),
- vigilanciában nem mutatható ki fejlődés a vizsgált időszak alatt (az IDŐ főhatás tekintetében $F(2{,}0; 48{,}0) = 1{,}100$, $p = 0{,}3411$).

A vigilancia mértékében egyénenként sem találtunk akkora eltéréseket, amelyek további statisztikai lépéseket indokolnának. A vigilancia további elemzésétől és statisztikai számításokban történő figyelembevételétől a disszertáció keretein belül eltekintünk.

6.2. Zenei előtörténet hatása hipotézis

Feltételezhető volt, hogy a régóta zenélő egyének gyorsabb adaptációra képesek, így kognitív kontroll funkcióik a bemeneti feladatok során szignifikánsan jobbak a nem zenélőknél, a mért kognitív kontroll értékek pedig korrelálnak a heti gyakorlási órák számával és a zenetanulással eltöltött évek számával, valamint függenek a zenetanulás kezdetekor betöltött életkortól.

6.2.1. A bemeneti kérdőívekből nyert releváns információk:

A bemeneti hipotézis megválaszoláshoz szükség volt a a bemeneti kérdőívekből nyert, zenetanuláshoz kapcsolódó információkra. Ezekből a következők emelendők ki:

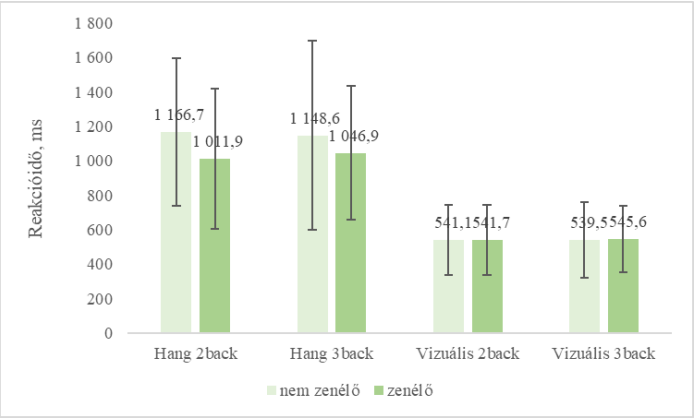
- Minden zenélő vizsgálati személy 6 és 7 éves kora között kezdte a zenetanulást, ezért a zenetanulással töltött évek száma rendkívül alacsony szórást mutat (a zenetanulással töltött évek száma átlagosan 15 év 1,3 év szórással, a zenetanulás kezdetekor betöltött életkor átlagosan 6,3 év 0,5 év szórással).
- A zenélők csoportja átlagosan hetente 38,6 órát töltött gyakorlással (*SD* = 4,9). A gyakorlással töltött órák száma szintén kis szórást mutat: 3 válaszadó kivételével mindenki legalább heti 35 órát gyakorolt.

6.2.2. Munkamemóriafrissítés

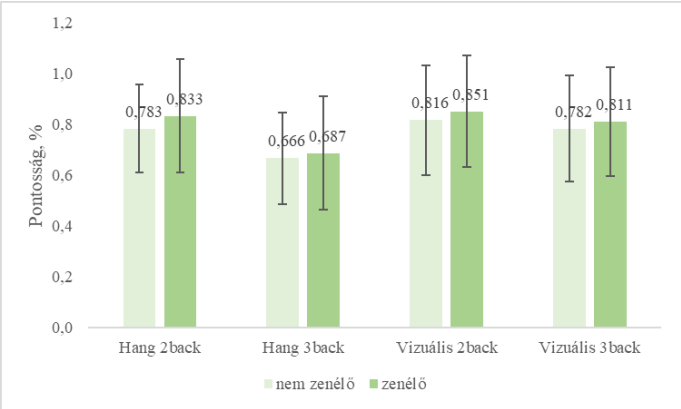
A zenélő és a nem zenélő csoportok első minatvételkor mért kognitív kontroll funkcióinak összehasonlítását a munkamemória frissítését mérő N-back feladatok vizsgálatával kezdjük, ami két dimenzió mentén történik:

1. visszalépések száma vagy n-érték: (*n* = 2 vagy 3)
2. modalitás: vizuális (betű vagy figura) / hang (hangszín vagy hangmagasság).

A bemeneti feladatsor feladattípusonkénti eredményeit vizsgálva (a részletes eredmények megtalálhatóak a Mellékletek 37. táblázatában) látható az átlagok bizonyos mértékű eltérése a zenélő csoport javára (ld. a 14. ábra és 15. ábra: a zenélők csoportjában rövidebb reakcióidő az auditív feladatokban, közel azonos reakcióidő a vizuális feladatokban, minden feladattípus esetében jobb pontosság mellett). Ezek a különbségek azonban a vizsgált mintaelemszám mellett *nem szignifikáns*ak.



14. ábra. Az N-back feladatokban elért reakcióidő átlagok a tréning előtt a zenélő és nem zenélő csoportok esetében
***Megjegyzés.* Az ábrán látható hibasáv a szórás nagyságát jelöli.**



15. ábra. Az N-back feladatokban elért pontosság átlagok a tréning előtt a zenélő és nem zenélő csoportok esetében
***Megjegyzés.* Az ábrán látható hibasáv a szórás nagyságát jelöli.**

A különböző csoportosító változók hatásának és azok esetleges interakciójának vizsgálata érdekében az SPPS General Linear Model / Repeated measures módszerével két változós (reakcióidő és pontosság), háromszempontos vegyes variancia analízis végeztünk két ismétléses faktorral (modalitás (hang / vizuális) X n-érték (2back / 3back)). Az eredményekből látható (részletesen ld. mellékletek, 38. táblázat**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**), hogy csoport szerinti főhatás nem volt kimutatható sem a reakcióidő, sem a pontosság tekintetében, vagyis összességében elmondható, hogy *a zenélők és nem zenélők teljesítménye nem különbözött szignifikánsan az induló adatfelvételkor* (reakcióidőre $F(1;37) = 0{,}449$; $p = 0{,}507$, valamint pontosságra $F(1;37) = 0{,}283$; $p = 0{,}598$). Az egyes feladat-típusokra az utóvizsgálat részeként futtatott statisztikai tesztek esetében sem volt kimutatató különbség (ld. 10. táblázat).

10. táblázat. Utóvizsgálat eredménye a csoport főhatás vizsgálatára az n-back teszteken a tréning előtt.

változó	feladattípus	próba típus	próbafüggvény értéke	próbafüggvény p-értéke	Hatásmérték (Cohen-d)
reakcióidő	vizuális 2back	Yuen	-0,067	0,9467	-0,026
	vizuális 3back	Yuen	-0,374	0,7111	-0,142
	hang 2back	t-próba	1,152	0,2565	0,37
	hang 3back	t-próba	0,657	0,5153	0,211
pontosság	vizuális 2back	Yuen	-1,201	0,2394	-0,456
	vizuális 3back	Yuen	-0,969	0,3401	-0,368
	hang 2back	Yuen	-1,563	0,1301	-0,592
	hang 3back	Yuen	-0,53	0,6015	-0,202

A reakcióidő és pontosság eredményeket részletesen vizsgálva (ld. Mellékletek 38. táblázat) azt tapasztalhatjuk, hogy *a modalitás mint főhatásnak kimutatható hatása volt a reakcióidőre* ($F(1;37) = 90{,}519$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}71$), ugyanakkor az *n* érték főhatás esetében ($F(1;37) = 0{,}06$; $p = 0{,}808$) nem mutatható ki szignifikáns kapcsolat, valamint interakciós hatás sem jelenik meg. Tehát, függetlenül attól, hogy 2- vagy 3-back feladatról, illetve zenélőkről vagy nem zenélőkről beszélünk, annyi állítható biztosan, hogy *az auditív feladatokban lassabban teljesítenek a válaszadók*.

A pontosság esetében a modalitás főhatás mellett ($F(1;37) = 23{,}925$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}393$*) n értéke is szignifikáns hatással bír* ($F(1;37) = 83{,}956$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}694$), vagyis a hibázás aránya nem csak attól függ, hogy milyen típusú ingerre adott reakciót mérünk, hanem attól is, hogy a kettővel vagy hárommal korábbi ingerhez képest kell hasonlítani az adott ingert. Mind a zenélő, mind a nem zenélő csoport esetében a vizuális ingerekre nagyobb pontossággal válaszoltak; a modalitás és a csoporttagság között ugyanakkor nincsen interakció ($F(1;37) = 0{,}012$; $p = 0{,}912$). A visszalépések számának 2-ről 3-ra növelésével mind a két csoportban egységesen csökkent a pontosság; interakciós hatás itt sem volt kimutatható. A pontosságra vonatkozóan szignifikánsnak bizonyult továbbá a modalitás X n-érték interakció is ($F(1;37) = 27{,}099$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}423$): a 3-back feladatok esetében jóval nagyobb mértékben romlik a pontosság, mint a 2-back feladatoknál a zenei ingerek esetében, a zenélők és a nem zenélők esetében is.

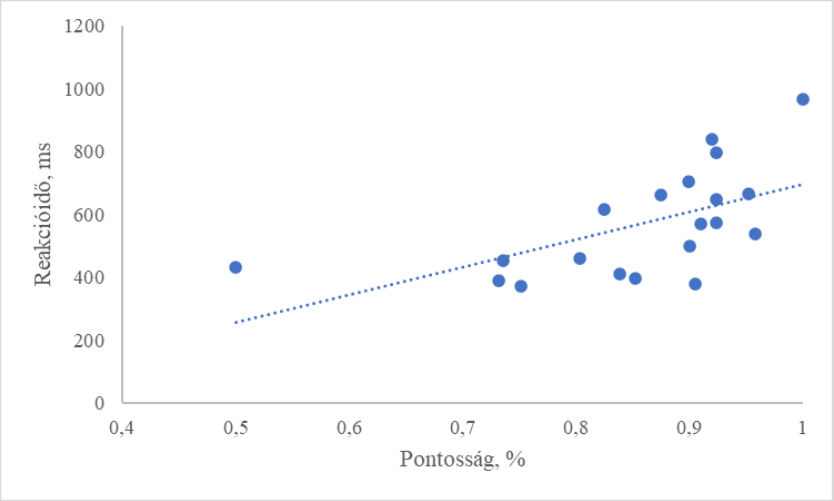
A reakcióidők és helyes válaszok eredményeit a két változó korrelációjának tükrében érdemes értelmezni, ami részletes magyarázatot ad az eredményekre. *Míg a nem zenélőknél erős, szignifikáns pozitív kapcsolat figyelhető meg a reakcióidő és a pontosság között minden feladattípus esetén, addig a zenélőknél nincs statisztikailag kimutatható kapcsolat a két változó között* (ld. 16. ábra és 17. ábra). A Wilcox-féle robusztus korrelációs együttható értéke a nem zenélő csoport esetében 0,5 körül mozgott a hangingerek, míg 0,7-0,8 között a vizuális ingerek esetében (ld. 11. táblázat).

11. táblázat. Reakcióidő és pontosság kapcsolatának vizsgálata az N-back feladatokban a tréning előtt

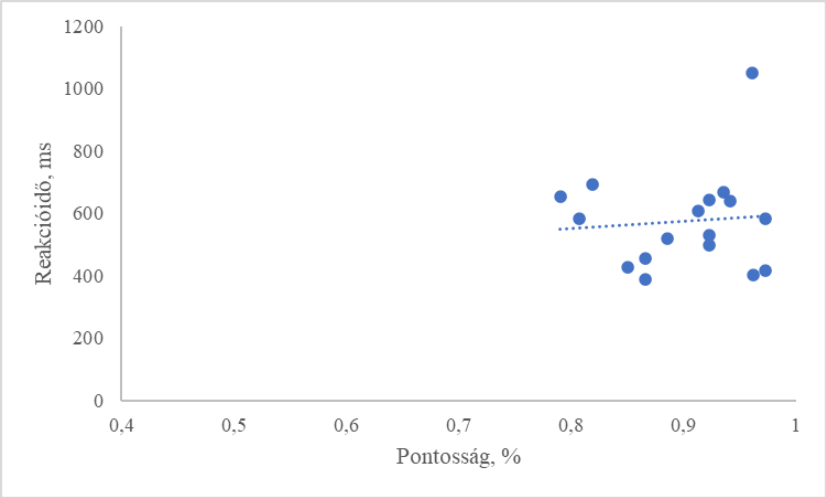
	nem zenélők		zenélők	
feladattípus	Wilcox-féle rob. kor.e.	p értéke	Wilcox-féle rob. kor.e.	p értéke
vizuális 2back	0,72	0,0002***	0,095	0,7062
audio 2back	0,483	0,0265*	0,027	0,9161
vizuális 3back	0,814	0,000***	0,327	0,1848
audio 3back	0,472	0,0307*	0,26	0,2967

Megjegyzés. ***: $p < 0{,}001$. *: $p < 0{,}05$.

Mindezt egy példával szemléltetve: a vizuális 2-back feladatokban a nem zenélők lassabb fele átlagosan 91,5%-ban adott helyes választ (*SD* = 0,13), míg gyorsabb fele esetében a helyes válaszok aránya 79,8% volt (*SD* = 0,05). Ugyanez a két érték a zenélők esetében 90,6% és 89,6% (*SD* = 0,05 illetve 0,07).



16. ábra. Pontosság és reakcióidő kapcsolata a kiinduló fázisban, vizuális 2-back feladatok esetén a nem zenélő csoportban



17. ábra. Pontosság és reakcióidő kapcsolat a kiinduló fázisban, vizuális 2-back feladatok esetén a zenélő csoportban

Noha a szélsőséges teljesítményt a trimmelés módszertana kezelni tudja, fontos kiemelni, hogy reakcióidő tekintetében *a zenélők jóval homogénebb teljesítményt nyújtanak* nem zenélő társaikhoz képest. A reakcióidőkre számított interkvartilis terjedelem értéke rendre alacsonyabb a zenélő csoport esetében, mint a nem zenélő csoportban (ld.11. táblázat). Az is látható, hogy a vizuális és auditív típusú ingerek közül a vizuális ingerek esetén szorosabb a korreláció mind a két csoportban.

12. táblázat. Interkvartilis terjedelem az N-back feladatokban elért reakcióidőkre a tréning előtt

n-érték	modalitás	Nem zenélők	Zenélők
2 back	vizuális	259,93	221,17
	audio	474,69	466,98
3 back	vizuális	332,19	246,57
	audio	769,79	424,82

Az eredmények mögötti mélyebb összefüggések és a kísérleti alanyok stratégiáinak feltárására a korábban említett diffúziós modellel elemeztük tovább az adatokat. A diffúziós modell paramétereire számított átlagok a 13. táblázatban találhatóak.

13. táblázat. A diffúziós modell leíró statisztikái a kiinduló fázisban

		csoport	átlag	szórás
eltérítési ráta	hang 2back	nem zenélők	0,002	0,001
		zenélők	0,003	0,001
	hang 3back	nem zenélők	0,002	0,001
		zenélők	0,002	0,001
	vizuális 2back	nem zenélők	0,005	0,002
		zenélők	0,006	0,003
	vizuális 3back	nem zenélők	0,004	0,002
		zenélők	0,005	0,002
döntési küszöb	hang 2back	nem zenélők	6,7	1,7
		zenélők	7,0	1,8
	hang 3back	nem zenélők	5,5	1,8
		zenélők	5,5	1,4
	vizuális 2back	nem zenélők	4,2	1,2
		zenélők	4,1	1,2
	vizuális 3back	nem zenélők	4,3	1,0
		zenélők	4,0	1,0
döntéshozatal ideje	hang 2back	nem zenélők	397,3	298,8
		zenélők	266,9	338,4
	hang 3back	nem zenélők	552,7	370,1
		zenélők	537,6	229,5
	vizuális 2back	nem zenélők	283,4	135,9
		zenélők	282,8	63,9
	vizuális 3back	nem zenélők	250,8	156,0
		zenélők	273,5	84,4

Három változós (eltérítési ráta, döntési küszöb, döntéshozatal ideje), három szempontos variancia-analízis segítségével vizsgáltuk a különböző teljesítmény mögött esetlegesen megjelenő látens pszichológiai különbségeket, ahol ismétléses faktoraink a modalitás (hang / vizuális) és az n-érték (2 back / 3 back) voltak. A részletes eredmények megtalálhatóak a Mellékletek 39. táblázatában.

A döntési küszöbben és a döntéshozatal idejében nem látható szignifikáns különbség a két csoport között (a döntési küszöb esetében a csoport főhatás $F(1;37) = 0{,}012$; $p = 0{,}914$; a döntéshozatali idő vonatkozásában $F(1;37) = 0{,}389$; $p = 0{,}537$), kiemelendő viszont, hogy *az eltérítési ráta (drift rate) esetében szignifikáns különbség mutatható ki* ($F(1;37) = 5{,}824$; $p = 0{,}021$; $\eta^2 = 0{,}143$). Ez az eredmény azért fontos számunkra, mert ez jelzi a döntéshozatal hatékonyságát.

A főhatásokat vizsgálva elmondhatjuk, hogy mind a visszalépések száma (n-érték), mind pedig az inger típusa (modalitás) hatással van a diffúziós modell változóira:

Az eltérítési ráta esetében:

1. a modalitás főhatásra vonatkozóan $F(1) = 47{,}795$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}577$
2. az n-érték főhatásra vonatkozóan $F(1) = 35{,}973$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}507$

A döntési küszöb esetében:

1. a modalitás főhatásra vonatkozóan $F(1) = 36{,}791$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}512$
2. az n-érték főhatásra vonatkozóan $F(1) = 29{,}052$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}454$

A döntéshozatal ideje esetében:

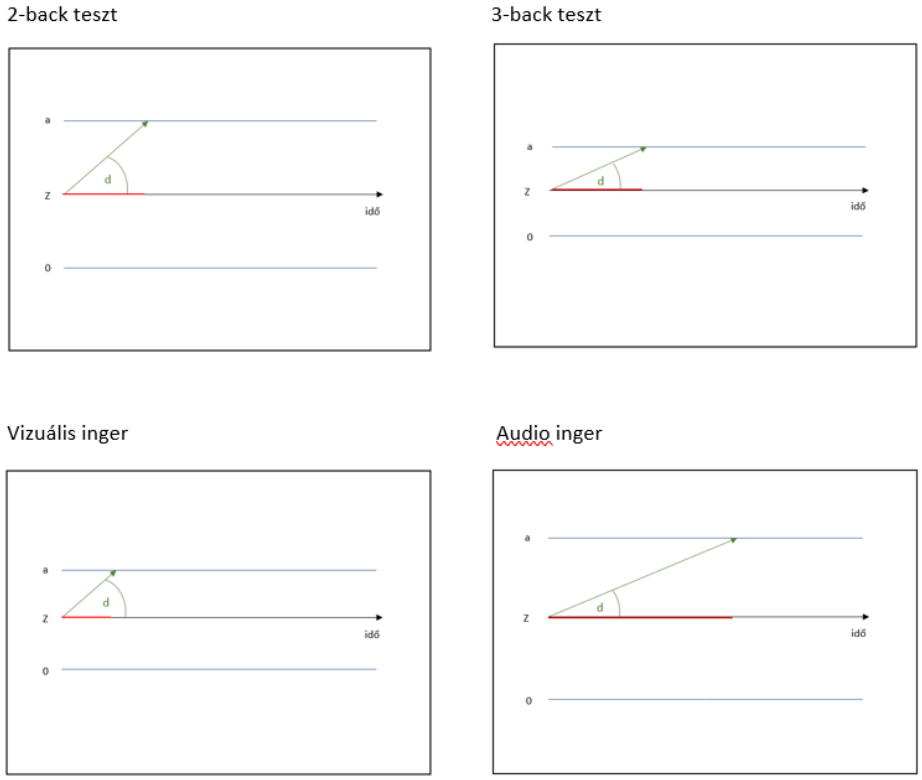
1. a modalitás főhatásra vonatkozóan $F(1) = 10{,}342$; $p = 0{,}03$; $\eta^2 = 0{,}228$
2. az n-érték főhatásra vonatkozóan $F(1) = 16{,}639$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}322$

Az interakciós hatásokat vizsgálva megállapítható, hogy a modalitás X n-érték interakció szignifikánsnak bizonyult a döntési küszöb ($F(1;37) = 31{,}676$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}475$) és a döntéshozatal ideje ($F(1;37) = 25{,}810$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}424$) vonatkozásában.

Bár szervesen nem kapcsolódik első hipotézisünk megválaszolásához, a későbbi hipotézisekhez kötődően érdemesnek tartottuk megvizsgálni, hogy a diffúziós modell alapján a feladatok különböző jellemzői függvényében hogyan alakult a döntési folyamat. *Szignifikáns különbség volt kimutatható ugyanis a teljesítményben a visszalépések számától, a modalitástól és ezek interakciójától függően.* Az eltérítési ráta alacsonyabbnak mutatkozott a 3-back feladatokban a 2-back feladatokhoz képest, valamint ugyanígy a hangingereknél a vizuális ingerekhez képest. Ebből azt a következtetést vontuk le, hogy az információ felvételének és feldolgozásának sebessége

nagyobb volt és egyúttal a feladat nehezebbnek bizonyult a 3-back feladatok esetében a 2-back feladatokhoz képest, és ugyanez igaz az auditív ingerekre a vizuálisakkal szemben.

A döntési küszöböt vizsgálva némileg összetettebbé válik a kép: a diffúziós modellből látható, hogy *a 2-back feladatok esetében magasabb a döntési küszöb, tehát konzervatívabb módon, megfontoltabban, több információt felhasználva döntöttek a vizsgálati személyek*. Ennek magyarázata az lehet, hogy a 3-back feladatokat túl nehéznek ítélték meg, és már nem fektették bele a megoldásba a leghatékonyabb stratégiáikat. *Hangingerek esetében is magasabb a döntési küszöb*, ezeket az összefüggéseket szemlélteti sematikusan a 18. ábra.



18. ábra. A döntési folyamat sematikus ábrája a Diffúziós modell (Ratcliff, 2007) keretében az egyes feladattípusokban – saját ábra

A részletes eredmények alapján megállapítható, hogy ez a kapcsolat az egyes változókat külön vizsgálva is szignifikáns maradt, a modalitás - n-érték interakció eltérítési rátára gyakorolt hatásán kívül. A vizsgálati személyek záró kérdőíve adhat magyarázatot erre: a hangingeres feladatokat ítélték meg legnehezebbnek a nem zenélők, míg a zenélők az absztrakt vizuális feladatokról mondták ugyanezt, de második

helyen esetükben is a hangszín N-back feladat szerepelt (hivatkozás kérdőívre mellékletben).

6.2.3. Disztraktor interferenciával szembeni ellenállás

A disztraktor interferenciával szembeni ellenállás tesztelésére a korábban már említett figyelmi feladat FF - B típusát használtuk. A zenélő és nem zenélő csoport átlagos teljesítménye a 14. táblázatban látható. A két csoport teljesítményének egyszempontos összehasonlítása során szignifikáns különbség mutatkozott mind a pontosság ($d(21;4) = -2{,}132$; $p = 0{,}047$; Cohen-d = -0,647), mind pedig a reakcióidő ($d(24;7) = 2{,}369$; $p = 0{,}0260$; Cohen-d = 0,729) tekintetében.

14. táblázat. A teljesítmény mutatói a disztraktor interferenciával szembeni ellenállást mérő teszteken a kiindulási fázisban

változó	csoport	átlag	szórás
reakcióidő	nem zenélő	536,61	153,91
	zenélő	449,78	72,92
pontosság	nem zenélő	0,96	0,0737
	zenélő	0,996	0,0167

6.3.4. Proaktív interferenciával szembeni ellenállás

6.3.4.2. Irányított felejtéses feladatok absztrakt figurákkal

A KFP Baseline és KFP Cue feladatok több kognitív kontroll funkció mérésére is alkalmasak. A kutatás a két feladat segítségével elsősorban a válaszadók nonverbális környezetben mért proaktív interferenciával szembeni ellenállására fókuszált, amit az KFP Cue feladat mért, a KFP Baseline pedig az egyszerűbb munkamemória folyamatok monitorozására szolgált.

Az alapvető mintázatok feltárása érdekében végzett kétszempontos variananciaanalízisben a csoport-hovatartozás mint főhatás mellett a teszt típusának (KFP Baseline / KFP Cue) hatását, valamint ezek esetleges kölcsönhatását vizsgáltuk mind a pontosság, mind a reakcióidő vonatkozásában (a leíró statisztikákért ld. 15. táblázat, a variancia-analízis eredményei a melléklet 40. táblázatában találhatóak). A csoport-hovatartozás mint főhatás esetében nem volt kimutatható szignifikáns különbség (reakcióidő esetében

$F(1;37) = 0{,}01$; $p = 0{,}978$, míg pontosság esetében $F(1;37) = 0{,}578$; $p = 0{,}452$). A teszt típusától függően ugyanakkor szignifikáns különbséget tapasztaltunk: *a KFP Cue feladatban magasabb pontosság* ($F(1;37) = 10{,}466$; $p = 0{,}003$; $\eta^2 = 0{,}23$) *és alacsonyabb reakcióidő* ($F(1;37) = 49{,}846$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}587$) volt megfigyelhető a KFP Baseline feladattípushoz képest. A teszttípus és csoport-hovatartozás faktorok interakciójának hiánya (reakcióidőre $F(1;37) = 0{,}148$; $p = 0{,}703$; pontosságra $F(1;37) = 0{,}459$; $p = 0{,}503$) ugyanakkor azt jelenti, hogy *a megállapított teljesítmény-különbség egységesen megfigyelhető mind a zenélő, mind pedig a nem zenélő csoportban*.

15. táblázat. A teljesítmény mutatói a KFP feladatokban a kiindulási fázisban

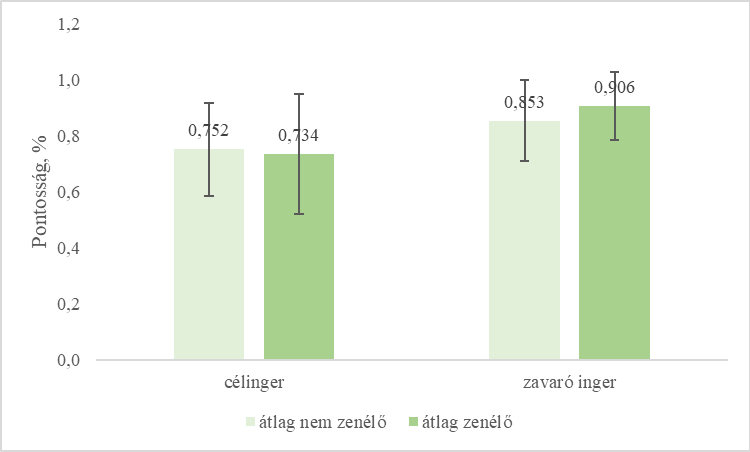
		csoport	átlag	szórás
pontosság	KFP Baseline	nem zenélő	0,802	0,139
		zenélő	0,820	0,141
	KFP Cue	nem zenélő	0,849	0,139
		zenélő	0,891	0,096
reakcióidő	KFP Baseline	nem zenélő	1 015,3	234,9
		zenélő	1 000,2	231,4
	KFP Cue	nem zenélő	752,7	174,8
		zenélő	764,7	147,8

A KFP Baseline feladatok esetében a kétszempontos variancia-analízsben a csoport mint főhatás mellett két típusú inger-manipuláció (célinger és zavaró inger) került faktorként definiálásra. Szignifikáns kapcsolat egyedül az ingertípusok esetén mutatható ki, és kizárólag a pontosság tekintetében: *zavaró ingerek esetében szignifikánsan magasabb a pontosság, mint a célingerek esetében* ($F(1;37) = 22{,}979$; $p < 0{,}001$; $\eta^2 = 0{,}396$ – ld. 19. ábra). Sem csoporthatás, sem interakciós hatás nem volt kimutatható a vizsgált változók tekintetében (ld. 16. táblázat, a részletes eredményeket a Mellékletek 41. táblázata tartalmazza).

16. táblázat. A teljesítmény mutatói a KFP Baseline feladatokban ingertípus függvényében a tréning előtt

változó	ingertípus	csoport	átlag	szórás
reakcióidő	célinger	nem zenélők	1007,978	234,830
		zenélők	1020,874	235,612
	zavaró inger	nem zenélők	1031,200	253,990
		zenélők	988,177	255,483

pontosság	célinger	nem zenélők	0,752	0,166
		zenélők	0,734	0,215
	zavaró inger	nem zenélők	0,853	0,144
		zenélők	0,906	0,123



19. ábra. A Baseline feladatokban elért reakcióidő-átlagok ingertípusok függvényében a tréning előtt. *Megjegyzés.* Az ábrán látható hibasáv a szórás nagyságát jelöli.

A továbbiakban az KFP Cue feladatok eredményeit tekintjük át az egyes ingertípusokra lebontva. Amint az a leíró statisztikákat tartalmazó 17. táblázatban is látható, a legkisebb hibaarány az új zavaró ingerek esetén jelentkezett mind a két csoportban, a 91,5%-os pontosság a nem zenélők és 94,5% a zenélők esetében a legkisebb különbséget jelenti a két csoport teljesítménye között.

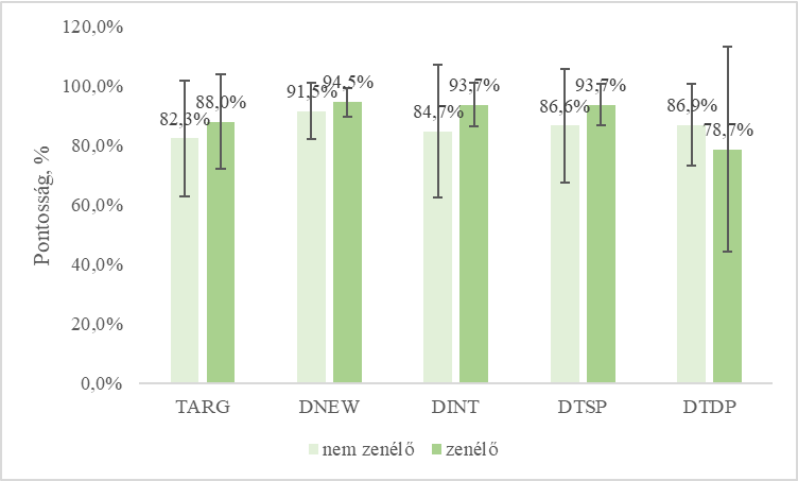
17. táblázat. A teljesítmény mutatói az MsCue feladatokban ingertípus függvényében a tréning előtt

változó	inger	csoport	átlag	szórás
pontosság	TARG	nem zenélő	0,823	0,193
		zenélő	0,880	0,158
	DNEW	nem zenélő	0,915	0,094
		zenélő	0,945	0,049
	DINT	nem zenélő	0,847	0,223
		zenélő	0,937	0,073
	DTSP	nem zenélő	0,866	0,191
		zenélő	0,937	0,070
	DTDP	nem zenélő	0,869	0,137
		zenélő	0,787	0,343
reakcióidő	TARG	nem zenélő	725,0	168,6
		zenélő	762,1	165,8
	DNEW	nem zenélő	757,9	190,1
		zenélő	788,9	157,4

DINT	nem zenélő	788,9	225,3
	zenélő	763,7	157,2
DTSP	nem zenélő	797,4	176,9
	zenélő	772,1	156,0
DTDP	nem zenélő	781,6	214,1
	zenélő	765,6	157,0

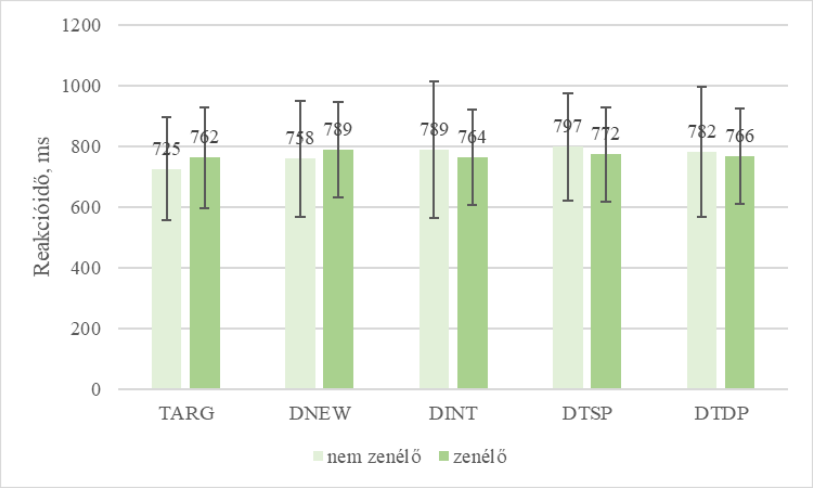
Megjegyzés. 1: TARGET valódi célinger; 2: DNEW új zavaró inger; 3: DINT proaktív interferencia; 4: DTSP proaktív interferencia kötéssel; 5: DTDP proaktív interferencia kötés nélkül

A kétszempontos variancia-analízis faktorai a csoport-hovatartozás (nem zenélő / zenélő) és az inger típusa voltak (az inger típusainak leírásáért ld. 73. oldal, 7. táblázat. Ingertípusok a KFP Cue feladatokban”), az elemzés során a reakcióidőt és a pontosságot vizsgáltuk. A variancia-analízis részletes eredményei megtekinthetőek a mellékletek 42. táblázatában. *Egyetlen szignifikáns kapcsolat mutatkozott: az inger mint főhatás szignifikánsnak bizonyult a pontosság tekintetében* ($F(1;37) = 2{,}716$; $p = 0{,}032$; $\eta^2 = 0{,}072$) – lásd 20. ábra. Sem csoporthatás, sem pedig interakciós hatás nem volt megfigyelhető a mintán sem a reakcióidő, sem a pontosság vonatkozásában.



20. ábra. Pontosság a KFP Cue feladat különböző stimulusaira vonatkozóan a kiindulási fázisban. *Megjegyzés.* Az ábrán látható hibasáv a szórás nagyságát jelöli.

Amint az a 21. ábra oszlopain is látható, egyértelmű tendencia rajzolódik ki, miszerint a *valódi célingerek és új zavaró ingerek esetén a nem zenélők voltak gyorsabbak, addig a proaktív interferenciát igénylő ingertípusok esetén a zenélők.*



21. ábra. Reakcióidő a KFP Cue feladat különböző stimulusaira vonatkozóan a kiindulási fázisban. Megjegyzés. Az ábrán látható hibasáv a szórás nagyságát jelöli.

Az utóvizsgálat részeként 2-mintás t-próbákkal vizsgáltuk az egyes ingerek esetén fellelhető különbségeket a nem zenélő és zenélő csoport között. Amint az a 18. táblázatból is kiolvasható, a különböző ingertípusokat egyenként vizsgálva nem állapítható meg szignifikáns különbség a zenélő és nem zenélő csoport teljesítménye között, az interferencia jelenlététől függő teljesítmény különbözősége azonban itt is kirajzolódik.

18. táblázat. Utóvizsgálat eredménye a csoport főhatás vizsgálatára a KFP Cue feladatban a tréning előtt.

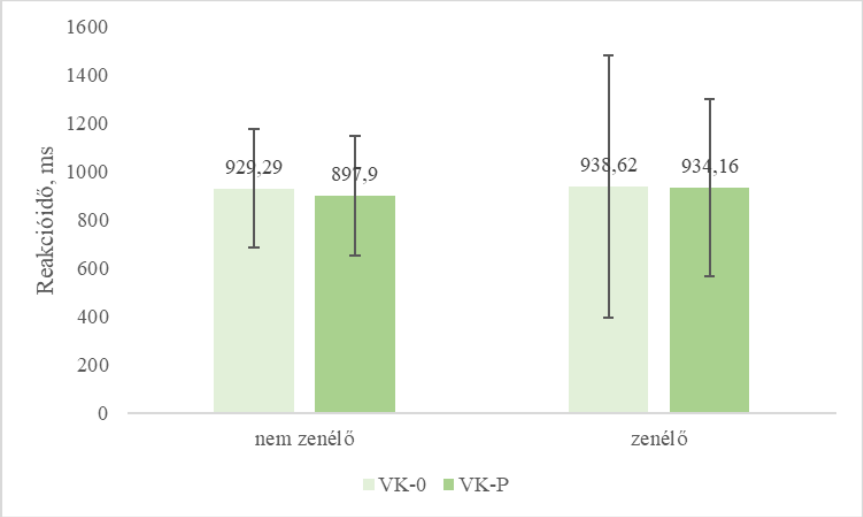
változó	inger típus	próba típus	próbafüggvény értéke	próbafüggvény p-értéke	Hatásmérték (Cohen-d)
	TARGET	t-próba	-0,673	0,5057	-0,222
	DNEW	Yuen	-1,130	0,2681	-0,446
	DINT	t-próba	0,387	0,7013	0,128
	DTSP	t-próba	0,458	0,6499	0,151
reakcióidő	DTDP	t-próba	0,255	0,8001	0,084

Annak érdekében, hogy a proaktív interferencia hatását kiemelten vizsgálhassuk, kiszámítottuk az átlagos reakcióidőket egyrészt interferencia nélküli ingerek (TARGET és DNEW), másrészt a proaktív interferenciát okozó ingerek (DINT, DTSP és DTDP) esetében. A kétszempontos variancia-analízisben tehát a csoport-hovatartozás (zenélő / nem zenélő) mellett az ingertípus-csoport (interferencia nélküli / proaktív interferenciát

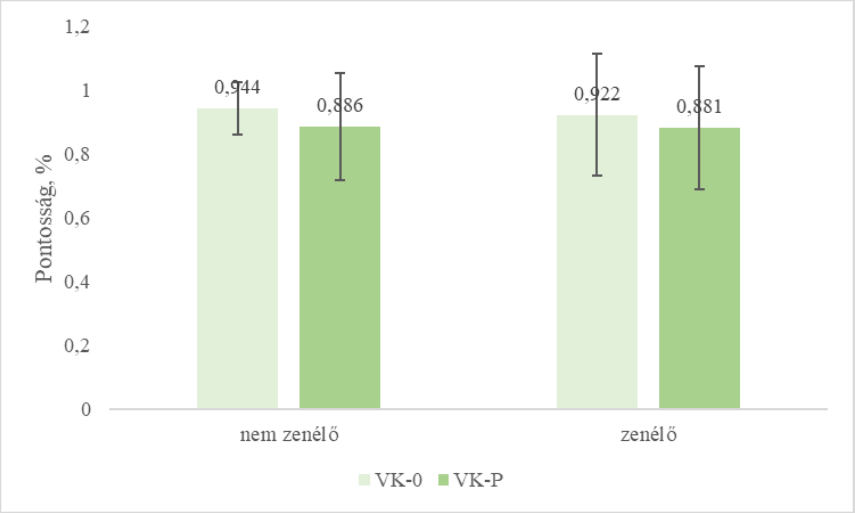
igénylő) szerepelt főhatásként. A részletes eredmények megtalálhatóak a melléklet 43. táblázatában. Az ingertípus mint főhatás ebben a felbontásban tendencia-szinten szignifikáns már a reakcióidőre is (F(1;37) = 3,545; p = 0,068; η2 = 0,092), és míg a csoport-hovatartozásnak továbbra sincs kimutatható hatása (F(1;37) = 0,012; p = 0,915), addig a két faktor közötti interakciós hatás szignifikánsnak bizonyult (F(1;37) = 7,173; p = 0,011; η2 = 0,170). Míg a zenélő csoport tagjai esetében a proaktív interferenciát igénylő ingerek esetén a reakcióidő érdemben nem csökken (az összetartozó mintás t-próba eredménye t(16) = -0,515; p = 0,6134), addig a nem zenélő csoportban jelentősen lassabb reakcióról beszélhetünk (t(19) = 3,519; p = 0,0023; Cohen-d = 0,278).

6.3.4.3. Verbális kategorizációs feladatok

A proaktív interferenciával szembeni ellenállás lexikális környezetben történő tesztelésére verbális kategorizációs feladatokat használtunk. A nem zenélő és zenélő csoport teljesítményét a 22. ábra és 23. ábra mutatja be. Kétszempontos vegyes variancia-analízis segítségével vizsgáltuk, van-e kapcsolat a csoport-hovatartozás, a feladat típusa és a feladatban elért eredmények között. A reakcióidők esetében sehol sem mutatkozott szignifikáns kapcsolat: a CSOPORT főhatás esetében $F(1;37) = 0{,}063$; $p = 0{,}8020$, a feladattípus esetében $F(1;37) = 0{,}724$; $p = 0{,}3962$, míg az interakciós hatás tekintetében $F(1;37) = 0{,}412$; $p = 0{,}5234$. *A pontosság esetében a feladat típusa szignifikánsnak bizonyult*: $F(1;37) = 15{,}221$; $p = 0{,}0002$; $\eta^2 = 0{,}187$. Sem a csoport mint főhatás ($F(1;37) = 0{,}100$; $p = 0{,}7537$), sem pedig az interakciós hatás ($F(1;37) = 0{,}211$; $p = 0{,}6473$) nem bizonyult szignifikánsnak.

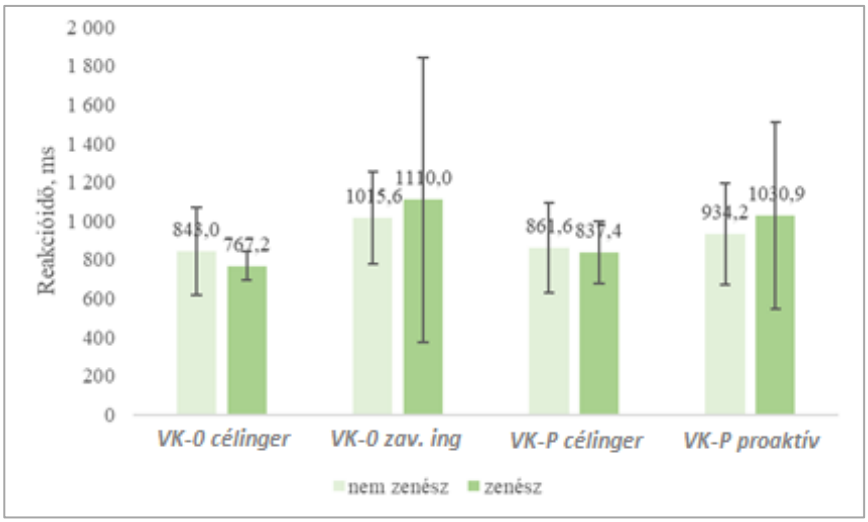


22. ábra. A reakcióidő mutatói a verbális proaktív interferenciával szembeni ellenállást mérő feladatokon a kiinduló állapotban

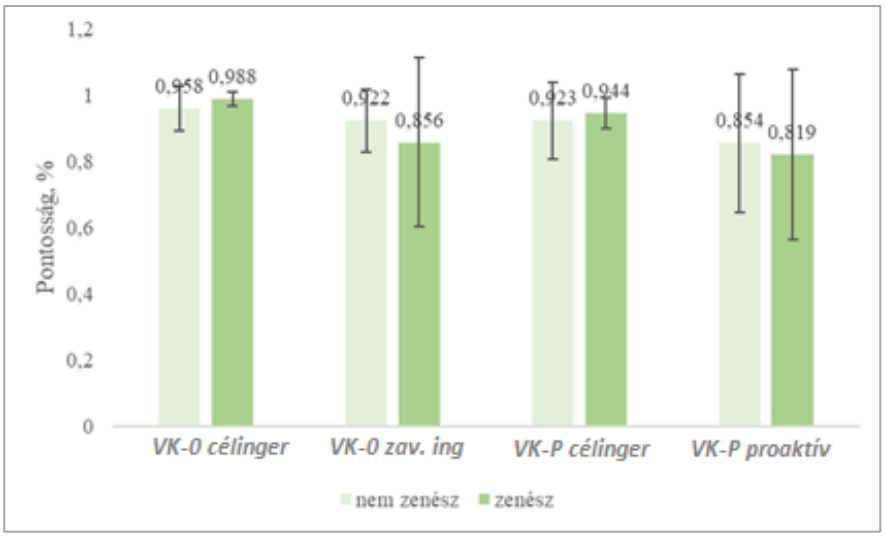


23. ábra. A pontosság mutatói verbális proaktív interferenciával szembeni ellenállást mérő feladatokban a kiinduló állapotban

Vizsgáltuk, hogy a vizsgálati személyek teljesítménye hogyan változik az inger típusától függően: gyorsabbak vagy pontosabbak-e attól függően, hogy célingerre vagy zavaró ingerre kell-e reagálniuk. Az eredményeket a 24. ábra és 25. ábra mutatja be.



24. ábra. Verbális kategorizációs feladatokban elért reakcióidő-átlag a feladat- és ingertípusok (célinger v. proaktív interferencia) függvényében a tréning előtt



25. ábra. Verbális kategorizációs feladatokban elért pontosság a feladat- és ingertípusok függvényében a tréning előtt

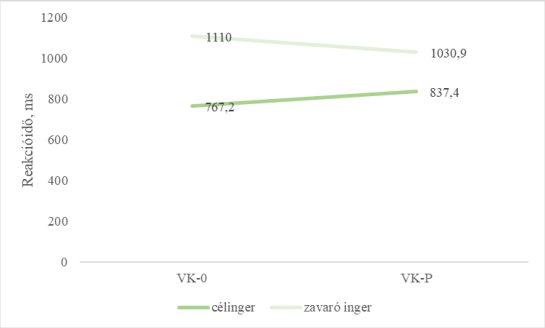
A háromszempontos variancia-analízis ismétléses faktoraiként a feladat típusa (VK-0 / VK-P) és az inger típusa (célinger / zavaró inger) kerültek meghatározásra. Csoporthatás nem volt kimutatható sem a reakcióidő ($F(1;37) = 0{,}056$; $p = 0{,}814$), sem a pontosság ($F(1;37) = 0{,}119$; $p = 0{,}733$) tekintetében, vagyis *a zavaró ingerekkel szembeni ellenállás tekintetében nincs különbség a nem zenélők és zenélők csoportja között*. A következtetések levonásakor figyelembe kell azonban venni *a csoportokon belül megfigyelhető nagyfokú heterogenitás*t, ami hozzájárulhat a csoportfőhatások hiányához. (Ez azt jelenti, hogy a csoportok teljesítménye nem egységes, hanem rendkívül nagy szórást mutat az egyes csoportokon belül is, még a trimmelt átlagok esetében is.)

A feladat típusa esetében a szignifikáns pontosságbeli különbség megmaradt az inger típusának bevonása után is ($F(1;37) = 19{,}615$; $p < 0{,}001$; $\eta^2 = 0{,}38$), interakciós hatás ugyanakkor nem volt kimutatható sem a csoport főhatás, ($F(1;37) = 0{,}272$; $p = 0{,}605$), sem pedig az inger típusa ($F(1;37) = 0{,}231$; $p = 0{,}634$) esetében. Ez azt jelenti, hogy *mind a nem zenélő, mind a zenélő csoport esetében magasabb volt a hibaszázalék a proaktív interferenciát igénylő feladatok esetében*, függetlenül attól, hogy célingerről vagy zavaró ingerről van-e szó.

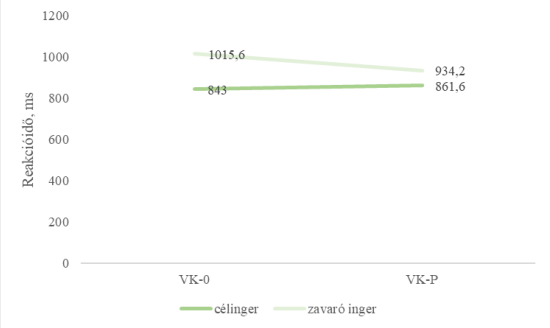
Míg a reakcióidőkre vonatkozóan továbbra sem mutatható ki szignifikáns különbség a VK-0 és VK-P feladattípusok között ($F(1;37) = 0{,}638$; $p = 0{,}43$) az ingertípusok bevonása után sem, a feladattípus *X ingertípus interakciós hatás ugyanakkor szignifikánsnak bizonyult* ($F(1;37) = 13{,}702$; $p < 0{,}001$; $\eta^2 = 0{,}3$). Mind a nem zenélő, *mind a zenélő csoport esetében megfigyelhető, hogy a proaktív*

interferenciát igénylő ingerek esetén a célingerekre és zavaró ingerekre adott válaszidő-különbség alacsonyabb, mint az interferencia nélküli ingerek esetén (ld. 26. és 276. ábra).

Az utóvizsgálatok során végzett t-próbák eredménye alátámasztja, hogy míg célingerek esetén a reakcióidő nem változik szignifikánsan a proaktivitás függvényében a nem zenélő ($t(18) = 0{,}879$; $p = 0{,}3908$) csoportban, a zenélő csoportban a reakcióidő növekedés szignifikáns ($t(14) = 2{,}286$; $p = 0{,}0384$; Cohen-d = 0,940). Zavaró ingerekre vonatkozóan a nem zenélő csoportban figyelhető meg a reakcióidő szignifikáns csökkenése a proaktív interferencia hatására ($t(18) = -3{,}209$; $p = 0{,}0049$; Cohen-d = -0,342), a zenélő csoport esetében nem beszélhetünk szignifikáns különbségről ($t(14) = -1{,}084$; $p = 0{,}2965$).



276. ábra. Feladattípus és ingertípus kapcsolata a verbális kategorizációs feladatokban a tréning előtt a nem zenélő csoportban.



267. ábra. Feladattípus és ingertípus kapcsolata a verbális kategorizációs feladatokban a tréning előtt a zenélő csoportban.

Az inger típus mint főhatás esetében szignifikáns különbség figyelhető meg mind a pontosság ($F(1;37) = 6{,}165$; $p = 0{,}018$; $\eta^2 = 0{,}162$), mind a reakcióidő ($F(1;37) = 8{,}824$; $p = 0{,}006$; $\eta^2 = 0{,}216$) tekintetében: *a résztvevők jellemzően lassabban és több hibával reagálnak a zavaró ingerekre, mint a célingerekre.* Ez a csökkenő teljesítmény ugyanolyan képet mutat a zenélő és nem zenélő csoportban is, amint azt az ingertípus-csoport interakciós hatás hiánya is mutatja.

6.3.5. Monitorozás

A monitorozást a munkamemória-frissítést mérő N-back feladatokkal vizsgáltuk. Ennek fő oka, hogy ezekben a feladatokban elkövetett hibák átlagos száma elég nagy ahhoz, hogy a hibázás előtti és utáni teljesítmény érdemben összehasonlítható legyen. A hiba utáni lassulást modalitások dimenziójában (auditív/vizuális) is vizsgáltuk.

Általánosságban elmondható, hogy a hiba utáni reakcióidők gyakran emelkedést mutatnak a hiba előtti reakcióidők átlagához képest (ld.: 19. táblázat), a növekedés mértéke jellemzően alacsony – a nem zenélők esetében 14 és 43 ms közötti, míg a zenélők esetében 0,3 és 70 ms közötti csökkenés figyelhető meg az inger típusának és n értékének függvényében.

19. táblázat. Hiba előtti és utáni reakcióidők átlagai az N-back feladatokban a kiindulási fázisban

inger típus	n-érték	hiba pozíciója	csoport	átlag	szórás
hang ingerek	2 back	hiba előtt	nem zenélő	1 469,7	645,4
			zenélő	1 410,8	452,5
		hiba után	nem zenélő	1 513,1	637,7
			zenélő	1 480,5	462,8
	3 back	hiba előtt	nem zenélő	1 301,9	590,9
			zenélő	1 314,7	522,4
		hiba után	nem zenélő	1 315,8	600,7
			zenélő	1 318,1	527,0
vizuális ingerek	2 back	hiba előtt	nem zenélő	575,9	155,5
			zenélő	637,2	255,2
		hiba után	nem zenélő	599,7	161,1
			zenélő	637,5	218,1
	3 back	hiba előtt	nem zenélő	546,3	171,8
			zenélő	629,1	223,0
		hiba után	nem zenélő	576,6	193,1
			zenélő	671,1	222,8

Az interakciós hatások kiszűrése érdekében alkalmazott sokszempontos variancia-analízisbe bevonásra került az inger típusa, a visszalépések száma, valamint a reakcióidő pozíciója (hiba előtti vagy utáni). Amint az a részletes eredményeket ismertető 44. táblázatból is kiolvasható, c*soporthatás sehol nem volt kimutatható, vagyis nincs szignifikáns különbség a zenélők és a nem zenélők között a monitorozás képességében (*$F(1;37) = 0{,}067$; $p = 0{,}797$*)*. A feladat típusa ($F(1;37) = 106{,}313$; $p < 0{,}01$; $\eta^2 = 0{,}769$), valamint a reakcióidő pozíciója ($F(1;37) = 5{,}598$; $p = 0{,}024$; $\eta^2 = 0{,}149$) ugyanakkor szignifikáns különbségeket mutatott: a már ismert típus-hatás (hangingerek esetében magasabb a reakcióidő) mellett elmondható, hogy *a hiba utáni reakcióidők több tényező együttes hatását vizsgálva is kimutathatóan magasabbak a*

hiba előtti reakcióidőknél. Nem mutatható ki ugyanakkor az n értékének hatása, sem pedig interakciós hatás (tehát hogy például audio ingerek esetén a hibákat jobban észreveszik).

6.4. Fejleszthetőségi hipotézis

Feltételezhető volt, hogy egy célzott, intenzív zenei tréninggel mind a zenélő, mind a nem zenélő fiatalok kognitív kontroll funkciói kimutathatóan fejleszthetők. Egyúttal azt is feltételezzük, hogy a nem zenélők kognitív kontroll funkciói intenzívebben fejlődnek, mint a zenélőké.

6.4.1. Munkamemóriafrissítés

Azt vártuk, hogy a résztvevők munkamemóriafrissítést jellemző mutatói javulni fognak a tréning hatására, és hogy ennek mértéke a nem zenélők esetében nagyobb lesz. A teljes mintán, majd külön a zenélő és nem zenélőcsoportra nézve vizsgáltuk a kognitív kontroll funkciói változásának meglétét, mértékét és irányát a zenei tréninget követően. A tréning előtti és utáni teljesítmény leíró statisztikáit tartalmazza a 20. táblázat.

20. táblázat. A teljesítmény változása az N-back feladatokban a tréning hatására

változó	ingertípus	n-érték	időpont	csoport	átlag	szórás
reakcióidő	hanginger	2 back	tréning előtt	nem zenélő	1 166,7	428,5
				zenélő	1 011,9	405,6
			tréning után	nem zenélő	943,2	389,3
				zenélő	814,6	500,4
		3 back	tréning előtt	nem zenélő	1 148,6	548,0
				zenélő	1 046,9	390,2
			tréning után	nem zenélő	1 058,1	515,8
				zenélő	865,6	535,2
	vizuális inger	2 back	tréning előtt	nem zenélő	541,1	205,8
				zenélő	541,7	204,5
			tréning után	nem zenélő	482,6	143,0
				zenélő	424,9	194,2
		3 back	tréning előtt	nem zenélő	539,5	219,8
				zenélő	545,6	194,2
			tréning után	nem zenélő	504,4	166,3
				zenélő	432,0	194,3
pontosság	hanginger	2 back	tréning előtt	nem zenélő	0,783	0,174
				zenélő	0,833	0,222
			tréning után	nem zenélő	0,820	0,214
				zenélő	0,709	0,311

	3 back	tréning előtt	nem zenélő	0,666	0,180
			zenélő	0,687	0,222
		tréning után	nem zenélő	0,674	0,186
			zenélő	0,640	0,257
vizuális inger	2 back	tréning előtt	nem zenélő	0,816	0,217
			zenélő	0,851	0,220
		tréning után	nem zenélő	0,890	0,210
			zenélő	0,761	0,304
	3 back	tréning előtt	nem zenélő	0,782	0,209
			zenélő	0,811	0,215
		tréning után	nem zenélő	0,837	0,211
			zenélő	0,707	0,289

A fejlődés vizsgálatára többszempontos variancia-analízist futtatunk reakcióidőre és pontosságra, melynek ismétléses faktorai az ingertípus (hang / vizuális), a memóriaterhelés (2back / 3back), a mérési pont (tréning előtt / tréning után) valamint a csoport-hovatartozás voltak. A variancia-analízis részletes eredményei megtalálhatóak a Mellékletek 45. táblázatban, az alábbiakban kizárólag a szignifikáns hatásokra hívjuk föl a figyelmet.

Csoporthatás nem volt kimutatható a két mérési pont között sem a reakcióidő ($F(1;37) = 1{,}561$; $p = 0{,}236$), sem pedig a pontosság ($F(1;37) = 0{,}439$; $p = 0{,}512$) vonatkozásában, valamint a mérési pont X csoport interakció sem kimutatható (reakcióidőre $F(1;37) = 0{,}190$; $p = 0{,}666$); pontosságra $F(1;37) = 1{,}882$; $p = 0{,}178$), vagyis *nem volt szignifikáns különbség a két csoport között a fejlődés tekintetében*.

A további főhatásokat tekintve az első hipotézisben megállapított összefüggések nem változtak a tréning hatására, vagyis itt is megfigyelhető az inger modalitásának, valamint a munkamemória-terhelés fokozásának hatása a teljesítményre: az első hipotézisben feltárt különbségek fennmaradtak a tréning után is.

Kiemelendő, hogy *mindkét csoport és minden feladattípus esetében megfigyelhető a reakcióidők csökkenése*, vagyis általános javulás figyelhető meg a reakcióidőkben, ami független a csoport-hovatartozástól vagy a feladatok különböző jellemzőitől. A fejlődést mérő főhatás a reakcióidő tekintetében szignifikáns: $F(1;37) = 4{,}831$; $p = 0{,}034$; $\eta^2 = 0{,}115$). A zenei tréning hatására tehát a résztvevők ugyanakkora pontosságot produkáltak (az időtényező nem hat a pontosságra: $F(1;37) = 0{,}234$; $p = 0{,}631$), de gyorsabban, ami arra utal, hogy a viselkedés szabályozása már kevesebb kontrollt igényel, automatikusabb.

A diffúziós modell indikátorainak változására szolgáló többszempontos variancia-analízis ismétléses faktorai a fentiekkel megegyezően az ingertípus (hang / vizuális), a memóriaterhelés (2back / 3back), és a mérési pont (tréning előtt / tréning után) voltak, a csoport-hatás vizsgálata mellett. Az indikátorok változását a 21. táblázat mutatja be, míg a variancia-analízis részletes eredményei a mellékletek 46. táblázatában találhatóak. A vizsgálat két csoportjának fejlődése között nem mutatható ki szignifikáns különbség, a csoporthatás, illetve a csoport X mérési pont interakció egyik indikátor esetében sem bizonyult szignifikánsnak.

21. táblázat. A diffúziós modell változóinak változása a tréning hatására

változó	ingertípus	n-érték	időpont	csoport	átlag	szórás
eltérítési ráta	hanginger	2 back	tréning előtt	nem zenélő	0,002	0,001
				zenélő	0,003	0,001
			tréning után	nem zenélő	0,003	0,001
				zenélő	0,004	0,002
		3 back	tréning előtt	nem zenélő	0,002	0,001
				zenélő	0,002	0,001
			tréning után	nem zenélő	0,002	0,001
				zenélő	0,003	0,002
	vizuális inger	2 back	tréning előtt	nem zenélő	0,005	0,002
				zenélő	0,006	0,003
			tréning után	nem zenélő	0,008	0,003
				zenélő	0,007	0,003
		3 back	tréning előtt	nem zenélő	0,004	0,002
				zenélő	0,005	0,002
			tréning után	nem zenélő	0,006	0,003
				zenélő	0,005	0,003
döntési küszöb	hanginger	2 back	tréning előtt	nem zenélő	6,728	1,656
				zenélő	6,970	1,871
			tréning után	nem zenélő	6,198	2,393
				zenélő	5,626	1,507
		3 back	tréning előtt	nem zenélő	5,508	1,791
				zenélő	5,580	1,509
			tréning után	nem zenélő	5,125	1,539
				zenélő	4,272	1,280
	vizuális inger	2 back	tréning előtt	nem zenélő	4,235	1,219
				zenélő	4,020	1,207
			tréning után	nem zenélő	3,912	1,024

				zenélő	3,648	1,048
		3 back	tréning előtt	nem zenélő	4,262	1,016
				zenélő	3,934	1,035
			tréning után	nem zenélő	4,002	1,023
				zenélő	3,576	0,971
döntés	hanginger	2 back	tréning előtt	nem zenélő	397,3	298,8
előkészítési idő				zenélő	319,5	325,0
			tréning után	nem zenélő	327,5	307,1
				zenélő	406,2	324,5
		3 back	tréning előtt	nem zenélő	552,7	370,1
				zenélő	562,7	227,4
			tréning után	nem zenélő	533,3	317,2
				zenélő	595,6	382,9
	vizuális inger	2 back	tréning előtt	nem zenélő	283,4	135,9
				zenélő	291,8	61,4
			tréning után	nem zenélő	299,9	44,0
				zenélő	276,5	89,6
		3 back	tréning előtt	nem zenélő	250,8	156,0
				zenélő	280,5	87,6
			tréning után	nem zenélő	272,2	112,7
				zenélő	254,7	133,9

A zenei előtörténet hatása hipotézisben részletezett összefüggések tehát megállapíthatók a fejleszthetőségi hipotézis esetében is: *a modalitás és az n-érték hatással van a diffúziós modell mindhárom változójára*. A részletes eredmények megtalálhatóak a melléklet 39. táblázatában.

Az eltérítési ráta és a döntési küszöb esetében beszélhetünk szignifikáns fejlődésről: az eltérítési ráta növekvő értéke (F = 11,421; p = 0,002; η^2 = 0,257) és a döntési küszöb csökkenése (F = 8,058; p = 0,008; η^2 = 0,196) a két mérési pont között a *készségtanulás irányába mutat*: a döntés meghozatalához kevesebb információ is elegendő, valamint az információ feldolgozása is hatékonyabban történik.

6.4.2. Disztraktor interferenciával szembeni ellenállás

A disztraktor interferenciával szembeni ellenállás vonatkozásában azt vártuk, hogy mind a zenélő, mind a nem zenélő fiatalok esetében kimutathatóan fejlődni fog a

zenei tréning hatására, amit a bemeneti és a kimeneti mérések eredményeinek eltéréséből lehetett kimutatni (ld. 22. táblázat). Megállapítható, *hogy a két csoport közötti különbség a tréning hatására mindkét függő változó esetében eltűnt*, azaz a második adatfelvétel időpontjában nincs szignifikáns különbség sem a pontosság ($d(26; 4) = -0{,}580$; $p = 0{,}5666$), sem a reakcióidő ($Y(24;9) = -0{,}142$; $p = 0{,}8882$) tekintetében.

22. táblázat. A teljesítmény változása a disztraktor interferenciával szembeni ellenállást mérő teszteken

változó	időpont	csoport	átlag	szórás
reakcióidő	tréning előtt	nem zenész	571,51	210,56
		zenész	449,78	76,00
	tréning után	nem zenész	434,67	69,48
		zenész	445,88	77,47
pontosság	tréning előtt	nem zenész	0,96	0,0737
		zenész	0,996	0,0167
	tréning után	nem zenész	0,962	0,115
		zenész	0,978	0,039

Az adatokat kétszempontos vegyes variancia analízis segítségével (a mérési pont mint ismétléses faktor alkalmazásával) vizsgálva elmondható, hogy míg pontosság tekintetében nem mutatható ki szignifikáns hatás sem az időtényező, sem a csoport-hovatartozás, sem pedig az interakciós hatás tekintetében, addig a reakcióidők esetében tendencia-szinten szignifikáns csoporthatás ($F(1; 30) = 2{,}496$; $p = 0{,}093$; $\eta^2 = 0{,}077$) és interakciós hatás ($F(1; 30) = 3{,}873$; $p = 0{,}058$; $\eta^2 = 0{,}114$) mellett szignifikáns a fejlődés mind a két csoport esetében ($F(1; 30) = 4{,}343$; $p = 0{,}046$; $\eta^2 = 0{,}126$ – a részletes eredmények megtalálhatóak a melléklet 47. táblázatában).

6.4.3. Proaktív interferenciával szembeni ellenállás

6.3.5.2. Irányított felejtéses feladatok absztrakt figurákkal

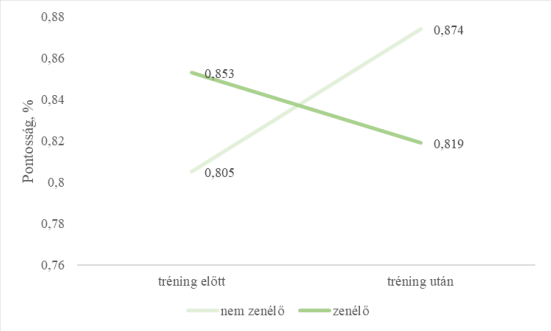
A proaktív interferenciával szembeni ellenállást mérő feladatokban nyújtott teljesítmény változását mutatja be a 23. táblázat.

23. táblázat. A teljesítmény változása a proaktív interferenciával szembeni ellenállást mérő feladatokban

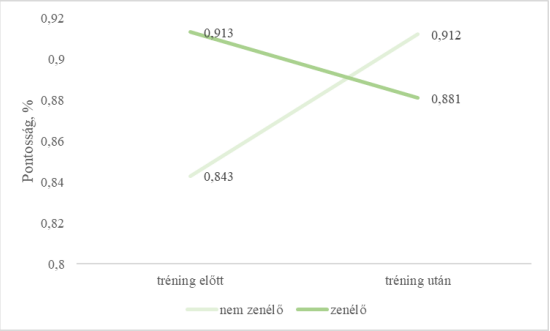
változó	feladattípus	időpont	csoport	átlag	szórás
reakcióidő	KFP Baseline	tréning előtt	nem zenélők	1 025,5	237,3
			zenélők	983,5	218,6
		tréning után	nem zenélők	766,4	156,2
			zenélők	902,1	253,8
	KFP Cue	tréning előtt	nem zenélők	772,1	173,5
			zenélők	756,6	139,3
		tréning után	nem zenélők	594,7	162,9
			zenélők	683,2	152,9
pontosság	KFP Baseline	tréning előtt	nem zenélők	0,805	0,142
			zenélők	0,853	0,083
		tréning után	nem zenélők	0,874	0,102
			zenélők	0,819	0,121
	KFP Cue	tréning előtt	nem zenélők	0,843	0,143
			zenélők	0,913	0,061
		tréning után	nem zenélők	0,912	0,116
			zenélők	0,881	0,105

A KFP Baseline és KFP Cue feladatokat áttekintve is megállapítható a reakcióidő minden ingertípusra és mindkét csoportra kiterjedő csökkenése, melyet háromszempontos varianciaanalízissel mutattunk ki (a csoporthatás mellett a feladat típusa (KFP Baseline / KFP Cue) és a mérési pont (tréning előtt / után) figyelembevételével), melynek részletes eredményeit a melléklet 48. táblázata tartalmazza.

A variancia-analízis eredményei alátámasztják, hogy a reakcióidő csökkenése egységes (F = 8,558; p = 0,007; η^2 = 0,234), mindkét csoportban és mindkét feladattípus esetén (nincs kimutatható interakciós hatás). Pontosság tekintetében ugyanakkor az időtényező nem önmagában, hanem a csoport-hovatartozással interakcióban fejti ki hatását: mint az a 28. és 29. ábrán látható, mind a két feladattípusban elmondható, hogy míg a nem zenélő csoport esetében a pontosság nőtt, addig a zenélő csoportok esetében a helyes válaszok aránya csökkent.



28. ábra. A reakcióidők változása az egyes csoportokban a KFP BASELINE feladatban



29. ábra. A reakcióidők változása az egyes csoportokban a KFP CUE feladatban

Az utóvizsgálatokat elvégezve és a Bonferroni-korrekciót végrehajtva ugyanakkor a teljesítmény időbeli változása egyedül a nem zenélő csoport KFP Cue teszten elért eredményei esetében tekinthető szignifikánsnak (ld. 24. táblázat).

24. táblázat. A pontosság változásának statisztikai vizsgálata a KFP feladatokban.

feladattípus	csoport	próbafüggvény értéke	p értéke	Cohen-d
KFP Baseline	nem zenélő	1,995	0,0624	0,491
	zenélő	-2,160	0,0517	-0,717
KFP Cue	nem zenélő	2,954	0,0085	0,446
	zenélő	-0,943	0,3641	-0,57

A KFP Baseline feladatok esetében újabb variancia-analízissel vizsgáltuk az ingertípusok hatását is (leíró statisztikai eredmények: 25. táblázat, variancia-analízis eredményei: mellékletek 49. táblázata). A reakcióidő-csökkenés önmagában nem szignifikáns, ugyanakkor a mérés időpontjával együttesen fejti ki hatását (a mérési pont X csoport interakciós hatásra $F(1;37) = 6{,}647$; $p = 0{,}015$; $\eta^2 = 0{,}192$). Amint azt az utóvizsgálatok is igazolták (ld. 26. táblázat), míg a nem zenélőknél a reakcióidő csökkenése szignifikáns mindkét ingertípus esetében az elsőfajú hiba korrekciót figyelembe véve is, addig ez a hatás a zenélő csoport esetében nem mutatható ki.

25. táblázat. A teljesítmény változása a KFP Baseline feladaton az inger függvényében

változó	inger típusa	időtényező	csoport	átlag	szórás
pontosság	célinger	tréning előtt	nem zenélő	0,748	0,174
			zenélő	0,779	0,165
		tréning után	nem zenélő	0,807	0,172
			zenélő	0,701	0,196
	zavaró inger	tréning előtt	nem zenélő	0,861	0,140
			zenélő	0,930	0,071
		tréning után	nem zenélő	0,941	0,070
			zenélő	0,872	0,922
reakcióidő	célinger	tréning előtt	nem zenélő	1014,9	234,5
			zenélő	1006,6	227,3
		tréning után	nem zenélő	776,6	174,2
			zenélő	918,3	302,8
	zavaró inger	tréning előtt	nem zenélő	1045,5	259,7
			zenélő	1007,3	245,7
		tréning után	nem zenélő	757,0	156,3
			zenélő	843,8	246,9

A KFP Baseline feladatokon a pontosság szignifikánsan változott ($F(1;37) = 9{,}598$; $p = 0{,}004$; $\eta^2 = 0{,}255$) a tréning előtti és utáni állapotot összehasonlítva, megfigyelhető továbbá interakciós hatás is a mérési pont és az ingertípus között ($F(1;37) = 5{,}695$; $p = 0{,}024$; $\eta^2 = 0{,}169$).

26. táblázat. Reakcióidő változás a KFP Baseline feladatokban, inger típus és csoport-hovatartozás függvényében

ingertípus	csoport	próbafüggvény értéke	p értéke	Cohen-d
célinger	nem zenélő	-3,663	0,0021	-1,016
	zenélő	-0,627	0,5436	-0,388
zavaró inger	nem zenélő	-3,505	0,0027	-1,111
	zenélő	-1,271	0,2300	-0,665

Az ingerek típusának esetleges hatását külön megvizsgáltuk a KFP Cue feladatok esetében is (ld. 27. táblázat). A háromszempontos varianciaanalízis ismétléses faktorait az ingerek 5 típusa és a 2 mérési pont jelentették. A részletes eredmények megtalálhatóak a Mellékletek 50. táblázatában. A reakcióidőt vizsgálva elmondható, hogy egyedül a mérési pont esetében mutatható ki szignifikáns hatás ($F(1;37) = 4{,}483$;

p = 0,043; η^2 = 0,130): a többi változó hatásától függetlenül a reakcióidők mindkét csoportban és minden ingertípus esetén csökkentek a tréning hatására.

27. táblázat. A teljesítmény változása a KFP Cue feladatokban, inger függvényében

változó	inger típus	időpont	csoport	átlag	szórás
reakcióidő	TARG	tréning előtt	nem zenélők	737,4	163,5
			zenélők	736,2	174,3
		tréning után	nem zenélők	572,5	173,9
			zenélők	700,8	182,0
	DNEW	tréning előtt	nem zenélők	765,9	191,8
			zenélők	755,5	166,4
		tréning után	nem zenélők	597,8	144,3
			zenélők	683,1	129,9
	DINT	tréning előtt	nem zenélők	799,2	226,6
			zenélők	722,9	142,9
		tréning után	nem zenélők	622,8	196,3
			zenélők	693,3	176,5
	DTSP	tréning előtt	nem zenélők	808,6	174,3
			zenélők	736,4	147,3
		tréning után	nem zenélők	617,1	177,4
			zenélők	730,3	160,9
	DTDP	tréning előtt	nem zenélők	788,8	217,5
			zenélők	721,7	152,7
		tréning után	nem zenélők	599,6	169,7
			zenélők	729,9	181,0
pontosság	TARG	tréning előtt	nem zenélők	0,818	0,198
			zenélők	0,923	0,049
		tréning után	nem zenélők	0,899	0,141
			zenélők	0,838	0,141
	DNEW	tréning előtt	nem zenélők	0,914	0,096
			zenélők	0,947	0,056
		tréning után	nem zenélők	0,967	0,060
			zenélők	0,899	0,166
	DINT	tréning előtt	nem zenélők	0,858	0,223
			zenélők	0,947	0,072
		tréning után	nem zenélők	0,901	0,152
			zenélők	0,962	0,087
	DTSP	tréning előtt	nem zenélők	0,878	0,188
			zenélők	0,952	0,052
		tréning után	nem zenélők	0,911	0,153
			zenélők	0,928	0,122
	DTDP	tréning előtt	nem zenélők	0,882	0,128
			zenélők	0,750	0,386
		tréning után	nem zenélők	0,941	0,105
			zenélők	0,880	0,208

Megjegyzés. 1: TARGET valódi célinger; 2: DNEW új zavaró inger; 3: DINT proaktív interferencia; 4: DTSP proaktív interferencia kötéssel; 5: DTDP proaktív interferencia kötés nélkül

A pontosság tekintetében az időtényezőnek nincs szignifikáns hatása, vagyis nem mutatható ki egyértelmű fejlődés a hibaarányban, az inger X csoport interakciós hatás ugyanakkor ezen hipotézis vizsgálatakor is szignifikáns ($F(1;37) = 4{,}240$; $p = 0{,}008$; $\eta^2 = 0{,}124$).

6.3.5.3. Verbális kategorizációs feladatok

A proaktív interferenciát lexikális környezetben mérő feladatokon történt teljesítmény-változás részletes adatait a Mellékletek 51. táblázata tartalmazza.

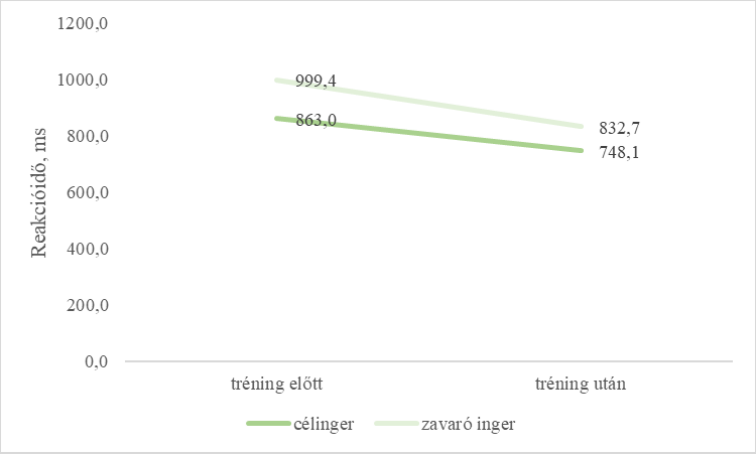
A teljesítményben bekövetkező változások eltéréseinek számszerűsítése érdekében elvégzett többszempontos variancia-analízis ismétléses faktorai a feladat típusa (VK-0 / VK-P), a mérési pont (tréning előtt / tréning után) és az inger típusa (célinger / zavaró inger) voltak (eredmények a Mellékletek 52. táblázatában találhatóak).

A zenei előtörténet hatása hipotézisben feltárt különbségek a tréninget követően is fennálnak: a proaktív ingerekre a válaszadók lassabban (az ingertípus esetében $F(1;37) = 15{,}435$; $p < 0{,}001$; $\eta^2 = 0{,}391$) és több hibával ($F(1;37) = 24{,}924$; $p < 0{,}001$; $\eta^2 = 0{,}509$) reagálnak, mint az interferencia nélküli ingerekre. Reakcióidők esetében ezen kognitív funkció esetében is kimutatható a válaszadási idő csökkenése ($F(1;37) = 6{,}723$; $p = 0{,}019$; $\eta^2 = 0{,}207$). Az interakciós hatások közül egyedül a feladattípus X mérési pont X ingertípus bizonyult szignifikánsnak ($F(1;37) = 4{,}882$; $p = 0{,}037$; $\eta^2 = 0{,}169$). Amint azt a 30. ábra és 31. ábra is mutatja, mind a VK-0, mind a VK-P feladatok esetében elmondható, hogy a zavaró ingerek esetében a reakcióidő csökkenése jelentősebb a célingerekre vonatkozó reakcióidő csökkenésénél. Az utóvizsgálatoknak köszönhetően (ld. 28. táblázat) ugyanakkor számszerűsíthető, hogy (az elsőfajú hiba-korrekciót elvégezve) a VK-0 típusú feladatok esetében a reakcióidő csökkenése szignifikáns, és eltérő mértékű az ingertípustól függően, míg VK-P feladatok a véletlen mint magyarázó tényező nem elvethető.

28. táblázat. Utóvizsgálat eredménye a VK típusú feladatokon elért fejlődés vizsgálatára.

feladattípus	ingertípus	Próbafüggvény értéke	p értéke	Cohen-d
VK-0	célinger	-2,805	0,0096	-0,516
	zavaró inger	-3,388	0,0023	-0,405
VK-P	célinger	-2,597	0,0155	-0,515
	zavaró inger	-2,673	0,0130	-0,397

30. ábra. Reakcióidő változása a VK-0 feladatokban az inger típusának függvényében.



31. ábra. A reakcióidő változása a VK-P feladatokban az inger típusának függvényében.

Mivel a feladatokban elért hibaarány már a kiindulási fázisban is 10% alatti volt, tehát plafonhatás mutatkozott, így - várakozásunknak megfelelően - ezen a területen nem volt kimutatható fejlődés.

6.4.4. Monitorozás

A monitorozás változásának összefoglalása ingertípusonként és csoportonként a 29. táblázatban található.

29. táblázat. A monitorozás változása a tréning hatására

inger típus	n-érték	pozíció	időpont	csoport	átlag	szórás
hanginger	2 back	hiba előtti reakcióidő	tréning előtt	nem zenélők	1469,7	645,4
				zenélők	1312,8	471,7
			tréning után	nem zenélők	1254,2	427,2
				zenélők	1101,2	463,6
		hiba utáni reakcióidő	tréning előtt	nem zenélők	1513,1	637,7
				zenélők	1386,3	432,6
			tréning után	nem zenélők	1287,0	579,4
				zenélők	1179,5	581,4
	3 back	hiba előtti reakcióidő	tréning előtt	nem zenélők	1301,9	590,9
				zenélők	1429,8	549,2
			tréning után	nem zenélők	1241,3	673,3
				zenélők	1014,0	490,8
		hiba utáni reakcióidő	tréning előtt	nem zenélők	1315,8	600,7
				zenélők	1429,1	556,8
			tréning után	nem zenélők	1235,5	587,0
				zenélők	1045,3	468,6
vizuális inger	2 back	hiba előtti reakcióidő	tréning előtt	nem zenélők	575,9	155,467
				zenélők	548,9	147,5
			tréning után	nem zenélők	551,9	185,1
				zenélők	544,1	166,2
		hiba utáni reakcióidő	tréning előtt	nem zenélők	599,7	161,1
				zenélők	573,7	156,7
			tréning után	nem zenélők	589,8	164,3
				zenélők	616,4	166,6
	3 back	hiba előtti reakcióidő	tréning előtt	nem zenélők	546,3	171,8
				zenélők	650,6	241,1
			tréning után	nem zenélők	555,7	152,2
				zenélők	522,2	136,7
		hiba utáni reakcióidő	tréning előtt	nem zenélők	576,6	193,1
				zenélők	680,4	251,2
			tréning után	nem zenélők	575,6	161,9
				zenélők	521,5	163,6

A sokszempontos variancia-analízis faktorai jelen esetben is az inger típusa, a visszalépések száma, a reakcióidő pozíciója (hiba előtti vagy utáni), valamint a mérési pont (tréning előtt / után) voltak, az eredmények az 53. táblázatban találhatók.

A hiba utáni lassulást mérő mutatók esetében *nem mutatható ki szignifikáns változás a kiindulási állapothoz képest* (F = 3,818; p = 0,061; η^2 = 0,12), vagyis hibázás után bekövetkező reakcióidőnövekedés mértéke (azaz a hiba előtti és a hiba utáni

reakcióidők különbsége) nem változik a tréning után sem (vö.: tendencia szinten minden kombinációban csökkentek a reakcióidők.

6.5. Fejlődési mintázat hipotézis

Feltételezhető volt, hogy az egyes kognitív funkciók különböző mértékben fejlődnek a zenei tréning hatására.

A fejlődés mutatóinak statisztikai vizsgálatát a második hipotézis tárgyalásakor már bemutattuk, így ebben a fejezetben a különböző feladattípusok eredményeinek összehasonlítására fókuszálunk. A második hipotézis következtetései alapján a különböző kognitív funkciók fejlődésének összehasonlítását a reakcióidők elemzése révén vizsgáltuk, mert ez az az indikátor, amely a legtöbb feladattípus esetében szignifikánsan változott.

Minden feladattípus minden verziójára egyszempontos variancia-analízist végeztünk, melynek segítségével a tréning előtti és utáni trimmelt reakcióidő-átlagok kiszámolhatók. A részletes eredmények megtalálhatóak a 30. táblázatban. (Megjegyzés: az ebben a pontban bemutatott átlagok kis mértékben eltérhetnek a korábbiakban bemutatottaktól, ennek hátterében módszertani megfontolások állnak, úgymint például a 10%-os trimmelés alkalmazása, vagy az adat-telítettség.) Mivel a hiba utáni lassulásban nem volt kimutatható fejlődés, ezért az erre vonatkozó számításokat nem jelenítjük meg.

30. táblázat. A reakcióidő változása a különböző feladatokban a tréning hatására

Kognitív funkció	teszttípus	teljes mintán			nem zenész			zenész		
		tréning előtt	tréning után	változás %	tréning előtt	tréning után	változás%	tréning előtt	tréning után	változás%
Munkamemória frissítés	vizuális 2back	552,4	488,4	*-11,6%	550,7	498,3	-9,5%	554,2	478,5	+-13,7%
	hang 2back	1104,8	919,7	*-16,8%	1154,7	916,0	+-20,7%	1046,3	909,6	-13,1%
	vizuális 3back	571,6	514,4	-10,0%	548,4	514,0	-6,3%	577,7	494,1	+-14,5%
	hang 3back	1112,0	999,0	-10,2%	1152,6	1019,3	-11,6%	1099,1	1015,9	-7,6%
Disztraktor hatással szembeni ellenállás	1B	487,2	435,54	*-10,6%	536,61	434,5	*-19,0%	449,78	437,92	-2,6%
Proaktív interferenciával szembeni ellenállás	KFP Baseline	994,6	797,7	***-19,8%	1015,3	779,0	***-23,3%	993,7	839,6	+-15,5%
	baseline célinger	1001,5	806,9	***-19,4%	1008,0	788,9	**-21,7%	1017,8	865,0	+-15,0%

baseline zavaró inger	1011,4	796,4	***-21,3%	1020,7	771,7	**-24,4%	979,2	815,0	+-16,8%
KFP Cue	758,2	631,1	**-16,8%	752,7	587,3	**-22,0%	764,7	690,4	-9,7%
KFP Cue target	742,0	620,8	**-16,3%	725,0	575,5	**-20,6%	762,1	686,3	-9,9%
KFP Cue DNEW	765,5	620,9	***-18,9%	758,0	597,8	**-21,1%	799,4	659,2	*-17,5%
KFP Cue DINT	770,2	621,6	**-19,3%	774,7	605,0	*-21,9%	763,1	657,3	-13,9%
KFP Cue DTSP	785,8	659,8	**-16,0%	797,4	617,1	**-22,6%	772,1	717,8	-7,0%
KFP Cue DTDP	768,5	632,7	**-17,7%	781,6	599,6	**-23,3%	770,2	694,5	-9,8%

Megjegyzés. A táblázatban a reakcióidő-változásra futtatott t-próbák eredményeit jelöltük (* *p* < 0,001. ** *p* < 0,01. * *p* < 0,05. + *p* < 0,1.)**

A változás nagyságrendjének kiszámításakor a változás százalékos mértékét használtuk fel, annak érdekében, hogy az abszolút értékekben fennálló különbségeket kiküszöböljük. Amint az eredményekből látható, a teljes mintán megfigyelhető reakcióidő-csökkenés a legtöbb esetben a nem-zenélők csoportjában megjelenik szignifikáns változásként, míg a zenélőknél ez kevés esetben mondható el. A reakcióidők csökkenése meglehetősen széles terjedelmű: a teljes mintán 8 és 21% között, a nem zenélőknél 6 és 24% között, míg a zenélő csoportban 4 és 17% közötti csökkenés figyelhető meg.

A *legnagyobb arányú gyorsulás a proaktív interferenciával szembeni ellenállást* mérő feladatok esetében állapítható meg, ami a nem zenélők esetében 20%-nál nagyobb arányú reakcióidő csökkenést jelent, a különböző részvizsgálatok során is (akár külön a zenélő-nem zenélő csoportokat, akár a különböző inger-típusokat vizsgálva - bár a zenélők esetében a fejlődés csupán tendencia-szinten szignifikáns).

A *disztraktor hatással szembeni ellenállás* esetén feltűnő a különbség a két csoport között: míg a nem zenészeknél majdnem 20% a gyorsulás mértéke, addig a zenészek esetében a fejlődés nem kimutatható. A *munkamemória frissít*és vonatkozásában a teljes mintán elért hasonló nagyságrendű változás szintén összetett képet mutat: *a zenélők a vizuális feladatokban fejlődtek jobban, míg a nem zenélők az auditív feladatokban*. Összegezve: a különböző kognitív kontroll mutatók várakozásainknak megfelelően különböző mértékben fejlődtek.

A tréning hatására elért fejlődés esetleges egyéni mintázatainak feltárása és az egyes kognitív kontroll elemek fejlődésének személyhez kötött vizsgálata érdekében végzett szakértői besorolás alszegmenseinek számosságát, valamint a zenélő-nem zenélő csoport megoszlását mutatja a 31. táblázat. Nem mutatható ki összefüggés a

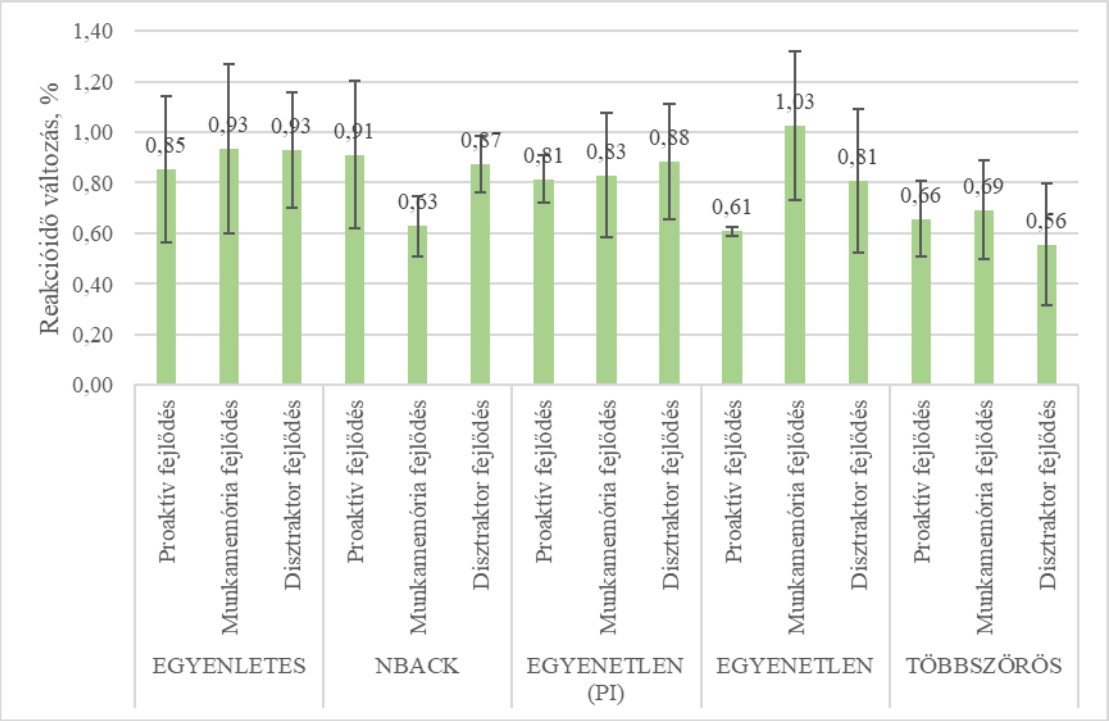
csoport-hovatartozás és a szegmens-besorolás között, vagyis a fejlődés mikéntje jelen mintán és besorolási módszertan alkalmazásával független a korábbi zenélési tapasztalatoktól.

31. táblázat. A vizsgálati személyek megoszlása az egyes szegmensekben.

szegmens	csoport		Összesen
	nem zenélő	zenélő	
nem besorolt	2	5	7
EGYENLETES	6	4	10
NBACK	2	2	4
SZÉLSŐSÉGES (PI)	3	3	6
SZÉLSŐSÉGES	3	3	6
TÖBBSZÖRÖS	5	1	6
Összesen	21	18	39

***Megjegyzés*:** vizsgáltuk annak hatását, hogy a feladatok időrendisége hatással van-e a teljesítmény változására, de nem találtunk összefüggést.

Amint az a 32. ábra is mutatja, az egyes csoportok létrehozásával jól szemléltethető a különböző típusú személyek különböző fejlődési pályája.



32. ábra. A reakcióidő-változás mértéke az egyes feladattípusokon a különböző résztvevői csoportokban.

6.6. Modalitásfüggő fejlődés hipotézis

Feltételezhető volt, hogy a zenei tréning hatására mindkét csoport auditív eszközökkel mért kognitív funkciói jobban fejlődnek, mint a vizuális feladatokkal mértek, de a nem auditív eszközökkel mért kognitív kontroll teljesítmény is szignifikánsan fejlődik, csak az előbbinél kisebb arányban (kereszt-modális hatás).

A teljes minta reakcióidő-mutatóit vizsgálva elmondható, hogy *az auditív feladatokban elért fejlődés valóban magasabb volt a vizuális feladatokban elért fejlődésnél*. *A nem zenélőknél ez a különbség nagyságrendi*, míg a zenélőknél a különbség minimális, vagy éppen ellenkező előjelű. Elemzéseinkkor figyelembe kell ugyanakkor a venni a fejlődési mintázat hipotézis megállapításait, miszerint a munkamemória-frissítés funkciója terén volt legkevésbé kimutatható a fejlődés a tréning hatására.

Noha egyértelmű tendenciák rajzolódnak ki az adatok részletesebb elemzésekor, melyek abba az irányba mutatnak, hogy hangingerek esetében jobban csökkent a reakcióidő mint vizuális ingerek esetén, a különbség statisztikailag nem bizonyult szignifikánsnak.

Hasonlóképpen, a második hipotézis eredményeinek bemutatásakor megállapításra került, hogy ugyan kirajzolódnak különbségek a fejlődés nagyságrendjében az inger modalitásától függően, a többi magyarázó változó és a véletlen faktor hatását is figyelembe véve a kutatás tárgyát képező mintán ezek a különbségek nem igazolhatóak statisztikailag. Az eredmény további kutatásra érdemes - akár az elemszám növelésével, akár további auditív mérőeljárások bevezetésével.

6.7. Hosszútávú hatás hipotézis

Feltételezhető volt, hogy a zenei tréning hosszútávú hatása a csoporttagok kognitív kontroll funkcióira mindkét csoport esetében szignifikáns lesz.

Jelen hipotézis szintén az N-back feladatokkal kerül szemléltetésre az ingerek modalitása mint magyarázó változó felhasználhatósága érdekében.

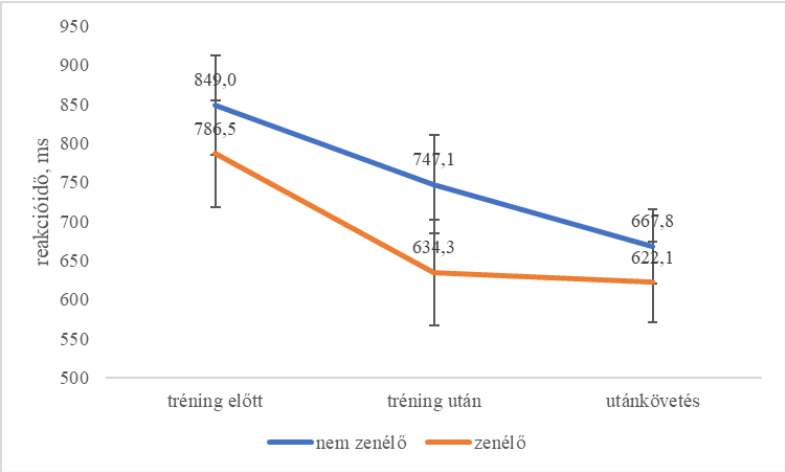
Mivel a pontosságban hosszú távon sem jelent meg kimutatható fejlődés a vizsgált feladatok során, ezért a továbbiakban kizárólag a reakcióidő hosszú távú fejlődését (ld. 32. táblázat) vizsgáljuk a többszempontos variancia-analízis segítségével, melynek ismétléses faktorai a modalitás (hang / vizuális), a munkamemória-terhelés (2-

back / 3-back) és a mérési pont (tréning előtt / tréning után / utánkövetés) voltak. A variancia-analízis részletes eredményei megtekinthetőek a melléklet 54. táblázatában.

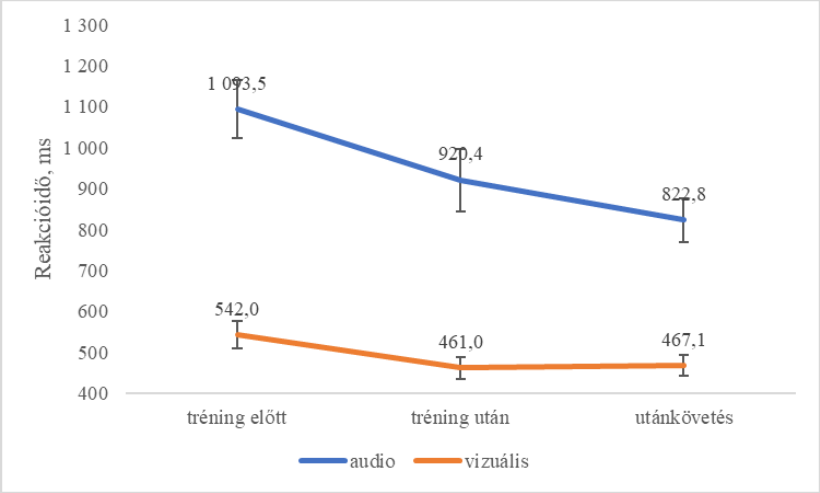
32. táblázat. A reakcióidők hosszú távú fejlődése az N-back feladatokban

inger típus	n-érték	időpont	csoport	átlag	szórás
hanginger	2 back	tréning előtt	nem zenélők	1166,7	428,5
			zenélők	1011,9	405,6
		tréning után	nem zenélők	943,2	389,3
			zenélők	814,6	500,4
		utánkövetés	nem zenélők	827,9	321,5
			zenélők	715,7	223,4
	3 back	tréning előtt	nem zenélők	1148,6	548,0
			zenélők	1046,9	390,2
		tréning után	nem zenélők	1058,1	515,8
			zenélők	865,6	535,2
		utánkövetés	nem zenélők	919,4	450,6
			zenélők	828,1	313,2
vizuális inger	2 back	tréning előtt	nem zenélők	541,1	205,8
			zenélők	541,7	204,5
		tréning után	nem zenélők	482,6	143,0
			zenélők	424,9	194,2
		utánkövetés	nem zenélők	456,9	147,6
			zenélők	452,7	162,9
	3 back	tréning előtt	nem zenélők	539,5	219,8
			zenélők	545,6	194,2
		tréning után	nem zenélők	504,4	166,3
			zenélők	432,0	194,3
		utánkövetés	nem zenélők	466,8	163,7
			zenélők	492,1	175,2

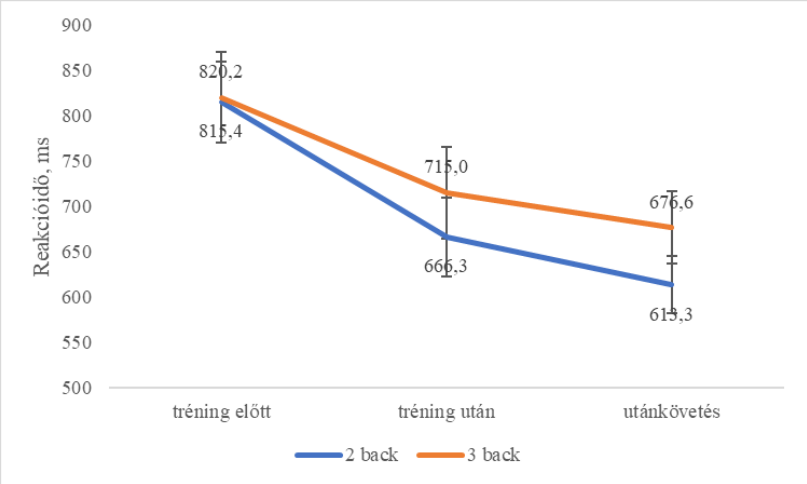
Az időtényező vizsgálata hosszú távon is szignifikáns hatást mutat ($F(2;74) = 45{,}590$; $p = 0{,}007$; $\eta^2 = 0{,}131$)*, vagyis a tréning hatása hosszú távon is fennmarad (ld. 33. ábra)*. Csoporthatás továbbra sem kimutatható ($F = 1{,}516$; $p = 0{,}226$), ugyanakkor a típus ($F = 118{,}670$ $p < 0{,}001$; $\eta^2 = 0{,}762$) és az n-érték ($F = 7{,}936$; $p = 0{,}008$; $\eta^2 = 0{,}177$) is interakciós hatást mutat az időtényezővel. Modalitás tekintetében elmondható, hogy míg *auditív ingerek esetében hosszabb távon is csökkent a reakcióidő* (2-back esetén $F = 11{,}09$; $p < 0{,}001$; $\eta^2 = 0{,}263$; $T_{12} = 3{,}98$*; $T_{13} = 6{,}62$**, $T_{23}=2{,}63$. 3-back esetén $F = 5{,}105$; $p = 0{,}009$; $\eta^2 = 0{,}145$; $T_{12} = 2{,}54$*; $T_{13} = 4{,}51$**, $T_{23}=1{,}97$), addig vizuális ingerek esetén a tréning utáni és utánkövetési időpontban történő felmérések között nem volt szignifikáns különbség (ld. 34. ábra). Az N értékek vizsgálatakor azt figyelhetjük meg, hogy míg a tréning közvetlen hatása erősebben megmutatkozott a 2-back esetben, addig a hosszú távú csökkenés már ugyanolyan nagyságrendű volt mind a két feladattípus esetében (ld. 35. ábra).



33. ábra. A reakcióidő hosszú távú fejlődése az N-back feladatokban a zenélők és nem zenélők esetén



34. ábra. A reakcióidő hosszú távú fejlődése az N-back feladatokban a különböző ingertípusok esetén



35. ábra. A reakcióidő hosszú távú fejlődése az N-back feladatokban a különböző n-értékek esetén

A diffúziós modell változóira a hosszú távú hatások vizsgálata érdekében újabb ismétléses variancia-analízist futtattunk, a mérési pontokat kiegészítve az

utánkövetéssel. Az eredményeket vizsgálva elmondhatjuk (lásd 33. táblázat és melléklet 55. táblázat), hogy *az időtényező szignifikáns fejlődést mutat hosszú távon is* az eltérítési ráta (F = 17,632; p < 0,01; η^2 = 0,355) és a döntési küszöb (F = 11,480; p <0,001; η^2 = 0,264) esetében. Az eltérítési ráta tekintetében szignifikáns interakciós hatás figyelhető meg az n-érték és az időtényező vonatkozásában (F = 4,757; p = 0,012; η^2 = 0,129).

33. táblázat. A diffúziós modell változóinak hosszú távú fejlődése az N-back feladatokban

változó	inger típus	n-érték	időpont	csoport	átlag	szórás
eltérítési ráta	hanginger	2 back	terápia előtt	nem zenélők	0,002	0,001
				zenélők	0,003	0,001
			terápia után	nem zenélők	0,003	0,001
				zenélők	0,004	0,002
			utánkövetés	nem zenélők	0,005	0,001
				zenélők	0,005	0,002
		3 back	terápia előtt	nem zenélők	0,002	0,001
				zenélők	0,002	0,001
			terápia után	nem zenélők	0,002	0,001
				zenélők	0,003	0,002
			utánkövetés	nem zenélők	0,002	0,001
				zenélők	0,003	0,002
	vizuális inger	2 back	terápia előtt	nem zenélők	0,005	0,002
				zenélők	0,006	0,002
			terápia után	nem zenélők	0,008	0,003
				zenélők	0,007	0,003
			utánkövetés	nem zenélők	0,008	0,003
				zenélők	0,007	0,003
		3 back	terápia előtt	nem zenélők	0,004	0,002
				zenélők	0,005	0,002
			terápia után	nem zenélők	0,006	0,003
				zenélők	0,005	0,003
			utánkövetés	nem zenélők	0,007	0,003
				zenélők	0,005	0,002
döntési küszöb	hanginger	2 back	terápia előtt	nem zenélők	6,7	1,7
				zenélők	7,1	1,9
			terápia után	nem zenélők	6,2	2,4
				zenélők	5,5	1,5
			utánkövetés	nem zenélők	5,5	1,7
				zenélők	5,5	1,3
		3 back	terápia előtt	nem zenélők	5,5	1,8
				zenélők	5,6	1,5
			terápia után	nem zenélők	5,1	1,5
				zenélők	4,2	1,3
			utánkövetés	nem zenélők	4,7	1,2
				zenélők	4,2	1,2
	vizuális inger	2 back	terápia előtt	nem zenélők	4,2	1,2
				zenélők	4,1	1,2
			terápia után	nem zenélők	3,9	1,0
				zenélők	3,6	1,1
			utánkövetés	nem zenélők	4,1	1,0

				zenélők	3,4	0,6
		3 back	terápia előtt	nem zenélők	4,3	1,0
				zenélők	4,0	1,0
			terápia után	nem zenélők	4,0	1,0
				zenélők	3,6	1,0
			utánkövetés	nem zenélők	4,0	0,8
				zenélők	3,6	0,8
döntés-előkészítési idő	hanginger	2 back	terápia előtt	nem zenélők	397,3	298,8
				zenélők	324,1	336,8
			terápia után	nem zenélők	327,5	307,1
				zenélők	420,1	332,1
			utánkövetés	nem zenélők	452,0	269,2
				zenélők	298,1	319,3
		3 back	terápia előtt	nem zenélők	552,7	370,1
				zenélők	556,0	234,4
			terápia után	nem zenélők	533,3	317,2
				zenélők	598,1	397,3
			utánkövetés	nem zenélők	531,2	262,5
				zenélők	486,8	268,7
	vizuális inger	2 back	terápia előtt	nem zenélők	283,4	135,9
				zenélők	289,9	63,2
			terápia után	nem zenélők	299,9	44,0
				zenélők	277,9	92,8
			utánkövetés	nem zenélők	267,7	65,4
				zenélők	311,1	62,5
		3 back	terápia előtt	nem zenélők	250,8	156,0
				zenélők	279,2	90,7
			terápia után	nem zenélők	272,2	112,7
				zenélők	256,0	138,9
			utánkövetés	nem zenélők	275,7	78,9
				zenélők	280,2	76,2

7. Diszkusszió

Elérkeztünk arra a pontra a disszertációban, amikor a kutatás eredményeit eddigi ismereteinkkel szintetizálva választ keresünk kutatási kérdéseinkre. Vizsgálódásunk elméleti hátterének központi eleme az automatikus és kontrollált folyamatok kontinuuma, amelyen mind a zenei tevékenységek, mind pedig a viselkedést irányító mechanizmusok, egymásra kölcsönösen ható folyamatokként elhelyezhetők (Botvinick & Cohen, 2014; Cohen és mtsai., 1990; Varga és mtsai., 2022) az ebből a célból konstruált KZF (Kontrollált Zenei Folyamatok) koncepciója keretében. Célunk a zenei tevékenységek kognitív kontrollt fejlesztő hatásának vizsgálata, amit az „egység/különbözőség" elméleti keretében (Miyake & Friedman, 2012) a munkamemóriafrissítés, a monitorozás, valamint a proaktív és disztraktor interferenciával szembeni ellenállás célzott, majd komplex rendszerré integrált elemzésével valósítunk meg. A zenei tevékenységek vizsgálatakor megkülönböztetjük a tartós zenetanulás és a rövid zenei tréning hatását, amelyek közül az utóbbit helyezzük a fókuszba egy általunk kifejlesztett, tudatosan felépített, intenzív zenei tréning alkalmazásával. Vizsgálatainkban a már ismert, vizuális ingereken alapuló mérési eljárások mellett saját fejlesztésű, auditív ingerekkel manipuláló N-back mérőeljárásokat is alkalmaztunk, amit a kognitív kontroll rendszer modalitásfüggetlen és modalitásfüggő tulajdonságainak részletesebb feltérképezésére használtunk.

Empirikus vizsgálatunk eredményeiből levont következtetéseink többek között olyan kérdésekre is keresték a választ, mint hogy mely kognitív kontroll mechanizmusok fejleszthetők leginkább a vizsgáltak közül, valamint, hogy van-e hosszú távú hatása a rövid zenei tréninggel történő fejlesztésnek. Választ kerestünk arra is, hogy a zenélő és a nem zenélő fiatalok csoportjában elért hatás szignifikánsan különbözik-e, és hogy egyáltalán továbbfejleszthetők-e ezzel a tréninggel a már régóta zenélő fiatalok kognitív kontroll képességei.

Eredményeinket mindezek tükrében, hipotéziseink mentén haladva magyarázzuk.

7.1. Zenei előtörténet hatása hipotézis

A kutatás első hipotézise a zenélő és nem zenélő csoportok közötti bemeneti különbségek vizsgálatára fókuszált. Botvinick konfliktus monitorozási elméletére (Botvinick et al., 2001), korábbi professzionális zenélőkkel történő kutatásokra (Chen et al., 2021; Chen, Zhou, & Chen, 2020; Fennell, Bugos, Payne, & Schotter; Herholz et al., 2012) és a zenetanulás hosszútávú viselkedésirányítást fejlesztő hatásával foglalkozó tanulmányokra (Nutley et al., 2014; Oechslin et al., 2013; Pallesen et al., 2010; Slevc et al., 2016) alapozva azt feltételeztük, hogy *a régóta zenélő fiatalok szignifikánsan jobban fognak teljesíteni a bemeneti kognitív kontroll feladatokban*. Azt is feltételeztük, hogy *a mért kognitív kontroll értékek korrelálnak a heti gyakorlási órák számával és a zenetanulással eltöltött évek számával* (K. Corrigall, Schellenberg, & Misura, 2013), valamint *függenek a zenetanulás kezdetekor betöltött életkortól* (Holochwost et al., 2017; Jaschke et al., 2018; Pallesen et al., 2010) - különösen, ha a zenetanulás szenzitív időszaka előtt kezdődtek meg a zenei tanulmányok (Herholz et al., 2012; G. Schlaug et al., 1995).

A zenélő és a nem zenélő csoportok kognitív kontroll funkcióinak összehasonlítását a munkamemória frissítés, a disztraktor interferenciával szembeni ellenállás, a proaktív interferenciával szembeni ellenállás és a monitorozás mechanizmusainak vizsgálatán keresztül valósítottuk meg. Az alábbiakban ezek mentén magyarázzuk az eredményeket, majd kitérünk a zenetanulás és a gyakorlási szokások említett jellemzőinek kognitív kontrollt befolyásoló hatására.

7.1.1. Munkamemória

A munkamemória frissítés esetében a szakirodalom alapján azt vártuk, hogy a zenélők jobban fognak teljesíteni, ami kisebb reakcióidőkben és nagyobb pontosságban fog megnyilvánulni (Colombo és mtsai., 2020; Ding és mtsai., 2018; Nutley és mtsai., 2014; Okhrei és mtsai., 2016; Pallesen és mtsai., 2010). A munkamemória frissítését N-back feladatokkal mértük, amelyek csoportonkénti eredményeit a visszalépések száma (n = 2 vagy 3) és a modalitás (vizuális: betű vagy figura; vagy auditív: hangszín vagy hangmagasság) dimenziója mentén értelmeztük. Először több szempontos variancia analízissel vizsgáltuk a különböző csoportosító változók hatását és azok esetleges interakcióját. Az eredményekből látható, hogy *csoporthatás nem volt kimutatható sem a reakcióidő, sem a pontosság tekintetében, vagyis a zenélők és nem zenélők teljesítménye nem különbözött szignifikánsan az induló adatfelvételkor.*

A munkamemóriafrissítés *reakcióidő* eredményeit részletesen vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy kizárólag a modalitás hatása volt szignifikáns, ez sem n értékéről, sem a három magyarázó változó valamilyen interakciójáról nem mondható el. Első lépésben tehát ebben a tekintetben nem találtunk különbséget a két csoport között, és függetlenül attól, hogy 2- vagy 3-back feladatról, illetve zenélőkről vagy nem zenélőkről beszélünk, annyit állíthattunk biztosan, hogy a bemeneti mintavételkor *az auditív feladatokban lassabban teljesítettek a válaszadók,* mint a vizuális feladatokban (ez az eredmény természetesen az audio tesztek 3000 ms utáni automatikus továbbléptetésének hiánya miatt alkalmazott szélsőséges reakcióidők kiiktatása után került megállapításra).

A *pontosság* esetében a modalitás mellett az n értéke is szignifikáns volt, vagyis a hibázás aránya nem csak attól függött, hogy milyen típusú ingerre adott reakciót mértünk, hanem attól is, hogy a kettővel vagy hárommal korábbi ingerhez kellett hasonlítani az adott ingert. Szignifikáns továbbá a modalitás - n-érték interakció is: *a 3-back feladatok esetében jóval nagyobb mértékben romlik a pontosság, mint a 2-back feladatoknál* a zenei ingerek esetében – és ez elmondható a zenélőkről és a nem zenélőkről is. Bár a vizuális és az auditoros ingereket ebben a kutatásban modalitásonként aggregáltan kezeltük, azt meg kell jegyeznünk, hogy ugyanezen minta bemeneti eredményeit egy korábbi tanulmányunkban célzottan az egyes ingertípusokra (hangszín, hangmagasság, figura, betű) fókuszáltan elemezve azt találtuk, hogy azonos reakcióidők mellett a pontosság tekintetében a zenélők szignifikánsan felülmúlták nem zenélő társaikat a hangmagasság N-back feladatok esetében (Varga és mtsai., 2022). Ugyanez viszont nem mondható el a hangszín N-back feladatokról: itt nem találtunk különbséget a két csoport között. Eredményeinket azzal magyaráztuk, hogy a zenélők zenélés során megszerzett tapasztalata a zenei szabályokról más, hatékonyabb stratégiákhoz vezethet és ennek hatására jobban teljesíthetnek az általuk napi szinten, gyakran használt hangmagasságokkal manipuláló munkamemória feladatokban (Ding és mtsai., 2018). A hangszínek megkülönböztetése és manipulációja ezzel szemben nem tartozik hozzá az aktív zenélés napi rutinjához (mindenki a saját zenei környezetében használt hangszínekhez adaptálódott), így ezen a téren eltűnik az előnyük. Ezt a feltételezésünket támasztották alá a bemeneti percepciós feladat eredményei is (ld.: 34. táblázat) amelyek azt mutatták, hogy hangmagasság felismerés terén jártasabbak voltak a zenélők nem zenélő társaiknál, a terjedelmi korlátok miatt jelen disszertációban részletesen nem elemzett, de hangmagasság-differenciáláson és a hangsorok megjegyzésén alapuló első percepciós feladattípusban (dallam-megkülönböztetés)

szintén szignifikánsan ügyesebbek voltak a zenélők. Az említett percepciós feladat meglátásunk és egyes jelenkori kutatások szerint is a percepción kívül munkamemória mechanizmusokat is igényel (Ogg és mtsai., 2019), amit többnyire figyelmen kívül hagytak a korábbi kutatások, mi viszont többek között ezért sem használtuk a percepció célzott elemzésére. Érdekes azonban összehasonlítani ezeket a munkamemória folyamatokat az általunk használt N-back feladatok mechanizmusaival: míg az utóbbi esetben egy-egy reprezentáció rövid idejű aktívan tartása, célingerrel történő összehasonlítása zajlik az esetlegesen interferáló proaktív reprezentációk között, addig a hangmagasság-differenciálási feladatban több elemből álló, összetett hangsorok reprezentációit kell átmenetileg aktívan tartani és összehasonlítani. Ugyanakkor az is elmondható, hogy a dallammegkülönböztetés reprezentációival történő manipulációkat megkönnyíti a hangsor hangjai közötti kapcsolat, azaz a dallam. A felvázolt mechanizmus állandó része az aktív zenélésnek: tipikusan egy olyan készség, amely nélkülözhetetlen a zenélők számára, így már a zenetanulás szenzitív időszakától állandó részét képezi a szolfézs órák gyakorlósorainak is. A percepciós feladat dallam-megkülönböztetés altesztjében tehát egyrészt számukra ismert és biztonsággal kezelt ingerekről (hangmagasságokról) döntenek a zenélők, másrészt már bevált, jól működő stratégiákat használnak a hangsorok manipulációihoz a munkamemóriában, ez eredményezheti szignifikáns előnyüket ebben a feladatban. Visszatérve az általunk vizsgált hangmagasság N-back feladatok elemzéséhez: eredményeink egyik lehetséges magyarázatának tekintjük, *hogy a zenélők dallam-megkülönböztetéskor is tetten ért, bevált hangmagasság-kezelési stratégiái megkönnyítették a hangmagasság N-back feladatok kivitelezését* is számukra. Ez a feltételezésünk összecseng a folyamatok kontrollált-automatikus kontinuumon történő elhelyezhetőségével: az említett hangmagasság-kezelési rutin magas automatizáltsági szintjének köszönhetően merev tulajdonságokkal rendelkezik (Schneider & Shiffrin, 1977; Shiffrin & Schneider, 1977), kontextusfüggő, és az N-back feladat más modalitásaira, valamint egyéb folyamatokra az eddig tapasztaltaknak megfelelően nem tevődik át, azaz terület- és modalitásspecifikusan működik csak.

A reakcióidők és helyes válaszok eredményeit a reakcióidő és a pontosság egyidejű figyelembevételével érdemes értelmezni, így következő lépésként ezt vizsgáltuk. Eredményeink szerint míg a nem zenélőknél erős, szignifikáns pozitív kapcsolat volt megfigyelhető a reakcióidő és a pontosság között minden feladattípus esetén, addig *a zenélőknél nem volt statisztikailag kimutatható kapcsolat a két változó*

között. Egy példával élve: a vizuális 2-back feladatokban a nem zenélők lassabb fele átlagosan 91,5%-ban adott helyes választ, míg gyorsabb fele esetében a helyes válaszok aránya 79,8% volt. Ugyanez a két érték a zenélők esetében 90,6% és 89,6%. Ez egy trade off jelenségre utal, azaz a nem zenélők a feladatok végrehajtása során jellemzően vagy gyorsan, de több hibával, vagy pedig lassabban, de pontosabban igyekeztek végrehajtani a feladatot. Főként a reakcióidők tekintetében figyelhető meg jóval alacsonyabb szórás a nem zenélőkhez képest (ld.: 37. táblázat).

Fontos kiemelni, hogy reakcióidő tekintetében még trimmelést követően is *jóval homogénebb teljesítményt nyújtottak a zenélők* nem zenélő társaikhoz képest: kevés és kisebb egyéni eltéréssel a csoportátlagtól. Az is látható, hogy a vizuális és auditív típusú ingerek közül a vizuális ingerek esetén szorosabb volt a korreláció mind a két csoportban*, a különbség viszont a zenélőknél kisebb*. Ez utóbbi azt bizonyíthatja, hogy kereszt-modálisan működött a zenetanulás transzferhatása, vagyis a zenetanulás során elsajátított készségek aktiválásra kerültek más típusú feladatok esetén is.

Az eredmények mögötti mélyebb összefüggések és a vizsgálati személyek stratégiáinak feltárására alkalmazott diffúziós modell alapján *kiemelendő, hogy szignifikáns különbség mutatható ki a két csoport között az eltérítési ráta (drift rate) esetében*. Ez az eredmény azért fontos számunkra, mert ez jelzi a döntéshozatal hatékonyságát, azaz azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a bemeneti feladatcsomag felvételekor *a zenélők minden feladattípus esetén hatékonyabban dolgozták fel az információt a nem zenélőkhez képest*. Ez az eredmény ráadásul a mellett állt fenn, hogy a diffúziós modell többi mutatójában nem volt különbség a két csoport között: a döntési küszöbben sem volt differencia (vagyis a két csoport viszonyulása a választási lehetőségekhez azonos a döntéshez szükséges információmennyiséget illetően), és a döntéselőkészítés idejében sem volt szignifikáns eltérés kimutatható (vagyis az alapvető kódolási és válasz-végrehajtási idők nem különböznek a zenélők és nem zenélők esetében). A diffúziós modell alapján s*zignifikáns különbség volt kimutatható a teljesítményben a visszalépések számától, a modalitástól és ezek interakciójától függően.* A döntési küszöböt vizsgálva *a 2-back feladatok esetében magasabb a döntési küszöb, tehát konzervatívabb módon, megfontoltabban, több információt felhasználva döntöttek a vizsgálati személyek*. Ennek magyarázata az lehet, hogy a 3-back feladatokat túl nehéznek ítélték meg, és már nem fektették bele a megoldásba a leghatékonyabb stratégiáikat. *Hangingerek esetében is magasabb a döntési küszöb*, ami az auditív feladatok nehézségére, az auditív csatornán érkező információk rugalmatlanabb

kezelésére utal. A részletes eredmények alapján megállapítható, hogy ez a kapcsolat az egyes változókat külön vizsgálva is szignifikáns maradt, a modalitás - n-érték interakció eltérítési rátára gyakorolt hatásán kívül. A vizsgálati személyek záró kérdőíve adhat magyarázatot erre: a hangingeres feladatokat ítélték meg legnehezebbnek a nem zenélők, míg a zenélők az absztrakt vizuális feladatokról mondták ugyanezt, de második helyen esetükben is a hangszín N-back feladat szerepelt (hivatkozás kérdőívre mellékletben).

Összességében elmondható tehát, hogy *hipotézisünk munkamemória frissítésre vonatkozó része nem igazolódott be*: a zenélők és nem zenélők kiinduló állapotában mutatott teljesítménye alapján nem azonosítottunk szignifikáns különbségeket a munkamemóriafrissítés két gyakran vizsgált paraméterét, a reakcióidőt és a hibaszámot vizsgálva: az viszont megállapítható, hogy a reakcióidő tekintetében *a zenélők jóval homogénebb teljesítményt nyújtottak* nem zenélő társaikhoz képest, kevés és kisebb egyéni eltéréssel a csoportátlagtól. Megállapítottuk továbbá, hogy hipotézisünket a jövőben érdemes lehet a diffúziós modell mentén újrafogalmazni, mert a modell alkalmazása árnyalja és finomítja a vizsgálatokból összegyűjtött adatokból leszűrhető következtetéseket. A diffúziós modell alapján a bemeneti feladatok során *a zenélők minden feladattípus esetén hatékonyabban dolgozták fel az információt a nem zenélőkhez képest. A fentiek tükrében a korábbi, tartós zenetanulás hatása a bemeneti feladatok során a munkamemóriafrissítés terén egyértelműen tetten érhető volt.*

Eredményeinket a szakirodalmi előzményekkel összevetve a következők mondhatók el. Disszertációnk elméleti bevezetőjéből kitűnik, hogy mennyire eklektikus és nehezen összeegyeztethető elméleti alapokon nyugszik a zene és a munkamemória kutatását övező eddigi szakirodalom. A hipotézisünk felállításakor monitorozott kutatások egyrészt *más kognitív kontroll paradigmák keretében születtek, másrészt különböző munkamemória modellekre épültek* (többnyire Baddeley és Hitch (1986), ill. Cowan (1995) elméletei nyomán) és az általuk vizsgált zenélő populáció karakterisztikái is igen változatosak: főleg klasszikus zenélőkkel dolgoztak. A Cohen (2017) ill. Botvinick és munkatársai (2001) paradigmáitól eltérő kognitív kontroll értelmezés a bevezetőben leírt módon más gátlási funkció értelmezést és ebből kifolyólag más mérőeljárásokat takar (nem különítik el az egyes gátlási és interferencia funkciókat), és ugyanez mondható el az általunk használt Oberauer (2009) féle modelltől eltérő munkamemória felfogásokon alapuló vizsgálatokról is (pl.: Berz, 1995; Schulze et al., 2012). A kutatás másik fontos jellemzője, hogy a vizsgált zenélő mintánk

nem a szakirodalomban általánosan megcélzott klasszikus zenélők köréből, hanem *jazz- és könnyűzenei képzésben részesülő fiatalok*ból állt, ami más zenei képességstruktúrát, zenélési és gyakorlási metódusokat feltételez, még ha klasszikus alapokon kezdték is a tanulmányaikat (Norgaard és mtsai., 2019). Egy friss tanulmány arról számol be, hogy a zenélők különböző kognitív kontroll képességstruktúrával rendelkeznek annak függvényében, hogy *milyen hangszeren játszana*k (Porflitt & Rosas, 2020). Ez a faktor jelen kutatásban nem került részletes vizsgálásra, de nagy mértékben befolyásolhatja a munkamemória frissítést is, ezért a jövőre nézve további kutatási irányt jelöl ki.

Okhrei és munkatársai (2016) nemrég a jelen kutatáshoz hasonló eredményekre jutott, amikor kísérleti körülmények között vizsgált zenélő és nem zenélő fiatalokat számítógépes betű, számjegy és figura N-back feladatokkal. Hibaszám tekintetében nem volt különbség a két vizsgált csoport teljesítménye között. Érdekes és számunkra is hasznos felismerése kutatásuknak, hogy a bal kéz szignifikánsan többet hibázott, mint a jobb kéz, de ez a gyakoriság tipikusabb volt a nem zenélő csoportban. A jobb kéz gyorsabban válaszolt, mint a bal mindkét csoport összes szubtesztjében, de ez a motoros aszimmetria erőteljesebben megnyilvánult a nem zenélő csoportban. Ez feltehetően annak köszönhető, hogy a zenélők szorosabb interhemiszfériás kooperációval rendelkeznek, ami a kisebb motoros aszimmetriában nyilvánult meg. A zenélőknél jellemzően nem növekedett a reakcióidő a feladatok komplexitásával, míg a nem zenélőknél igen. Ez feltehetően részben szintén a szorosabb interhemiszfériás kooperációnak köszönhető, részben pedig annak tudható be, hogy más keresési mintázatokkal rendelkeznek a munkamemóriában (Okhrei és mtsai., 2016). Okhrei és kollégái (2016) lateralitásra vonatkozó felismerései a diffúziós modell módszertanával ötvözve további lehetséges kutatási irányokat jelölnek ki számunkra a témában, hiszen érdekes lenne megvizsgálni, hogy a munkamemóriafeladatok reakcióidő-különbségei milyen mértékben írhatók a kognitív kontroll rendszer, illetve a lateralitásból és egyéb befolyásoló tényezőkből adódó motoros válaszadási különbségek számlájára.

7.1.2. Disztraktor interferenciával szembeni ellenállás

A disztraktor interferenciával szembeni ellenállás vizsgálatának eredményei azt mutatják, hogy a kiindulási fázisban *a zenélő csoport tagjai szignifikánsan és pontosabban és gyorsabban* teljesítettek, ami a bemeneti hipotézist igazolja ennél a feladattípusnál. Ez az eredmény annak tulajdonítható, hogy a zenélés magas szintű szelektív, ugyanakkor rendkívül rugalmasan alakítható figyelmet igényel egyszerre

(Colombo és mtsai., 2020). A tartósan zenélő fiatalok rendszeres zenei tevékenységeik során számos formáját élhették meg a disztraktor interferencia jelenlétének és megtanulták kiszűrni és használni az adott helyzetben hasznos információkat az irreleváns auditív és vizuális ingerek zavaró jelenléte mellett (Colombo és mtsai., 2020) (például csoportos zenélés esetén tartaniuk kellett a tempót vagy a dallamot a zenésztárs esetleges hibás vagy bizonytalan játéka ellenére, vagy akkor is tisztán kellett játszaniuk, ha a nem kielégítő a hangtechnika, hiányzó monitorhangfalak miatt interferáló, hamis hangokat hallottak vissza a saját játékukból), tehát számos lehetőségük nyílt a különböző kontextusokban és nehézségi szinteken egyéni stratégiák kialakítására, és az eltérítő ingerekre történő reagálás begyakorlására.

7.1.3. Proaktív interferenciával szembeni ellenállás

7.1.3.1.Irányított felejtéses feladatok absztrakt figurákkal

Nonverbális ingereken alapuló proaktív interferenciát okozó stimulusokat az KFP Cue feladatsor tartalmazott. Ennek előzményeként elvégeztettük a vizsgálati személyekkel a rövidtávú munkamemória tárolási funkcióját és a munkamemóriában tárolt reprezentációk aktívan tartását mérő KFP Baseline feladatsort is, annak érdekében, hogy a kevésbé komplex munkamemória folyamataikról is képet kaphassunk. A feladatok ismerősség és újszerűség alapján történő választást, valamint a nem releváns ingerreprezentációk elnyomását kívánták meg.

Az első vizsgálatok azt mutatták, hogy *az KFP Cue feladatokat a Baseline feladatoknál kisebb reakcióidővel és nagyobb pontossággal teljesítették mindkét csoport résztvevői* – annak ellenére, hogy a KFP Cue feladat proaktív interferencia ingeranyagokat is tartalmazott, amelyek esetében Oberauer (2009) nyomán hosszabb reakcióidőt feltételeztünk. Ha ugyanis a próbában olyan inger jelenik meg, ami korábban előfordult már, vagy az adott próbában nem célingerként szerepel, akkor az *interferenciát* eredményez. A KFP Cue feladatban tapasztalt rövidebb reakcióidók magyarázata az lehet, hogy a KFP Baseline esetében nem irányítja a figyelem fókuszát az ún. cue-négyzet, azaz a vizsgálati alanynak meg kell próbálni az összes elem reprezentációját aktívan tartani a célingerről való döntésig. A cue-négyzet meggyorsítja az előhívást, amennyiben sikeresen megtörtént a cue hatására a munkamemória frissítése.

A zenei előtörténet hipotézisre választ keresve az Baseline típusú feladatok eredményei alapján elmondható, hogy a zenélők javára mutatkozó alacsonyabb hiba-arány, vagy kisebb reakcióidő statisztikailag nem igazolható jelen mintán. Az inger-manipulációkat vizsgálva az az érdekesség emelendő ki, hogy a *zavaró ingerek esetében szignifikánsan magasabb a pontosság, mint a célingerek esetében* (85,3% vs 75,2% a nem zenélők és 90,6% vs 73,4% a zenélők esetében). Ez az eredmény Oberauer (2009) nyomán azzal magyarázható, hogy könnyebb egy új ingerről eldönteni, hogy még nem találkoztunk vele (ismerősség és újszerűség alapján történő választás), mint a munkamemóriában versengő reprezentációk közül a nem relevánsak elnyomásával és a releváns aktivizálásával kiválasztani a megfelelőt, a modell ugyanis hangsúlyozza a tartalom-kontextus kötések jelentőségét mind a memóriában történő megtartás, mind pedig a felidézés és előhívás szempontjából (lásd 4.1.1.2. alfejezet)

A továbbiakban az KFP Cue feladatok eredményeit tekintjük át hipotézisünk tükrében, az ingerek típusai szerint. Emlékeztetőül:

valódi célinger (TARG)	(az adott próbában szereplő inger)
új zavaró inger (DNEW)	(eddig még nem szereplő inger)
proaktív interf. (DINT)	(korábbi próbán nem Cue-ban szereplő inger)
proaktív interf., kötéssel (DTSP)	(korábbi próbán Cue-ban szereplő inger)
proaktív interf., kötés nk. (DTDP)	(korábbi próbán Cue-ban szer. inger, most máshol)

Pontosság tekintetében megállapítható, hogy mindkét csoport számára az új zavaró inger megkülönböztetése bizonyult a legkönnyebbnek: a 91,5%-os pontosság a nem zenélők és 94,5% a zenélők esetében a legkisebb különbséget jelenti a két csoport teljesítménye között. Ez az eredmény összecseng a KFP Baseline feladatban tapasztaltakkal, és ugyanazon összefüggések mentén magyarázható (könnyebb egy új, még nem ismert ingerről dönteni, mint már meglévő, munkamemóriában versengő reprezentációk közül választani).

Reakcióidőben nagy különbségek figyelhetőek meg: *míg valódi célingerek és új zavaró ingerek esetén a nem zenélők voltak gyorsabbak, addig a proaktív interferenciát igénylő ingertípusok esetén a zenélők*. Az eredmények egyrészt azt támasztják alá, hogy a kevesebb ingermanipulációt és főként figyelmet igénylő, egyszerűbb és a hétköznapi életben általánosan, gyakran előforduló és begyakorolható döntéshozatali helyzetekben jól, sőt a zenélőknél jobban teljesítettek a nem zenélők. Az eredmények ugyanakkor azt is mutatják, hogy a zenélő csoport konfliktusmonitorozása és proaktív interferenciának történő ellenállása a bemeneti helyzetben fejlettebb volt a nem zenélő társaknál, és

amennyiben a zenetanulásnak köszönhető ez a tulajdonság, akkor az ebben az esetben a zenetanulás keresztmodális transzferhatását és a kognitív kontroll proaktív interferenciával szembeni ellenállás mechanizmusának modalitásfüggetlen, területáltalános voltát igazolja. A szakirodalomban professzionális zenélők, vagy zenei tanulmányokat folytató egyének célzottan proaktív interferenciával kapcsolatos kognitív kontroll funkcióit vizsgáló kutatások egyelőre nem találhatók, így ezeknek az eredményeknek újdonság értéke van. Feltehetőleg leginkább annak köszönhető ez a hiány, hogy a legtöbb kutatás a már említett módon még korábbi viselkedésirányítási elméleti keretek között vizsgálódik és nem differenciálja a különböző interferencia típusokat, és a munkamemória kapacitáskorlátjának értelmezésénél sem az interferenciára helyezi a hangsúlyt. Ha megpróbáljuk lemodellezni azokat a lehetséges zenei folyamatokat, amelyek során a zenélők szert tehettek erre a magasabb szintű proaktív interferencia kezelési képességre, akkor arra a lehetséges magyarázatra juthatunk, hogy mivel a vizsgált zenélő populáció a jazz és a pop világából került ki, ezért az improvizatív zenélés során gyakran előforduló hirtelen, a várttól eltérő dallamvezetésre való gyors és rutinos reagálás készsége jellemző erre a csoportra. Izgalmas kérdés, hogy ugyanez a tulajdonság tetten érhető-e ilyen mértékben a klasszikus zenei irányzat esetében is, ahol a spontán, improvizatív elemek helyett a kiszámítható, megtervezett és irányított folyamatok a jellemzőek. Ez a kérdéskör, ebben az elméleti keretben, ezekkel a vizsgálati eljárásokkal, de nagyobb elemszámú és több zenei csoportot vizsgáló mintán a jövőben további kutatásra érdemes.

Az eredményeket vizsgálva az a várakozás is beigazolódott, hogy a KFP Cue feladatban a proaktív interferencia feloldása lassabb, mint az új zavaró ingerek és a célingerek feldolgozása abban az esetben, ha a cue-négyzet nem támogatja meg a tartalom-kontextus kötést, és ez által az interferenciával szembeni ellenállást. Ez annak köszönhető, hogy proaktív interferencia esetén a már aktív reprezentációnak megfelelő elvárásunkat kell felülírni (Verbruggen & Logan, 2009), így ezt könnyebnek érezzük.

A többváltozós variancia-analízis eredményei alátámasztják, hogy az inger típusának szignifikáns hatása van elsősorban a pontosságra, amiről viszont tudjuk, hogy a reakcióidő viszonylatában értelmezendő, így *a növekvő pontosság azonos reakcióidő érték mellett a kognitív flexibilitás erősödését és a kontrollált mechanizmusok jelenlétét mutatja*. Szignifikáns különbség a csoportok között ugyanakkor ezen a téren nem mutatható ki.

Érdekes eredményeket hozott ugyanakkor az a kétszempontos variancia-analízis, amelyben a csoport-hovatartozás (zenélő / nem zenélő) mellett az ingertípus-csoport (interferencia nélküli / proaktív interferenciát igénylő) szerepelt főhatásként. Ebben a felbontásban ugyanis az *ingertípus mint főhatás tendencia-szinten szignifikáns volt már a reakcióidőre is*, és míg a csoport-hovatartozásnak továbbra sem volt kimutatható hatása, addig *a két faktor közötti interakciós hatás szignifikánsnak bizonyult*. Ez azt jelenti, hogy míg a zenélő csoport tagjai esetében a proaktív interferenciát igénylő ingerek esetén a reakcióidő érdemben nem csökkent, addig *a nem zenélő csoportban kifejezetten lassabb reakció*ról beszélhetünk. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a kiindulási állapotban a zenélők csoportját kevésbé zavarja a proaktív interferencia, ami arra utalhat, hogy a rendszeres zenés tevékenységek során - legalábbis nonverbális téren- fejlődik ez a képességük.

7.1.3.2.Verbális kategorizációs feladatok

A proaktív interferenciával szembeni ellenállás lexikális környezetben történő tesztelésére verbális kategorizációs feladatokat használtunk. Eredményeinkből leszűrhető, hogy várakozásaink ellenére *nem mutatható ki szignifikáns különbség* a kiindulási állapotban sem a reakcióidő, sem a pontosság tekintetében a zenélők és a nem zenélők proaktív interferenciával szembeni ellenállása között.

Vizsgáltuk, hogy a kutatásban résztvevők teljesítménye hogyan változik az inger típusának függvényében. A VK-0 feladattípusban nem voltak interferáló zavaró ingerek, míg a másodikban megjeletek a proaktív interferenciát eredményező zavaró ingerek, hiszen a korábbi célingerek vissza-visszaköszöntek zavaró ingerek formájában. A többváltozós variancia-analízis eredménytábláiból kiolvasható, majd az utóvizsgálatok során végzett t-próbák is igazolták, hogy proaktív hatás esetében csoporthovatartozástól függetlenül *jóval magasabb a reakcióidő és a hibaarány is*, mint a célingerek esetén. Mindez azt a tudásunkat támasztja alá, hogy minél komplexebb a feladat, minél több interferenciát kell kezelni a kognitív rendszernek, annál több időre van szükség a releváns reprezentációk kiválasztásához és az irrelevánsak elnyomásához a folyamatban (Botvinick et al., 2001; Marton et al., 2014).

A nonverbális alapú proaktív interferenciát vizsgáló feladatok eredményeivel szemben ugyanakkor itt, *a verbális alapú proaktív ingerekkel szembeni ellenállás esetében* érdekes aspektusa eredményeinknek, hogy *nem volt különbség a nem zenélők és zenélők csoportja között*. Ezt az eredményt összevetve a nonverbális alapú proaktív

interferenciát mérő feladatok eredményeivel arra a következtetésre juthatunk, hogy a *zenés tevékenységek során gyűjtött proaktív interferenciát kezelő tapasztalatok elsődlegesen a nonverbális folyamatokban csapódnak le és transzferük nem feltétlenül érzékelhető a verbalitáson alapuló folyamatokban.* Ez egyben azt is jelentheti, hogy a verbális és nonverbális alapú proaktív interferencia kezelése elkülönül a kognitív kontroll rendszerben. A performanciában a szókincs nagysága is szerepet játszhatott, illetve, hogy milyen gyors az előhívás, a szókincshez való hozzáférés. A nem zenész csoport egyetemi hallgatói életük ezen szakaszában, tanulmányaik során napi szinten, intenzíven használták a nyelvet. Ez is hozzájárulhatott az eredményekhez: az aktív nyelvhasználat kiegyenlíthette az esetleges zenei tapasztalatból származó előnyt. A szakirodalom megosztó azzal kapcsolatosan, hogy a professzionális zenélők bizonyítottan jobb kódolási, választási és elnyomási képességei a releváns és irreleváns hangokat illetően (például releváns hangok kiválasztása háttérzajból) áttevődik-e egyéb, például verbális ingerek manipulációjával összefüggő területekre (Alley & Greene, 2008; Benassi-Werke, Queiroz, Araújo, Bueno, & Oliveira, 2012; Berti et al., 2006; Kattner & Meinhardt, 2020). Szintén sokat kutatott és vitatott terület, hogy a zenei, valamint verbális információkon alapuló munkamemória folyamatok részben vagy teljesen azonos kognitív kontroll mechanizmusokon osztoznak vagy sem (Stefan Koelsch et al., 2009; Schendel & Palmer, 2007; Schulze et al., 2012). Eddigi vizsgálataink nem támasztják alá e folyamatok területáltalános voltát, de a kutatást érdemes lesz a jövőben célzott módszertanú, nagyobb mintán végzett eljárásokkal folytatni.

Az eredmények ismeretében megállapítható, hogy a proaktív interferenciát eredményező verbális ingerek esetén a célingerekre és zavaró ingerekre adott válaszidő-különbség mindkét csoportnál alacsonyabbnak bizonyult, mint az interferencia nélküli ingerek esetén (ld. 26. és 276. ábra). Ez a jelenség Oberauer (2009) kötéselméletével magyarázható és azt feltételezi, hogy a szó jelentésének és kategóriájának kötése verbális ingerek esetén igen erős, különösen akkor, ha a közelmúltban megerősítést nyert, és így erősebbé válik, mint a proaktív konfliktus hatása a kognitív folyamatban. Az utóvizsgálatok t-próbáinak eredményeben tapasztalt diverzitást a célingerek és a zavaró ingerek reakcióidői-változásainak vonatkozásaiban a csoportok kis elemszámával tudjuk magyarázni.

7.1.4. Monitorozás

A monitorozás terén a szakirodalom alapján a zenélőktől jobb teljesítményt vártunk (Lutz, és mtsai., 2013; Maidhof, 2013), mert az aktív zenéléshez kapcsolódó zenei tevékenységek napi szinten hordozzák magukban a hibák detektálását és korrigálását (Baumann és mtsai., 2007; Maidhof és mtsai., 2010) – sőt, egyes szakirodalmi megállapítások szerint a professzionális zenélők még a motoros kivitelezés előtt és auditoros visszacsatolás nélkül is detektálják a hibázást (Ruiz és mtsai., 2009). A monitorozást a munkamemória-frissítést mérő N-back feladatokkel vizsgáltuk. Ennek fő oka, hogy az ezekben a feladatokban elkövetett hibák átlagos száma elég nagy ahhoz, hogy a hibázás előtti és utáni teljesítmény érdemben összehasonlítható legyen. A hiba utáni lassulást modalitások dimenziójában (auditív/vizuális) is monitoroztuk.

A többváltozós variancia-analízis alapján (inger típusa, a visszalépések száma, reakcióidő pozíciója: hiba előtti vagy utáni) csoporthatás sehol nem volt kimutatható, vagyis eredményeink szerint nincs szignifikáns különbség a zenélők és a nem zenélők között a monitorozás képességében.

Az N-back feladatokban a kimutatható hibadetekció minimális, a hibák előtti és utáni reakcióidők átlagát összehasonlítva kismértékű reakcióidő-növekedés figyelhető meg. A reakcióidő-növekedés átlagos mértékét az egyes feladattípusok esetében lineáris regresszió segítségével vizsgáltuk. A csökkenés minden feladattípus esetében szignifikáns, noha nagyságrendje nem jelentős, többnyire 2 és 5% között változik. A feladat típusa, valamint a reakcióidő pozíciója ugyanakkor szignifikáns különbségeket mutatott: a már ismert típus-hatás - hangingerek esetében magasabb a reakcióidő- mellett elmondható, hogy a hiba utáni reakcióidők magasabbak a hiba előtti reakcióidőknél. Az n értékének hatása viszont a hiba detektálása szempontjából nem mutatható ki, sem pedig interakciós hatás.

Összegezve, *a hiba utáni lassulási értékek alapján a bemeneti feladatokban nem teljesítettek jobban a zenélők*, így várakozásaink ezen a téren nem igazolódtak be. Ez az eredmény összevetve a zenélők konfliktusfelidézési paradigmát tartalmazó feladatokban tapasztalt fejlettebb konfliktusmonitorozási képességével arra utal, hogy egy folyamat elhelyezkedését a flexibilitás-stabilitás kontinuumán különböző mértékben befolyásolják a kognitív kontroll rendszer egyes mechanizmusai. A konfliktusfelidézési paradigma más jellegű rugalmasságot kíván meg a rendszertől, mint

a hiba utáni detekció és a kettő nem feltétlenül jár kéz-a kézben. Ez a gondolatmenet jól elhelyezhető Miyake egység-különbözőség modelljében (Miyake és mtsai., 2000).

Magyarázat lehet eredményeinkre, hogy bár a zenei tevékenységek során valóban gyakori és rendszeres alkalma nyílik a zenélőknek a hibázás utáni detekció gyakorlására, a nem zenélő csoport tagjai is számos hibadetekciót fejlesztő aktivitással találkozhatnak napi rutinjuk során. Ilyen például a gépelés, ami a vizsgált populáció mindennapjainak része és a szakirodalom szerint hasonló gyakorlási lehetőséget biztosít, mint a hangszeres játék, csak nem auditív, hanem vizuális visszacsatolási mechanizmussal (Logan, 2018; Logan & Crump, 2010). Érdemes lenne a vizsgálatokat nagyobb elemszámú mintán és több hibázási lehetőséget nyújtó, nagyobb próbaszámú feladatot alapul véve folytatni, és a diffúziós modell alkalmazásával a stratégiahasználattal és a motoros kivitelezéssel árnyalt eredményekre törekedni (Dutilh és mtsai., 2012).

7.1.5. A zenetanulási karakterisztikák hatása az eredményekre

Már a bemeneti kérdőív elemzésekor kiderült számunkra, hogy első hipotézisünk csak részben válaszolható meg a zenélő csoport homogenitása miatt. Hipotézisünkhöz kapcsolódóan céljaink közt szerepelt a zenélő csoport tagjai esetében a heti gyakorlási gyakoriság és idő, valamint gyakorlással eltöltött évek számának és a kognitív kontroll funkciók fejlettségének a korrelációját vizsgálni, különös tekintettel a zenetanulás szenzitív időszaka előtt elkezdett zenetanulás esetleges hatásaira. A bemeneti kérdőív feldolgozásából kiderült, hogy minden résztvevő 6 és 7 éves kora között kezdte a zenetanulást, a zenetanulás kezdetekor betöltött életkor átlagosan 6,3 év, ezért a zenetanulással töltött évek száma rendkívül alacsony szórást mutat.

Az elméleti bevezetőben kifejtettek értelmében szenzitív időszaknak nevezzük azt a limitált időszakot a fejlődésben, ami alatt a gyakorlás hatásai az agyra általában erősek (Knudsen, 2004). A zenei képességek esetében ez az időszak 6-7 éves korra tehető. A bemeneti kérdőívek alapján a zenetanulás kezdete a vizsgált zenélő csoportban az összes résztvevő esetében a zenetanulás szenzitív időszakára esik, így ez a kérdés a kutatásban nem megválaszolható.

Az is elmondható, hogy a kutatásban a zenélők csoportja átlagosan hetente 38,6 órát tölt gyakorlással. A gyakorlással töltött órák száma szintén kis szórást mutat: 3 válaszadó kivételével mindenki legalább heti 35 órát gyakorol. Ezek az értékek azt mutatják, hogy a mintánk homogenitása miatt hipotézisünk második felét sem tudjuk

megválaszolni. Ezeknek az összefüggéseknek a feltérképezéséhez további kutatásokra, célzottabb eljárásokra, nagyobb mintára lesz szükség.

7.1.6. Részösszefoglalás

Első hipotézisünkben azt feltételeztük, hogy a régóta zenélő fiatalok szignifikánsan jobban fognak teljesíteni a bemeneti kognitív kontroll feladatokban. Azt is feltételeztük, hogy a mért kognitív kontroll értékek korrelálnak a heti gyakorlási órák számával és a zenetanulással eltöltött évek számával, valamint függenek a zenetanulás kezdetekor betöltött életkortól - különösen, ha a zenetanulás szenzitív időszaka előtt kezdődtek meg a zenei tanulmányok.

Vizsgálatainkban a különböző kognitív funkciókat a reakcióidő és a pontosság mentén elemezve *kirajzolódik a zenélők jobb teljesítménye, azonban a különbség jellemzően nem szignifikáns*. A reakcióidő és pontosság mutatóit egyszerre vizsgálva ugyanakkor látható egy markáns különbség a két csoport között: míg *a zenélők homogén teljesítményt nyújtottak* (tehát kevesebb kiugró teljesítménnyel, az egész csoport stabil eredményeket produkált), addig a nem zenélők esetében a két mutatószám közötti erős pozitív korreláció arra utal, hogy a csoport tagjai tudatosan vagy nem tudatosan, de választottak a magasabb pontosság és magasabb reakcióidő, vagy több hiba és nagyobb tempó stratégiája között. Az adatokat a diffúziós modell segítségével elemezve kiderült, hogy *a két csoport között nem a döntési küszöbben van jelentős különbség, hanem az eltérítési rátában* - ez azt jelenti, hogy mindkét csoport ugyanannyi információt dolgozott fel a döntéshozatal során, *a zenélők azonban mindezt gyorsabban, hatékonyabban teszik.*

Arra a következtetésre jutottunk, hogy hipotézisünket a jövőben érdemes lehet a diffúziós modell mentén újrafogalmazni, mert a modell alkalmazása árnyalja és finomítja a vizsgálatokból összegyűjtött adatokból leszűrhető következtetéseket.

Az egyes kognitív kontroll komponensek viszonylatában elmondható, hogy a hangmagasság *N-back feladatokban pontosság terén kimagasló teljesítményt nyújtottak* a zenélők, valamint a *proaktív interferenciával szembeni ellenállásuk hatékonysága* kiemelendő. Ez utóbbi megállapítás a zenetanulás keresztmodális transzferhatását és a kognitív kontroll proaktív interferenciával szembeni ellenállás mechanizmusának modalitásfüggetlen, területáltalános voltát igazolja. Meglepő volt számunkra, hogy a hibadetekció terén a zenélők nem mutattak előnyt nem zenélő társaikkal szemben. Ezt azzal tudjuk magyarázni, hogy a zenészek korábban említett fejlettebb hibadetektálási

képessége feltehetően kontextusfüggő és folyamatfüggő (a zenei tevékenységhez, azon belül adott hangszeren való játékhoz kötött), illetőleg gyakran auditív visszacsatolást igényel (bár korábban mutattunk be az egészen magasan kvalifikált professzionális zenészek között „némán” működő magasszintű hibadetekciót is). Hipotézisünk gyakorlási szokásokhoz és zenéléssel eltöltött évek számához kapcsolódó részét a zenélő minta homogenitása miatt nem tudtuk vizsgálni. A zenélők és nem zenélők bemeneti feladatok során mutatott teljesítménye alapján tehát csak két kognitív kontroll komponens esetében azonosítottunk figyelemreméltó különbséget.

A tárgyalt hipotézis kapcsán a kutatás újszerűsége, hogy jelenlegi tájékozottságunk szerint a szakirodalomban először vizsgáltuk a zenélők proaktív interferenciával szembeni ellenálló képességét az Oberauer (2009) modell keretében. A hipotézis vizsgálata több további kutatási irányt is kijelölt, többek között a jobb és balkezesség figyelembevételét a reakcióidők és a pontosság elemzésekor, más zenei műfajok professzionális zenészeinek hasonló vizsgálatát, valamint a zenészek hangszerek vagy hangszercsaládok szerinti összehasonlítását a jövőbeni kutatások során.

7.2. Fejleszthetőségi hipotézis

Második hipotézisünk az általunk kifejlesztett *célzott, intenzív zenei tréning kognitív kontrollt fejlesztő hatására* irányult. Azt feltételeztük, hogy mind a zenélő, mind a nem zenélő fiatalok kognitív kontroll funkciói kimutathatóan fejlődni fognak. Állításunkat alátámasztottuk szakirodalomi hivatkozásokkal, amelyek a kognitív kontrollt fejlesztő rövid, de célzott zenei tréningek hatékonyságáról számoltak be (J. A. Bugos & D. DeMarie, 2017; Janus et al., 2016; S. Moreno et al., 2011).

Azt is feltételeztük, hogy *a nem zenélők kognitív kontroll funkciói intenzívebben fejlődnek, mint a zenélőké*. Ezt a várakozásunkat egyrészt a nem zenélők feltehetően alacsonyabb bemeneti kognitív kontroll értékekre alapoztuk (amit időközben eredményeink megcáfoltak), másrészt arra, hogy a zenés gyakorlatok új stimulusokat jelentenek számukra, ami gyorsabb fejlődést eredményez. Erre utal a szakirodalomban az a felismerés is, hogy a gyengébb kognitív kontroll funkciójú egyének többet profitálnak az intenzív kognitív kontroll fejlesztésből fejlettebb kognitív kontrollal rendelkező társaiknál (Diamond & Ling, 2016). Várakozásainkhoz az is hozzájárul, hogy a nem zenélők számára az újszerű zenei közeg feltehetőleg motiválóbban hat, a

motiváció pedig a fejlődés egyik előfeltétele. Egyúttal *azt is feltételeztük, hogy a zenélők kognitív kontroll funkcióinak a kutatásban alkalmazott csoportos zenei tréninggel történő fejleszthetősége limitált.*

7.2.1. Munkamemóriafrissítés

A teljes mintán, majd külön a zenélők és nem zenélők csoportjára nézve vizsgáltuk a kognitív kontroll funkciók változásának meglétét, mértékét és irányát a zenei tréninget követően. Csoporthatás nem volt kimutatható, vagyis a többváltozós modellben *nem volt szignifikáns különbség a két csoport között a fejlődés tekintetében*. Az első hipotézisben leírtakhoz hasonlóan itt is megfigyelhető az inger típusának, valamint a munkamemória-terhelés fokozásának hatása a teljesítményre: az első hipotézisben feltárt különbségek fennmaradtak a tréning után is.

Kiemelendő, hogy a változást vizsgálva *mindkét csoport és minden feladattípus esetében megfigyelhető a reakcióidők csökkenése*. Ez alapján általános javulás figyelhető meg a reakcióidőkben, ez független a csoport-hovatartozástól vagy a feladatok különböző jellemzőitől. Ez azt jelenti, hogy *a zenei tréning hatására a résztvevők ugyanakkora pontosságot produkáltak, de gyorsabban, azaz hatékonyabban hajtották végre a feladatokat,* ami egyúttal hipotézisünk beigazolódását is jelenti a munkamemória frissítésére vonatkozóan.

A diffúziós modell alkalmazásakor az eltérítési ráta és a döntési küszöb esetében beszélhetünk szignifikáns fejlődésről: *az eltérítési ráta növekvő értéke és a döntési küszöb csökkenése a készségtanulás irányába mutat: a döntés meghozatalához kevesebb információ is elegendő, valamint az információ feldolgozása is hatékonyabban történik.*

A részletes adatokat megvizsgálva két megállapítást tehetünk. 1.) Az egyik figyelemre méltó tanulság, hogy az *eltérítési ráta tréning után mért értéke a nem zenélők esetében megközelíti a zenélők által produkált eredményeket*; vagyis a kiinduló fázisban tapasztalt különbség az információ feldolgozásának hatékonyságában statisztikailag már nem kimutatható a fejlesztést követően. Ez azt jelenti, hogy *a nem zenélők már egy rövid, de intenzív tréning hatására is le tudták küzdeni a hátrányukat a zenélőkkel szemben.* 2.) A döntési küszöb esetében a zenélőknél figyelhető meg érdekes jelenség: míg a vizuális feladatoknál a nem zenélőkkel azonos nagyságrendű a teljesítmény-változás, addig a hangingerek esetében jóval nagyobb a döntéshez felhasznált információk mennyiségének csökkenése: kevesebb információ alapján döntöttek, javult a döntéshozatali hatékonyságuk a tréning hatására.

A teljesítmény változásának látens jellemzőit vizsgálva arra a következtetésre jutottunk, hogy a reakcióidő javulása részben másként magyarázható a kutatás résztvevőinek két csoportja között. *Mind a két csoport fejlődést mutatott az eltérítési ráta és a döntési küszöb tekintetében is, a relatív fejlődés azonban különbözik:*

- a nem zenélők csoportjában az információk hatékonyabb feldolgozásának köszönhető a kiemelkedő a fejlődés
- a zenélők esetében pedig a hangingerekre vonatkozó válaszkritérium vált liberálisabbá, vagyis tovább haladtak az automatizálás felé.

7.2.2. Disztraktor interferenciával szembeni ellenállás

A disztraktor interferenciával szembeni ellenállás tesztelésére az FF-B típusú feladatokat használtunk, gondolkodásunk keretét pedig Oberauer (2009) modellje és a korábbi szakirodalmi utalások képezték (ennek összefüggésrendszerét lásd részletesen 7.1.2. fejezetben). A disztraktor interferenciával szembeni ellenállás vonatkozásában azt vártuk, hogy mind a zenélő, mind a nem zenélő fiatalok esetében kimutathatóan fejlődni fog a zenei tréning hatására. Az eredményeket vizsgálva elmondható, hogy hipotézisünk beigazolódott, és a bemeneti mintavételhez képest *mindkét csoport reakcióideje szignifikánsan javult*. A *csökkenő reakcióidő* ugyanis a kognitív flexibilitás hatékony működését igazolja, ami az automatizálódás eredménye (Marton és mtsai., 2017) és így a kutatásban a kognitív kontroll működés hatékonyabbá válásának egyik indikátora. Az eredményekből az is leszűrhető, hogy *a két csoport közötti kezdeti különbség pedig a tréning hatására mindkét függő változó esetében eltűnt*, azaz a második adatfelvétel időpontjában a két csoport között nem volt szignifikáns különbség sem a pontosság, sem a reakcióidő tekintetében. Ebből az szűrhető le, hogy a nem zenész csoport nagyobb arányú fejlődésen ment keresztül, ugyanakkor a zenélő csoport is fejlődött - annak ellenére, hogy már a bemeneti mintavételkor is szépen teljesített ezen a területen. Ebből Moreno és munkatársai (2011) kutatásához hasonlóan arra következtethetünk, hogy a rövid, de intenzív zenei tréning célzott, disztraktor interferenciát szimuláló fejlesztő gyakorlatai túlmutattak a több éves zenei aktivitás kétségkívül jelentős disztraktor interferenciával szembeni ellenállóképességet fejlesztő hatásán (lásd 7.1.2. fejezet összefüggései és szakirodalmi utalásai), és így még a zenélő csoport esetében is változást tudtak eredményezni.

7.2.3. Proaktív interferenciával szembeni ellenállás

7.2.3.1.Irányított felejtéses feladatok absztrakt figurákkal

A konfliktusfelidézési paradigma (Marton et al., 2014; Wadhera et al., 2018) Oberauer (2009) elméletére épített két feladatára kapott összes választ áttekintve is megállapítható *a reakcióidő általános, minden tényezőre jellemző csökkenése*. Szignifikáns interakciós hatás figyelhető meg a csoport-hovatartozás és az időpont között: míg *a nem zenélők pontossága javult mind a KFP Baseline, mind az KFP Cue feladatokban,* addig a zenélők esetében a hibák száma növekedett a második adatfelvétel során. Az utóvizsgálatok ugyanakkor azt mutatták, hogy bár látszólag romlott a zenélők pontossága, ez statisztikailag nem volt igazolható. A zenélők pontatlanságának enyhe növekedése akár esetleges pszichés vagy környezeti hatások érvényesülésére is utalhatna (Poland, 2016; Zelazo, 2007), de sem a figyelmi előteszteknél, sem pedig az egyéb feladattípusoknál nem tapasztaltunk teljesítménycsökkenést. Két egyéb magyarázat kerülhet esetleg mérlegelésre. Az egyik, hogy a zenélők már a bemeneti mintavételkor is igen magas pontossággal dolgoztak, ami egyrészt nehezen fejleszthető tovább, másrészt előfordulhat, hogy a tesztelés során plafon hatás jelentkezett bizonyos ingertípusok esetében (Balogh, 2021). A másik ide kapcsolódó tudásunk, hogy a zenélők a záró kérdőívek tanúsága szerint az absztrakt figurális feladatokat érezték a legnehezebbnek, így esetleges motivációvesztés állhat még a statisztikailag nem igazolt, de enyhe mértékben mégis tapasztalt teljesítményromlás mögött (Poland, 2016), - vagy akár mindkét említett tényező kombinációja.

A KFP Baseline feladatban a reakcióidő a teljes mintán szignifikánsan csökkent, a nem zenélőknél szintén, zenélőknél tendencia szintű a kapcsolat. A KFP CUE eredmények részletes vizsgálatakor a többváltozós variancia-analízis csoporthatást nem mutat ki. *A reakcióidő csökkenése statisztikailag szignifikáns, ami a tréning kognitív kontrollt fejlesztő hatását támasztja alá.* Ha viszont külön-külön ingertípusokként elemezzük, akkor legfeljebb tendenciaszintű a csökkenés. Ezek az eredmények a kognitív kontroll amodális voltát támasztják alá, illetve, hogy az egyes modalitásokban jelentkező kognitív kontroll fejlődés kereszt-modálisan hatott a többi modalitásra is, az interakciók eredőjeként pedig a teljes rendszer fejlődött. Pontosság tekintetében nem mutatható ki egyértelmű összefüggés, ezt mutatja az ingertípus és csoport-hovatartozás közötti interakciós hatás. A DTARG (valódi célinger) és a DNEW (új zavaró inger) esetében *a nem zenélők pontosabbá válnak*, ami szintén hipotézisünket támasztja alá. A

zenélők korábban kifejtett átlagosan pontatlanabb teljesítménye pedig ennél a két ingertípusnál nyújtott alul teljesítésnek volt köszönhető. Mindenesetre megállapítható, hogy a nem zenélők nem csak a zenélőkhöz, hanem magukhoz képest is fejlődtek a tréning hatására a pontosságban. A DINT (proaktív interferenciát okozó inger), DTDP (proaktív interferencia kötés nélkül) ingertípusok esetében *mindkét csoport pontosabb lett, a nem zenélők nagyobb mértékben* – tehát itt is beigazolódott hipotézisünk. A DTSP (proaktív interferencia kötéssel) ingereknél *a nem zenélők pontosabbak lettek,* zenélőknél ez a harmadik terület, ahol a bementi feladatoknál pontatlanabbul teljesítettek, de még mindig jobbak maradtak a nem zenélőknél.

Összefoglalva elmondható, hogy *a nem zenélők gyorsultak, sőt a zenélőknél jobban gyorsultak, és pontosságuk is javult*. Ezeket a megállapításainkat integrálva megállapítható, hogy a nem zenélő csoport interferenciakezelési mutatóiban nagyobb arányú fejlődés mutatkozott, mint zenélő társaikában, tehát hipotézisünknek az a része is beigazolódott, hogy a nem zenélők fejlődésének mértéke nagyobb a zenélőkénél. Mindezt egyértelműen a zenei tréning hatásának tulajdonítható, mert az alkalmazott módszertan célzottan tartalmazott gyakorlatsorokat a vizsgált funkciók a fejlesztésére. Elmondható az is, hogy a zenei tréning keresztmodális hatása érvényesült ezeknél a feladatoknál. A plafonhatás szempontjából egy észrevételünk volt, miszerint előfordulhat, hogy a zenélők már a bemeneti feladatoknál, tehát a korábbi zenei tanulmányaik hatására elérték bizonyos ingertípusok esetén a pontosságuk maximumát, így a kimeneti feladatok bizonyos próbatípusoknál tapasztalt pontatlanabb eredménye akár az ún. „túltanulással" is magyarázható lehet (Rohrer és mtsai., 2005).

7.2.3.2. Verbális kategorizációs feladatok

A verbális kategorizációs feladatokban a tréning hatására a teljes sokaságra *kimutatható a reakcióidő szignifikáns csökkenése*, ám erre a csökkenésre nincs szignifikáns hatással sem a csoport-hovatartozás, sem pedig a feladatok típusa. Mivel a feladatokban elért hibaarány már a kiindulási fázisban is 10% alatti volt, így - várakozásunknak megfelelően – a pontosság tekintetében nem volt kimutatható fejlődés, hiszen plafon hatás mutatkozott.

Az inger típusát is bevonva a többváltozós varianciaanalízisbe, az első hipotézisben megállapított alapvető összefüggéseken túl (7.1.3. fejezet) elmondható, hogy a reakcióidő csökkenésének mértéke összefügg a feladatok és ingerek típusával is*: a proaktív zavaró ingerek esetében jobban csökkent a reakcióidő, mint a célingerek*

esetében. Ez az eredmény ismét Oberauer (2009) elméletével magyarázható: könnyebb egy új ingerről eldönteni, hogy még nem találkoztunk vele (ismerősség és újszerűség alapján történő választás), mint a munkamemóriában versengő reprezentációk közül a nem relevánsak elnyomásával és a releváns aktivizálásával kiválasztani a megfelelőt.

Statisztikailag jelen elemszám mellett nem igazolható, indikatív jelleggel azonban megemlíthető, hogy míg a nem zenélők esetében a célingerekre adott reakcióidő csökkent jobban (a zenélők átlagos teljesítményét is felülmúlva), addig a zenélők esetében a proaktív zavaró ingerekre adott válasz volt gyorsabb. Ez a megállapítás összecseng az előző alfejezetben említett pontatlansággal, amit esetükben az irányított felejtéses feladatoknál tapasztaltunk és alátámasztja azt a feltételezést, hogy talán „túl akartak lenni a feladaton" és gyorsabban, ugyanakkor nagyobb hibaaránnyal dolgoztak (Poland, 2016).

7.2.4. Monitorozás

A hiba utáni lassulást mérő mutatók esetében sehol sem állapítható meg szignifikáns változás a kiindulási állapothoz képest, vagyis *a reakcióidő hibázás utáni minimális növekedése detektálható* a zenei tréning után is. Az időtényező tendencia-szinten szignifikáns; későbbi kutatások tárgya lehet az elemszám növelésével vagy hosszabb tréning alkalmazásával növelni a mérés érvényességét. A mintavétel számának van szignifikáns hatása (tendencia-szinten), vagyis minden kombinációban csökkentek a reakcióidők. A hiba utáni és előtti reakcióidők különbségének változását összehasonlítva azonban nem látunk szignifikáns különbségeket, vagyis *a reakcióidők csökkenése egyenletes*.

Ebből az eredményből azt a következtetést vonjuk le, hogy a vizsgálati személyek rövidebb reakcióidő mellett is ugyanazt a hiba utáni lassulási mértéket tudták tartani, ami egyrészt arra utal, hogy mérőeljárás esetleg nem volt elég érzékeny, másrészt a résztvevők figyelmével kapcsolatosan vet fel kérdéseket (esetlegesen elfáradtak, csökkent a motivációjuk stb.). A figyelem az elméleti bevezetőben említett módon feltétele a megfelelő kognitív kontroll működésnek, nem hiába kap központi szerepet számos modellben, illetve feleltethető meg a kognitív kontroll egyes irányzatok szerint a munkamemória modellek figyelmi komponensének (Conway és mtsai., 2011; Engle & Kane, 2004; Meier & Kane, 2017). A kontrollált folyamatok kivitelezéséhez ugyanis figyelem szükséges, míg az automatikus folyamatok gyakran nem is

tudatosulnak (LaBerge & Samuels, 1974; Posner & Snyder, 1975; Schneider & Shiffrin, 1977; Logan, 1979, 1988).

7.2.5. Részösszefoglalás

Az egyes kognitív kontroll funkciókat mérő eljárásaink eredményeit részletesen elemezve *alátámasztást nyert az a hipotézisünk, hogy egy célzott, intenzív zenei tréning hatására mind a zenélő, mind a nem zenélő fiatalok kognitív kontroll funkciói kimutathatóan fejleszthetők. A tréning hatása elsősorban a reakcióidők csökkenésében nyilvánult meg:* gyakorlatilag minden vizsgálati helyzetben gyorsabbá váltak a válaszadók. A gyorsulás mértéke ugyanakkor nem mutat szignifikáns kapcsolatot sem a csoport-hovatartozással, sem a különböző feladatok egyedi jellemzőivel. Eredményeink alapján tehát *generikus változást sikerült elérni már egy viszonylag rövid fejlesztéssel is.* A helyes válaszok aránya jellemzően nem változott a két felmérés között, vagyis a kutatás résztvevői ugyanazt a pontosságot gyorsabban tudták realizálni. Ezek a megállapítások arra utalnak, hogy az egyik szituációban (zenélés során) tanult tevékenységek áttevődtek más helyzetekre, a zenei tevékenységek távoli transzfere figyelhető meg. A zenei tréning hatására megfigyelhető volt résztvevők kognitív flexibilitásának fejlődése: gyorsabban hozták meg döntéseiket, ugyanakkor nem hibáztak többet, mint korábban.

Az a hipotézisünk nem nyert egyértelmű alátámasztást, hogy a zenélők kisebb mértékben fejleszthetők, bár az eredmények részletes elemzésekor a nem zenélők minden vizsgált funkció esetén nagyobb arányú fejlődést mutattak. A zenélők teljesítményében plafon hatásra utaló jel csak az bemeneti feladatok KFP Baseline és Cue feladatsorainál feltételezhető, ami viszont értelemszerűen nem a tréningnek, hanem a korábbi zenetanulásnak lehet köszönhető – és egyben arra is magyarázatul szolgálhat, hogy ezen a téren a zenélők a tréning hatására miért nem produkáltak javulást.

A diffúziós modell alkalmazásával lehetőségünk nyílt feltárni egy mintázatot, miszerint a reakcióidő csökkenése mögött más-más pszichológiai folyamat játszódhatott le a két csoport tagjaiban: míg a nem zenélők esetében az információ-feldolgozás hatékonysága fejlődött jobban, addig a zenélők döntési folyamatában inkább a döntéshez szükséges információ mennyisége csökkent. Ez abból adódhat, hogy a zenélők már rendelkeztek zenei közegben megtapasztalt gyakorlottsággal és a meglévő rutinjukat, stratégiáikat tökéletesítették, míg a nem személők új stratégiák, új megoldások kialakításán dolgoztak a gyakorlatok során. Más irányból megközelítve ezt

a folyamatot: a figyelem szerepe is kiemelendő mindkét csoport folyamatában, és a két csoport máshol tart ennek alkalmazásában. A kontrollált folyamatok kivitelezéséhez ugyanis az elméleti bevezetőben is kiemelt módon figyelem szükséges, többek között ez is különbözteti meg őket az automatikus folyamatoktól, amelyek gyakran nem is tudatosulnak (LaBerge & Samuels, 1974; Posner & Snyder, 1975; Schneider & Shiffrin, 1977; Logan, 1979, 1988). A zenélők már nagy rutinnal rendelkeztek a figyelem fókuszálásában, ami elengedhetetlen a zenés aktivitásokhoz és mivel esetükben magas szintű, stratégiáik javításával fejlődhet csak tovább. A nem zenélők ezzel szemben a tréning hatására kezdték el használni a figyelmüket…

7.3. Fejlődési mintázat hipotézis

A kutatás harmadik hipotézise azt feltételezte, hogy *az egyes kognitív funkciók különböző mértékben fejlődnek a zenei tréning hatására.* Ezt a várakozásunkat főként arra alapoztuk, hogy a zenei tréning módszertanának egyes gyakorlatai különböző kognitív komponensek fejlesztését célozták meg. Emellett a csoporttagok kumulált eredményét az is befolyásolja, hogy a résztvevők egyénileg milyen kognitív kontroll mechanizmus mintázattal rendelkeznek, valamint, hogy ezt a tréning különböző komponenseket célzó módszertana milyen mértékben változtatja. A neurális hálózat szerkezete, alakíthatósága, ingerületátviteli és feldolgozási sebessége ugyanis befolyásolja a kognitív rendszer aktuális állapotát és fejleszthetőségét (Birren & Fisher, 1995; Mendelson & Ricketts, 2001). Ebből adódóan egyénenként eltérő az egyes mechanizmusok fejlettségéből kirajzolódó kognitív kontroll mintázat, valamint a vizsgálati személyek stratégiahasználati szokásai (Friedman & Miyake, 2017; Friedman és mtsai., 2008), eddigi tapasztalatai és kontextuális érzékenysége sem egységes. Emellett az is elmondható, hogy a kognitív kontroll rendszer összetettségéből adódóan (Friedman & Miyake, 2017) az egyes gyakorlatok -bármennyire specifikusak is- nem csak a megcélzott kognitív komponenst, hanem a többi kognitív működést is fejlesztik: minél komplexebb egy feladat, annál több kognitív kontroll működést igényel (Cepeda és mtsai., 2013; Marton és mtsai., 2017), így még az egyszerűbb gyakorlatokra is igaz, hogy egy komponens fejlődése magával vonja a többiét is. Ezek a kereszthatások az egyéni befogadóképesség, fejleszthetőség szűrőjén különböző mértékben átjutva erősíthetik és gyengíthetik egyik-másik kognitív kontroll komponens fejlődését, amit a

csoport, illetve a teljes sokaság fejlődését kognitív funkciónként mutató értékek is hordozni fognak.

A különböző kognitív funkciók fejlődésének összehasonlítását a reakcióidők elemzése révén valósítottuk meg, mert ez az indikátor változott a legtöbb feladattípus esetében szignifikánsan. Minden feladattípus minden verziójára egyszempontos variancia-analízist végeztünk, amely segítségével a tréning előtti és utáni trimmelt reakcióidő-átlagok kiszámolhatók.[6] Mivel a hiba utáni lassulásban nem volt kimutatható fejlődés, ezért az erre vonatkozó számításokat nem jelenítjük meg.

Eredményeink a teljes mintán megfigyelhető reakcióidő-csökkenést mutattak, ami a legtöbb esetben a nem-zenélők csoportjában szignifikáns változásként jelenik meg, míg a zenélőknél ez kevés esetben mondható el. A *legnagyobb arányú gyorsulás a proaktív interferenciával szembeni ellenállást* mérő feladatok esetében állapítható meg, ami a nem zenélők esetében 20%-nál nagyobb arányú csökkenést jelent, a különböző rész-vizsgálatok során is (akár külön a zenélő-nem zenélő csoportokat, akár a különböző inger-típusokat vizsgálva - bár a zenélők esetében a fejlődés csupán tendencia-szinten szignifikáns). Ezt az eredményünket azzal magyarázzuk, hogy a zenei tréning módszertana számos proaktív interferenciával manipuláló gyakorlatot tartalmazott (például korábban többször előforduló ritmusösszetétel helyett váltás történt és máshogy alakult a ritmusképlet, amire máshogy kellett reagálni egy feladatban). Ennek a változásnak széleskörű hatása lehet a résztvevők hétköznapjaira: a jelenre koncentráltabb, hatékonyabb munkavégzést és feladatmegoldást tesz lehetővé az élet minden területén, ahol fontos, hogy a korábbi tapasztalatok ne befolyásolják relevanciájuktól függetlenül a jelenbéli döntéshozatalt (Anderson & Neely; 1996; Jacoby és mtsai., 2010). Az interferencia modellek viszonylatában ezek az eredmények azt tükrözik, hogy a zene fejlesztő hatása amodális, területáltatlános és részben folyamatspecifikus hatással bír a kognitív kontroll mechanizmusokra, és hogy a tartalom-kontextus kötések terén már rövid, intenzív terápiával lehet elérni szignifikáns változást. Tekintettel arra, hogy ezek proaktív interferenciát mérő tesztek vizuális formában zajlottak, a kapott eredmények egyben alátámasztják a zenei fejlesztő tréningek keresztmodális fejlesztő hatását.

---

[6] . Megjegyzés: az ebben a pontban bemutatott átlagok kismértékben eltérhetnek a korábbiakban bemutatottaktól, ennek hátterében módszertani megfontolások állnak (10%-os trimmelés alkalmazása, adat-telítettség).

A *disztraktor hatással szembeni ellenállás* esetén feltűnő a különbség a két csoport között: míg a nem zenélőknél 10% fölötti a gyorsulás mértéke, addig ezt az arányt a zenélők egyik feladattípus esetében sem érik el. Ezt azzal tudjuk magyarázni, hogy a zenészek a zenei tevékenységek során folyamatos disztraktor hatásoknak vannak kitéve (más hangszerek közül kell kiszűrniük a saját hangjukat, a zenésztárs hangját, akihez viszonyulnak, vagy másik példával élve az elcsúszó tempó ellenére tartaniuk kell a helyes tempót,)

A *munkamemória frissítés* vonatkozásában a teljes mintán elért hasonló nagyságrendű változás szintén összetett képet mutat: *a zenélők a vizuális feladatokban fejlődtek jobban, míg a nem zenélők az auditív feladatokban.* Ezt az eredményt a részben bemeneti tesztek során tapasztalt kiindulási különbségekkel magyarázzuk: a zenélők már eleve magas szinten álltak az auditív feladatok esetében, amit nehezebb tovább fejleszteni. A kérdőívekből kiderült továbbá, hogy a bemeneti tesztek során a zenészek a vizuális N-back feladatokat tartották a legnehezebbnek (különösen az absztrakt figurális típust), míg a nem zenész csoport az auditív típust emelte ki gyenge pontjaként. Itt utalnunk vissza a diffúziós modell alkalmazásával feltárt mintázatokra, miszerint a tréning hatására a nem zenélők esetében az információ-feldolgozás hatékonysága fejlődött jobban, addig a zenélők döntési folyamatában inkább a döntéshez szükséges információ mennyisége csökkent, többek között annak köszönhetően, hogy a zenélők már rendelkeztek zenei közegben megtapasztalt gyakorlottsággal és a meglévő rutinjukat, stratégiáikat tökéletesítették, míg a nem személők új stratégiák, új megoldások kialakításán dolgoztak a gyakorlatok során – elsődlegesen a számukra járatlanabb, hangokhoz kapcsolódó közegben.

A fentieket összegezve elmondható tehát, hogy hipotézisünk beigazolódott: az egyes kognitív kontroll funkciók különböző mértékben fejlődtek mind egymáshoz képest, mind a csoporthovatartozás függvényében – a fejlődés viszont a teljes kognitív rendszert tekintve azonos irányú volt. Mindez szinkronban van a Miyake és munkatársai (2016) által felállított egység különbözőség modell korábban kifejtett alapösszefüggésével.

A tréning hatására elért fejlődés esetleges egyéni mintázatainak feltárása és az egyes kognitív kontroll elemek fejlődésének személyhez kötött vizsgálata érdekében végzett *szakértői besorolás* alszegmenseinek fejlődésére vonatkozóan az alábbiak állapíthatóak meg:

- Az egyenletes fejlődést realizáló szegmensnél is megfigyelhető, hogy a proaktív interferenciával szembeni ellenállást mérő teszteken érték el a legnagyobb tempónövekedést.
- Két zenélő és két nem zenélő résztvevőről mondható el, hogy az n-back teszteken kiugróan magas fejlődést értek el. A személyi karakterisztikák ugyanakkor elárulják, hogy míg a két nem zenélő résztvevő az auditív ingerekkel manipuláló feladatokon vált sokkal gyorsabbá (majdnem kétszer olyan gyorsan válaszoltak a tréning után, mint a kiindulási fázisban, míg a vizuális ingerekre adott reakcióidejük nem változott érdemben), addig a zenélő csoport esetében az egyik válaszadó a vizuális ingerekre válaszolt sokkal hatékonyabban, a másik pedig mindegyik típusú ingerre gyorsabban tudott reagálni a tréninget követően. Mindezt úgy tudjuk értelmezni, hogy a zenei tréning hatása a munkamemóriafrissítés fejlődésére bizonyos esetekben célzottan az egyén kognitív kontroll folyamatainak hiányterületein jelentkezett, függetlenül a modalitástól és esetleges kimagasló fejlődése nem feltétlenül járt hasonló mértékű keresztmodális változásokkal. A kérdőívekből kiderül, hogy a kizárólag auditív csatornán fejlődést mutató két egyén a tréning hatására egyéni stratégiákat épített ki az auditív N-back feladatok esetében és ezzel párhuzamosan megváltozott a viszonyuk a feladattípussal (korábban szorongtak az auditív N-back előtt és ügyetlennek érezték magukat), ez a változás viszont nem tevődött át a korábban is komfortosabban végzett vizuális N-back feladatokra. Ennek fordítottja mondható el a zenész csoportban a vizuális N-back feladatokban kimagasló fejlődést mutató résztvevőről, aki a bemeneti tesztfelvétel után jelezte, hogy számára ez a feladattípus mennyire idegen és nehezen kezelhető. A jelenség többek között a kognitív kontroll folyamatok az érzelmi környezetének jelentőségére hívja fel a figyelmet, ami a tapasztaltak tükrében egyénenként különböző fejlődési mintázatot generál (Colombo és mtsai., 2021, Poland és mtsai., 2016)
- Az eltérő típusú proaktív interferenciával szembeni ellenállást mérő feladatokon eltérő mértékben fejlődő résztvevők esetében egyesek a verbális, mások a nonverbális ingereken alapuló interferenciát tudták jobban kezelni. A kérdőívekből kiderül, hogy az érintett résztvevők már a bemeneti tesztek során érezték, hogy számukra az adott feladattípus nehézségeket okoz. Ez a jövőre nézve metodikai differenciálási lehetőségeket rejt magában: a tréningek

feladattípusait a bemeneti tesztek alapján érdemes lehet a résztvevők visszajelzései szerint testreszabni, csoporton belül mikrocsoportokat képezve némileg más-más feladatcsomagot alkalmazni.

» A szélsőségesként beazonosított szegmens esetében látható, hogy míg proaktív interferenciát okozó ingerek esetében kiemelkedő fejlődést értek el, addig a munkamemória frissítésben már nem tudtak gyorsabbá válni. Ez a jelenség azt feltételezi, hogy proaktív tapasztalataik feladatspecifikusak maradtak, illetve az egyes kognitív kontroll funkciók rendszerként egymással összefüggő, ugyanakkor egymástól független elemeket is tartalmazó viszonyrendszerét támasztja alá az egység-különbözőség elméletéhez igazodva (Friedman & Miyake, 2017).

7.4. Modalitásfüggő fejlődés hipotézis

A modalitások tekintetében feltételeztük, hogy a zenei tréning hatására mindkét csoport auditív eszközökkel mért kognitív funkciói jobban fejlődnek, mint a vizuális feladatokkel mértek, de a nem auditív eszközökkel mért kognitív kontroll teljesítmény is szignifikánsan fejlődik, csak az előbbinél kisebb arányban.

Várakozásainkat egyrészt arra alapoztuk, hogy a zenei tréning módszertana is az auditív csatornára épül, így erőteljesebben érvényesülhet a transzferhatás ugyanazon modalitáson belül (modalitáson belüli transzfer). A vizuális eszközökkel mért modalitásközi transzfer hatások a modalitásváltás következtében feltehetően mérsékeltebben jelentkeznek, viszont a kognitív kontroll modalitásfüggetlen voltát igazolják majd (keresztmodális transzfer). Várakozásaink másik alapja az a feltételezés, hogy a bemeneti feladatok során az auditív feladattípusban teljesítenek legkevésbé jól a résztvevők, főként a nem zenélők (ez a hipotézis be is igazolódott, lásd első hipitézis), így nagyobb fejlődési potenciál van ezen a csatornán. Az auditív feladatokhoz ugyanis -különösképpen az absztrakt (tehát nem betűkhöz, szavakhoz, vagy ismert dalhoz köthető) zenei hanggal történő manipulációhoz- kevésbé vagyunk hozzászokva, ami befolyásolhatja a performanciát (Schulze és mtsai., 2012), jelentősen megterhelve a figyelmet és adott esetben a disztraktor hatásokkal szembeni ellenálló képességet (ha például zajból kell kiszűrni a manipulálandó hangjelet).

A modalitásfüggő fejlődés hipotézis beigazolódása nagy mértékben függött attól, hogy a zenei tréning hatására mennyit fejlődik a résztvevők hallási figyelme, és a hallott információkkal történő manipuláció munkamódjához való viszonyuk. Az eredmények elemzésekor figyelembe vettük a résztvevők percepciós fejlődését, hiszen

a kutatás nem ennek fejlesztésére, hanem a magasabb szintű kognitív folyamatokra irányult. Mivel nem tapasztaltunk szignifikáns változást, az eredmények alapján ez utóbbi hatást nem kellett bevonnunk kovariánsként a további elemzésekbe.

A hipotézist az N-back feladatokban vizsgáltuk, mert ezeknél rendelkeztünk mind auditív mind vizuális eredményekkel. *A teljes mintán kimutatható, hogy az auditív feladatokban elért fejlődés nagyobb mértékű volt a vizuális vizsgálóeljárásokban megmutatkozónál, ez a különbség ugyanakkor a zenélő és nem csoportot külön vizsgálva már nem igazolható statisztikailag, amit magyarázhat a relatív alacsony elemszám.* A nem zenélőknél ez a különbség nagyságrendi, míg a zenélőknél a különbség minimális, vagy éppen ellenkező előjelű, azaz nem támasztja alá a hipotézist. Az elemzéskor figyelembe vettük a harmadik hipotézis megállapításait, miszerint a munkamemória-frissítés komponens terén volt legkevésbé kimutatható a fejlődés a tréning hatására.

Összességében elmondható, hogy hipotézisünk a nem zenélő csoport esetében alátámasztást nyert: az auditív csatornán nagyobb mértékű fejlődést mértünk, mint a vizuálison, a fejlődés pedig a várt módon a nem zenélők esetében volt erőteljesebb. A kimutatható hatás feltétlen további kutatásra érdemes - akár az elemszám növelésével, akár további funkciókat mérő auditív vizsgálóeljárások bevonásával. Eredményeinknek a gyakorlati életre vetítve több tanulsága is van. Mindenekelőtt alátámasztják a digitális és írott információáramlásra épülő tevékenységeink miatt egyre kevésbé használt auditív csatorna jelentőségét a különböző kognitív folyamatokban és így a tanulási- és ehhez illeszkedő tanítási stílusválasztásban (Hawk & Shah, 2007; Turturean, 2014). Másként fogalmazva: igazolják, hogy a kognitív kontroll auditív csatornán keresztül fejleszthető és fejlesztendő. Ez nem jelenti azt természetesen, hogy minden gyermek az auditív csatornán keresztül fejlődik a leghatékonyabban, de arra mindenképpen felhívja a figyelmet, hogy a pedagógiában, gyógypedagógiában, fejlesztésben, terápiában, sőt, a zenetanításban is nagy a jelentősége a hallási csatornának, ugyanis egyre több az olyan gyermek, akinek a vizuális csatornán történő tanulás nehezebben megközelíthető, vagy a zenei példánál maradva nem feltétlenül kottából, hanem hallás alapján tudja könnyebben elsajátítani a hangszeres játék alapjait (Heikkila, E., & Knight, A. (2012). Mindennek módszertani vetületei is vannak az említett területek gyakorlatára nézve.

7.5. Hosszútávú hatás hipotézis

A zenei tréning hosszútávú hatásának vonatkozásában azt feltételeztük, hogy a csoporttagok kognitív kontroll funkciónak változása még hosszú távon is mindkét csoport esetében szignifikáns.

Ezt a feltételezésünket arra alapoztuk, hogy a szakirodalom szerint a rövid távú, intenzív zenei fejlesztés hatására megváltozott agyszerkezet tartósan fennmaradó funkcionális változásokat eredményez (Herholz & Zatorre, 2012), és a zenei tevékenység során szerzett nonverbális tapasztalások transzferhatása hosszabb távon is megmarad (Urbánné, 2001).

Hipotézisünket az N-back vizsgálóeljárások eredményein igazoltuk, mert itt álltak rendelkezésre auditoros és vizuális magyarázó változók is. Számításainkban kizárólag a reakcióidő hosszú távú fejlődését vizsgáltuk, mert pontosságban hosszú távon sem jelent meg kimutatható fejlődés a vizsgált feladatok során. *Az eredmények tükrében az időtényező hosszú távon is szignifikáns hatást mutat, vagyis a tréning hatása hosszú távon is fennmarad, hipotézisünk igazolást nyert.* A csoport-hovatartozásnak nincs szignifikáns hatása, azaz minkét csoportra érvényes a megállapításunk, ugyanakkor a típus és az n-érték is interakciós hatást mutatott az időtényezővel.

Modalitás tekintetében elmondható, hogy a *vizuális ingerek esetén* a tréning utáni, és a tréninget 6 héttel követő mérési időpont felmérései között nem volt szignifikáns különbség, tehát *a tréning hatása hosszú távon is megmaradt*. Még markánsabb hatás figyelhető meg az auditív ingerek esetében: *az auditív N-back feladatokban ugyanis hosszabb távon is csökkent a reakcióidő*. Mivel a tréning négy hét után lezárult, és a kísérleti alanyok nem folytatták a zenei gyakorlatokat, ez az eredmény arra utal, hogy a résztvevők használni kezdték és beépítették a napi rutinjukba és egyéb tevékenységeikbe a tréning során elsajátított kognitív kontroll stratégiákat (transzferhatás) és az alkalmazott zenei tréning rendszer szintű, területáltalános változásokat idézett elő. A zenei tevékenységek során rugalmasabbá vált kognitív műveleteket a vizsgálati alanyok óhatatlanul és tudattalanul elkezdték használni a hétköznapjaikban is (esetlegesen a megszerzett tapasztalatokra további, egymást erősítő és katalizáló gyakorlati rutinok születtek), amelyek még jobb kognitív kontroll eredményeket eredményekhez vezettek 6 héttel a tréning után, az hosszútávú hatást mérő vizsgálati időpontban.

Az munkamemória terhelésének vizsgálatakor azt figyelhetjük meg, hogy míg a tréning közvetlen hatása erősebben megmutatkozott a 2-back feladatok esetében, addig a hosszú távú csökkenés már ugyanolyan nagyságrendű volt mind a két feladattípus esetében.

A diffúziós modell látens változóit vizsgálva elmondhatjuk, hogy *az időtényező szignifikáns fejlődést mutat hosszú távon is az eltérítési ráta és a döntési küszöb esetében*, a többi tényező változatlansága mellett. Az időtényező alapvető kódolási és válasz-végrehajtási folyamatokra fordított időt fejezi ki, azaz a munkamemória feladatra történő konfigurációjának gyorsaságát -jelen esetben gyorsulását- mutatja. Ennek értelmében a vizsgálati személyek a zenei tréning hatására rugalmasabban, gyorsabban tudnak reagálni a kontextuális változásokra, hamarabb állnak készen az új feladatra.

8. Következtetések

A kutatás eredményei remélhetőleg nem csupán az elméleti tudomány fejlődéséhez járulnak hozzá, hanem elősegítik egy széleskörűen alkalmazható kognitív kontrollt fejlesztő zeneterápiás módszertan megszületését és gyakorlati alkalmazhatóságát.

Az alábbiak először a kutatás korlátaira hívják fel a figyelmet. Ennek összegzése a bemeneti feladatok tanulságaival és az elméleti vonatkozásokkal kezdődik, majd a zenei tréning kognitív kontrollt fejlesztő hatásának vizsgálatakor levont gyakorlati következtetéseinkkel folytatódik, amit a lehetséges pedagógiai, gyógypedagógiai és klinikai implikációk és az érdekes jövőbeli kutatási irányvonalak követnek.

8.1. A kutatás korlátai és lehetőségei

Az elkövetkezendőkben kiemelésre kerülnek azok a tényezők, amelyek befolyásolhatták a kutatás lefolyását, megnehezíthetik az eredmények generalizációját, illetve vizsgálandók a levont következtetések további kutatásokba való beépítésekor.

Elsőként a kutatási csoportok *kis elemszáma* emelendő ki. A létszámot elsődlegesen az alkalmazott zenei tréning keretei határolták be: a hatékony csoportfolyamathoz 18-20 főnél nagyobb létszámban nem lehet gondolkodni a lemorzsolódással is számolva (Yalom, 1985). Kutatásmódszertani szempontból fontos volt, hogy ugyanazon zenei tréner, megfigyelő és kutatási asszisztens vigye mindkét csoport folyamatát, ami behatárolta a további csoportok indításának lehetőségét. Szintén limitáló tényező volt a feladatok és tréningek helyszíne, amit az érintett intézmények nem tudtak volna hosszabb ideig biztosítani számunkra, és behatároló faktort jelentett a rendelkezésre álló idő. A meglehetősen kis elemszámot igyekeztünk átgondolt módszertannal és a kis mintához illeszkedő statisztikai eljárásokkal (többek között a diffúziós modell és személyorientált megközelítések alkalmazásával) ellensúlyozni.

A csoportkialakításnál az egyéb szűrőfeltételek mellett kiemelt szempont volt a zenélő csoport esetében a megfelelő *zenei múlt*, a nem zenélőknél pedig a minél kevesebb korábbi érintkezés a zenével, de korlátnak mondhatjuk, hogy ezek *a kritériumok nehezen megfoghatók és ellenőrizhetők*. A zenélő csoport esetében például csak a vizsgálati személyek saját nyilatkozatai alapján tudtuk felmérni a *zenetanulás kezdetét, valamint a zeneórák és a gyakorlással eltöltött órák* heti és évekre lebontott

számát. Érdekes és tisztázandó kérdésként merült fel a kutatásban, hogy mit értünk *„gyakorlás”* alatt. Nem elég ugyanis a gyakorlással töltött óraszámot számításba venni, hanem a gyakorlással töltött idő minősége is meghatározó minden tanulási folyamatban. Mindemellett a sporthoz hasonlatosan, ahol „a legjobb edzés a verseny” a zenélésről is elmondható, hogy a „legjobb gyakorlás a koncert”, így megfontolandó, hogy a koncertezéssel töltött idő beleszámít-e a gyakorlással töltött órák számába. További, különböző fejlődési lehetőségeket magukban rejtő alkategóriái a gyakorlásnak például a zenekari próbák, a kamarazenélés, bizonyos műfajok, például jazz esetében a „jammelés” (spontán, imporvizatív együttzenélés), a tanárral töltött tanórák és az otthoni gyakorlás is. A kérdőívek során kapott információk tehát hordoznak magukban lehetőséget a pontatlanságra és a minőségük is nehezen meghatározható, de végül - többek között ezért is- nem vontunk le belőlük messzemenő következtetéseket az első hipotézis vizsgálatakor. Megbizonyosodtunk viszont arról, hogy a kiválasztott vizsgálati személyek megfeleltek a legfontosabb részvételi kritériumoknak, amire garancia volt az is, hogy egy magas szintű zenei képzéssel foglalkozó intézmény tanulói, ahova komoly felvételi szűrőn lehet bejutni és ahol csak a megfelelő színvonalú teljesítés esetén lehet bennmaradni.

A nem zenélő csoportban külön akadályozó tényező volt, hogy a célcsoport jellemzően *fenntartással vagy ellenérzésekkel kezeli a nyilvános zenei megnyilvánulás*t: tehetségtelennek és járatlannak érzik magukat ezen a területen. Ez egyrészt kihatott a csoportképződés folyamatára: ezért volt kiemelt jelentősége a kutatást megelőző marketing tevékenységnek, ami a célcsoport ízlésvilágához illeszkedő, figyelemfelkeltő grafikára, tartalomra és kommunikációs csatornákra épült és azt hangsúlyozta, hogy a részvételhez nincs szükség zenei előéletre, valamint jó hangulatú, játékos foglalkozásokról lesz szó. Az érdeklődők kipróbálhatták a munkamódot, megismerhették a helyszínt, a leendő csoportvezetőt, korlátlanul kérdezhettek és önként vállalták a részvételt. A nem zenélő résztvevők zenei tapasztalatlansága, esetleges gátlásossága befolyásolhatta a zenei tréningek gyakorlatainak a befogadóképességét is. Tapasztalataink szerint viszont a tagok gyorsan oldódtak, jól érezték magukat és a tréning végéig motiváltak maradtak – amit a kimeneti kérdőív válaszai is alátámasztanak.

A zenélő csoport esetében gondot okozott a motiváció fenntartása, ami mind a tréningen való részvételhez, mind a hatékony feladatkitöltéshez, mind pedig a fejlődéshez elengedhetetlen. Professzionális zenélők esetében kihívást jelentett az

érdeklődés fenntartása a zenei képességeiket nem túlzottan igénybe vevő, egyszerű ritmikai játékok esetén. Ebből adódik a kutatás következő korlátja, a csoportvezető kis mértékű (szükséges mértékű) igazodása az aktuális csoport szükségleteihez, ami nyilván különbözőségeket szült a csoportfolyamatokban. Elmondható azondban, hogy a zenei tréning előre lefektetett forgatókönyv szerint zajlott, ami mindkét csoportban azonos szabályú és ismétlésszámú gyakorlatokat tartalmazott.

Az adatfelvételi időszakok a lehetőségekhez mérten rövidek voltak, az viszont gondot jelentett, hogy a feladatok néhány esetben általunk nem befolyásolható módon vizsgák és zárthelyi dolgozatok elé és közé estek, amikor kialvatlanabbak, megterheltebbek, dekoncentráltabbak a hallgatók, ahogy azt a záró kérdőívben többen meg is jegyezték. Hasonlóképp befolyásolhatta az eredményeket az a pár évszakidegen meleg nap, ami nyilvánvalóan kihatott a teljesítményekre is. Ezeket a tényezőket a kutatási jegyzőkönyvben rögzítettük, de számításaink során egyelőre nem vettük figyelembe.

Megzavarhatta a vizsgálati személyeket és befolyásolhatta az eredményeket, hogy az alkalmazott számítógépes feladatok véletlenszerűen más-más kiosztással kezdenek: hol a jobb, hol a bal gomb jelenti a helyes választ (ezt feladattípusonként és személyenként rögzítettük a kutatási jegyzőkönyvben is). Adattisztításkor az eredményeket és a kutatási jegyzőkönyvet összevetve találtunk olyan válaszsorozatot, amiből látszik, hogy a vizsgálati személy következetesen fordított nyomógombkombinációval dolgozott. Igyekeztünk kiszűrni ezeket az eseteket, de fontos megjegyeznünk, hogy azt nem tudhatjuk, hogy melyik vizsgálati alany reakció idejében milyen mértékben játszott szerepet ez a laterális váltás. A szakirodalom tanúsága szerint továbbá például az N-back feladatok esetében a bal kéz szignifikánsan többet hibázik, mint a jobb kéz (Okhrei és mtsai., 2016), ez feltételezhető az alkalmazott más feladattípusainknál is, ezért ezt a faktort a jövőben érdemes lesz a nyomogómb-leosztással együtt figyelembe venni. Itt jegyeznénk meg, hogy a résztvevők között több jobb és balkezes, illetve kétkezes hallgató is volt, amit a bemeneti kérdőívekben rögzítettünk, de szintén terjedelmi korlátok miatt az eredmények értelmezésekor nem vettünk figyelembe. A jövőben érdemes lesz majd ezekkel az információkkal árnyalni következtetéseinket.

További korlátként jegyezhető meg, hogy a vizsgált adathalmazok a kézi adattisztítást követően többnyire nem normál eloszlásúak lettek, ezt a megfelelő próbák után adekvát statisztikai eljárások alkalmazásával ellensúlyoztunk. Számos esetben

megjegyeztük viszont, hogy eredményeink nem lettek szignifikánsak, vagy csak tendencia szintűek, így további, nagyobb elemszámú mintán történő vizsgálatokat javaslunk.

Többször történt utalás arra, hogy a disszertáció a terjedelmi korlátok miatt csak a felvett feladatok egy részét mutatja be: kimaradtak dolgozatunkból többek között az N-back vizsgálóeljárás proaktív és retroaktív interferenciát tartalmazó feladatsorai és számos auditív feladat. Emellett a bemutatott vizsgálóeljárások eredményeit is további szempontok alapján, még részletesebben lehet majd a jövőben elemezni, ami additív információkkal szolgálhat a kutatás eddigi következtetéseihez.

A korlátok között említendő, hogy a zenélő csoport tagjainak számára ismertek és nem annyira motiválóak lehettek maguk a programban használt zenei ingerek, kevésbé érdekesek a hangszerek, a velük való manipuláció egy része pedig náluk már automatizálódott. Úgy véljük, hogy a zenélők esetében feltehetően célzottan, differenciáltan, egyénre szabottan lehetne a jövőben fejleszteni azokat a kognitív kontroll funkciókat, amelyek a bemeneti mintavétel során gyengébbnek bizonyultak, és amelyek túlmutatnak a csoportos zenei tréning keretein.

Végül fontos kiemelni, hogy a kutatásban vizsgált zenélő csoport a jazz és a könnyűzene területéről került ki és a műfaji sajátosságokból adódóan feltehetően más jellegű képzésben, más gyakorlási rutinnal és más zenei képességstruktúrával rendelkezik, mint például a gyakran vizsgált klasszikus zenélők. Céljaink között szerepel a jövőben vizsgálódásunk körét más zenei irányzatokra is kiterjeszteni, majd a különböző zenélőcsoportok eredményeit egymással is összevetni. További kutatási irányt jelenthet a zenélők hangszerek vagy hangszercsaládok szerinti összehasonlítása a jövőbeni kutatások során. Ezáltal lehetőségünk nyílna még részletesebb képet kapni arról, hogy az egyes zenei résztevékenységek milyen konkrét kognitív kontroll funkciókat fejlesztenek.

Fontos törekvés a jövőre nézve a speciális szükségletű populációkra kiterjedő vizsgálat, illetve a kidolgozott zeneterápiás módszer adaptációja atipikus populációkra. A kutatás elvégezhető lehet a későbbiekben más életkorú célcsoportokon is, így eredményei a pedagógiai, az iskolapszichológiai és a neuropszichológiai gyakorlatban is alkalmazhatóvá válnának.

8.2. Elméleti következtetések

A disszertációban bemutatott kutatómunka fő célja a zenei tevékenységek kognitív kontrollt fejlesztő hatásának igazolása és nem titkolt motivációja, hogy evidencia alapú következtetésekkel szolgáljon a témát övező tudományterületek számára.

Vizsgálódásunk elméleti újszerűsége az újonnan konstruált, jövőbeni alkalmazási potenciált hordozó elméleti keret, a KZF (Kontrollált Zenei Folyamatok) koncepció, amely az automatikus és kontrollált folyamatok kontinuumán egyaránt elhelyezhető zenei tevékenységek és viselkedést irányító mechanizmusok kölcsönhatásaira épül és egy olyan célzott, ismétléseken és kontextusváltásokon alapuló módszertant eredményezett, amely a zene hatásmechanizmusát távoli és rendszer szinten generalizálódó folyamatokba képes transzferálni (Botvinick & Cohen, 2014; Cohen és mtsai., 1990; Turmezeyné Heller, 2015). A KZF koncepció a jövőben további kutatások keretéül szolgálhat és reményeink szerint csiszolódni, épülni, fejlődni fog – ami a zenei tevékenységekhez kapcsolódó kutatómunka javára válik.

A kutatás vizsgálódási módja (egyszerre fókuszált és rendszerszintű) szintén egyedülálló a zenei tevékenységek és a kognitív kontroll viszonyrendszerének kutatásában és a jövőben további kutatások alapjául szolgálhat. A kutatás kérdései, hipotézisei, módszertana majd értelmezése ugyanis az „egység-különbözőség” elméleti keretében (Miyake & Friedman, 2012) született, és a munkamemóriafrissítés, a monitorozás, valamint a proaktív és disztraktor interferenciával szembeni ellenállás célzott, majd komplex rendszerré integrált elemzésével valósult meg.

Kiemelendő, hogy a zenei tevékenységek vizsgálatakor megkülönböztetésre került a tartós zenetanulás és a rövid zenei tréning hatása, amelyek közül az utóbbi helyeződött a fókuszba a kutatómunka során kifejlesztett, tudatosan felépített, intenzív zenei tréning alkalmazásával. A folyamat elméleti hátterének felépítése tudatosan átgondolt és minden eleme meghatározott elméletek mentén született, íly módon konkrét összefüggések mentén alkalmas a jövőben az adatptálásra, továbbfejlesztésre.

A vizsgálatokban a már ismert, vizuális ingereken alapuló mérőeljárások mellett saját fejlesztésű, auditív ingerekkel manipuláló N-back vizsgálóeljárások is alkalmazásra kerültek, amelyek a kognitív kontroll rendszer modalitásfüggetlen és modalitásfüggő tulajdonságainak részletesebb feltérképezésére szolgáltak. Ezek a vizsgálóeljárások célzottan a kutatás kereteihez igazodnak (nehézségi szintben,

próbaszámban, az ingerek minőségében, hangközökben és hangszínekben stb.), de átalakíthatók, továbbfejleszthetők, más kutatásokban alkalmazhatók.

Az empirikus kísérlet eredményeiből levont következtetések többek között olyan kérdésekre is keresték a választ, mint hogy mely kognitív kontroll mechanizmusok fejleszthetők leginkább a vizsgáltak közül, valamint, hogy van-e hosszú távú hatása a rövid, célzott zenei tréninggel történő fejlesztésnek. Választ kerestünk arra is, hogy a zenélő és a nem zenélő fiatalok csoportjában elért hatás szignifikánsan különbözik-e, és hogy továbbfejleszthetők-e az általunk kidolgozott zenei tréninggel a már régóta zenélő fiatalok kognitív kontroll funkciói. Az említett kérdésekre kapott válaszok alapul szolgálhatnak a jövőben a témában végzett további kutatások számára.

A zenélő és nem zenélő csoportok közötti *bemeneti különbségek* vizsgálatát Botvinick és munkatársai (2001) konfliktus monitorozási elméletére, korábbi professzionális zenélőkkel történő kutatásokra (Chen és mtsai., 2020; 2021; Fennell és mtsai., Herholz és mtsai., 2012) és a zenetanulás hosszútávú viselkedésirányítást fejlesztő hatásával foglalkozó tanulmányokra (Nutley és mtsai., 2014; Oechslin és mtsai., 2013; Pallesen és mtsai., 2010; Slevc és mtsai., 2016) alapoztuk. Amint a diszkusszióból kiderült, a zenei előtörténet hatásához kapcsolódó hipotézis számos szegmense nem igazolódott be a kutatásban. A jövőben *nagyobb elemszámú és más karakterisztikájú vizsgálati csoportokon* is érdemes ezeket a hipotéziseket vizsgálni, hogy bebizonyosodhasson az esetleges ellentmondás vagy együttállás a korábbi elméletekkel.

A kutatás során a következtetések mögött rejlő mélyebb összefüggések feltárása érdekében, diffúziós modell segítségével is elemeztük az adatokat (Ratcliff & McKoon, 2008). Ennek során kiderült, hogy a kiindulási állapotban a két csoport között nem a döntési küszöbben volt jelentős a különbség, hanem az eltérítési rátában, amiből arra a következtetésre jutottunk, hogy *mindkét csoport ugyanannyi információt dolgoz fel a döntéshozatal során, a zenélők azonban mindezt gyorsabban, hatékonyabban teszik*. Ebből arra következtetünk, hogy a zenei tevékenységek során a kognitív kontroll folyamatok különböző kontextusokban történő használata, gyakorlása hatására elsősorban a döntéshozatali hatékonyság, a döntésre való készenlét fejlődik.

A bemeneti feladatok alkalmával a zenélők két kognitív kontroll komponens esetében mutattak kimagasló teljesítményt, amelyek a következőkre utalnak: eredményességük az általuk sokat használt hangmagassággal manipuláló N-back feladatokban *a zenetanulás területáltalános és modalitásspecifikus, a proaktív*

interferenciával szembeni ellenállást mérő feladatokban pedig kereszt-modális transzferhatására enged következtetni.

A zenélő csoport egész kognitív kontroll rendszert tükröző teljesítménye ugyanakkor alulmúlta várakozásainkat és a szakirodalom által predesztináltakat. Ezzel kapcsolatosan az az elméleti következtetés vonható le, hogy az eredmények összevetésekor mind a bemutatott, mind pedig a jövőbeli kutatások esetében szem előtt kell tartani, hogy 1.) a korábbi kutatások *más viselkedésirányítási paradigmák keretében* születtek, más munkamemória és egyéb modellekre épültek 2.) az általuk vizsgált zenélő populáció karakterisztikái is igen változatosak, de főleg *klasszikus zenélőkkel* dolgoztak. A kutatás keretéül szolgáló Cohen (2017) féle kognitív kontroll paradigmától eltérő értelmezések a bevezetőben leírt módon *más gátlási funkció értelmezés*t takarnak és ebből kifolyólag más mérőeljárásokat kívánnak meg (nem különítik el például az egyes gátlási és interferencia funkciókat), és ugyanez mondható el az Oberauer (2009) modelltől eltérő munkamemória felfogásokon alapuló vizsgálatokra is (Berz, 1995; Schulze és mtsai., 2012). A zenélők műfajhoz kötött képességprofiljáról pedig már esett szó az előző bekezdésben. Ide kapcsolódóan szükséges kihangsúlyozni a kutatás fontos jellemzőjét, hogy a vizsgált zenélő mintánk nem a szakirodalomban általánosan megcélzott klasszikus zenélők köréből, hanem *jazz- és könnyűzenei képződésben részesülő fiatalok*ból áll, ami más zenei képességstruktúrát, zenélési és gyakorlási metódusokat feltételez, még ha klasszikus alapokon kezdték is a tanulmányaikat (Norgaard et al., 2019). Emellett a szakirodalom tanúsága szerint a zenélők különböző kognitív kontroll képességprofillal rendelkeznek annak függvényében is, hogy *milyen hangszeren játszana*k (Porflitt & Rosas, 2020): ezek a különbségek a zene központi elemeire (ritmus, dallam és harmónia) épülnek, amelyek másképp aktiválják az idegrendszert. Porflitt és Rosas (2020) egy kutatásban négy csoportot hozott létre a kognitív teljesítmény összehasonlítására az említett szempontok alapján: a ritmikus, a dallamos, a harmonikus zenészek, valamint kontrollcsoportként a nem zenészek csoportját. Az eredmények az egyes csoportok között eltérő kognitív teljesítményt mutattak: a harmonikus csoport mutatta a legjobb eredményeket, őket követte a dallamos csoport, majd a ritmikus csoport, végül a kontroll csoport. Az említett kutatás a jelen disszertációban bemutatott kutatástól eltérő kognitív kontroll paradigmák mentén vizsgálódott, de következtetései mindenképpen figyelemre méltóak és eredményeinkkel integrálva új jövőbeni kutatási irányokat jelölnek ki (például a négy hangszeres zenész típus kognitív kontroll funkcióinak vizsgálata a KZF koncepció keretében).

Mérlegelendő elméleti következtetésünk a jövőre nézve kutatási kérdéseink és a hozzájuk kapcsolódó *hipotézisek diffúziós modellnek is megfelelő átfogalmazása*, mert a modell alkalmazása meglátásunk szerint árnyalja és finomítja a vizsgálatokból összegyűjtött adatokból leszűrhető következtetéseket, tehát rendkívül hasznos – ugyanakkor némileg más koncepciót és kollokációt kíván meg (ld.: eltérítési ráta, döntési küszöb stb.), így adekvátabb lenne megfogalmazásaink hozzá idomítása, pontosítása. Ez utóbbira példa a zenei előtörténet hatása hipotézis, amelyben megfogalmazódik a zenélőktől várt szignifikánsan jobb kognitív kontroll eredmények a bemeneti szakaszban, amivel lehetett is dolgozni, de mint kiderült, a feltételezések az „EZ diffúziós paradigma" viszonyrendszerében még célzottabban lennének megfogalmazhatók és vizsgálhatók (Wagenmakers et al., 2007).

A kutatás fő újszerűsége kétségkívül a Cohen (2017) féle elmélethez igazított design. A célzottan vizsgált funkciók közül azonban külön kiemelendő, hogy jelenlegi tájékozottságunk szerint a szakirodalomban először került tanulmányozásra a zenélők proaktív interferenciával szembeni ellenálló képessége az Oberauer (2009) modell keretében. Ez utóbbi az eredmények tükrében új feltárandó területet jelöl ki a jövőre nézve - a retroaktív interferenciával együtt. Eredményeink alapján a zenei tevékenységek elsődlegesen a nonverbális ingereken alapuló proaktív interferenciát fejlesztik, amelyekkel a hétköznapokban számtalan helyzetben találkozhatunk, és amelyek fejlesztése egyelőre fehér folt és a pedagógiai gyakorlatban – részben, mert ez célzott eszközöket kívánna meg. (A verbális ingereken alapuló proaktív interferenciával szembeni ellenállóképesség fejlesztésére sokkal több lehetőség nyílik a hétköznapokban, és erre bevált technikák is léteznek. A beszéd, a szöveg eleve számtalan kapaszkodót nyújt az egyén számára a különböző tartalom-kontextus kötések kialakításához és a reprezentációk megerősítéséhez.) A disszertációban bemutatott kutatás eredményeit alapul véve tehát nagyobb mintán, akár specifikusabb célcsoportok esetében is tovább kutatható lenne a nonverbális ingereken alapuló proaktív (sőt hasonló elven építkezve retroaktív) interferenciával szembeni ellenálló képesség fejlesztése és így a jövőben alkalom nyílna olyan célzott zenei módszertan kidolgozására, ami kifejezetten ezt a hiányterületet célozza meg.

8.3. Gyakorlati következtetések

A disszertációban bemutatott kutatómunka során az elméleti vonatkozásokon túl az evidencia alapú gyakorlat gazdagítása is kiemelt cél volt. Ez utóbbira az elkövetkezendőkben a kutatási munkafolyamatok eredőjeként megszületett majd tesztelt, a kognitív kontroll célzott, intenzív fejlesztésére összeállított zenei tréning hatásának és módszertani összefüggéseinek a számbavétele szolgál.

A tréning hatásvizsgálatakor arra voltunk kíváncsiak, hogy általa kimutathatóan fejleszthetők-e a zenélő és a nem zenélő fiatalok kognitív kontroll funkciói. A mért változás elsősorban a reakcióidők csökkenésében nyilvánult meg*:* gyakorlatilag minden vizsgálati helyzetben gyorsabbá váltak a válaszadók. Eredményeink alapján tehát az első levonható gyakorlati következtetés, hogy a tréning hatását *elsődlegesen a gyorsabb reakcióidőben* és ne a növekvő pontosságban várjuk a jövőben. A rekacióidő-csökkenés jobb életminőséget eredményez, ahogy az a bevezetőben is említésre került a kognitív kontroll folyamatok jelentőségének taglalásakor (például a tanulási folyamatok és a munkaerőpiaci boldogulás esetében).

Az említett reakcióidő-csökkenés a legtöbb esetben szignifikáns változásként jelent meg a nem-zenélők csoportjában, míg a gyorsulás a zenélőknél csak kevés esetben volt ilyen mértékű. Ebből arra következtetünk, hogy *ezzel a módszertannal a korábban nem zenélő fiatalok hatékonyabban fejleszthetők*, amit a jövőben más csoportok esetében számításba kell vennünk. Kutatásunkból ugyanakkor arra is következtethetünk, hogy a mindenkori zenei múlttal rendelkező résztvevők fejleszthetősége elsődlegesen a *motiváció*juk fenntartásán múlik, a kifejlesztett zenei módszertan tehát számukra átdolgozandó és így jó eséllyel hatékonyan alkalmazható.

A diffúziós modell alkalmazásával lehetőségünk nyílt mélyebben a számok mögé látni és feltárni egy mintázatot, miszerint a reakcióidő csökkenése mögött más-más pszichológiai folyamat játszódhatott le a két csoport tagjaiban: míg a nem zenélők esetében az *információ-feldolgozás hatékonysága* fejlődött jobban, addig a zenélők döntési folyamatában inkább a döntéshez szükséges információ mennyisége csökkent. *Ez arra utal, hogy a nem zenélők új stratégiákat tanultak a számukra új zenei közegben, míg a nem zenélők eddigi kontextuális ismereteikre alapozva egyre kevesebb információt igényeltek döntéseikhez és tovább haladtak az automatizálódás felé a vizsgált feladatokban*.

A munkamemória frissítés vonatkozásában a teljes mintán elért hasonló nagyságrendű reakcióidő változás gyakorlati hozadéka jelentős, hiszen a munkamemóriafrissítés olyan kulcsfontosságú komplex feladatok elvégzését teszi lehetővé, mint például a tanulás, a következtetés vagy a megértés, vagy az információk egyidejű tárolása és feldolgozása (ld. 4.1.1.2. alfejezet). A kutatás során mért reakcióidő csökkenés a munkamemória frissítésben összetett képet mutat: *a zenélők a vizuális feladatokban fejlődtek jobban, míg a nem zenélők az auditív feladatokban*. Ebből az a következtetés vonható le, hogy a zenélők által kevésbé használt vizuális ingereken alapuló munkamemória feladatok is jól fejleszthetők zenei eszközökkel, ami *keresztmodális hatás*ra utal, a nem zenélők auditív feladatokkal mért fejlődéséből pedig arra következtetünk, hogy a fiatal felnőttek munkamemória frissítése is hatékonyan fejleszthető az auditív stimulusokon alapuló zenei eszközökkel. Ezeknek a felismeréseknek alkalmazott pedagógiai, gyógypedagógiai és fejlesztőpedagógiai tanulsága van: *az auditív eszközök célzott használatára bátorítanak*. Kutatásunk tanúsága szerint ugyanis általánosítható az a megállapítás is, hogy a vizualitáson alapuló kognitív folyamatainkban jártasabbak, magabiztosabbak vagyunk, auditív csatornáinkat nem használjuk ki kellően, pedig számos helyzet megkívánná azt (számunkra fontos hang alapú információk átmeneti tárolása és manipulálása, releváns információk kiszűrése háttérzajból, zavaró hangingereknek történő ellenállás, a környezeti behatásoktól független saját tempó tartása egy folyamatban stb. – többek között a beszéd, és a hallott és a más ingertípusokkal kevert információk feldolgozása során, legyen szó például olvasásról, egy előadás hallgatásáról és a közlekedésben való boldogulásról). E területnek a jövőbeni feltérképezése és fejlesztése tehát a szélesebb rétegek számára is jelentőséggel bír.

Az eredmények szerint a hibázás utáni detekció mértéke a válaszadások csökkenő reakcióidői mellett is változatlan maradt (ami egyúttal arra is utal, hogy a teljes kognitív kontroll rendszer monitorozási funkciója összességében javult), azaz a zenei tréning a monitorozás fejlesztésére céljából is hatékonyan alkalmazható a jövőben.

A gyakorlat számára fontos tapasztalat, hogy *már egy rövid, célzott zenei tréninggel is generikus változás érhető el* zenélő és nem zenélő csoportokon. Ennek a következtetésnek két kiemelt gyakorlati tanulsága is van. Az egyik az *időtényező*: azaz, hogy a kognitív kontroll fejlesztésére tervezett zenei tréningeket nem feltétlenül az iskolaévhez vagy évekhez kell igazítani, hanem blokkosítva, a gyakoriságot növelve (legalább heti három alkalomhoz ragaszkodva), hat héttől pár hónapos időszakokba

tömörítve is eredmény érhető el. Ennek tartósságát támasztják alá a *hosszútávú hatás*t mérő vizsgálataink is. A másik tanulság a *forma:* a kognitív kontroll zenével történő fejlesztésének esetében nem feltétlenül a zenetanítás, a zeneoktatás, a zenepedagógia keretrendszerében érdemes gondolkodni, hanem a fejlesztési célra fókuszált, tudatosan felépített, zeneterápiás szemléletű zenei tréning még hatékonyabb lehetőségeket kínálhat.

A kutatás további következtetése, hogy a zenei tréning hatására *az egyes kognitív funkciók különböző mértékben fejlődtek*. A legnagyobb arányú gyorsulás a proaktív interferenciával szembeni ellenállást mérő feladatok esetében volt megállapítható, ami a nem zenélők esetében 20%-nál nagyobb arányú reakcióidő csökkenést jelentett a különböző rész-vizsgálatok során is. Ebből az eredményből arra következtetünk, az alkalmazott zenei tréning proaktív interferenciával manipuláló gyakorlatai rendkívül hatékonyak voltak és mivel ezek nagy része ritmusgyakorlatokon alapul, a jövőben a gyakorlatban akár egy-egy rövid fejlesztő blokként külön is alkalmazhatók, hangszerigény nélkül (például tanórák elején).

Az egyes kognitív funkciók eltérő mértékű fejlődését főként azzal magyarázzuk, hogy a zenei tréning módszertanának gyakorlatai is külön-külön célozták meg egy-egy kognitív komponens fejlesztését. Emellett a csoporttagok kumulált teljesítményét *számos egyéb tényező együttese* is befolyásolta. Ezek között említendő, hogy a résztvevők egyénileg milyen *kognitív kontroll mechanizmus mintázat*tal (Friedman & Miyake, 2017; Friedman et al., 2008), *tapasztalatokkal és kontextuális érzékenységgel* rendelkeztek, valamint, hogy ezt a tréning különböző komponenseket célzó módszertana milyen mértékben változtatta. Végül említést érdemel az alfejezet elején a zenészek esetében már említett *motiváltsá*g is, ami a fejlődés alapfeltétele és jellemzően résztvevők különböző arányban hordozzák, illetve nyilvánvalóan egyénenként más-más mértékben járult hozzá az egyes kognitív kontroll funkciók fejlesztéséhez Gyakorlatba ültethető következtetéseink a fentiekből, hogy a zenével történő kognitív kontroll fejlesztésnél sem szabad azonos mértékű változást várni a résztvevőknél: *egyénenként különböző kognitív kontroll részfunkciók fognak majd a közös munka során fejlődni* akkor is, ha ugyanazt a tréningcsomagot kapják a csoporttagok. *Építsünk az erősségekre és lehetőség szerint tartsuk fent a motivációt* a hatékonyság érdekében.

Ki kell emelnünk a kutatómunka során kifejlesztett, *hangszín és hangmagasság ingereken alapuló N-back vizsgálóeljárás* 2-back és 3-back altípusát, amely tulajdonképpen egy tovább alakítható és testreszabható diagnosztikai eszközökcsalád,

amely a kognitív kontroll folyamatok modalitás-általános, illetve -független voltának feltérképezésére, *nem csak a zene, hanem az összes hangingeren alapuló tevékenység* keresztmodális fejlesztő hatásának vizsgálatára irányuló kutatások alapjául szolgálhat más célcsoportok és specifikusabb populációk esetében is. Emellett gondoljunk például azokra a személyekre, akiknél valamilyen okból nehezített a vizuális ingereken alapuló feldolgozás és kognitív kontroll folyamataikat kiemelten az auditív csatornára alapozzák: mind diagnosztikai, mind fejlesztési szempontból így hozzáférhetők, vagy firssen tanulják a csatorna használatát (például egy cochleáris implantátum vagy új hallókészülék esetében). Számukra nagy jelentőségű lehet az auditív eszközökkel manipuláló eszközpark és diagnosztikai módszertan, amelynek eredményeire alapozva aztán elkezdődhet az erre a csatornára épülő tapasztalás és tanulás célzott megsegítése. (Hangsúlyozzuk, hogy továbbra sem a percepció fejlesztése áll a fókuszban, viszont az említett esetekben szervesen kapcsolódnak és meghatározóak a magasabb rendű kognitív kontroll folyamatok.) A huszadik század embere számára pár bekezdéssel korábban említett módon nagy jelentőségű, auditív csatornára épülő kognitív folyamatok fejlesztésének megalapozására többek között szintén az említett mérőeszközökre, illetve azok továbbfejlesztésére van szükség. Minél többet tudunk ugyanis meg egy adott populáció kognitív kontroll folyamatiról, annál célzottabb és hatékonyabb terápiás módokat tudunk majd kidolgozni.

9. Záró gondolatok

A választott téma hiánypótló a zenei tevékenységek kognitív kontrollt fejlesztő hatékonyságának evidencián alapuló szakmai alátámasztása szempontjából.

Az elméleti vonatkozásokat tekintve újszerűséget hordoz magában a Cohen (2017) féle kognitív kontroll modell, mint vizsgálódási keret, illetve a zenei tréninget átható zeneterápiás szemlélet, ami új vizsgálódási irányt nyit a hazai zenei tevékenységekhez kapcsolódó kutatások palettáján. Szintén újdonság értékű a disszertációban bevezetett és bemutatott KZF (Kontrollált Zenei Folyamatok) koncepció, amelynek mentén a jövőben számos témához kapcsolódó kutatás lefolytatható.

Terveink között szerepel a modell alkalmazása specifikusabb, más karakterisztikájú, nagyobb elemszámú és akár több célcsoportot felölelő minta vizsgálatára. A disszertációban említett módon új felismerésekkel gazdagodhatnánk például több műfaj és különböző hangszercsoportok professzionális zenészeinek összehasonlításával, más életkorú populációk vizsgálatával, a hangszeres mellett az énekhangon alapuló zenei tevékenységek bevonásával, különböző kognitív kontroll funkciók által érintett fejlődésneurológiai rendellenességek vizsgálatának bevonásával, a laterális faktorok figyelembevételével, a vizsgált ingertípusok összetettebb elemzésével (például verbális kontra nonverbális ingerek, különböző típusú interferáló elemek) és további auditív alapú vizsgálóeljárások kifejlesztésével a jelenlegiek testreszabása mellett.

Gyakorlati hozadéka munkánknak a rövid, intenzív kognitív kontroll funkciókat célzó zenei tréning, amely reményeink szerint hatékony, olcsó és széleskörben alkalmazható módszert kínál a kognitív kontroll funkciók fejlesztésére. A kognitív kontroll folyamatok minősége ugyanis kiemelkedő jelentőséggel bír minden életkorban: fontos szerepet játszik a tanulási folyamatokban, befolyásolja a fizikai, pszichikai, és mentális egészséget és nagy mértékben járul hozzá az önállóan gondolkodó, kreatív, rugalmas, együttműködésre képes, vállalkozó szellemű személyiség kibontakozásához (Diamond & Fiske, 2013), így a jobb életvezetéshez, életminőséghez. Ebből kiindulva tréningünk alkalmazható lesz oktatási és munkaerőpiaci színtereken.

További implikációs lehetőségeket sejtünk a zenei tréning gyógypedagógia és klinikai területeken történő alkalmazása vonatkozásában a kognitív kontroll folyamatok fejlődés-neurológiai rendellenességekhez és agysérülésekhez kapcsolódó

jelentőségének ismeretében. A módszertan célcsoportok igényeihez és erősségeihez történt szükséges adaptációját követően tréningünk alkalmazható lesz többek között autizmus spektrum zavarral, figyelemzavaros hiperaktivitási zavarral és specifikus nyelvfejlődési zavarral élő populációk terápiájában.

A felsorolt lehetőségek, a korábban említett módon, egyben további kutatási irányokat is kijelölnek a trénig adaptált változatainak kidolgozása, tesztelése és hatásvizsgálata vonatkozásában, amihez hozzásegíthet bennünket a kutatómunka során kifejlesztett auditív N-back vizsgálóeljárás. Terveink között szerepel például a kutatás során alkalmazott auditív ingereken alapuló N-back mérőeljárások továbbfejlesztése.

A kutatás gerincét képező hatásvizsgálat tárgyául szolgáló zenei tréning módszertanának részletes ismertetése túlmutatott e disszertáció keretein, de gyakorlatközpontú disszeminációja a jövőbeli tervek között szerepel, - csakúgy, mint a témában érintett szakemberekkel, kollégákkal folytatott párbeszéd kezdeményezése eredményeink leghatékonyabb hasznosulása és továbbfejlesztése érdekében. Továbbképzéseket, online fórumokat, tanfolyamokat tervezünk szervezni a témában, amit célzott segédanyagokkal egészítenénk ki, a kutatás honlapja pedig a témához kapcsolódó tapasztalatcsere platformjává alakul át.

Irodalomjegyzék

Aalbers, S., Spreen, M., Bosveld-van Haandel, L., & Bogaerts, S. (2017). Evaluation of client progress in music therapy: an illustration of an N-of-1 design in individual short-term improvisational music therapy with clients with depression. *Nordic Journal of Music Therapy, 26*(3), 256-271. doi:10.1080/08098131.2016.1205649

Abrams, B. (2011). Understanding music as a temporal-aesthetic way of being: Implications for a general theory of music therapy. *Arts in Psychotherapy, 38*(2), 114-119. doi:10.1016/j.aip.2011.02.001

Alley, T. R., & Greene, M. E. (2008). The relative and perceived impact of irrelevant speech, vocal music and non-vocal music on working memory. *Current Psychology, 27*(4), 277-289.

Anderson, M. C.,Neely, J. H. (1996). Memory. Handbook of perception and cognition. 237-313.

Anderson, M. C. (2003). Rethinking interference theory: Executive control and the mechanisms of forgetting. *Journal of Memory and Language, 49*(4), 415-445. doi:https://doi.org/10.1016/j.jml.2003.08.006

Anderson, V., Anderson, P. J., Jacobs, R., & Smith, M. S. (2008). Development and assessment of executive function: From preschool to adolescence. In *Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective.* (pp. 123-154). Philadelphia, PA, US: Taylor & Francis.

Angel, J., Cortez, J., Juárez, D., Guerrero, M., García, A., Ramirez, C., & Valdez, P. (2015). Effects of sleep reduction on the phonological and visuospatial components of working memory. *Sleep Science*. doi:10.1016/j.slsci.2015.06.001

Anguera, J. A., Boccanfuso, J., Rintoul, J. L., Al-Hashimi, O., Faraji, F., Janowich, J., . . . Gazzaley, A. (2013). Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature, 501*(7465), 97-101. doi:10.1038/nature12486

Anvari, S., Trainor, L., Woodside, J., & Levy, B. (2002). Relations among musical skills, phonological processing, and early reading ability in preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology, 83*(2), 111-130. doi:10.1016/S0022-0965(02)00124-8

Argstatter, H., Hutter, E., & Grapp, M. (2016). Music therapy in the early rehabilitation of adult cochlear implant (CI) users: individual training and band project. *Nordic Journal of Music Therapy, 25*, 9-9. doi:10.1080/08098131.2016.1179879

Asztalos, K. (2012). A zenei képességek és a zenei műveltség kutatása. *Iskolakultúra, 22.*, 76-93.

Asztalos, K. (2013). The impact of musical education on students' musical abilities. In. 14th Biennial EARLI JURE Preconference for Research on Learning and Instruction, München.

Asztalos, K., & Csapó, B. (2014). Online assessment of musical abilities in Hungarian primary schools – results of first, third and fifth grade students. *Bulletin of the International Kodály Society 39(1)*, 3-14.

Asztalos, K., & Csapó, B. (2015). Zenei képességek online diagnosztikus mérése. In *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában* (pp. 245-267). Budapest: Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet.

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In *The psychology of learning and motivation: II.* (pp. xi, 249-xi, 249). Oxford, England: Academic Press.

Attneave, F. (1957). Physical determinants of the judged complexity of shapes. *Journal of Experimental Psychology, 53*(4), 221-227. doi:10.1037/h0043921

Babo, G. B. (2004). The relationship between instrumental music participation and standarized assesment achievement of middle school students. *Research studied in Music Education*, 14-26.

Baddeley, A. (1986). *Working memory*. New York, NY, US: Clarendon Press/Oxford University Press.

Baddeley, A. (1996). Exploring the Central Executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A, 49*(1), 5-28. doi:10.1080/713755608

Baddeley, A., Eysenck, M. W., & Anderson, M. C. (2010). *Emlékezet* (R. Mihály, Trans.): Akadémia.

Baddeley, A., & Hitch, G. (1973). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation* (pp. 47-90). New York: Academic Press.

Baddeley, A. D. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology, 63*, 1-29.

Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1973). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation* (pp. 47-90). New York: Academic Press.

Baharloo, S., Johnston, P. A., Service, S. K., Gitschier, J., & Freimer, N. B. (1998). Absolute Pitch: An Approach for Identification of Genetic and Nongenetic Components. *The American Journal of Human Genetics, 62*(2), 224-231. doi:https://doi.org/10.1086/301704

Balogh, L. (2021). A hazai tehetséggondozás programjai, változások az elmúlt három évtizedben, *Magyar Pszichológiai Szemle*, *76*(2), 377-392. Letöltve: 2022.07.30. https://akjournals.com/view/journals/0016/76/2/article-p377.xml

Barkóczi, I., & Pléh, C. (1977). *Kodály zenei nevelési módszerének pszichológiai hatásvizsgálata*. Kecskemét: Bács megyei Lapkiadó Vállalat.

Baumann, S., Koeneke, S., Schmidt, C. F., Meyer, M., Lutz, K., & Jancke, L. (2007). A network for audio–motor coordination in skilled pianists and non-musicians. *Brain Research, 1161*, 65-78. doi:https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.05.045

Benassi-Werke, M. E., Queiroz, M., Araújo, R. S., Bueno, O. F. A., & Oliveira, M. G. M. (2012). Musicians' Working Memory for Tones, Words, and Pseudowords. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 65*(6), 1161-1171. doi:10.1080/17470218.2011.644799

Bernius, V. (2018). Historie ist vielfältig – 20 Jahre Kasseler Thesen zur Musiktherapie. *Musiktherapeutische Umschau, 39*(2), 161-162. doi:10.13109/muum.2018.39.2.161

Berti, S., Münzer, S., Schröger, E., & Pechmann, T. (2006). Different Interference Effects in Musicians and a Control Group. *Experimental psychology, 53*, 111-116. doi:10.1027/1618-3169.53.2.111

Berz, W. L. (1995). Working memory in music: A theoretical model. *Music Perception, 12*(3), 353-364.

Best, J. R. (2010). Effects of Physical Activity on Children's Executive Function: Contributions of Experimental Research on Aerobic Exercise. *Developmental review : DR, 30*(4), 331-551. doi:10.1016/j.dr.2010.08.001

Bialystok, E., & DePape, A.-M. (2009). Musical expertise, bilingualism, and executive functioning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 35*(2), 565-574. doi:10.1037/a0012735

Birren, J. E., & Fisher, L. M. (1995). Aging and speed of behavior: Possible consequences for psychological functioning. *Annual Review of Psychology, 46*, 329-353. doi:10.1146/annurev.ps.46.020195.001553

Blair, C. (2016). Developmental Science and Executive Function. *Current Directions in Psychological Science, 25*(1), 3-7. doi:10.1177/0963721415622634

Boso, M., Emanuele, E., Minazzi, V., Abbamonte, M., & Politi, P. (2007). Effect of long-term interactive music therapy on Behavior profile and musical skills in young adults with severe autism. *Journal of Alternative and Complementary Medicine, 13*(7), 709-712. doi:10.1089/acm.2006.6334

Botvinick, M., Braver, T., Barch, D., Carter, C., & Cohen, J. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review, 108*(3), 624-652. doi:10.1037//0033-295X.108.3.624

Botvinick, M., & Cohen, J. (2014). The Computational and Neural Basis of Cognitive Control: Charted Territory and New Frontiers. *Cognitive Science, 38*(6), 1249-1285. doi:10.1111/cogs.12126

Braver, T., & Cohen, J. (2000). On the Control of Control: The Role of Dopamine in Regulating Prefrontal Function and Working Memory. *Attention & Performance XVIII, 31*.

Brookes, D. T., Ross, B. H., & Mestre, J. P. (2011). Specificity, transfer, and the development of expertise. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research, 7*(1). doi:10.1103/PhysRevSTPER.7.010105

Bruscia, K. (1998). *Defining Music Therapy (2nd edition)*. Barcelona: Gilsum.

Brydges, C., Clunies-Ross, K., Clohessy, M., Lo, Z., Nguyen, A., Rousset, C., . . . Fox, A. (2012). Dissociable Components of Cognitive Control: An Event-Related Potential (ERP) Study of Response Inhibition and Interference Suppression. *Plos One, 7*(3). doi:10.1371/journal.pone.0034482

Buelow, M. T., Okdie, B. M., & Cooper, A. B. (2015). The influence of video games on executive functions in college students. *Comput. Hum. Behav., 45*(C), 228–234. doi:10.1016/j.chb.2014.12.029

Bugos, J., & DeMarie, D. (2017). The effects of a short-term music program on preschool children's executive functions. *Psychology of Music, 45*(6), 855-867. doi:10.1177/0305735617692666

Bugos, J., & Kochar, S. (2017). Efficacy of a short-term intense piano training program for cognitive aging: A pilot study. *Musicae Scientiae, 21*(2), 137-150. doi:10.1177/1029864917690020

Bugos, J. A., & DeMarie, D. (2017). The effects of a short-term music program on preschool children's executive functions. *Psychology of Music, 45*(6), 855-867. doi:10.1177/0305735617692666

Burgoyne, A. P., & Engle, R. W. (2020). Attention Control: A Cornerstone of Higher-Order Cognition. *Current Directions in Psychological Science, 29*(6), 624-630. doi:10.1177/0963721420969371

Cargill, M., & O'Connor, P. (2013). *Writing Scientific Research Articles: Strategy and Steps*.

Carlson, S. M., Zelazo, P. D., & Faja, S. (2013). Executive function. In *The Oxford handbook of developmental psychology (Vol 1): Body and mind.* (pp. 706-743). New York, NY, US: Oxford University Press.

Cepeda, N., Blackwell, K., & Munakata, Y. (2013). Speed isn't everything: complex processing speed measures mask individual differences and developmental changes in executive control. *Developmental Science, 16*(2), 269-286. doi:10.1111/desc.12024

Chaffin, R. (2007). Learning Clair de Lune: Retrieval practice and expert memorization. *Music Perception, 24*(4), 377-393. doi:10.1525/mp.2007.24.4.377|10.1525/MP.2007.24.4.377

Cheek, J. M. (1999). Music training and mathematics achievement. *Adolescence*, 759-761.

Chen, J. J., Scheller, M., Wu, C. Y., Hu, B. Y., Peng, R., Liu, C. H., . . . Chen, J. (2021). The relationship between early musical training and executive functions: Validation of effects of the sensitive period. *Psychology of Music*. doi:10.1177/0305735620978690

Chen, J. J., Zhou, Y., & Chen, J. (2020). The relationship between musical training and inhibitory control: An ERPs study. *Acta Psychologica Sinica, 52*(12), 1365-1376. doi:10.3724/sp.j.1041.2020.01365

Cohen, J., Elvevag, B., & Goldberg, T. (2005). Cognitive control and semantics in schizophrenia: An integrated approach. *American Journal of Psychiatry, 162*(10), 1969-1971. doi:10.1176/appi.ajp.162.10.1969

Cohen, J. D. (2017). Cognitiv Control - Core Constructs and Current Consideration. In *The Wiley Handbook of Cognitive Control* (pp. 3-28). New Jersey: Wiley-Blackwell.

Cohen, J. D., Dunbar, K., & McClelland, J. L. (1990). On the control of automatic processes: A parallel distributed processing account of the Stroop effect. *Psychological Review, 97*(3), 332-361. doi:10.1037/0033-295X.97.3.332

Colombo, P., Habibi, A., & Alain, C. (2020). Editorial: Music Training, Neural Plasticity, and Executive Function. *Frontiers in Integrative Neuroscience, 14*. doi:10.3389/fnint.2020.00041

Cooper, P. K. (2019). It's all in your head: A meta-analysis on the effects of music training on cognitive measures in schoolchildren. *International Journal of Music Education*, 16. doi:10.1177/0255761419881495

Corrigall, K., Schellenberg, E., & Misura, N. (2013). Music training, cognition, and personality. *Frontiers in Psychology, 4*. doi:10.3389/fpsyg.2013.00222

Corrigall, K. A., & Schellenberg, E. G. (2015). Predicting who takes music lessons: parent and child characteristics. *Frontiers in psychology, 6*, 282-282. doi:10.3389/fpsyg.2015.00282

Cowan, N. (1995). *Attention and memory: An integrated framework*. New York, NY, US: Oxford University Press.

Cowan, N. (1999). An Embedded-Processes Model of working memory. In *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control.* (pp. 62-101). New York, NY, US: Cambridge University Press.

Cowan, N. (2005). Selective Attention Tasks in Cognitive Research. In *Cognitive methods and their application to clinical research.* (pp. 73-96). Washington, DC, US: American Psychological Association.

Cowan, N. (2019). Short-term memory based on activated long-term memory: A review in response to Norris (2017). *Psychological Bulletin, 145*(8), 822-847. doi:10.1037/bul0000199

Cowan, N., Saults, S., & Nugent, L. (2001). The ravages of absolute and relative amounts of time on memory. In *The nature of remembering: Essays in honor of Robert G. Crowder.* (pp. 315-330). Washington, DC, US: American Psychological Association.

Csépe, V. (2005). *Kognitív fejlődés-neuropszichológia*. Budapest: Gondolat Kiadó.

Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia, 44*(11), 2037-2078. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006

Demetriou, A., & Spanoudis, G. (2017). From Cognitive Development to Intelligence: Translating Developmental Mental Milestones into Intellect. *Journal of Intelligence*, 5(3), 30. https://doi.org/10.3390/jintelligence5030030

De Dreu, C., Nijstad, B., Baas, M., Wolsink, I., & Roskes, M. (2012). Working Memory Benefits Creative Insight, Musical Improvisation, and Original Ideation Through Maintained Task-Focused Attention. *Personality and Social Psychology Bulletin, 38*(5), 656-669. doi:10.1177/0146167211435795

de Vries, M., Prins, P., Schmand, B., & Geurts, H. (2015). Working memory and cognitive flexibility-training for children with an autism spectrum disorder: a randomized controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 56*(5), 566-576. doi:10.1111/jcpp.12324

de Zeeuw, P., Weusten, J., van Dijk, S., van Belle, J., & Durston, S. (2012). Deficits in Cognitive Control, Timing and Reward Sensitivity Appear to be Dissociable in ADHD. *Plos One, 7*(12). doi:10.1371/journal.pone.0051416

Debener, S., Ullsperger, M., Siegel, M., Fiehler, K., von Cramon, D. Y., & Engel, A. K. (2005). Trial-by-Trial Coupling of Concurrent Electroencephalogram and Functional Magnetic Resonance Imaging Identifies the Dynamics of Performance Monitoring. *The Journal of Neuroscience, 25*(50), 11730. doi:10.1523/JNEUROSCI.3286-05.2005

Diamond, A. (2012). Activities and Programs That Improve Children's Executive Functions. *Current Directions in Psychological Science, 21*(5), 335-341. doi:10.1177/0963721412453722

Diamond, A. (2014). Whether coordinative (soccer) exercise improves executive functioning in kindergarten children has yet to be demonstrated. *Experimental Brain Research, 232*(6), 2045-2045. doi:10.1007/s00221-014-3920-2

Diamond, A., & Fiske, S. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology, Vol 64, 64*, 135-168. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750

Diamond, A., & Ling, D. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience, 18*, 34-48. doi:10.1016/j.dcn.2015.11.005

Diamond, A., Zelazo, P., & Sera, M. (2014). Want to Optimize Executive Functions and Academic Outcomes? Simple, Just Nourish the Human Spirit. *Developing Cognitive Control Processes: Mechanisms, Implications, and Interventions, 37*, 205-230.

Diederich, A., & Busemeyer, J. R. (2003). Simple matrix methods for analyzing diffusion models of choice probability, choice response time, and simple response time. *Journal of Mathematical Psychology, 47*(3), 304-322.

Ding, Y., Gray, K., Forrence, A., Wang, X. Q., & Huang, J. (2018). Behavioral study on tonal working memory in musicians and non-musicians. *Plos One, 13*(8), 18. doi:10.1371/journal.pone.0201765

DMG. (2018). Kasseler Thesen zur Musiktherapie. *Musiktherapeutische Umschau, 39*(2), 163-166. doi:10.13109/muum.2018.39.2.163

Draheim, C., Tsukahara, J. S., Martin, J. D., Mashburn, C. A., & Engle, R. W. (2021). A toolbox approach to improving the measurement of attention control. *Journal of Experimental Psychology: General, 150*(2), 242-275. doi:10.1037/xge0000783

Dubinsky, E., Wood, E., Nespoli, G., & Russo, F. (2019). Short-Term Choir Singing Supports Speech-in-Noise Perception and Neural Pitch Strength in Older Adults With Age-Related Hearing Loss. *Frontiers in Neuroscience, 13*. doi:10.3389/fnins.2019.01153

Dudukovic , N. M., & Kuhl, B. A. (2017). Cognitive control in memory encoding and retrieval. In *The Wiley Handbook of Cognitive Control* (pp. 357-375). New Jersey: Wiley & Blackwell.

Dumont, E., Syurina, E., Feron, F., & van Hooren, S. (2017). Music Interventions and Child Development: A Critical Review and Further Directions. *Frontiers in Psychology, 8*. doi:10.3389/fpsyg.2017.01694

Dutilh, G., Vandekerckhove, J., Forstmann, B. U., Keuleers, E., Brysbaert, M., & Wagenmakers, E.-J. (2012). Testing theories of post-error slowing. *Attention, Perception, & Psychophysics, 74*(2), 454-465. doi:10.3758/s13414-011-0243-2

Eayrs, J. O., & Lavie, N. (2019). Individual differences in parietal and frontal cortex structure predict dissociable capacities for perception and cognitive control. *NeuroImage, 202*, 116148. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116148

Edin, F., Klingberg, T., Johansson, P., McNab, F., Tegner, J., & Compte, A. (2009). Mechanism for top-down control of working memory capacity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 106*, 6802-6807. doi:10.1073/pnas.0901894106

Egner, T., & Hirsch, J. (2005). Cognitive control mechanisms resolve conflict through cortical amplification of task-relevant information. *Nature Neuroscience, 8*(12), 1784-1790. doi:10.1038/nn1594

Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive Attention, Working Memory Capacity, and a Two-Factor Theory of Cognitive Control. In *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory, Vol. 44.* (pp. 145-199). New York, NY, US: Elsevier Science.

Ericsson, K., Roring, R., Benjamin, A., & Ross, B. (2007). MEMORY AS A FULLY INTEGRATED ASPECT OF SKILLED AND EXPERT PERFORMANCE. *Skill and Strategy in Memory Use, 48*, 351-380. doi:10.1016/S0079-7421(07)48009-4

Eslinger, P. J. (1996). Conceptualizing, describing and measuring components of executive function: A summary. In G. R. Lyon & N. A. Krasnegor (Eds.), *Attention, memory, and executive function* (pp. 367-395). Baltimore: MD: Brookes.

Fadel, C., & Trilling, B. (2009). *21th century skills: Learning for life in our times*. San Francisco: Jossey-Bass.

Falkenstein, M., Hohnsbein, J., Hoormann, J., & Blanke, L. (1991). Effects of crossmodal divided attention on late ERP components. II. Error processing in choice reaction tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 78*(6), 447-455. doi:https://doi.org/10.1016/0013-4694(91)90062-9

Falkenstein, M., Hoormann, J., Christ, S., & Hohnsbein, J. (2000). ERP components on reaction errors and their functional significance: a tutorial. *Biological Psychology, 51*(2), 87-107. doi:https://doi.org/10.1016/S0301-0511(99)00031-9

Fekete, A. (2006). Rondo - Zeneterapeuták válaszolnak. *www.fidelio.hu/klasszikus/magazin/rondo_-_zeneterapeutak_valaszolnak*.

Fennell, A. M., Bugos, J. A., Payne, B. R., & Schotter, E. R. Music is similar to language in terms of working memory interference. *Psychonomic Bulletin & Review*. doi:10.3758/s13423-020-01833-5

Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind*: MIT press.

Franco, F., Swaine, J., Israni, S., Zaborowska, K., Kaloko, F., Kesavarajan, I., & Majek, J. (2014). Affect-matching music improves cognitive performance in adults and young children for both positive and negative emotions. *Psychology of Music, 42*(6), 869-887. doi:10.1177/0305735614548500

Francois, C., Chobert, J., Besson, M., & Schon, D. (2013). Music Training for the Development of Speech Segmentation. *Cerebral Cortex, 23*(9), 2038-2043. doi:10.1093/cercor/bhs180

Friedman, N., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology-General, 133*(1), 101-135. doi:10.1037/0096-3445.133.1.101

Friedman, N., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex, 86*, 186-204. doi:10.1016/j.cortex.2016.04.023

Friedman, N., Miyake, A., Young, S., DeFries, J., Corley, R., & Hewitt, J. (2008). Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *Journal of Experimental Psychology-General, 137*(2), 201-225. doi:10.1037/0096-3445.137.2.201

Gandolfi, E., Viterbori, P., Traverso, L., & Usai, M. C. (2014). Inhibitory processes in toddlers: a latent-variable approach. *Frontiers in psychology, 5*, 381.

Garon, N., Bryson, S., & Smith, I. (2008). Executive Function in Preschoolers: A Review Using an Integrative Framework. *Psychological bulletin, 134*, 31-60. doi:10.1037/0033-2909.134.1.31

Gathercole, S., Tiffany, C., Briscoe, J., & Thorn, A. (2005). Developmental consequences of poor phonological short-term memory function in childhood: A longitudinal study. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines, 46*, 598-611. doi:10.1111/j.1469-7610.2004.00379.x

Gebuza, G., Dombrowska, A., Kazmierczak, M., Gierszewska, M., & Mieczkowska, E. (2017). The effect of music therapy on the cardiac activity parameters of a fetus in a cardiotocographic examination. *Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine, 30*(20), 2440-2445. doi:10.1080/14767058.2016.1253056

Gemba, H., Sasaki, K., & Brooks, V. B. (1986). ‘Error’ potentials in limbic cortex (anterior cingulate area 24) of monkeys during motor learning. *Neuroscience Letters, 70*(2), 223-227. doi:https://doi.org/10.1016/0304-3940(86)90467-2

Gembris, H. (2002). The development of musical ability. In *The new handbook of music teaching and learning* (pp. 487-509). New York: Oxford University Press.

Goldstein, S., Naglieri, J. A., Princiotta, D., & Otero, T. (2014). Introduction: A History of Executive Functioning as a Theoretical and Clinical Construct. In S. Goldstein & J. A. Naglieri (Eds.), *Handbook of Executive Functioning* (pp. 3-12.). New York: Springer Science and Business Media.

Gonçalves, V. T., & Mansur, L. L. (2009). N-back auditory test performancein normal individuals. *Dementia & neuropsychologia, 3*(2), 114-117. doi:10.1590/S1980-57642009DN30200008

Gothe, N. P., Keswani, R. K., & McAuley, E. (2016). Yoga practice improves executive function by attenuating stress levels. *Biological Psychology, 121*, 109-116. doi:https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.10.010

Grandin, T., Peterson, M., & Shaw, G. L. (1998). Spactial-temporal versus language-analytic reasoning: the role of music training. *Arts Education Policy Review 6. sz.*, 11-18.

Gruhn, W., Galley, N., & Kluth, C. (2003). Do mental speed and musical abilities interact? *Annals of the New York Academy of Sciences, 999*(1), 485-496.

Guetin, S., Charras, K., Berard, A., Arbus, C., Berthelon, P., Blanc, F., . . . Leger, J. (2013). An overview of the use of music therapy in the context of Alzheimer's disease: A report of

a French expert group. *Dementia-International Journal of Social Research and Practice, 12*(5), 619-634. doi:10.1177/1471301212438290

Guo, X., Ohsawa, C., Suzuki, A., & Sekiyama, K. (2018). Improved Digit Span in Children after a 6-Week Intervention of Playing a Musical Instrument: An Exploratory Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Psychology, 8*. doi:10.3389/fpsyg.2017.02303

Gustavson, D., Stallings, M., Corley, R., Miyake, A., Hewitt, J., & Friedman, N. (2017). Executive Functions and Substance Use: Relations in Late Adolescence and Early Adulthood. *Journal of Abnormal Psychology, 126*(2), 257-270. doi:10.1037/abn0000250

Győri, M. (2008). Viselkedéskontroll és megismerés: a végrehajtó működések. In *Általános pszichológia 3.: Nyelv, tudat, gondolkodás* (pp. 321-356). Budapest: Osiris.

Hargreaves, D. J. (1986/2001). *The developmental psychology of music*. New York: Cambridge University Press.

Harmat, L. (2016). A zenei aktivitások transzfer hatásai a kognitív, és az érzelmi kompetenciák fejlődésére, valamint a szubjektív jólétre. In *Zene és egészség* (pp. 50-62). Budapest: Kossuth Kiadó.

Haase, U. (2012). Thoughts on WFMT's Definition of Music Therapy. *Nordic Journal of Music Therapy, 21*(2), 194-195. doi:10.1080/08098131.2012.678373

Hawk, T.F. and Shah, A.J. (2007), Using Learning Style Instruments to Enhance Student Learning. Decision Sciences Journal of Innovative Education, 5: 1-19. https://doi.org/10.1111/j.1540-4609.2007.00125.x

Heikkila, E., & Knight, A. (2012). Inclusive Music Teaching Strategies for Elementary-Age Children with Developmental Dyslexia. Music Educators Journal, 99(1), 54–59. https://doi.org/10.1177/0027432112452597

Herholz, S., Halpern, A., & Zatorre, R. (2012). Neuronal Correlates of Perception, Imagery, and Memory for Familiar Tunes. *Journal of Cognitive Neuroscience, 24*(6), 1382-1397. doi:10.1162/jocn_a_00216

Herholz, S., & Zatorre, R. (2012). Musical Training as a Framework for Brain Plasticity: Behavior, Function, and Structure. *Neuron, 76*(3), 486-502. doi:10.1016/j.neuron.2012.10.011

Herrmann, M. J., Römmler, J., Ehlis, A.-C., Heidrich, A., & Fallgatter, A. J. (2004). Source localization (LORETA) of the error-related-negativity (ERN/Ne) and positivity (Pe). *Cognitive Brain Research, 20*(2), 294-299. doi:https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.02.013

Hesser, B., & Bartleet, B.-L. (2020). *Music as global resource: Solution for cultural, social, health, educational, environmental, and economic issues* (5 ed.): Music as a Global Resource.

Hogeveen, J., Krug, M., Elliott, M., Carter, C., & Solomon, M. (2017). Proactive Cognitive Control as a Double-Edged Sword in Autism Spectrum Disorder. *Neuropsychopharmacology, 43*, S347-S348.

Holochwost, S., Propper, C., Wolf, D., Willoughby, M., Fisher, K., Kolacz, J., . . . Jaffee, S. (2017). Music Education, Academic Achievement, and Executive Functions. *Psychology of Aesthetics Creativity and the Arts, 11*(2), 147-166. doi:10.1037/aca0000112

Holroyd, C. B., & Coles, M. G. H. (2002). The neural basis of human error processing: Reinforcement learning, dopamine, and the error-related negativity. *Psychological Review, 109*(4), 679-709. doi:10.1037/0033-295X.109.4.679

Hughes, C. (2011). Changes and challenges in 20 years of research into the development of executive functions. *Infant and Child Development, 20*(3), 251-271. doi:https://doi.org/10.1002/icd.736

Hughes, J. E., Robbins, B. J., & King, R. J. (1988). A survay of perception and attitudes of exceptional student edicators toward music-therapy services in a county-wide-school-dictrict. *Journal of Music Therapy, 25*(4), 216-222. doi:10.1093/jmt/25.4.216

Hunter, S. J., & Sparrow, E. P. (2012). *Executive Function and Dysfunction: Identification, Assessment and Treatment*.

Hutchinson, S., Lee, L., Gaab, N., & Schlaug, G. (2003). Cerebellar volume in musicians. Cerebral Cortex. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991), 13*, 943-949.

Hwang, J., Castelli, D. M., & Gonzalez-Lima, F. (2017). The positive cognitive impact of aerobic fitness is associated with peripheral inflammatory and brain-derived neurotrophic biomarkers in young adults. *Physiology & Behavior, 179*, 75-89. doi:https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.05.011

Ireland, K., Iyer, T. A., & Penhune, V. B. (2019). Contributions of age of start, cognitive abilities and practice to musical task performance in childhood. *Plos one, 14*(4), e0216119.

Ireland, K., Parker, A., Foster, N., & Penhune, V. (2018). Rhythm and Melody Tasks for School-Aged Children With and Without Musical Training: Age-Equivalent Scores and Reliability. *Frontiers in psychology, 9*, 426-426. doi:10.3389/fpsyg.2018.00426

Jacoby, L. L., Wahlheim, C. N., Rhodes, M. G., Daniels, K. A., & Rogers, C. S. (2010). Learning to diminish the effects of proactive interference: reducing false memory for young and older adults. *Memory & cognition*, 38(6), 820–829. https://doi.org/10.3758/MC.38.6.820

Jacques, S., & Marcovitch, S. (2010). Development of Executive Function across the Life Span. *The Handbook of Life-Span Development*. doi:https://doi.org/10.1002/9780470880166.hlsd001013

Jancke, L. (2016). Music drives brain plasticity. *International Journal of Psychophysiology, 108*, 46-46. doi:10.1016/j.ijpsycho.2016.07.155

Janurik, M. (2008). A zenei képességek szerepe az olvasás elsajátításában. *Magyar Pedagógia*, 289-317.

Janurik, M. (2010). A zenei hallási képességek fejlődése és összefüggése néhány alapkészséggel. In *Doktori disszertáció*. Szeged: Szegedi Tudományegyetem.

Janus, M., Lee, Y., Moreno, S., & Bialystok, E. (2016). Effects of short-term music and second-language training on executive control. *Journal of Experimental Child Psychology, 144*, 84-97. doi:10.1016/j.jecp.2015.11.009

Jarrett, M., Gilpin, A., Pierucci, J., & Rondon, A. (2016). Cognitive and reactive control processes: Associations with ADHD symptoms in preschoolers. *International Journal of Behavioral Development, 40*(1), 53-57. doi:10.1177/0165025415575625

Jaschke, A. C., Honing, H., & Scherder, E. J. A. (2018). Longitudinal Analysis of Music Education on Executive Functions in Primary School Children. *Frontiers in Neuroscience, 12*. doi:10.3389/fnins.2018.00103

Jentzsch, I., Mkrtchian, A., & Kansal, N. (2014). Improved effectiveness of performance monitoring in amateur instrumental musicians. *Neuropsychologia, 52*, 117-124. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2013.09.025

Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review, 17(3)*, 213-233. doi:10.1007/s11065-007-9040-z

Józsa, G., & Józsa, K. (2017). Az affektív tényezők szerepe a végrehajtó funkcióban: A meleg végrehajtó funkció. *Magyar Pszichológiai Szemle, 72*, 559-577. doi:10.1556/0016.2017.72.4.6

Józsa, G., & Józsa, K. (2018). Végrehajtó funkció: elméleti megközelítések és vizsgálati módszerek. In (Vol. 118. évf. 2. szám., pp. 175-200). Szeged: Magyar Pedagógia.

Kane, M. J., Meier, M. E., Smeekens, B. A., Gross, G. M., Chun, C. A., Silvia, P. J., & Kwapil, T. R. (2016). Individual differences in the executive control of attention, memory, and thought, and their associations with schizotypy. *Journal of Experimental Psychology: General, 145*(8), 1017.

Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA, US: The MIT Press.

Kattner, F., & Meinhardt, H. (2020). Dissociating the Disruptive Effects of Irrelevant Music and Speech on Serial Recall of Tonal and Verbal Sequences. *Frontiers in Psychology, 11*. doi:10.3389/fpsyg.2020.00346

Keenan, J., Thangaraj, V., Halpern, A., & Schlaug, G. (2002). Absolute Pitch and Planum Temporale. *NeuroImage, 14*, 1402-1408. doi:10.1006/nimg.2001.0925

Kiss, V. (2014). A művészet mint nevelés, a nevelés mint művészet. *Neveléstudomány,* pp. 69-81.

Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences, 14*(7), 317-324. doi:10.1016/j.tics.2010.05.002

Kluwe-Schiavon, B., Viola, T. W., Sanvicente-Vieira, B., Malloy-Diniz, L. F., & Grassi-Oliveira, R. (2017). Balancing Automatic-Controlled Behaviors and Emotional-Salience States: A Dynamic Executive Functioning Hypothesis. *Frontiers in Psychology, 7*. doi:10.3389/fpsyg.2016.02067

Knudsen, E. I. (2004). Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Journal of cognitive neuroscience, 16*(8), 1412-1425.

Koelsch, S. (2012). *Brain and Music*. Oxford: Wiley-Blackwell.

Koelsch, S., Schulze, K., Sammler, D., Fritz, T., Müller, K., & Gruber, O. (2009). Functional architecture of verbal and tonal working memory: an FMRI study. *Human brain mapping, 30*(3), 859-873.

Kokas, K. (1977). A Kodály-módszerről. In *Kodály zenei nevelési módszerének pszichológiai hatás vizsgálata* (pp. 12). Kecskemét: Bács Megyei Lapkiadó Vállalat.

Kolb, B., Mychasiuk, R., Muhammad, A., Li, Y., Frost, D., & Gibb, R. (2012). Experience and the developing prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 109*, 17186-17193. doi:10.1073/pnas.1121251109

Kollár, J. (2011). A zeneterápia hatása a stressz és immunszintre. *Lege Artis Medicinae*, 76-80.

Kollár, J. (2012). Zeneterápis és autizmus. *Lege Artis Medicinae*, 544-549.

Kollár, J. (2015). Zene és gyógyítás. *Mindennapi pszichológia*, 52-54.

Kool, W., Shenhav, A., & Botvinick, M. (2017). Cognitive Control as Cost-Benefit Decission Making. In *The Wiley Handbook of Cognitive Control* (pp. 167-189). New Jersey: Wiley-Blackwell.

Kovács, K., Kövi, Z., Rózsa, S., & Dávid, M. (2016). Az új technológiák hatása a kognitív pszichológia módszertanára. A rövidtávú emlékezet és a munkamemória online mérése: Corsi, számterjedelem és N-vissza. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 73-90.

Kraus, N., Zatorre, R., & Strait, D. (2014). Editors' introduction to Hearing Research special issue: Music: A window into the hearing brain. *Hearing Research, 308*, 1-1. doi:10.1016/j.heares.2013.09.013

Krick, C., Argstatter, H., Grapp, M., Plinkert, P., & Reith, W. (2017). Heidelberg Neuro-Music Therapy Restores Attention-Related Activity in the Angular Gyrus in Chronic Tinnitus Patients. *Frontiers in Neuroscience, 11*. doi:10.3389/fnins.2017.00418

Kwalwasser, J. (1953). *Music Talent Test*. New York: Mills.

LaBerge, D., & Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology, 6*(2), 293-323. doi:10.1016/0010-0285(74)90015-2

Lackó, Z. (2015). Bevezetés a pszichológiába. In B. Vas (Ed.), *Zenepszichológia* (pp. 15-44). Pécs: Pécsi Tudományegyetem Művészeti Kar

Zeneművészeti Intézet.

Lenartowicz, A., Kalar, D. J., Congdon, E., & Poldrack, R. A. (2010). Towards an ontology of cognitive control. *Topics in cognitive science, 2*(4), 678-692.

Li, H., Wang, H., Chou, F., & Chen, K. (2015). The Effect of Music Therapy on Cognitive Functioning Among Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Medical Directors Association, 16*(1), 71-77. doi:10.1016/j.jamda.2014.10.004

Logan, G. D. (1979). On the use of a concurrent memory load to measure attention and automaticity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 5*(2), 189-207. doi:10.1037/0096-1523.5.2.189

Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review, 95*(4), 492-527. doi:10.1037/0033-295X.95.4.492

Logan, G. D. (2018). Automatic control: How experts act without thinking. *Psychological Review, 125*(4), 453-485. doi:10.1037/rev0000100

Logan, G. D., & Crump, M. J. (2010). Cognitive illusions of authorship reveal hierarchical error detection in skilled typists. *Science, 330*(6004), 683-686.

Logue, S., & Gould, T. (2014). The neural and genetic basis of executive function: Attention, cognitive flexibility, and response inhibition. *Pharmacology Biochemistry and Behavior, 123*, 45-54. doi:10.1016/j.pbb.2013.08.007

Lutz, K., Puorger, R., Cheetham, M., & Jancke, L. (2013). Development of ERN together with an internal model of audio-motor associations. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*. doi:10.3389/fnhum.2013.00471

MacDonald, K. B. (2008). Effortful control, explicit processing, and the regulation of human evolved predispositions. *Psychological review, 115*(4), 1012.

MacLeod, C. M., & Dunbar, K. (1988). Training and Stroop-like interference: Evidence for a continuum of automaticity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 14*(1), 126-135. doi:10.1037/0278-7393.14.1.126

Maidhof, C. (2013). Error monitoring in musicians. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*. doi:10.3389/fnhum.2013.00401

Maidhof, C., Rieger, M., Prinz, W., & Koelsch, S. (2009). Nobody is perfect: ERP effects prior to performance errors in musicians indicate fast monitoring processes. *PLoS One, 4*(4), e5032.

Maidhof, C., Vavatzanidis, N., Prinz, W., Rieger, M., & Koelsch, S. (2010). Processing Expectancy Violations during Music Performance and Perception: An ERP Study. *Journal of Cognitive Neuroscience, 22*(10), 2401-2413. doi:10.1162/jocn.2009.21332

Mansouri, F. A., Acevedo, N., Illipparampil, R., Fehring, D. J., Fitzgerald, P. B., & Jaberzadeh, S. (2017). Interactive effects of music and prefrontal cortex stimulation in modulating response inhibition. *Scientific Reports, 7*(1), 18096. doi:10.1038/s41598-017-18119-x

Marton, K. (2016). Executive control in bilingual children Factors that influence the outcomes. *Linguistic Approaches To Bilingualism, 6*(5), 575-589. doi:10.1075/lab.15038.mar

Marton, K., Campanelli, L., Eichorn, N., Scheuer, J., & Yoon, J. (2014). Information Processing and Proactive Interference in Children With and Without Specific Language Impairment. *Journal of Speech Language and Hearing Research, 57*(1), 106-119. doi:10.1044/1092-4388(2013/12-0306)

Marton, K., Eichorn, N., Campanelli, L., & Zakarias, L. (2016). Working Memory and Interference Control in Children with Specific Language Impairment. *Language and Linguistics Compass, 10*(5), 211-224. doi:10.1111/lnc3.12189

Marton, K., Goral, M., Campanelli, L., Yoon, J., & Obler, L. (2017). Executive control mechanisms in bilingualism: Beyond speed of processing. *Bilingualism-Language and Cognition, 20*(3), 613-631. doi:10.1017/S1366728915000930

Matthews, W., & Kitsantas, A. (2013). The role of the conductor's goal orientation and use of shared performance cues on collegiate instrumentalists' motivational beliefs and performance in large musical ensembles. *Psychology of Music, 41*(5), 630-646. doi:10.1177/0305735612441738

Meiran, N., Pereg, M., Kessler, Y., Cole, M., & Braver, T. (2015). The Power of Instructions: Proactive Configuration of Stimulus-Response Translation. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition, 41*(3), 768-786. doi:10.1037/xlm0000063

Meltzer, L. (2018). *Executive function in education (From theory to practice)*. New York: The Guilford Press.

Mendelson, J. R., & Ricketts, C. (2001). Age-related temporal processing speed deterioration in auditory cortex. *Hearing research, 158*, 84-94. doi:10.1016/S0378-5955(01)00294-5

Metzner, S. (2009). *Musiktherapie ist Musiktherapie ist Musiktherapie ist Musiktherapie. 10 Jahre Kasseler Thesen zur Musiktherapie* (Vol. 30).

Mező, F., & Mező, K. (2019). A művészetdiagnosztikai eszköz fejlesztésének koncepciója. In. Budapest: Magyar Képzőművészeti Egyetem.

Miendlarzewska, E., & Trost, W. (2014). How musical training affects cognitive development: rhythm reward and other modulating variables. *Frontiers in Neuroscience, 7*. doi:10.3389/fnins.2013.00279

Miller, A., Watson, J., & Strayer, D. (2012). Individual Differences in Working Memory Capacity Predict Action Monitoring and the Error-Related Negativity. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition, 38*(3), 757-763. doi:10.1037/a0026595

Miyake, A. (2016). Individual Differences in Executive Functions: Unity/Diversity Framework and Recent Research Findings. *International Journal of Psychology, 51*, 1032-1032.

Miyake, A., & Friedman, N. (2012). The Nature and Organization of Individual Differences in Executive Functions: Four General Conclusions. *Current Directions in Psychological Science, 21*(1), 8-14. doi:10.1177/0963721411429458

Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A., & Wager, T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*(1), 49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734

Miyake, A., & Shah, P. (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. New York, NY, US: Cambridge University Press.

Mohai, K., Kálózi-Szabó, C., & Rózsa, S. (2016). A végrehajtó funkciók adaptív mérésének lehetőségei. *Psychologia Hungarica IV/1.*, 40-85.

Moles, A. (1966). *Information theory and esthetic perception*. London: Urbana.

Molnár, G. (2006). *Tudástranszfer és komplex problémamegoldás*. Budapest: Műszaki Kiadó.

Monk, A. F., Jackson, D., Nielsen, D., Jefferies, E., & Olivier, P. (2011). N-backer: An auditory N-back task with automatic scoring of spoken responses. *Behavior Research Methods, 43*(3), 888. doi:10.3758/s13428-011-0074-z

Moradzadeh, L., Blumenthal, G., & Wiseheart, M. (2015). Musical Training, Bilingualism, and Executive Function: A Closer Look at Task Switching and Dual-Task Performance. *Cognitive Science, 39*(5), 992-1020. doi:10.1111/cogs.12183

Moreno, J. (2000). Music therapy in context: Music, meaning and relationship. *Arts in Psychotherapy, 27*(2), 145-148. doi:10.1016/S0197-4556(00)00049-6

Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E., Cepeda, N., & Chau, T. (2011). Short-Term Music Training Enhances Verbal Intelligence and Executive Function. *Psychological Science, 22*(11), 1425-1433. doi:10.1177/0956797611416999

Moreno, S., Wodniecka, Z., Tays, W., Alain, C., & Bialystok, E. (2014). Inhibitory Control in Bilinguals and Musicians: Event Related Potential (ERP) Evidence for Experience-Specific Effects. *Plos One, 9*(4). doi:10.1371/journal.pone.0094169

Muhle-Karbe, P., Jiang, J., & Egner, T. (2018). Causal Evidence for Learning-Dependent Frontal Lobe Contributions to Cognitive Control. *Journal of Neuroscience, 38*(4), 962-973. doi:10.1523/JNEUROSCI.1467-17.2017

Muller, S. (2016). Learning from Young Children. Research in Early Childhood Music. *Fruhe Bildung, 5*(3), 180-181. doi:10.1026/2191-9186/a000276

Munakata, Y., & Morton, B. J. (2002). Active versus Latent Representations: A Neural Network Model of Perseveration, Dissociation and Decalage. *Developmental Psychology, 40*(3), 255-265.

Musiktherapie, B. (2018). Kasseler Thesen zur Musiktherapie. *Musiktherapeutische Umschau, 39*(2), 163-166. doi:10.13109/muum.2018.39.2.163

MZE Magyar Zeneterápiás Egyesület honlapja. *A Magyar Zeneterápiás Egyesület Etikai Kódexe*. Letöltve: 222.05.26. https://magyarzeneterapia.wordpress.com/terapeutaknak/dokumentumok/az-mze-etikai-kodexe/

Mészáros, A. (2018). *Végrehajtó funkciók specifikus nyelvi zavarban és fejlődési diszlexiában.* (PhD). ELTE PPK, Budapest. (30404288)

Müller, U., & Kerns, K. (2015). The developement of executive function. In R. M. Lerner (Ed.), *Handbook of child psychology and developmental science* (pp. 1-53). Hoboken: NJ: John Wiley & Sons.

Nagy, A. (2019). *A koraszülöttek végrehajtó működésének vizsgálata 9-10 éves korban, a születési súly és a perinatális szövődmények tükrében.* (PhD). ELTE-PPK, Budapest. Retrieved from https://doktori.hu/index.php?menuid=193⟨=HU&vid=21343

Nemzeti Alaptanterv. (2012). In *Magyar Közlöny 2012/66.* (pp. 10634-10848). Budapest.

Niendam, T., Laird, A., Ray, K., Dean, Y., Glahn, D., & Carter, C. (2012). Meta-analytic evidence for a superordinate cognitive control network subserving diverse executive functions. *Cognitive, affective & behavioral neuroscience, 12*, 241-268. doi:10.3758/s13415-011-0083-5

Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin, 126*(2), 220-246. doi:10.1037/0033-2909.126.2.220

Nigg, J. T. (2017). Annual Research Review: On the relations among self-regulation, self-control, executive functioning, effortful control, cognitive control, impulsivity, risk-taking, and inhibition for developmental psychopathology. *Journal of child psychology and psychiatry, 58*(4), 361-383.

Nisbet, S. (1991). Mathematics and music. *The Austalian Mathematics Teacher*, 4-8.

Norgaard, M., Stambaugh, L. A., & McCranie, H. (2019). The Effect of Jazz Improvisation Instruction on Measures of Executive Function in Middle School Band Students. *Journal of Research in Music Education, 67*(3), 339-354. doi:10.1177/0022429419863038

Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to Action. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and Self-Regulation: Advances in Research and Theory Volume 4* (pp. 1-18). Boston, MA: Springer US.

Nutley, S., Darki, F., & Klingberg, T. (2014). Music practice is associated with development of working memory during childhood and adolescence. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*. doi:10.3389/fnhum.2013.00926

Oberauer, K. (2009). Design for a working memory. In *The psychology of learning and motivation, Vol. 51* (pp. 45-100). San Diego, CA, US: Elsevier Academic Press.

Oberauer, K., & Bialkova, S. (2011). Serial and parallel processes in working memory after practice. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 37*(2), 606-614. doi:10.1037/a0020986

Oberauer, K., & Hein, L. (2012). Attention to Information in Working Memory. *Current Directions in Psychological Science, 21*(3), 164-169. doi:10.1177/0963721412444727

Oberauer, K., & Ross, B. (2009). DESIGN FOR A WORKING MEMORY. *Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory, Vol 51, 51*, 45-100. doi:10.1016/S0079-7421(09)51002-X

Oechslin, M. S., Van De Ville, D., Lazeyras, F., Hauert, C.-A., & James, C. E. (2013). Degree of musical expertise modulates higher order brain functioning. *Cerebral Cortex, 23*(9), 2213-2224.

Ogg, M., Okada, B. M., Novick, J. M., & Slevc, L. R. (2019). Updating Musical Tonal Structure in Working Memory Engages Cognitive Control. *Auditory Perception & Cognition, 2*(1-2), 21-46. doi:10.1080/25742442.2019.1626686

Okada, B. M., & Slevc, L. R. (2018). Individual differences in musical training and executive functions: A latent variable approach. *Memory & Cognition, 46*(7), 1076-1092. doi:10.3758/s13421-018-0822-8

Okhrei, A., Kutsenko, T., & Makarchuk, M. (2016). Performance of working memory of musicians and non-musicians in tests with letters, digits, and geometrical shapes. *Biologija, 62*(4).

Ong, G., Sewell, D., Weekes, B., McKague, M., & Abutalebi, J. (2017). A diffusion model approach to analysing the bilingual advantage for the Flanker task: The role of attentional control processes. *Journal of Neurolinguistics, 43*, 28-38. doi:10.1016/j.jneuroling.2016.08.002

Pallesen, K., Brattico, E., Bailey, C., Korvenoja, A., Koivisto, J., Gjedde, A., & Carlson, S. (2010). Cognitive Control in Auditory Working Memory Is Enhanced in Musicians. *Plos One, 5*(6). doi:10.1371/journal.pone.0011120

Palmer, C. (1997). MUSIC PERFORMANCE. *Annual Review of Psychology, 48*(1), 115-138. doi:10.1146/annurev.psych.48.1.115

Palmer, C., & Drake, C. (1997). Monitoring and planning capacities in the acquisition of music performance skills. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale, 51*(4), 369.

Palmer, C., & van de Sande, C. (1993). Units of knowledge in music performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 19*(2), 457-470. doi:10.1037/0278-7393.19.2.457

Palmer, C., & van de Sande, C. (1995). Range of planning in music performance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 21*(5), 947-962. doi:10.1037/0096-1523.21.5.947

Palmer, H. (2007). Interactive music therapy in child and family psychiatry. *Journal of Family Therapy, 29*(3), 288-289. doi:10.1111/j.1467-6427.2007.00387_2.x

Pauls, L., & Archibald, L. (2016). Executive Functions in Children With Specific Language Impairment: A Meta-Analysis. *Journal of Speech Language and Hearing Research, 59*, 1. doi:10.1044/2016_JSLHR-L-15-0174

Penhune, V. B. (2020). A gene-maturation-environment model for understanding sensitive period effects in musical training. *Current opinion in behavioral sciences, 36*, 13-22.

Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive Functions and Developmental Psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 37*(1), 51-87. doi:https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1996.tb01380.x

Peretz, I., & Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience, 6*(7), 688-691. doi:10.1038/nn1083

Perlovsky, L. (2014). The Cognitive Function of Music. Part II. *Interdisciplinary Science Reviews, 39*(2), 162-186. doi:10.1179/0308018813Z.00000000041

Pfordresher, P., & Palmer, C. (2002). Effects of delayed auditory feedback on timing of music performance. *Psychological Research-Psychologische Forschung, 66*(1), 71-79. doi:10.1007/s004260100075

Poland, S., Monks, C., & Tsermentseli, S. (2016). Cool and hot executive function as predictors of aggression in early childhood: Differentiating between the function and form of aggression. *British Journal of Developmental Psychology, 34*(2), 181-197. doi:10.1111/bjdp.12122

Porflitt, F., & Rosas, R. (2020). Core music elements: rhythmic, melodic and harmonic musicians show differences in cognitive performance (Elementos basicos de la musica: musicos ritmicos, melodicos y armonicos muestran diferencias de desempeno cognitivo). *Studies in Psychology, 41*(3), 532-562. doi:10.1080/02109395.2020.1795493

Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Ed.), *Information Processing and Cognition: The Loyola Symposium*: Lawrence Erlbaum.

Pribram, K. H. (1973). The primate frontal cortex: Executive of the brain. In K. H. Primbram & A. R. Luria (Eds.), *Psychophysiology of the frontal lobes* (pp. 293-314). New York: Academic Press.

Racsmány, M., Conway, M. A., Garab, E. A., & Nagymáté, G. (2008). Short Article: Memory Awareness following Episodic Inhibition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 61*(4), 525-534. doi:10.1080/17470210701728750

Ratcliff, R. (1978). A theory of memory retrieval. *Psychological review, 85*(2), 59.

Ratcliff, R., & McKoon, G. (2008). The diffusion decision model: theory and data for two-choice decision tasks. *Neural computation, 20*(4), 873-922. doi:10.1162/neco.2008.12-06-420

Ratcliff, R., Thapar, A., Gomez, P., & McKoon, G. (2004). A diffusion model analysis of the effects of aging in the lexical-decision task. *Psychology and aging, 19*(2), 278-289. doi:10.1037/0882-7974.19.2.278

Ratcliff, R., Van Zandt, T., & McKoon, G. (1999). Connectionist and diffusion models of reaction time. *Psychological review, 106*(2), 261.

Rauscher, F. H., Schaw, G. L., & Ky, K. N. (1993). Music in spatial task performence. *Nature*, 611.

Reuter-Lorenz, P. (2002). New visions of the aging mind and brain. *Trends in Cognitive Sciences, 6*(9), 394-400. doi:10.1016/S1364-6613(02)01957-5

Rhoades, B., Greenberg, M., & Domitrovich, C. (2009). The contribution of inhibitory control to preschoolers' social-emotional competence. *Journal of Applied Developmental Psychology, 30*(3), 310-320. doi:10.1016/j.appdev.2008.12.012

Ridderinkhof, K. R., Ullsperger, M., Crone Eveline, A., & Nieuwenhuis, S. (2004). The Role of the Medial Frontal Cortex in Cognitive Control. *Science, 306*(5695), 443-447. doi:10.1126/science.1100301

Ripolles, P., Rojo, N., Grau-Sanchez, J., Amengual, J., Camara, E., Marco-Pallares, J., . . . Rodriguez-Fornells, A. (2016). Music supported therapy promotes motor plasticity in individuals with chronic stroke. *Brain Imaging and Behavior, 10*(4), 1289-1307. doi:10.1007/s11682-015-9498-x

Roden, I., Konen, T., Bongard, S., Frankenberg, E., Friedrich, E., & Kreutz, G. (2014). Music Training on Attention, Processing Speed and Cognitive Music Abilities-Findings from a Longitudinal Study. *Applied Cognitive Psychology, 28*(4), 545-557. doi:10.1002/acp.3034

Rohár, A., & Marton, K. (2020). Kognitív kontroll folyamatok nyelvfejlődési zavart mutató egynyelvű és tipikusan fejlődő kétnyelvű gyermekek körében. *Magyar Pszichológiai Szemle,* pp. 623-638.

Rohrer, D., Taylor, K., Pashler, H., Wixted, JT és Cepeda, NJ (2005). Az overlearning hatása a hosszú távú megtartásra. *Applied Cognitive Psychology, 19* (3), 361–374. https://doi.org/10.1002/acp.1083

Ruiz, M. H., Jabusch, H.-C., & Altenmüller, E. (2009). Detecting wrong notes in advance: neuronal correlates of error monitoring in pianists. *Cerebral cortex, 19*(11), 2625-2639.

Sachs, M., Habibi, A., Damasio, H., Christensen, J., & Gomila, A. (2018). Reflections on music, affect, and sociality. *Arts and the Brain: Psychology and Physiology Beyond Pleasure, 237*, 153-172. doi:10.1016/bs.pbr.2018.03.009

Sala, G., & Gobet, F. (2017). When the music ' s over. Does music skill transfer to children ' s and young adolescents ' cognitive and academic skills? A meta-analysis. *Educational Research Review, 20*, 55-67. doi:10.1016/j.edurev.2016.11.005

Salthouse, T. A. (2009). When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiology of aging, 30*(4), 507-514.

Sasvári, A. (2001). A zene és rehabilitációs alkalmazásának lehetőségei. *Rehabilitáció*, 17.

Shaw, T. H., Matthews, G., Warmc, J. S., Finomore, V. C., Silverman, L., Costa, T. (2010) Individual differences in vigilance: Personality, ability and states of stress. *Journal of Research in Personality*, 44, 297–308.

Schendel, Z. A., & Palmer, C. (2007). Suppression effects on musical and verbal memory. *Memory & cognition, 35*(4), 640-650.

Schlaug, G., Janke, L., Huang, Y., Staiger, J. F., & Steinmetz, H. (1995). Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia*, 1047-1055.

Schlaug, G., Norton, A., Overy, K., Winner, E., Avanzini, G., Koelsch, S., . . . Majno, M. (2005). Effects of music training on the child's brain and cognitive development. *Neurosciences and Music Ii: From Perception To Performance, 1060*, 219-230. doi:10.1196/annals.1360.015

Schlaug, G., Norton, A., Overy, K., Winner, E., Vilarroya, O., & Tobena, A. (2013). Effects of Music Training on the Child's Brain and Cognitive Development (vol 1060, pg 219, 2005). *Sociability, Responsibility, and Criminality: From Lab To Law, 1299*, 99-99. doi:10.1111/nyas.12293

Schneider, W., & Shiffrin, R. (1977a). Controlled and automatic human information-processing.1. Celection, search, and attention. *Psychological Review, 84*(1), 1-66. doi:10.1037/0033-295X.84.1.1

Schneider, W., & Shiffrin, R. (1977b). Controlled and automatic human information-processing.1. Cetection, search, and attention. *Psychological Review, 84*(1), 1-66. doi:10.1037/0033-295X.84.1.1

Schnellenberg, E. G. (2006). Long-term positive association between music lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 457-468.

Schulze, K., Koelsch, S., & Annals, N. Y. A. S. (2012). Working memory for speech and music. *Neurosciences and Music Iv: Learning and Memory, 1252*, 229-236. doi:10.1111/j.1749-6632.2012.06447.x

Segev, I., Martinez, L., & Zatorre, R. (2014). Brain and art. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*. doi:10.3389/fnhum.2014.00465

Shiffrin, R., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information-processing.2. Perceptual learning,automatic attending, and general theory. *Psychological Review, 84*(2), 127-190. doi:10.1037/0033-295X.84.2.127

Siepsiak, M., & Krejtz, I. (2016). Does music therapy improve executive functions after stroke, and how to check it? *Nordic Journal of Music Therapy, 25*, 68-68. doi:10.1080/08098131.2016.1179990

Slevc, L. R., Davey, N. S., Buschkuehl, M., & Jaeggi, S. M. (2016). Tuning the mind: Exploring the connections between musical ability and executive functions. *Cognition, 152*, 199-211. doi:10.1016/j.cognition.2016.03.017

Sluming, V., Brooks, J., Howard, M., Downes, J., & Roberts, N. (2007). Broca's area supports enhanced visuospatial cognition in orchestral musicians. *Journal of Neuroscience, 27*(14), 3799-3806. doi:10.1523/JNEUROSCI.0147-07.2007

Solomon, M., Krug, M., Gordon, A., Wulff, R., Coleman, C., Elliott, M., . . . Carter, C. (2019). Three Neural Networks Sub-Serving Cognitive Control in Adolescents and Young Adults With Autism Spectrum Disorder. *Neuropsychopharmacology, 44*(SUPPL 1), 291-292.

Solomon, M., McCauley, J., Iosif, A., Carter, C., & Ragland, J. (2016). Cognitive control and episodic memory in adolescents with autism spectrum disorders. *Neuropsychologia, 89*, 31-41. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2016.05.013

Stahl, C., Voss, A., Schmitz, F., Nuszbaum, M., Tüscher, O., Lieb, K., & Klauer, K. C. (2014). Behavioral components of impulsivity. *Journal of Experimental Psychology: General, 143*(2), 850.

Steele, K., Bass, K., & Crook, M. (1999). The mystery of the Mozart effect: Failure to replicate. *Psychological Science, 10*(4), 366-369. doi:10.1111/1467-9280.00169

Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. (0340-0727 (Print)).

Szöllősi, I. (2021). *A post-stroke afázia neurokognitív vizsgálata:Nyelvi és nem nyelvi kognitív kontroll funkciók összehasonlítása.* (Doktori értekezés). Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.

Szöllősi, I., & Marton, K. (2018). Monitorozás és implicit tanulás afáziában. *Gyógypedagógiai Szemle*, pp. 109-126.

Taylor, S. F., Stern, E. R., & Gehring, W. J. (2007). Neural Systems for Error Monitoring:Recent Findings and Theoretical Perspectives. *The Neuroscientist, 13*(2), 160-172. doi:10.1177/1073858406298184

Thaut, M., Gardiner, J., Holmberg, D., Horwitz, J., Kent, L., Andrews, G., . . . Schlaug, G. (2009). Neurologic Music Therapy Improves Executive Function and Emotional Adjustment in Traumatic Brain Injury Rehabilitation. *Neurosciences and Music Iii: Disorders and Plasticity, 1169*, 406-416. doi:10.1111/j.1749-6632.2009.04585.x

Thaut, M. H. (2010). NEUROLOGIC MUSIC THERAPY IN COGNITIVE REHABILITATION. *Music Perception, 27*(4), 281-285. doi:10.1525/mp.2010.27.4.281

Thaut, M. H., Gardiner, J. C., Holmberg, D., Horwitz, J., Kent, L., Andrews, G., . . . McIntosh, G. R. (2009). Neurologic Music Therapy Improves Executive Function and Emotional Adjustment in Traumatic Brain Injury Rehabilitation. In S. DallaBella, N. Kraus, K. Overy, C. Pantev, J. S. Snyder, M. Tervaniemi, B. Tillmann, & G. Schlaug (Eds.), *Neurosciences and Music Iii: Disorders and Plasticity* (Vol. 1169, pp. 406-416).

Tiego, J., Testa, R., Bellgrove, M., Pantelis, C., & Whittle, S. (2018). A Hierarchical Model of Inhibitory Control. *Frontiers in Psychology, 9*. doi:10.3389/fpsyg.2018.01339

Tiszai, L. (2019a). *Community music therapy and intellectual disability*.

Tiszai, L. (2019b). *Zene es transzferhatás*.

Trainor, L., Shahin, A., Roberts, L., DallaBella, S., Kraus, N., Overy, K., . . . Schlaug, G. (2009). Understanding the Benefits of Musical Training Effects on Oscillatory Brain Activity. *Neurosciences and Music Iii: Disorders and Plasticity, 1169*, 133-142. doi:10.1111/j.1749-6632.2009.04589.x

Turmezeyné, E. H. (2015). *A zenei ismeretek és képességek fejlődése az alsó tagozatos életkorban. Értekezés a doktori fokozat megszerzése érdekében*. Debrecen: Debreceni Egyetem Interdiszciplináris Tudományok Bölcsészettudományi Doktori Iskola Pszichológiai Programja.

Turmezeyné, E. H., & Balogh, L. (2009). *Zenei tehetséggondozás és képességfejlesztés*. Budapest: Kocka Kör.

Turmezeyné Heller, E. (2015). A zenei képességek és fejlődésük. In B. Vas (Ed.), *Zenepszichológia* (pp. 93-126). Pécs: Pécsi Tudományegyetem Művészeti Kar Zeneművészeti Intézet.

Turturean, M. A. (2014). Teaching Styles Associated with Students' Learning Styles. https://ssrn.com/abstract=2499326 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2499326

Tánczos, T., Janacsek, K., & Németh, D. (2014). A munkamemória és a végrehajtó funkciók kapcsolata az iskolai teljesítménnyel. *14*, 55-75.

Ullsperger, M. (2017). Neural Bases of Performance Monitoring. In *The Wiley Handbook of Cognitive Control* (pp. 293-299). New Jersey: Wiley-Blackwell.

Ullsperger, M., & von Cramon, D. Y. (2001). Subprocesses of Performance Monitoring: A Dissociation of Error Processing and Response Competition Revealed by Event-Related fMRI and ERPs. *NeuroImage, 14*(6), 1387-1401. doi:https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0935

Urbánné, K. V. (2004). Kommunikációs képességek fejlesztése autista gyermekeknél a zeneterápia eszközeivel. In A. S. Gordosné (Ed.), *Gyógyító pedagógia. Nevelés és terápia* (pp. 519 – 538). Budapest: Medicina Könyvkiadó Rt.

Urbánné, K. V. (1995). Introverzióból az alkalmazkodás felé a zeneterápia segítségével. Államvizsga dolgozat. In. Budapest: Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Főiskola.

Urbánné, K. V. (1999). Zeneterápia. In *Rehabilitációs foglalkoztató terápia* (pp. 111-135). Budapest: BGGYTF.

Urbánné, K. V. (2001). A muzsikának oly nagy ereje vagyon... *Parlando*.

van Veen, V., & Carter, C. S. (2006). Error Detection, Correction, and Prevention in the Brain: A Brief Review of Data and Theories. *Clinical EEG and Neuroscience, 37*(4), 330-335. doi:10.1177/155005940603700411

van Veen, V., Cohen, J. D., Botvinick, M. M., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2001). Anterior Cingulate Cortex, Conflict Monitoring, and Levels of Processing. *NeuroImage, 14*(6), 1302-1308. doi:https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0923

Varga, Á. (2019). Ez mind zeneterápia. In (Vol. 30., pp. 6). Budapest: Fejlesztőpedagógia: pedagógiai szakfolyóirat.

Varga, Á. (2018). Hangokon innen és hangokon túl: a zene mint eszköz speciális szükségletű ksigyermekek inkluzív korai intervenciójában. In *A művészet és a tudomány megújuló világképe a 21. század művészetpedagógiájában. Fókuszban a zenepadagógia és a kreativitás kutatása* (pp. 123). Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem, Bölcsészettudományi Kar.

Varga, Á. (2017). Játsszunk zenét! In *A világ új képe a művészetben és a tudományban* (pp. 55-56). Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar.

Varga, Á., Marton, K., Jakab, Z., & Láng, S. (2022a). The Influence of Musical Activities on Cognitive Control Mechanisms. In É. Benkő, É. Márkus, V. Árva, & B. Svraka (Eds.), *Diversity and Pedagogy - Integration in Practice* (pp. 29). Budapest: Gyermeknevelés Tudományos Folyóirat.

Varga, Á. (2011). "Lélekzet" - Egy 7 éves fiú zeneterápiája (Esettanulmány). *Szakdolgozat*.

Varga, Á., Marton, K., Jakab, Z., & Láng, S. (2022b). The Influence of Musical Activities on Cognitive Control Mechanisms. In É. Benkő, É. Márkus, V. Árva, & B. Svraka (Eds.),

Languages, inclusion, cultures and pedagogy: Research and good practices 2. (Vol. 10, pp. 167-189). Budapest: Journal of Early Years Education.

Vargha, A. (2020). *Normális vagy? És ha nem? Statisztikai módszerek nem normális eloszlású változókkal pszichológiai kutatásokban*. Budapest: Pólya Kiadó.

Vargha, A. (2021*). Személy-orientált többváltozós statisztika: klasszifikációs módszerek.* Budapest: Pólya Kiadó. ISBN: 9786158122849

Vasuki, P., Sharma, M., Ibrahim, R., & Arciuli, J. (2017). Statistical learning and auditory processing in children with music training: An ERP study. *Clinical Neurophysiology, 128*(7), 1270-1281. doi:10.1016/j.clinph.2017.04.010

Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2009). Automaticity of cognitive control: Goal priming in response-inhibition paradigms. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 35*(5), 1381-1388. doi:10.1037/a0016645

Verguts, T. (2017). Computational Models of Cognitive Control. In (pp. 125-142).

Virág, M., Janacsek, K., & Németh, D. (2016). *A végrehajtó funkciók és az implicit tanulás versengő kapcsolata*. *Magyar Pszichológiai Szemle, 71*, 733-740.

Voss, A., Rothermund, K., & Voss, J. (2004). Interpreting the parameters of the diffusion model: An empirical validation. *Memory & cognition, 32*(7), 1206-1220.

Wadhera, D., Campanelli, L., & Marton, K. (2018). *The influence of bilingual language experience on working memory updating performance in young adults*. Paper presented at the *Proceedings of the 40th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Austin, Texas.

Wagenmakers, E.-J., Van Der Maas, H. L. J., & Grasman, R. P. P. P. (2007). An EZ-diffusion model for response time and accuracy. *Psychonomic Bulletin & Review, 14*(1), 3-22. doi:10.3758/BF03194023

Warren, J. (2008). How does the brain process music? *Clinical Medicine, 8*(1), 32-36. doi:10.7861/clinmedicine.8-1-32

Wasserman, T., & Wasserman, L. (2013). Toward an Integrated Model of Executive Functioning in Children. *Applied Neuropsychology-Child, 2*(2), 88-96. doi:10.1080/21622965.2013.748394

Watanabe, D., Savion-Lemieux, T., & Penhune, V. (2007). The effect of early musical training on adult motor performance: Evidence for a sensitive period in motor learning. *Experimental brain research. Experimentelle Hirnforschung. Expérimentation cérébrale, 176*, 332-340. doi:10.1007/s00221-006-0619-z

Wesseldijk, L., Mosing, M., & Ullén, F. (2020). Why Is an Early Start of Training Related to Musical Skills in Adulthood? A Genetically Informative Study. *Psychological Science, 32*. doi:10.1177/0956797620959014

Westfall, D. R., Gejl, A. K., Tarp, J., Wedderkopp, N., Kramer, A. F., Hillman, C. H., & Bugge, A. (2018). Associations Between Aerobic Fitness and Cognitive Control in Adolescents. *Frontiers in Psychology, 9*. doi:10.3389/fpsyg.2018.01298

Will, E., Fidler, D., & Daunhauer, L. (2014). Executive Function and Planning in Early Development in Down Syndrome. *International Review of Research in Developmental Disabilities, 47*. doi:10.1016/B978-0-12-800278-0.00003-8

Wylie, G., & Allport, A. (2000). Task switching and the measurement of "switch costs". *Psychological Research, 63*, 212-233. doi:10.1007/s004269900003

Yalom, I. (1985). *The theory and practice of Group Psychotherapy, 3rd Edition*. New York: Basic Books.

Yeung, N., Botvinick, M., & Cohen, J. (2004). The neural basis of error detection: Conflict monitoring and the error-related negativity. *Psychological Review, 111*(4), 931-959. doi:10.1037/0033-295X.111.4.931|10.1037/0033-295x.111.4.931

Zatorre, R., & Salimpoor, V. (2013). From perception to pleasure: Music and its neural substrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110*, 10430-10437. doi:10.1073/pnas.1301228110

Zeguers, M., Snellings, P., Tijms, J., Weeda, W., Tamboer, P., Bexkens, A., & Huizenga, H. m. (2011). Specifying theories of developmental dyslexia: A diffusion model analysis of

word recognition. *Developmental science, 14*, 1340-1354. doi:10.1111/j.1467-7687.2011.01091.x

Zelazo, P., & Carlson, S. (2012). Hot and Cool Executive Function in Childhood and Adolescence: Development and Plasticity. *Child Development Perspectives, 6*(4), 354-360. doi:10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x

Zelazo, P., & Cunningham, W. (2007). Executive Function: Mechanisms Underlying Emotion Regulation. *Handbook of Emotion Regulation*.

Zelazo, P. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2016). *Executive Function: Implications for Education. NCER 2017-2000*.

Zelazo, P. D., Carlson, S. M., & Kesek, A. (2008). The development of executive function in childhood. In *Handbook of developmental cognitive neuroscience, 2nd ed.* (pp. 553-574). Cambridge, MA, US: MIT Press.

Zuk, J., Benjamin, C., Kenyon, A., & Gaab, N. (2014). Behavioral and Neural Correlates of Executive Functioning in Musicians and Non-Musicians. *Plos One, 9*(6). doi:10.1371/journal.pone.0099868

Zuk, J., Benjamin, C., Kenyon, A., & Gaab, N. (2018). Behavioral and Neural Correlates of Executive Functioning in Musicians and Non-Musicians (vol 9, e99868, 2014). *Plos One, 13*(1). doi:10.1371/journal.pone.0191394

W. F. M. T. Announcing WFMT's NEW Definition of Music Therapy. *WFMT Web site*. Retrieved from https://www.wfmt.info/2011/05/01/announcing-wfmts-new-definition-of-music-therapy/; letöltés dátuma: (2019, 07 18).

Ábrajegyzék

1. ábra. A viselkedésirányítás elemei Diamond végrehajtó funkció modellje nyomán 13
2. ábra. A folyamatok kontrollált-automatikus kontinuumát befolyásoló tényezők. 19
3. ábra. A gátlási folyamatok típusai és funkcióik (saját ábra) 30
4. ábra. A kutatás során használt kognitív kontroll feladatok és az általuk mért funkciók.....69
5. ábra. A KFP Baseline feladat menete egy próba során.. 71
6. ábra. A KFP Cue feladat menete egy próba során. 72
7. ábra. A verbális kategorizációs feladatok (VK-0 és VK-P) folyamatábrája 75
8. ábra. Az N-back feladatok folyamatábrája.....76
9. ábra. A kutatás felépítésének folyamatábrája.....80
10. ábra. A diffúziós modell illusztrációja. Forrás: (Ratcliff et al., 2004) 89
11. ábra. A zenélő és nem zenélő csoport pontossága a tréning előtt a (Kwalwasser-Dykema)..92
12. ábra. Figyelmi feladatok egyes típusain elért pontosság a tréning előtt.....94
13. ábra. Figyelmi feladatok egyes típusain elért reakcióidő a terápia előtt 94
14. ábra. Az N-back feladatokban elért reakcióidő átlagok a tréning előtt 96
15. ábra. Az N-back feladatokban elért pontosság átlagok a tréning előtt 97
16. ábra. Pontosság és reakcióidő kapcsolata a kiinduló fázisban, viz. 2-back, nem zenélő….99
17. ábra. Pontosság és reakcióidő kapcsolat a kiinduló fázisban, víz. 2-back, zenélő.....99
18. ábra. A döntési folyamat sematikus ábrája, Diffúziós modell (Ratcliff, 2007)……102
19. ábra. Baseline feladatok, reakcióidő-átlagok ingertípusok függvényében a tréning előtt.105
20. ábra. Pontosság a KFP Cue feladat stimulusaira vonatkozóan a kiindulási fázisban.....106
21. ábra. Reakcióidő a KFP Cue feladat stimulusaira vonatkozóan a kiindulási fázisban.....107
22. ábra. Reakcióidő verbális proaktív interfer. sz. ellenállás, kiinduló állapotban.....108
23. ábra. A pontosság mutatói verbális proaktív interfer. sz. ellenállá, kiinduló állapotban ..109
24. ábra. Verbáils kat. fel., reakcióidő-átlag a feladat- és ingertípusonként a tréning előtt 109
25. ábra. Verbáils kat. fel., pontosság a feladat- és ingertípusoknként a tréning előtt 110
26. ábra. Feladattípus és ingertípus kapcs.,verb. kat. feladatok, tréning előtt, nem zenélők...111
27. ábra. Feladattípus és ingertíptípus kapcs., verb. kat. feladatok, tréning előtt, zenélők. 111
28. ábra. A reakcióidők változása az egyes csoportokban a KFP Baseline feladatban.....119
29. ábra. A reakcióidők változása az egyes csoportokban a KFP Cue feladatban 119
30. ábra. Reakcióidő változása a VK-0 feladatokban az inger típusának függvényében.....123
31. ábra. A reakcióidő változása a VK-P feladatokban az inger típusának függvényében. 123
32. ábra. A reakcióidő-változás mértéke az egyes feladattípusokon.....127
33. ábra. A reakcióidő hosszú távú fejlődése az N-back feladatokban csoportonként.....130
34. ábra. A reakcióidő hosszú távú fejlődése az N-back feladatokban ingertípusonként……130
35. ábra. A reakcióidő hosszú távú fejlődése az N-back feladatokban n-értékenként 130

Mellékletek

1. Nyilatkozatok, grafikai tervek, tájékoztatók, instrukciók, kérdőívek 197

1.1 Intézményi tájékoztató levél 197

1.2 Intézményi befogadó nyilatkozat 1. 198

1.3 Intézményi befogadó nyilatkozat 2. 199

1.4 Beleegyező nyilatkozat résztvevőknek – nem zenélő csoport 200

1.5 Beleegyező nyilatkozat résztvevőknek – zenélő csoport 201

1.6 Beleegyező nyilatkozat kutatási asszisztenseknek 202

1.7 Titoktartási és együttműködési nyilatkozat (szakemberek és segítők) 203

1.8 A felhívó plakát grafikai terve 204

1.9 A honlap menüpontjai és grafikai terve 205

1.10 Tájékoztató szöveg e-mail-be, leaflet-re, honlapra érdeklődőknek 206

1.11 A kutatási asszisztenseknek és segítőknek szóló tájékoztató 208

1.12 A kognitív kontroll feladatok instrukciói 209

1.13 A zenélő csoport hangszertanulási adatai 212

1.14 Kérdőív szűréshez 214

1.15 A zenei percepciós feladatok instrukciói 216

1.16 Mintevételi sorrendek 218

1.17. Visszajelző kérdőív……...…...219

2. Eredmények kiegészítő táblázatai 220

1. Nyilatkozatok, grafikai tervek, tájékoztatók, instrukciók, kérdőívek

1.1. Intézményi tájékoztató levél

Tisztelt …..!

Varga Ágnes vagyok (gyógypedagógus, zeneterapeuta, ELTE-BGGYK tanársegéd), az ELTE Neveléstudományi Doktori Iskola Gyógypedagógiai Programjának másodéves doktorandusza. Kutatási témám a zenei tevékenységek hatása a kognitív kontroll folyamatokra.
A zeneterápia önálló tudományterület, amelynek határtudományai a pszichológia, a gyógypedagógia, a zenetudomány és az orvostudomány. Az alkalmazott zeneterápia ernyőfogalma alá tartoznak azok a prevenciós, gyógyító, fejlesztő, habilitáló és rehabilitáló módszerek, amelyek a zenét és a zene elemeit (hang, ritmus, dallam, harmónia) eszközként alkalmazzák egy célirányos, tervezett folyamatban. A zeneterápia során a résztvevők részéről nincs szükség zenei és hangszeres ismeretekre. A csoporttagok a zeneterapeuta által a terápiás cél ismeretében tudatosan összeállított zenés tevékenységekkel, oldott hangulatban, nem teljesítményorientált szemléletben játszanak a zenével és elemeivel.
A kognitív kontroll folyamatok a célirányos viselkedés szabályozásáért felelősek. E folyamatok minősége nagy mértékben hozzájárul az önállóan gondolkodó, kreatív, rugalmas, együttműködésre képes, vállalkozó szellemű személyiség kibontakozásához, így a téma felkeltette a pedagógia alkalmazott és kutatási területének érdeklődését és a gyógypedagógiában is fokozott figyelmet nyert.
A kognitív kontroll célzott feladatokkal, gyakorlással fejleszthető, amihez a zeneterápia újszerű, költségkímélő, széles körben alkalmazható és hatékony eszközrendszert kínálhat. Kutatásom célja ennek alátámasztása, ezért 2019. februárjától két, kutatással kísért zeneterápiás csoportot szeretnék indítani, ezek egyikét az Önök intézményében: egyet az ELTE BGGYK nem zenélő hallgatóiból, és egyet a Kőbányai Zenei Stúdió Művészeti Szakképző Iskolájának aktívan zenélő hallgatóiból. A zeneterápiás fejlesztés előtt és után, három alkalommal kognitív kontroll feladatokat veszek fel. A folyamat tanulságaiból doktori disszertáció készül.
A kutatásban önkéntesen vesznek részt a jelentkezők, akik számára a részvétel hozadéka egy új módszer saját élményű megtapasztalása és a kutatás végén a zeneterápiás játékgyűjtemény és tematika készhez kapása. Munkám során a résztvevők személyazonosságát és a kutatás során birtokomba jutott információkat és adatokat a kutatásetikai irányelveknek megfelelően bizalmasan kezelem.

Kérem, hogy amennyiben támogatni tudja kutatásom célkitűzéseinek megvalósítását, jelezze felém.
Köszönettel:

Varga Ágnes
vvagnes@gmail.com
0620/77-14-361

Budapest, 2018……

1.2. Intézményi befogadó nyilatkozat 1.

(A Kőbányai Zenei Stúdió Művészeti Szakképző Iskolája)

BEFOGADÓ NYILATKOZAT

A *Kőbányai Zenei Stúdió Művészeti Szakképző Iskolájának* igazgatójaként ezúton hozzájárulok,

hogy *Varga Ágnes*, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Tudományos és Kutatásetikai Bizottságához benyújtott,

(etikai engedélyszám: ……) kutatását

'A Zeneterápia hatása a kognitív kontroll folyamatokra' nevezett témában intézményünkben és intézményünk hallgatóival végezze.

Budapest, 2018……

……

Kovácsikné Falvay Edit

Igazgató

1.3. Intézményi befogadó nyilatkozat 2.

(ELTE-BGGYK)

BEFOGADÓ NYILATKOZAT

Az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Karának dékánjaként ezúton hozzájárulok,

hogy *Varga Ágnes*, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Tudományos és Kutatásetikai Bizottságához benyújtott,

(etikai engedélyszám: ……) kutatását

'A zenei tevékenységek hatása a kognitív kontroll folyamatokra' nevezett témában intézményünkben és intézményünk hallgatóival végezze.

Budapest, 2018……

……

dr. Zászkaliczky Péter

Dékán

1.4. Beleegyező nyilatkozat résztvevőknek – nem zenélő csoport

BELEEGYEZŐ NYILATKOZAT

Alulírott…… (név) hozzájárulok ahhoz, hogy részt vegyek Varga Ágnes (az ELTE PPK Neveléstudományi Doktori Iskola Gyógypedagógiai Programjának hallgatója) *'A zenei tevékenységek hatása a kognitív kontroll folyamatokra'* megnevezésű doktori kutatásában.

Hozzájárulok ahhoz, hogy a kutatás során rögzített adataimat a kutatásetikai elveknek és a gyógypedagógusi etikai kódex szabályainak megfelelően, név nélkül, kutatási célra felhasználják.

Tudomásul veszem, hogy a kutatás alatt és a kutatást követően, összeférhetetlenségi okokból nem vehetem fel a kutatásvezető (Varga Ágnes) által meghirdetett kurzusokat és nem írok szakdolgozatot a vezetésével.

A kutatással kapcsolatosan részletes tájékoztatásban részesültem, kérdéseket tehettem fel. A kutatásvezető biztosított a felől, hogy a kutatás folyamán bármikor bármilyen negatív következmény és magyarázat nélkül meggondolhatom magam és a részvételt abbahagyhatom, és hogy a kutatás során bármikor kérdezhetek.

A kutatás időpontja: 2019.……
A kutatás helye: ELTE-BGGYK, 1097 Budapest, Ecseri u. 3.

Dátum: Budapest, ……..……..

……..

Aláírás

1.5. Beleegyező nyilatkozat résztvevőknek – zenélő csoport

BELEEGYEZŐ NYILATKOZAT

Alulírott…… (név) hozzájárulok ahhoz, hogy részt vegyek Varga Ágnes (az ELTE PPK Neveléstudományi Doktori Iskola Gyógypedagógiai Programjának hallgatója) ”*A zenei tevékenységek hatása a kognitív kontroll folyamatokra*” megnevezésű doktori kutatásában.

Hozzájárulok ahhoz, hogy a kutatás során rögzített adataimat a kutatásetikai elveknek és a gyógypedagógusi etikai kódex szabályainak megfelelően, név nélkül, kutatási célra felhasználják.

A kutatással kapcsolatosan részletes tájékoztatásban részesültem, kérdéseket tehettem fel. A kutatásvezető biztosított a felől, hogy a kutatás folyamán bármikor bármilyen negatív következmény és magyarázat nélkül meggondolhatom magam és a részvételt abbahagyhatom, és hogy a kutatás során bármikor kérdezhetek.

A kutatás időpontja: 2019……
A kutatás helye: ELTE-BGGYK, 1097 Budapest, Ecseri u. 3.

Dátum: Budapest, ……..……..

……..
Aláírás

1.6. Beleegyező nyilatkozat kutatási asszisztenseknek

BELEEGYEZŐ NYILATKOZAT

Alulírott…… (név) hozzájárulok ahhoz, hogy részt vegyek Varga Ágnes (az ELTE PPK Neveléstudományi Doktori Iskola Gyógypedagógiai Programjának hallgatója) ”*A zenei tevékenységek hatása a kognitív kontroll folyamatokra*” megnevezésű doktori kutatásában.

Tudomásul veszem, hogy a kutatás alatt és a kutatást követően, összeférhetetlenségi okokból nem vehetem fel a kutatásvezető (Varga Ágnes) által meghirdetett kurzusokat és szakdolgozatot sem írhatok a vezetésével.

A kutatással kapcsolatosan részletes tájékoztatásban részesültem, kérdéseket tehettem fel.

A kutatás időpontja: 2019……
A kutatás helye: ELTE-BGGYK, 1097 Budapest, Ecseri u. 3.

Dátum: Budapest, ……..……..

……..
Aláírás

1.7. Titoktartási és együttműködési nyilatkozat (szakemberek, segítők)

TITOKTARTÁSI ÉS EGYÜTTMŰKÖDÉSI NYILATKOZAT

Alulírott ……. (születési hely és idő: ……) jogi felelősségem tudatában kijelentem, hogy a *'Zenei tevékenységek hatása kognitív kontroll folyamatokra'* című, …….. etikai engedélyszámú, az ELTE-BGGYK-n folyó kutatáshoz kapcsolódóan tudomásomra jutott személyes és szakmai jellegű adatokat és egyéb információkat szigorúan bizalmasan kezelem, ilyen adatokat harmadik félnek semmilyen módon vagy formában nem adok át.

Nyilatkozom továbbá, hogy hasonló témájú kutatási projektben semmilyen formában nem veszek részt.

Kijelentem, hogy a vizsgálatokban való részvételem során használt eszközök és hangszerek pontos ismeretével rendelkezem, azokat rendeltetésszerűen használom, s felelősséget vállalok értük. A hangszerraktár működési rendjéről tájékoztatást kaptam, azt megismertem, s magamra vonatkozóan kötelezőnek tekintem.

Helyszín, időpont

1.8. A felhívó plakát grafikai terve

1.9. A honlap menüpontjai és grafikai terve

www.zenetere.hu

Zenetere főoldal | programról | mikor, hol? | miért zene? | feltételek | kapcsolat

Fókuszban a kognitív kontroll funkciók

Intenzív, 4 hetes kísérleti csoport indul
(heti 3x másfél óra).

Önkéntes jelentkezőket várunk, egy új módszert tesztelő kutatáshoz. Próbáld ki, fejlődj te is, és alkalmazd a tanultakat! A résztvevők a kutatás végén megkapják a módszer játékgyűjteményét és tematikáját. A részvétel ingyenes.

Hangszertudás nem szükséges.

Nyílt alkalmak

kérdezz-felelek, kipróbálás

2019. január 16 és 17-én 16.00-tól 17.00 óráig
a B/401 teremben.

Zenés foglalkozások

2019. február 12-től március 10-ig tartanak. A résztvevők szűrése és a bemeneti tesztek felvétele a foglalkozások előtti héten történik, előre egyeztetett időpontokban.
A kimeneti tesztek a foglalkozások utáni héten és hat héttel később kerülnek megszervezésre.

Kutatásvezető

Varga Ágnes
zeneterapeuta,
gyógypedagógus,
tanársegéd

Jelentkezem

1.10. Tájékoztató szöveg e-mail-be, leaflet-re, honlapra érdeklődőknek

Kognitív kontroll fejlesztése zenei tréninggel

A ***zeneterápia*** önálló tudományterület, amelynek határtudományai a pszichológia, a gyógypedagógia, a zenetudomány és az orvostudomány. Az alkalmazott zeneterápia ernyőfogalma alá tartoznak azok a prevenciós, gyógyító, fejlesztő, habilitáló és rehabilitáló módszerek, amelyek a zenét és a zene elemeit (hang, ritmus, dallam, harmónia) eszközként alkalmazzák egy célirányos, tervezett folyamatban. A zeneterápia során a résztvevők részéről nincs szükség zenei és hangszeres ismeretekre. A csoporttagok a zeneterapeuta által a terápiás cél ismeretében tudatosan összeállított zenés tevékenységekkel, oldott hangulatban, nem teljesítményorientált szemléletben játszanak a zenével és elemeivel.

A ***kognitív kontroll folyamatok*** a célirányos viselkedés szabályozásáért felelősek. E folyamatok minősége nagy mértékben hozzájárul az önállóan gondolkodó, kreatív, rugalmas, együttműködésre képes, vállalkozó szellemű személyiség kibontakozásához, így a téma felkeltette a pedagógia alkalmazott és kutatási területének érdeklődését és a gyógypedagógiában is fokozott figyelmet nyert.

A kognitív kontroll célzott feladatokkal, gyakorlással fejleszthető, amihez a zeneterápia újszerű, költségkímélő, széles körben alkalmazható és hatékony eszközrendszert kínálhat. ***Jelen kutatás célja ennek alátámasztása***, aminek érdekében ***2019. februárjától*** két, kutatással kísért zeneterápiás csoportot szeretnénk indítani: egyet az ELTE BGGYK nem zenélő hallgatóiból, és egyet a Kőbányai Zenei Stúdió Művészeti Szakképző Iskolájának aktívan zenélő hallgatóiból. A zeneterápiás fejlesztés előtt és után, három alkalommal kognitív kontroll feladatoket veszünk fel. A folyamat tanulságaiból doktori disszertáció készül.

A kutatásban önkéntesen vesznek részt a jelentkezők, akik számára részvétel hozadéka ***egy új módszer saját élményű megtapasztalása*** és a kutatás végén a ***zenei tréning játékgyűjtemény*** és tematika készhez kapása. A résztvevők személyazonosságát valamint a kutatás során birtokunkba jutott információkat és adatokat a kutatásetikai irányelveknek megfelelően bizalmasan kezeljük. A kutatás vizsgálati csoportjaiba való bekerülés feltétele a kutatást megelőző szűrővizsgálatokon való részvétel (hallásvizsgálat, valamint szabadidő tevékenységeket, kétnyelvűséget és szocioökonómiai hátteret vizsgáló feladatok).

A részvételhez hangszeres vagy zenei ismeretek nem szükségesek.

Információk:

Csoportlétszám: 12 fő

Nyílt órák: január 16-án és 17-én 16.00-tól 17.00 óráig

Foglalkozások időtartama: 90 perc

Időpont: hetente 3-szor, délután, előre egyeztetett napokon.

Jelentkezők hallásszűrése, egyéb szűrő kérdőívek: 2019. január 1-től január 30-ig

Kiválasztott csoporttagok bemeneti feladatjeinek lebonyolítása:

a. BGGYK „nem zenélő” csoport: 2019. február 4. - február 11.

b. KÖSZI „zenélő csoport”: 2019. március 11. - 18.

Zeneterápiás foglalkozások:

c. BGGYK „nem zenélő” csoport: 2019. február 12. - 2019. március 10.

d. KÖSZI „zenélő csoport”: 2019. március 19. - április 12.

Kimeneti feladatok felvétele:

e. BGGYK „nem zenélő” csoport: 2019. március 11, 12, 13.

f. KÖSZI „zenélő csoport”: 2019. április 15,16,17.

Hosszú távú hatást mérő kimeneti feladatok felvétele (6 héttel később)

g. BGGYK „nem zenélő” csoport: 2019. április 23.24.25.

h. KÖSZI „zenélő csoport”: 2019. május 27.28.29.

A kutatással kapcsolatosan további információk találhatók a www.zenetere.hu weboldalon, valamint kutatásvezetőtől személyesen a zenetere@gmail.com e-mail címen.

1.11. A kutatási asszisztenseknek és segítőknek szóló tájékoztató

Tisztelt/Kedves …..! (szakember, kolléga, segítő neve)
Köszönöm, hogy érdeklődik az általam vezetett kutatásban való önkéntes segédkezés iránt. Az alábbiakban szeretnék röviden bemutatkozni, majd ismertetni a tervezett kutatás célját, fogalmi rendszerét, felépítését, ütemezését –és legfőként azt, hogy milyen szereppel és kötelezettséggel jár a kutatásban való segítés.
Varga Ágnes vagyok (gyógypedagógus, zeneterapeuta, ELTE-BGGYK tanársegéd), az ELTE Neveléstudományi Doktori Iskola Gyógypedagógiai Programjának másodéves doktorandusza. Kutatási témám *a zeneterápia hatása a kognitív kontroll folyamatokra*.
A *zeneterápia* önálló tudományterület, amelynek határtudományai a pszichológia, a gyógypedagógia, a zenetudomány és az orvostudomány. Az alkalmazott zeneterápia ernyőfogalma alá tartoznak azok a prevenciós, gyógyító, fejlesztő, habilitáló és rehabilitáló módszerek, amelyek a zenét és a zene elemeit (hang, ritmus, dallam, harmónia) eszközként alkalmazzák egy célirányos, tervezett folyamatban. A zeneterápia során a résztvevők részéről nincs szükség zenei és hangszeres ismeretekre. A csoporttagok a zeneterapeuta által a terápiás cél ismeretében tudatosan összeállított zenés tevékenységekkel, oldott hangulatban, nem teljesítményorientált szemléletben játszanak a zenével és elemeivel.
A *kognitív kontroll folyamatok* a célirányos viselkedés szabályozásáért felelősek. E folyamatok minősége nagy mértékben hozzájárul az önállóan gondolkodó, kreatív, rugalmas, együttműködésre képes, vállalkozó szellemű személyiség kibontakozásához, így a téma felkeltette a pedagógia alkalmazott és kutatási területének érdeklődését és a gyógypedagógiában is fokozott figyelmet nyert.
A *kognitív kontroll célzott feladatokkal, gyakorlással fejleszthető*, amihez a zeneterápia újszerű, költségkímélő, széles körben alkalmazható és hatékony eszközrendszert kínálhat. *Kutatásom célja* ennek alátámasztása, ezért 2019. februárjától két, kutatással kísért zeneterápiás csoportot szeretnék indítani: egyet az ELTE BGGYK nem zenélő hallgatóiból, és egyet a Kőbányai Zenei Stúdió Művészeti Szakképző Iskolájának aktívan zenélő hallgatóiból. A zeneterápiás fejlesztés előtt és után, három alkalommal kognitív kontroll feladatokat veszek fel. A folyamat tanulságaiból doktori disszertáció készül.
A kutatásban önkéntesen vesznek részt a jelentkezők, akik számára a részvétel hozadéka egy új módszer saját élményű megtapasztalása és a kutatás végén a zeneterápiás játékgyűjtemény és tematika készhez kapása.
Szintén önkéntesen vesznek részt a kutatásban a *szakemberek és segítők*, akik erre a szerepkörre időben felkészítésre kerülnek személyesen, előre egyeztetett időpontban vagy időpontokban. A segítők és szakemberek részéről tehát szükségünk lesz a vizsgálatok megkezdése előtt egy-három alkalommal találkozni, hogy a pontos teendőket és azok módját megbeszéljük, és lehetőség nyíljon a kutatásvezetőtől való közvetlen kérdezésre. Fontos tudni azt is, hogy a kutatásban való segédkezés bármikor, indoklás nélkül megszakítható. A segítők és szakemberek a kutatás megkezdése előtt titoktartási nyilatkozatot írnak alá, valamint arról is nyilatkoznak, hogy a kutatás alatt

és a kutatást követően, összeférhetetlenségi okokból nem vehetik fel a kutatásvezető (Varga Ágnes) által meghirdetett kurzusokat, és szakdolgozatot sem írhatnak a vezetésével.
A szakemberek és segítők jelen tájékoztató mellett szóban is részletes tájékoztatásban részesülnek a kutatás részleteiről és kérdéseket tehetnek fel.

Információk:

Csoportlétszám: 12 fő
Nyílt órák: január 16-án és 17-én 16.00-tól 17.00 óráig
Foglalkozások időtartama: 90 perc
Időpont: hetente 3-szor, délután, előre egyeztetett napokon.
Jelentkezők hallásszűrése, egyéb szűrő kérdőívek: 2019. január 1-től január 30-ig
Kiválasztott csoporttagok bemeneti tesztelésének lebonyolítása:

a. BGGYK „nem zenélő” csoport: 2019. február 4. - február 11.
b. KÖSZI „zenélő csoport”: 2019. március 11. - 18.

Zeneterápiás foglalkozások:

c. BGGYK „nem zenélő” csoport: 2019. február 12. - 2019. március 10.
d. KÖSZI „zenélő csoport”: 2019. március 19. - április 12.

Kimeneti feladatok felvétele:

e. BGGYK „nem zenélő” csoport: 2019. március 11, 12, 13.
f. KÖSZI „zenélő csoport”: 2019. április 15,16,17.

Hosszú távú hatást mérő kimeneti feladatok felvétele (6 héttel később)

g. BGGYK „nem zenélő” csoport: 2019. április 23.24.25.
h. KÖSZI „zenélő csoport”: 2019. május 27.28.29.

A kutatással kapcsolatosan további információk találhatók a www.zenetere.hu weboldalon, valamint kutatásvezetőtől személyesen a zenetere@gmail.com e-mail címen.

1.12. A kognitív kontroll feladatok instrukciói

1. MS Cue Task

Helyezd magad kényelembe, az ujjaid legyenek a nyomógombokon. Figyelj nagyon. A válaszaidnál mérjük a reakcióidőt és a válasz helyességét, tehát törekedj a jó válaszadásra úgy, hogy az idő is számít.

1. Minden próba elején 3 absztrakt figurát fogsz látni a képernyő különböző pontjain.
2. Ezt követően üres lesz a képernyő egy rövid ideig.
3. Ezután megjelenik egy négyzet a képernyőn, ami annak a figurának a helyét mutatja az előbbiekből, amelyikre emlékezned kell majd.
4. Ismét üres lesz a képernyő.
5. Megjelenik egy absztrakt figura a korábbi négyzet helyén. El kell döntened, hogy ez megegyezik azzal a figurával, ami a kezdőképernyőn volt ott, vagy nem.
6. Nyomd a zöld gombot, ha igen (azaz azonos), és piros gombot, ha nem (azaz más).
7. Az első blokk egy gyakorlósor. Ha ezt szeretnéd átugrani, akkor a T gombot nyomd. A Space gomb lenyomásával tudsz kezdeni.

2. Baseline

Helyezd magad kényelembe, az ujjaid legyenek a nyomógombokon. Figyelj nagyon. A válaszaidnál mérjük a reakcióidőt és a válasz helyességét, tehát törekedj a jó válaszadásra úgy, hogy az idő is számít.

1. Minden próba elején 3 absztrakt figurát fogsz látni a képernyő különböző pontjain.
2. Ezt követően üres lesz a képernyő egy rövid ideig.
3. Ezután megjelenik egy absztrakt figura a képernyőn. El kell döntened, hogy ez megegyezik valamelyik figurával a háromból, vagy nem.
4. Nyomd a zöld gombot, ha igen (azaz azonos valamelyikkel), és piros gombot, ha nem (azaz más).
5. Az első blokk egy gyakorlósor. Ha ezt szeretnéd átugrani, akkor a T gombot nyomd. A Space gomb lenyomásával tudsz kezdeni.

3. Verbális N-back

Helyezd magad kényelembe, az ujjaid legyenek a nyomógombokon. Figyelj nagyon. A válaszaidnál mérjük a reakcióidőt és a válasz helyességét, tehát törekedj a jó válaszadásra úgy, hogy az idő is számít.

1. A próba során betűk fognak megjelenni a képernyőn, folyamatosan, szabályos időközönként.
6. Neked azt kell eldöntened, hogy az éppen látott betű azonos, vagy különbözik az N számmal ezelőtt látottól *(értelemszerűen N-t behelyettesítem az aktuális értékre).*
7. Nyomd a zöld gombot, ha igen (azaz azonos), és piros gombot, ha nem (azaz más).
8. Az első blokk egy gyakorlósor. Ha ezt szeretnéd átugrani, akkor a T gombot nyomd. A Space gomb lenyomásával tudsz kezdeni.

4. Absztrakt figurális N-back

Helyezd magad kényelembe, az ujjaid legyenek a nyomógombokon. Figyelj nagyon. A válaszaidnál mérjük a reakcióidőt és a válasz helyességét, tehát törekedj a jó válaszadásra úgy, hogy az idő is számít.

1. A próba során absztrakt figurák fognak megjelenni a képernyőn, folyamatosan, szabályos időközönként.
2. Neked azt kell eldöntened, hogy az éppen látott forma azonos, vagy különbözik az N számmal ezelőtt látottól *(értelemszerűen N-t behelyettesítem az aktuális értékre).*
3. Nyomd a zöld gombot, ha igen (azaz azonos), és piros gombot, ha nem (azaz más).
4. Az első blokk egy gyakorlósor. Ha ezt szeretnéd átugrani, akkor a T gombot nyomd. A Space gomb lenyomásával tudsz kezdeni.

5. Hangmagasság N-back

Helyezd magad kényelembe, az ujjaid legyenek a nyomógombokon. Figyelj nagyon. A válaszaidnál mérjük a reakcióidőt és a válasz helyességét, tehát törekedj a jó válaszadásra úgy, hogy az idő is számít.

1. A próba során különböző hangmagasságú hangokat fogsz hallani folyamatosan, de a következő hang ebben a próbában mindig a gombnyomásod után kezdődik. Fontos lenne viszont, hogy lehetőleg gyorsan reagálj, mert a túl lassú válaszokat az elemzéskor figyelmen kívül kell hagynunk.
2. Neked azt kell eldöntened, hogy az éppen hallott hangmagasság azonos, vagy különbözik az N számmal ezelőtt hallottól *(értelemszerűen N-t behelyettesítem az aktuális értékre).*
3. Nyomd a zöld gombot, ha igen (azaz azonos), és piros gombot, ha nem (azaz más).
4. Az első blokk egy gyakorlósor. A vizsgálatot utána én indítom el. A Space gomb lenyomásával tudsz kezdeni.

6. Hangszín N-back

Helyezd magad kényelembe, az ujjaid legyenek a nyomógombokon. Figyelj nagyon. A válaszaidnál mérjük a reakcióidőt és a válasz helyességét, tehát törekedj a jó válaszadásra úgy, hogy az idő is számít.

1. A próba során különböző hangszínű hangokat fogsz hallani folyamatosan, de a következő hang ebben a próbában mindig a gombnyomásod után kezdődik. Fontos lenne viszont, hogy lehetőleg gyorsan reagálj, mert a túl lassú válaszokat az elemzéskor figyelmen kívül kell hagynunk.
2. Neked azt kell eldöntened, hogy az éppen hallott hangszín azonos, vagy különbözik az N számmal ezelőtt hallottól *(értelemszerűen N-t behelyettesítem az aktuális értékre).*
3. Nyomd a zöld gombot, ha igen (azaz azonos), és piros gombot, ha nem (azaz más).
4. Az első blokk egy gyakorlósor. A vizsgálatot utána én indítom el. A Space gomb lenyomásával tudsz kezdeni.

7. Verbális kategorizációs feladatok (kellékek: két fekete és egy piros nyomógomb, 20 cm távolságra a vizsgálati személyektől)
   1. A próba egyes feladatait Te indítod a középső piros gomb megnyomásával. Ha hosszan nyomod, akkor a képernyőn mindig megjelenik majd középen egy kategóriát jelölő szó, piros keretben (pl.: jármű).
   2. A kategória szó eltűnése után a képernyő bal, vagy jobb oldalán megjelenik egy újabb szó.
   3. Amennyiben a szó jelentéstanilag BELETARTOZIK az előző kategóriába, (*pl.: autó),* akkor minél gyorsabban nyomd meg a megjelenés oldalával megegyező FEKETE nyomógombot (pl.: jobb oldali megjelenés a képernyőn = jobb oldalon elhelyezkedő fekete nyomógomb).
      Amennyiben a szó NEM tartozik a kategóriába, *pl.: macska,* (zajszó), akkor a helyes válasz a középső PIROS gomb lenyomása.
   4. **Számít tehát a válaszod gyorsasága és a reakció idő is, ezért mindkettőre törekedj kérlek.**
   5. A kísérlet egy gyakorlósorral kezdődik.

8. Figyelmi feladatok

„A"

1. A próba egyes feladatait Te indítod a középső piros gomb megnyomásával. Ha hosszan nyomod, akkor a képernyőn mindig megjelenik majd középen egy piros kör egy rövid ideig.
2. Ezt követően megjelenik egy zöld kör a képernyő valamelyik oldalán.
3. Amint érzékeled a zöld kört, nyomd meg a megjelenés oldalával megegyező fekete nyomógombot (pl.: jobb oldali megjelenés a képernyőn = jobb oldalon elhelyezkedő fekete nyomógomb).
   Fontos a gyorsaság és a helyes válasz, ezért mindkettőre törekedj kérlek!

„B"

1. A próba egyes feladatait Te indítod a középső piros gomb megnyomásával. Ha hosszan nyomod, akkor a képernyőn mindig megjelenik majd középen egy piros kör egy rövid ideig.
2. Ezt követően megjelenik egy zöld és egy kék kör a képernyő valamelyik oldalán.
3. Amint érzékeled a zöld kört, nyomd meg a megjelenés oldalával megegyező fekete nyomógombot (pl.: jobb oldali megjelenés a képernyőn = jobb oldalon elhelyezkedő fekete nyomógomb). – függetlenül attól, hogy kék kör éppen hol helyezkedik el. **Te csak a zöld körre figyelj!**
   Fontos a gyorsaság és a helyes válasz, ezért mindkettőre törekedj kérlek!

„C"

1. A próba egyes feladatait Te indítod a középső piros gomb megnyomásával. Ha hosszan nyomod, akkor a képernyőn mindig megjelenik majd középen egy piros kör egy rövid ideig.
2. Ezt követően megjelenik egy zöld kör vagy egy kék kör a képernyő valamelyik oldalán.
3. Ha a zöld kör jelenik meg, akkor amint érzékeled a zöld kört, nyomd meg a megjelenés oldalával megegyező fekete nyomógombot (pl.: jobb oldali megjelenés a képernyőn = jobb oldalon elhelyezkedő fekete nyomógomb).
   Ha a kék kör jelenik meg, akkor nyomd a piros gombot.
   Fontos a gyorsaság és a helyes válasz, ezért mindkettőre törekedj kérlek!

1.13. A zenélő csoport hangszertanulási adatai

Zenei tapasztalat:

Korábban tanult hangszer típusa	Résztvevők száma
Cselló	3
Basszusgitár	2
Hegedű	3
Gitár	4
Furulya	6
Fuvola	1
Zongora	7
Klarinét	1
Szaxofon	2
Ütősök	2
Harmonika	1

Jelenlegi hangszerek:

Jelenleg tanult hangszer típusa	Résztvevők száma
basszusgitár, dob	1
cselló, ének	1
dob	1
dob, ütősök	1
furulya, fuvola	1
gitár	5
harmonika, néha zongi	1
hegedű	2
hegedű, ének	1
szaxofon	1
szintetizátor	1
zongora, billentyű	1
zongora, szintetizátor	2

1.14. Kérdőív szűréshez

Kedves Érdeklődő! Kérjük, segítse munkánkat az alábbi kérdőív kitöltésével! A részvétel önkéntes, válaszait és adatait bizalmasan kezeljük, harmadik személynek nem adjuk ki. A kérdőívnek nem célja a minősítés, nincsenek „jó" vagy „rossz" válaszok, pusztán minél többet szeretnénk megtudni az Érdeklődőkről a hatékony kutatás érdekében. Köszönjük!

1. *Név:* ……
2. *Születési év:* ……
3. *Születési hely:* …….
4. *Neme* ……
5. *Állampolgárság:* ……
6. *Beszélt nyelvek:* …… *(kérjük megnevezni)*
7. *Beszélt nyelv szintje: (kérjük a megfelelőt aláhúzni)*
    1. *nyelv: társalgási, középfokú, felsőfokú, anyanyelvi*
    2. *nyelv: társalgási, középfokú, felsőfokú, anyanyelvi*
8. *Szülők állampolgársága:* ……
9. *Anyja legmagasabb végzettsége:* ……
10. *Apja legmagasabb végzettsége:* ……

11. *Kérjük, húzza alá azokat a szabadidő tevékenységeket, amelyeket jelenleg <u>rendszeresen</u> (heti legalább 3 óra időtartamban) végez:*
    a. *úszás*
    b. *futás*
    c. *tradicionális küzdő sportok (pl.: judo, karate, stb…)*
    d. *fallabda*
    e. *aerobic*
    f. *számítógépes játékok*
    g. *jóga*
    h. *telefonos játékok*
    i. *tollasozás*
    j. *zenetanulás*

k. *balett*

12. *Kérjük, írja be a fenti listából azokat, amelyekkel korábban rendszeresen foglalkozott.*

    ……

    …

13. *Ha van ilyen, akkor kérjük, válaszoljon a következőkre:*

    a. *Hány évesen kezdte?*

    ……..

    b. *Meddig foglalkozott vele?*

    ……..

    c. *heti kb. hány órában űzte?*

    ……..

    d. *ha zenélni tanult, akkor ilyen hangszere(k)en?*

    ……..

14. *A szülők és nagyszülők között van-e olyan, aki nem magyar ajkú? (aláhúzással jelölje) igen nem*

15. *Ha igen, van ilyen, akkor kommunikál-e vele Ön rendszeresen nem magyarul? (aláhúzással jelölje) igen nem*

16. *Ha igen, akkor hány éves korában kezdett ezen a másik nyelven kommunikálni? (aláhúzással jelölje) igen nem*

17. *Melyik az Ön által legmagasabb szinten beszélt második nyelv?*

    a. *második nyelv típusa: ……..*

    b. *második nyelv szintje: ……..*

18. *Milyen gyakran játszik számtógépes vagy telefonos játékon? (hetente hányszor? ……*

19. *Mennyi időt tölt el naponta számítógépes vagy telefonos játékokkal? (hány percet?) ……*

20. *Jobb, bal, vagy kétkezes? Ha tevékenységhez kötött, kérjük fejtse ki!*

    ……..

21. *Melyik a kedvenc sportja? ……..*

22. *Jelenleg mit sportol rendszeresen? ……..*

23. *Mennyi időt sportol egy héten? …….. (óra)*

24. *Játszik valamilyen hangszeren? ……..*
25. *Milyen hangszeren játszik? ……..*
26. *Heti hány órát gyakorol/játszik? ……..*
27. *Heti hányszor jár tanárhoz? ……*
28. *Ha igen, hány éves korában kezdett el zenélni? ……..*
29. *Heti hány alkalommal járt tanárhoz a tanulmányai során?.....*
30. *Heti hány órát gyakorolt a tanulmányai során? (ehhez külön táblázatot kap, kérjük karikázza be az évek mellett az óraszámot).*
31. *Szeret zenélni? (Kérjük aláhúzni) IGEN NEM*
32. *Van olyan hang, hangszer, zene, ami nem esik jól Önnek? (Kérjük aláhúzni)*

    IGEN NEM
33. *Ha igen, akkor melyik az / melyek azok? ……*
34. *Volt-e valaha epilepsziás rohama? (Kérjük aláhúzni) IGEN NEM*
35. *Van-e olyan hangszer, amin jelenleg legalább heti 6 órát gyakorol? (Kérjük aláhúzni) IGEN NEM*
36. *Ha igen, akkor melyik hangszer az? ……..*
37. *Mit vár a Zene Tere Programtól?*

    ……

    ……
38. *Ha van esetleg bármi, amitől tart a program során és szívesen megosztaná velünk, akkor kérjük, írja le!*

    ……

    ……

    ……

Köszönjük!

1.15. A zenei percepciós feladatok instrukciói

2. Dallamemlékezés

- A hangemlékezés feladatban 25 pár hangsort fogsz hallani. A párok egy része megegyező tagokból áll, egy része viszont különbözőkből. Egyesével fogod hallani őket és el kell döntened, hogy a párok tagjai **A**ZONOSAK vagy **K**ÜLÖNBÖZŐEK.
- Jelöld **A**-val a táblázatban, ha azonosak, és **K**-val, ha különbözőek a tagok.
- Jegyezd meg: **A** ha azonos és **K** ha különböző!

3. Hangszín megkülönböztetés

- Ebben a feladatban 30 pár hangsort fogsz hallani. Némelyik pár tagjait ugyanaz a hangszer játssza, némelyiket pedig két különböző hangszer. Egyesével fogod hallani őket és el kell döntened, hogy a párok tagjai **A**ZONOSAK vagy **K**ÜLÖNBÖZŐEK.
- Jelöld **A**-val a táblázatban, ha azonosak, és **K**-val, ha különbözőek a tagok hangszínei.
- Jegyezd meg: **A** ha azonos és **K** ha különböző!

4. Hangerő megkülönböztetés

- Ebben feladatban 30 pár hangot vagy harmóniát fogsz hallani, amik a hangerejükben különböznek. A párok második eleme vagy hangosabb vagy halkabb, mint az első.
- Egyesével fogod hallani őket és el kell döntened, hogy a második elem **E**RŐSEBBEN vagy **GY**ENGÉBBEN szól.
- Jelöld **E**-vel a táblázatban, ha **E**RŐSEBBEN, és **GY**-vel, ha **GY**ENGÉBBEN szól a második tag.
- Jegyezd meg: **E** ha erősebb és **GY** ha gyengébb!

5. Hangsor befejezés

- Ebben a feladatban 30db négy hangból álló befejezetlen hangsort fogsz hallani. Mindegyik sor végéről hiányzik egy hang, amit neked kell oda képzelni: vagy az utolsó hang fölé, vagy az utolsó hang alá. Egyesével fogod hallani a hangsorokat és el kell döntened, az utolsó hang **F**ÖLÉ vagy **A**LÁ tennéd az ötödik hangot.
- Jelöld **F**-el a táblázatban, ha FÖLÉ, és **A**-val, ha alá tennéd a negyedik hang után az utolsót. Jegyezd meg**: F** ha fölé és **A** ha alá!

6. Hanghosszúság megkülönböztetés

- Ebben a feladatban 25 db, 3 hangból álló részletet fogsz hallani. Némelyik részlet 3 egyforma hosszúságú hangból áll, némelyiknél a középső, a második hang hosszabb, mint a többi. Egyesével fogod hallani őket és el kell döntened, hogy a középső hang **A**ZONOS vagy **K**ÜLÖNBÖZŐ hosszúságú, mint az első és a harmadik hang.
- Jelöld **A**-val a táblázatban, ha azonos, és **K**-val, ha különböző a második hang, mint a többi.
- Jegyezd meg: **A** ha azonos és **K** ha különböző!

7. Ritmus megkülönböztetés

- Ebben a feladatban 25 db, két ritmusrészletből álló párt fogsz hallani. Némelyik pár egyforma tagokból áll, némelyik különbözőkből. Egyesével fogod hallani őket és el kell döntened, hogy **A**ZONOSAK vagy **K**ÜLÖNBÖZŐEK a pár elemei.
- Jelöld **A**-val a táblázatban, ha azonos, és **K**-val, ha különböző a kettő.
- Jegyezd meg**: A** ha azonos és **K** ha különböző!

8. Hangmagasság megkülönböztetés

- Ebben a feladatban 40 db hangot fogsz hallani. Némelyik hangnak nem változik a magassága, némelyiknek viszont igen. Egyesével fogod hallani őket és el kell döntened, hogy AZONOS vagy **V**ÁLTOZIK a hang magassága. Jelöld **A**-val a táblázatban, ha azonos, és **V**-vel, ha változik közben a hang magassága, amit hallasz.
- Jegyezd meg: **A** ha azonos és **V** ha változik!

1.16. Mintavételi sorrendek

1.

Figyelmi feladat FF-A
Figyelmi feladat FF-B
Figyelmi feladat FF-C
KFP Baseline
KFP Cue
Verbális 1-back
Verbális 2-back
Verbális 3-back
Audio hangszín 2-back
Audio hangszín 3-back
Absztrakt figurális 1-back
Absztrakt figurális 2-back
Absztrakt figurális 3-back
Audio hangmagasság 2-back
Audio hangmagasság 3-back
Állathangos interferencia feladat
Verbális kategorizációs feladat VK-0
Verbális kategorizációs feladat VK-P

2.

Figyelmi feladat FF-A
Figyelmi feladat FF-B
Figyelmi feladat FF-C
Audio hangszín 2-back
Audio hangszín 3-back
Verbális kategorizációs feladat VK-0
Verbális kategorizációs feladat VK-P
Verbális 1-back
Verbális 2-back
Verbális 3-back
Állathangos interferencia feladat
KFP Baseline
KFP Cue
Audio hangmagasság 2-back
Audio hangmagasság 3-back
Absztrakt figurális 1-back
Absztrakt figurális 2-back
Absztrakt figurális 3-back

3.

Figyelmi feladat FF-A
Figyelmi feladat FF-B
Figyelmi feladat FF-C
Verbális kategorizációs feladat VK-0
Verbális kategorizációs feladat VK-P
Verbális 1-back
Verbális 2-back
Verbális 3-back
Audio hangmagasság 2-back
Audio hangmagasság 3-back
KFP Baseline
KFP Cue
Absztrakt figurális 1-back
Absztrakt figurális 2-back
Absztrakt figurális 3-back
Audio hangszín 2-back
Audio hangszín 3-back
Állathangos interferencia feladat

4.

Figyelmi feladat FF-A
Figyelmi feladat FF-B
Figyelmi feladat FF-C
Absztrakt figurális 1-back
Absztrakt figurális 2-back
Absztrakt figurális 3-back
KFP Baseline
KFP Cue
Verbális kategorizációs feladat VK-0
Verbális kategorizációs feladat VK-P
Állathangos interferencia feladat
Audio hangszín 2-back
Audio hangszín 3-back
Verbális 1-back
Verbális 2-back
Verbális 3-back
Audio hangmagasság 2-back
Audio hangmagasság 3-back

5.

Figyelmi feladat FF-A
Figyelmi feladat FF-B
Figyelmi feladat FF-C
Állathangos interferencia feladat
Absztrakt figurális 1-back
Absztrakt figurális 2-back
Absztrakt figurális 3-back
Audio hangszín 2-back
Audio hangszín 3-back
Verbális 1-back
Verbális 2-back
Verbális 3-back
Audio hangmagasság 2-back
Audio hangmagasság 3-back
KFP Baseline
KFP Cue
Verbális kategorizációs feladat VK-0
Verbális kategorizációs feladat VK-P

6.

Figyelmi feladat FF-A
Figyelmi feladat FF-B
Figyelmi feladat FF-C
Audio hangmagasság 2-back
Audio hangmagasság 3-back
Állathangos interferencia feladat
Verbális kategorizációs feladat VK-0
Verbális kategorizációs feladat VK-P
Audio hangszín 2-back
Audio hangszín 3-back
Absztrakt figurális 1-back
Absztrakt figurális 2-back
Absztrakt figurális 3-back
Verbális 1-back
Verbális 2-back
Verbális 3-back
KFP Baseline
KFP Cue

1.17. ZENE-TERE visszajelző kérdőív

Ezúton is szeretnénk megköszönni a részvételed.
Az alábbiakban szeretnénk Tőled visszajelzést kérni a kutatással kapcsolatban, hogy tapasztalataidat felhasználhassuk az adatok elemzése, későbbi kutatások tervezése során.

Összességében mennyire volt Számodra érdekes a kutatásban való részvétel? Miért?

Hogyan tetszettek a foglalkozások?

Melyik volt Számodra a legérdekesebb feladat?

Volt olyan feladat, amelyben kényelmetlenül érezted Magad?

A számítógépes feladatokat mennyire érezted nehéznek?

A fizikai körülmények megfelelőek voltak a Számodra? (tréningek időpontja és időtartama, helység stb.)

Van olyan dolog, amin változtatnál?

Volt-e olyan nehezítő körülmény, amit megosztanál velünk? Ha igen, melyik feladatalkalommal?

Melyik volt számodra a legnehezebb feladat? Meg tudod fogalmazni, hogy miért?

Alkalmaztál valamilyen stratégiát az egyes feladatoknál?

Ha most indulna el ez a kutatás, javasolnád ismerőseidnek, hogy részt vegyenek benne?

Van bármi, amit még szeretnél elmondani a kutatással kapcsolatban?

Köszönjük!

2. Eredmények kiegészítő táblázatai

A mellékletben az alábbi jelöléseket használjuk a szignifikanciaszint jelölésére:

jelölés	p értéke
+	< 0,1
*	< 0,05
**	< 0,01
***	< 0,001

34. táblázat. A zenei percepciós feladatokban elért sikeres válaszok aránya a különböző adatfelvéli időpontokban

Csoport	Adatfelvétel időpontja	feladattípus	Átlag	Szórás
nem zenélők	tréning előtt	dallamemlékezés	0,567	0,0185
		hangszín megkülönböztetés	0,755	0,0157
		hangerő megkülönböztetés	0,839	0,0195
		hangsor befejezés	0,53	0,0396
		hanghosszúság megkülönböztetés	0,756	0,0387
		ritmus megkülönböztetés	0,825	0,0155
		hangmagasság megkülönböztetés	0,645	0,0316
	tréning után	dallamemlékezés	0,603	0,0219
		hangszín megkülönböztetés	0,769	0,0169
		hangerő megkülönböztetés	0,862	0,0223
		hangsor befejezés	0,531	0,0393
		hanghosszúság megkülönböztetés	0,817	0,0374
		ritmus megkülönböztetés	0,823	0,0148
		hangmagasság megkülönböztetés	0,622	0,0269
	utánkövetés	dallamemlékezés	0,573	0,0233
		hangszín megkülönböztetés	0,78	0,0177
		hangerő megkülönböztetés	0,829	0,0157
		hangsor befejezés	0,51	0,034
		hanghosszúság megkülönböztetés	0,819	0,0387

		ritmus megkülönböztetés	0,833	0,0158
		hangmagasság megkülönböztetés	0,673	0,038
zenélők	tréning előtt	dallamemlékezés	0,628	0,0215
		hangszín megkülönböztetés	0,767	0,0172
		hangerő megkülönböztetés	0,887	0,0194
		hangsor befejezés	0,527	0,0227
		hanghosszúság megkülönböztetés	0,764	0,0561
		ritmus megkülönböztetés	0,844	0,0151
		hangmagasság megkülönböztetés	0,711	0,0251
	téning után	dallamemlékezés	0,595	0,0232
		hangszín megkülönböztetés	0,768	0,0165
		hangerő megkülönböztetés	0,864	0,0197
		hangsor befejezés	0,527	0,0232
		hanghosszúság megkülönböztetés	0,723	0,054
		ritmus megkülönböztetés	0,856	0,0146
		hangmagasság megkülönböztetés	0,747	0,0192
	utánkövetés	dallamemlékezés	0,635	0,0157
		hangszín megkülönböztetés	0,774	0,0162
		hangerő megkülönböztetés	0,903	0,0192
		hangsor befejezés	0,552	0,0307
		hanghosszúság megkülönböztetés	0,749	0,0566
		ritmus megkülönböztetés	0,853	0,0152
		hangmagasság megkülönböztetés	0,716	0,0216

35. táblázat. A figyelmi feladatokban mért reakcióidő és pontosság átlaga a kutatás különböző szakaszaiban

mutató	feladattípus	csoport	tréning előtti átlag	tréning utáni átlag	utánkövetés átlag

pontosság	1A	teljes mintán	0,976	0,989	0,990
		nem zenélő	0,971	0,997	0,997
		zenélő	0,984	0,978	0,979
	1B	teljes mintán	0,972	0,959	0,948
		nem zenélő	0,955	0,953	0,942
		zenélő	1,000	0,969	0,958
	1C	teljes mintán	0,940	0,938	0,906
		nem zenélő	0,962	0,945	0,917
		zenélő	0,901	0,927	0,887
reakcióidő	1A	teljes mintán	423,4	357,2	356,6
		nem zenélő	459,3	341,5	345,0
		zenélő	365,9	382,3	375,2
	1B	teljes mintán	527,6	430,7	429,6
		nem zenélő	575,0	420,6	434,3
		zenélő	446,9	447,9	421,6
	1C	teljes mintán	608,4	548,1	509,4
		nem zenélő	626,0	523,2	515,4
		zenélő	576,9	593,0	498,5

36. táblázat. ANOVA – a csoport-hovatartozás és az időtényező hatása a figyelmi feladatok eredményeire

mutató	feladattípus	csoporthatás		időtényező hatása		interakciós hatás	
		próba értéke	szignifikancia-szint	próba értéke	szignifikancia-szint	próba értéke	szignifikancia-szint
pontosság	1A	0,858	0,372	1,1	0,3411	2,942	+0,0623
	1B	0,932	0,3458	1,709	0,2031	0,59	0,4495
	1C	1,638	0,2227	1,595	0,2179	0,58	0,4531
reakcióidő	1A	0,185	0,6708	2,517	0,1257	3,942	+0,0586
	1B	1,868	0,1841	4,059	0,1003	3,093	+0,0909

1C	0,003	0,957	3,969	+0,0569	1,679	0,2064

Megjegyzés: + $p < 0,1$.

37. táblázat. Reakcióidő és pontosság leíró statisztika feladattípusonként és csoportonként a kiinduló fázisban az N-back feladatokban

változó	feladattípus	Csoport	átlag	szórás
Reakcióidő	Hang 2back	nem zenélők	1 166,7	428,5
		zenélők	1 011,9	405,6
	Hang 3back	nem zenélők	1 148,6	548,0
		zenélők	1 046,9	390,2
	Vizuális 2back	nem zenélők	541,1	205,8
		zenélők	541,7	204,5
	Vizuális 3back	nem zenélők	539,5	219,8
		zenélők	545,6	194,2
Pontosság	Hang 2back	nem zenélők	0,783	0,174
		zenélők	0,833	0,222
	Hang 3back	nem zenélők	0,666	0,180
		zenélők	0,687	0,222
	Vizuális 2back	nem zenélők	0,816	0,217
		zenélők	0,851	0,220
	Vizuális 3back	nem zenélők	0,782	0,209
		zenélők	0,811	0,215

38. táblázat. ANOVA – eredmények az N-back teszteken a kiindulási fázisban.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	0,449	0,507	0,012
	ingertípus	90,519	< 0,001	0,71
	ingertípus X csoport	1,289	0,264	0,034
	n-érték	0,06	0,808	0,002
	n-érték X csoport	0,557	0,46	0,015
	ingertípus X n-érték	0,048	0,828	0,001
	ingertípus X n-érték X csoport	0,509	0,480	0,014
pontosság	csoporthatás	0,283	0,598	0,008

ingertípus	23,925	< 0,001	0,393
ingertípus X csoport	0,012	0,912	0,000
n-érték	83,956	< 0,001	0,694
n-érték X csoport	0,874	0,356	0,023
ingertípus X n-érték	27,099	< 0,001	0,423
ingertípus X n-érték X csoport	0,425	0,518	0,011

39. táblázat. ANOVA – diffúziós változók eredményei az N-back feladatoknál a kiindulási fázisban.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
eltérítési ráta	csoporthatás	5,824	0,021	0,143
	ingertípus	47,795	< 0,001	0,577
	ingertípus X csoport	0,127	0,723	0,004
	n-érték	35,973	< 0,001	0,507
	n-érték X csoport	0,489	0,489	0,014
	ingertípus X n-érték	0,430	0,516	0,012
	ingertípus X n-érték X csoport	0,146	0,705	0,004
döntési küszöb	csoporthatás	0,012	0,914	0,000
	ingertípus	36,791	< 0,001	0,512
	ingertípus X csoport	0,251	0,620	0,007
	n-érték	29,052	< 0,001	0,454
	n-érték X csoport	0,849	0,363	0,024
	ingertípus X n-érték	31,676	< 0,001	0,475
	ingertípus X n-érték X csoport	0,196	0,660	0,006
döntéshozatal ideje	csoporthatás	0,389	0,537	0,011
	ingertípus	10,342	0,003	0,228
	ingertípus X csoport	0,659	0,423	0,018
	n-érték	16,639	< 0,001	0,322
	n-érték X csoport	2,165	0,150	0,058

ingertípus X n-érték	25,810	< 0,001	0,424
ingertípus X n-érték X csoport	0,994	0,326	0,028

40. táblázattáblázat. ANOVA – eredmények a KFP teszteken a kiindulási fázisban.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	0,001	0,978	0,000
	teszttípus	49,846	< 0,001	0,587
	teszttípus X csoport	0,148	0,703	0,004
pontosság	csoporthatás	0,578	0,452	0,016
	teszttípus	10,466	0,003	0,230
	teszttípus X csoport	0,459	0,503	0,013

41. táblázat. ANOVA – KFP Baseline ingertípusok és csoport-hovatartozás vizsgálata a kiindulási fázisban.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	0,038	0,847	0,001
	ingertípus	0,041	0,841	0,001
	ingertípus X csoport	1,417	0,242	0,039
pontosság	csoporthatás	0,144	0,707	0,004
	ingertípus	22,979	< 0,001	0,396
	ingertípus X csoport	1,544	0,222	0,042

42. táblázat. ANOVA – KFP Cue ingertípusok és csoport-hovatartozás vizsgálata.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	0,000	0,996	0,000
	ingertípus	1,707	0,165	0,047
	ingertípus X csoport	1,679	0,171	0,046
pontosság	csoporthatás	0,811	0,374	0,023
	ingertípus	2,716	0,032	0,072
	ingertípus X csoport	1,893	0,147	0,051

43. táblázat. ANOVA – KFP Cue ingertípus-csoportok és csoport-hovatartozás vizsgálata a kiindulási fázisban.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	0,12	0,915	0,000
	ingertípus-csoport	3,545	0,068	0,092
	ingertípus-csoport X csoport	7,173	0,011	0,170

44. táblázat. táblázat. ANOVA – hiba utáni lassulás és csoport-hovatartozás vizsgálata a kiindulási fázisban.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	0,067	0,797	0,002
	ingertípus	106,313	< 0,001	0,769
	ingertípus X csoport	0,339	0,565	0,010
	n-érték	1,767	0,193	0,052
	n-érték X csoport	0,142	0,708	0,004
	pozíció	5,598	0,024	0,149
	pozíció X csoport	0,002	0,966	0,000
	ingertípus X n-érték	3,151	0,085	0,090

ingertípus X n-érték X csoport	0,007	0,933	0,000
ingertípus X pozíció	0,173	0,680	0,005
ingertípus X pozíció X csoport	0,115	0,737	0,004
n-érték X pozíció	0,216	0,645	0,007
n-érték X pozíció X csoport	0,000	0,987	0,000
ingertípus X n-érték X pozíció	1,833	0,185	0,054
ingertípus X n-érték X pozíció X csoport	0,460	0,502	0,014

45. táblázat. ANOVA – eredmények az N-back teszteken a tréning hatására.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	1,451	0,236	0,038
	ingertípus	109,396	< 0,001	0,747
	ingertípus X csoport	1,380	0,248	0,036
	n-érték	2,912	0,096	0,073
	n-érték X csoport	0,025	0,875	0,001
	mérési pont	4,831	0,034	0,115
	mérési pont X csoport	0,190	0,666	0,005
	ingertípus X n-érték	2,094	0,156	0,054
	ingertípus X n-érték X csoport	0,000	0,988	0,000
	ingertípus X mérési pont	1,354	0,252	0,035
	ingertípus X mérési pont X csoport	0,052	0,821	0,001
	n-érték X mérési pont	3,036	0,090	0,076
	n-érték X mérési pont X csoport	1,848	0,182	0,048
	ingertípus X n-érték X mérési pont	2,038	0,162	0,052
	ingertípus X n-érték X mérési pont X csoport	1,273	0,267	0,033
pontosság	csoporthatás	0,439	0,512	0,012

ingertípus	48,178	< 0,001	0,566
ingertípus X csoport	1,670	0,204	0,043
n-érték	117,052	< 0,001	0,760
n-érték X csoport	0,483	0,491	0,013
mérési pont	0,234	0,631	0,006
mérési pont X csoport	1,882	0,178	0,048
ingertípus X n-érték	21,741	< 0,001	0,370
ingertípus X n-érték X csoport	0,730	0,399	0,019
ingertípus X mérési pont	0,758	0,389	0,020
ingertípus X mérési pont X csoport	2,206	0,146	0,056
n-érték X mérési pont	0,068	0,796	0,002
n-érték X mérési pont X csoport	3,308	0,077	0,082
ingertípus X n-érték X mérési pont	2,681	0,110	0,068
ingertípus X n-érték X mérési pont X csoport	4,197	0,048	0,102

46. táblázat. ANOVA – diffúziós változók eredményei az N-back teszteken a tréning hatására.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
eltérítési ráta	csoporthatás	1,675	0,205	0,048
	ingertípus	175,260	< 0,001	0,842
	ingertípus X csoport	1,487	0,231	0,043
	n-érték	85,267	< 0,001	0,721
	n-érték X csoport	0,003	0,955	0,000
	mérési pont	11,421	0,002	0,257
	mérési pont X csoport	2,544	0,120	0,072
	ingertípus X n-érték	4,926	0,033	0,130
	ingertípus X n-érték X csoport	1,393	0,246	0,041
	ingertípus X mérési pont	1,419	0,242	0,041
	ingertípus X mérési pont X csoport	1,465	0,235	0,043

	n-érték X mérési pont	3,861	0,058	0,105
	n-érték X mérési pont X csoport	2,382	0,132	0,067
	ingertípus X n-érték X mérési pont	0,909	0,347	0,027
	ingertípus X n-érték X mérési pont X csoport	1,794	0,190	0,052
döntési küszöb	csoporthatás	1,900	0,177	0,054
	ingertípus	46,935	< 0,001	0,587
	ingertípus X csoport	0,003	0,954	0,000
	n-érték	39,520	< 0,001	0,545
	n-érték X csoport	0,809	0,375	0,024
	mérési pont	8,058	0,008	0,196
	mérési pont X csoport	1,205	0,280	0,035
	ingertípus X n-érték	56,070	< 0,001	0,630
	ingertípus X n-érték X csoport	0,071	0,792	0,002
	ingertípus X mérési pont	1,762	0,194	0,051
	ingertípus X mérési pont X csoport	0,880	0,355	0,026
	n-érték X mérési pont	0,120	0,731	0,004
	n-érték X mérési pont X csoport	0,045	0,833	0,001
	ingertípus X n-érték X mérési pont	0,013	0,910	0,000
	ingertípus X n-érték X mérési pont X csoport	0,005	0,946	0,000
döntéshozatal ideje	csoporthatás	0,064	0,802	0,002
	ingertípus	18,694	< 0,001	0,362
	ingertípus X csoport	0,049	0,827	0,001
	n-érték	17,661	< 0,001	0,349
	n-érték X csoport	0,350	0,558	0,011
	mérési pont	0,010	0,921	0,000
	mérési pont X csoport	0,229	0,636	0,007

ingertípus X n-érték	38,520	< 0,001	0,539
ingertípus X n-érték X csoport	0,095	0,760	0,003
ingertípus X mérési pont	0,016	0,900	0,000
ingertípus X mérési pont X csoport	1,199	0,281	0,035
n-érték X mérési pont	0,005	0,944	0,000
n-érték X mérési pont X csoport	0,847	0,364	0,025
ingertípus X n-érték X mérési pont	0,000	0,990	0,000
ingertípus X n-érték X mérési pont X csoport	0,262	0,612	0,008

47. táblázat. ANOVA – eredmények az FF-B teszteken a tréning hatására.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	2,496	0,125	0,077
	mérési pont	4,343	0,046	0,126
	mérési pont X csoport	3,873	0,058	0,114
pontosság	csoporthatás	1,125	0,297	0,036
	mérési pont	0,843	0,366	0,027
	mérési pont X csoport	0,880	0,356	0,028

48. táblázat. ANOVA – eredmények az irányított felejtéses feladatokban a tréning hatására.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	1,217	0,279	0,042
	feladattípus	86,910	< 0,001	0,758
	feladattípus X csoport	0,049	0,827	0,002
	mérési pont	8,558	0,007	0,234
	mérési pont X csoport	1,943	0,174	0,065
	feladattípus X mérési pont	1,046	0,315	0,036
	feladattípus X mérési pont X csoport	0,704	0,409	0,025

pontosság	csoporthatás	0,054	0,818	0,002
	feladattípus	15,749	< 0,001	0,360
	feladattípus X csoport	0,818	0,374	0,028
	mérési pont	0,720	0,403	0,025
	mérési pont X csoport	5,682	0,024	0,169
	feladattípus X mérési pont	0,000	0,983	0,000
	feladattípus X mérési pont X csoport	0,007	0,936	0,000

49. táblázat. ANOVA – eredmények a KFP Baseline teljesítmény-változás mérésére.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	0,290	0,594	0,010
	ingertípus	30,609	< 0,001	0,522
	ingertípus X csoport	0,548	0,465	0,019
	mérési pont	0,001	0,976	0,000
	mérési pont X csoport	6,647	0,015	0,192
	ingertípus X mérési pont	0,202	0,656	0,007
	feladattípus X mérési pont X csoport	0,000	1,000	0,000
pontosság	csoporthatás	0,726	0,401	0,025
	ingertípus	0,655	0,425	0,023
	ingertípus X csoport	1,196	0,283	0,041
	mérési pont	9,598	0,004	0,255
	mérési pont X csoport	1,198	0,283	0,041
	ingertípus X mérési pont	5,695	0,024	0,169
	ingertípus X mérési pont X csoport	0,227	0,637	0,008

50. táblázat. ANOVA – eredmények a KFP Cue teljesítmény-változás mérésére.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	0,743	0,396	0,024

	ingertípus	2,116	0,083	0,066
	ingertípus X csoport	1,722	0,149	0,054
	mérési pont	4,483	0,043	0,130
	mérési pont X csoport	2,429	0,130	0,075
	ingertípus X mérési pont	0,498	0,717	0,016
	feladattípus X mérési pont X csoport	1,788	0,143	0,056
pontosság	csoporthatás	0,033	0,857	0,001
	ingertípus	3,799	0,013	0,112
	ingertípus X csoport	4,240	0,008	0,124
	mérési pont	0,975	0,331	0,031
	mérési pont X csoport	1,180	0,286	0,038
	ingertípus X mérési pont	1,607	0,195	0,051
	ingertípus X mérési pont X csoport	1,904	0,136	0,060

51. táblázat. A verbális kategorizációs feladatokon realizált teljesítmény változása.

változó	teszttípus	időpont	ingertípus	csoport	átlag	szórás
reakcióidő	VK-0	tréning előtt	célinger	nem zenélő	853,5	237,8
				zenélő	783,0	75,3
			zavaró inger	nem zenélő	1 018,1	237,3
				zenélő	1 216,5	894,1
		tréning után	célinger	nem zenélő	718,5	87,3
				zenélő	740,2	111,7
			zavaró inger	nem zenélő	850,1	108,6
				zenélő	880,1	131,8
	VK-P	tréning előtt	célinger	nem zenélő	863,9	249,0
				zenélő	861,6	186,8
			zavaró inger	nem zenélő	939,0	280,6
				zenélő	1 096,1	584,4
		tréning után	célinger	nem zenélő	741,3	89,2
				zenélő	759,0	134,6
			zavaró inger	nem zenélő	824,8	97,0
				zenélő	845,2	135,8

pontosság	VK-0	tréning előtt	célinger	nem zenélő	0,953	0,072
				zenélő	0,995	0,012
			zavaró inger	nem zenélő	0,917	0,099
				zenélő	0,824	0,307
		tréning után	célinger	nem zenélő	0,955	0,039
				zenélő	0,976	0,029
			zavaró inger	nem zenélő	0,846	0,144
				zenélő	0,830	0,187
	VK-P	tréning előtt	célinger	nem zenélő	0,921	0,126
				zenélő	0,954	0,040
			zavaró inger	nem zenélő	0,839	0,226
				zenélő	0,776	0,312
		tréning után	célinger	nem zenélő	0,945	0,046
				zenélő	0,959	0,036
			zavaró inger	nem zenélő	0,821	0,116
				zenélő	0,802	0,196

52. táblázat. ANOVA – a teljesítmény változása a verbális kategorizációs feladatokban.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	0,474	0,498	0,019
	feladattípus	0,903	0,352	0,036
	feladattípus X csoport	0,010	0,922	0,000
	mérési pont	6,273	0,019	0,207
	mérési pont X csoport	0,144	0,707	0,006
	ingertípus	15,435	< 0,001	0,391
	ingertípus X csoport	1,636	0,213	0,064
	feladattípus X mérési pont	0,621	0,438	0,025
	feladattípus X mérési pont X csoport	0,120	0,732	0,005
	feladattípus X ingertípus	18,002	< 0,001	0,429
	feladattípus X ingertípus X csoport	1,564	0,223	0,061

	mérési pont X ingertípus	1,705	0,204	0,066
	mrérési pont X ingertípus X csoport	1,364	0,254	0,054
	feladattípus X mérési pont X ingertípus	4,882	0,037	0,169
	feladattípus X mérési pont X ingertípus X csoport	1,510	0,231	0,059
pontosság	csoporthatás	0,139	0,713	0,006
	feladattípus	22,130	< 0,001	0,480 k
	feladattípus X csoport	0,044	0,836	0,002
	mérési pont	0,035	0,853	0,001
	mérési pont X csoport	0,112	0,741	0,005
	ingertípus	24,924	< 0, 001	0,509
	ingertípus X csoport	2,245	0,147	0,086
	feladattípus X mérési pont	2,234	0,148	0,085
	feladattípus X mérési pont X csoport	0,163	0,690	0,007
	feladattípus X ingertípus	1,122	0,300	0,045
	feladattípus X ingertípus X csoport	0,340	0,565	0,014
	mérési pont X ingertípus	0,079	0,782	0,003
	mrérési pont X ingertípus X csoport	0,460	0,504	0,019
	feladattípus X mérési pont X ingertípus	0,106	0,748	0,004
	feladattípus X mérési pont X ingertípus X csoport	0,160	0,693	0,007

53. táblázat. ANOVA – a hiba utáni lassulás változása a tréning hatására.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	0,252	0,620	0,009
	ingertípus	136,150	< 0,001	0,829

ingertípus X csoport	0,695	0,411	0,024
n-érték	0,415	0,525	0,015
n-érték X csoport	0,529	0,473	0,019
pozíció	15,585	< 0,001	0,358
pozíció X csoport	0,773	0,387	0,027
mérési pont	3,818	0,061	0,120
mérési pont X csoport	0,654	0,425	0,023
ingertípus X n-érték	0,578	0,454	0,020
ingertípus X n-érték X csoport	0,097	0,757	0,003
ingertípus X pozíció	0,040	0,842	0,001
ingertípus X pozíció X csoport	0,346	0,561	0,012
n-érték X pozíció	3,293	0,080	0,105
n-érték X pozíció X csoport	0,545	0,466	0,019
ingertípus X n-érték X pozíció	0,313	0,580	0,011
ingertípu X n-érték X pozíció X csoport	0,000	0,987	0,000
ingertípus X mérési pont	2,848	0,103	0,092
ingertípus X mérési pont X csoport	0,207	0,652	0,007
n-érték X mérési pont	0,429	0,518	0,015
n-érték X mérési pont X csoport	3,581	0,069	0,113
ingertípus X n-érték X mérési pont	0,247	0,623	0,009
ingertípus X n-érték X mérési pont X csoport	0,595	0,447	0,021
pozíció X mérési pont	0,034	0,855	0,001
pozíció X mérési pont X csoport	0,295	0,591	0,010
ingertípus X pozíció X mérési pont	0,009	0,926	0,000
ingertípus X pozíció X mérési pont X csoport	0,130	0,721	0,005
n-érték X pozíció X mérési pont	0,212	0,649	0,008

	n-érték X pozíció X mérési pont X csoport	0,009	0,926	0,000
	ingertípus X n-érték X pozíció X mérési pont	0,292	0,593	0,010
	ingertípus X n-érték X pozíció X mérési pont X csoport	0,162	0,691	0,006

54. táblázat. ANOVA – hosszú távú eredmények az N-back teszteken a tréning hatására.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
reakcióidő	csoporthatás	1,516	0,226	0,039
	ingertípus	118,670	< 0,001	0,762
	ingertípus X csoport	1,830	0,184	0,047
	n-érték	7,936	0,008	0,177
	n-érték X csoport	0,034	0,855	0,001
	mérési pont	5,590	0,007	0,131
	mérési pont X csoport	0,213	0,795	0,006
	ingertípus X n-érték	4,424	0,042	0,107
	ingertípus X n-érték X csoport	0,005	0,946	0,000
	ingertípus X mérési pont	4,203	0,026	0,102
	ingertípus X mérési pont X csoport	0,036	0,941	0,001
	n-érték X mérési pont	4,075	0,027	0,099
	n-érték X mérési pont X csoport	1,624	0,208	0,042
	ingertípus X n-érték X mérési pont	2,053	0,140	0,053
	ingertípus X n-érték X mérési pont X csoport	0,833	0,430	0,022

55. táblázat. ANOVA – hosszú távú eredmények a diffúziós modell változóin a tréning hatására.

változó	vizsgált faktor	F értéke	szignifikancia-szint	parciális eta-négyzet
eltérítési ráta	csoporthatás	0,001	0,976	0,000
	ingertípus	101,252	< 0,001	0,760
	ingertípus X csoport	2,663	0,112	0,077
	n-érték	134,013	< 0,001	0,807
	n-érték X csoport	0,007	0,934	0,000
	mérési pont	17,632	< 0,001	0,355
	mérési pont X csoport	2,452	0,096	0,071
	ingertípus X n-érték	0,583	0,451	0,018
	ingertípus X n-érték X csoport	3,173	0,084	0,090
	ingertípus X mérési pont	1,554	0,220	0,046
	ingertípus X mérési pont X csoport	0,683	0,501	0,021
	n-érték X mérési pont	4,757	0,013	0,129
	n-érték X mérési pont X csoport	0,804	0,449	0,025
	ingertípus X n-érték X mérési pont	2,017	0,142	0,059
	ingertípus X n-érték X mérési pont X csoport	2,145	0,126	0,063
döntési küszöb	csoporthatás	2,877	0,100	0,082
	ingertípus	48,343	< 0,001	0,602
	ingertípus X csoport	0,067	0,797	0,002
	n-érték	39,035	< 0,001	0,550
	n-érték X csoport	0,551	0,463	0,017
	mérési pont	11,480	< 0,001	0,264
	mérési pont X csoport	1,443	0,245	0,043
	ingertípus X n-érték	59,476	< 0,001	0,650
	ingertípus X n-érték X csoport	1,134	0,295	0,034

	ingertípus X mérési pont	2,600	0,089	0,075
	ingertípus X mérési pont X csoport	0,697	0,487	0,021
	n-érték X mérési pont	0,238	0,786	0,007
	n-érték X mérési pont X csoport	0,052	0,947	0,002
	ingertípus X n-érték X mérési pont	0,055	0,929	0,002
	ingertípus X n-érték X mérési pont X csoport	0,505	0,583	0,016
döntés-előkészítés ideje	csoporthatás	0,037	0,849	0,001
	ingertípus	28,769	< 0,001	0,602
	ingertípus X csoport	0,153	0,699	0,005
	n-érték	16,915	< 0,001	0,346
	n-érték X csoport	0,428	0,518	0,013
	mérési pont	0,047	0,954	0,001
	mérési pont X csoport	0,495	0,609	0,015
	ingertípus X n-érték	33,989	< 0,001	0,515
	ingertípus X n-érték X csoport	0,731	0,399	0,022
	ingertípus X mérési pont	0,125	0,881	0,004
	ingertípus X mérési pont X csoport	1,255	0,292	0,038
	n-érték X mérési pont	0,413	0,649	0,013
	n-érték X mérési pont X csoport	0,551	0,567	0,017
	ingertípus X n-érték X mérési pont	0,636	0,493	0,019
	ingertípus X n-érték X mérési pont X csoport	0,793	0,427	0,024

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM

ADATLAP a doktori értekezés nyilvánosságra hozatalához

I. A doktori értekezés adatai

A szerző neve: Varga Ágnes.....

A doktori értekezés címe és alcíme: Zenei tevékenységek hatása a kognitív kontroll folyamatokra.....

A doktori iskola neve: ELTE-PPK, Neveléstudományi Doktori Iskola .....

A doktori iskolán belüli doktori program neve: Gyógypedagógiai Program .....

A témavezető neve és tudományos fokozata: Dr. Marton Klára, habilitált egyetemi tanár és Dr. Jakab Zoltán, egyetemi docens.....

A témavezető munkahelye: ELTE - BGGYK .....

MTA Adatbázis-azonosító: 10057770.....

DOI-azonosító[1]: 10.15476/ELTE.2022.175 .....

II. Nyilatkozatok

1. A doktori értekezés szerzőjeként[2]

a) hozzájárulok, hogy a doktori fokozat megszerzését követően a doktori értekezésem és a tézisek nyilvánosságra kerüljenek az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban. Felhatalmazom az ELTE-PPK Neveléstudományi Doktori Iskola hivatalának ügyintézőjét *Barna Ildikót*, hogy az értekezést és a téziseket feltöltse az ELTE Digitális Intézményi Tudástárba, és ennek során kitöltse a feltöltéshez szükséges nyilatkozatokat.

b) kérem, hogy a mellékelt kérelemben részletezett szabadalmi, illetőleg oltalmi bejelentés közzétételéig a doktori értekezést ne bocsássák nyilvánosságra az Egyetemi Könyvtárban és az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban;[3]

c) kérem, hogy a nemzetbiztonsági okból minősített adatot tartalmazó doktori értekezést a minősítés (.....*dátum*)-ig tartó időtartama alatt ne bocsássák nyilvánosságra az Egyetemi Könyvtárban és az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban;[4]

d) kérem, hogy a mű kiadására vonatkozó mellékelt kiadó szerződésre tekintettel a doktori értekezést a könyv megjelenéséig ne bocsássák nyilvánosságra az Egyetemi Könyvtárban, és az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban csak a könyv bibliográfiai adatait tegyék közzé. Ha a könyv a fokozatszerzést követőn egy évig nem jelenik meg, hozzájárulok, hogy a doktori értekezésem és a tézisek nyilvánosságra kerüljenek az Egyetemi Könyvtárban és az ELTE Digitális Intézményi Tudástárban.[5]

2. A doktori értekezés szerzőjeként kijelentem, hogy

a) a ELTE Digitális Intézményi Tudástárba feltöltendő doktori értekezés és a tézisek saját eredeti, önálló szellemi munkám és legjobb tudomásom szerint nem sértem vele senki szerzői jogait;

b) a doktori értekezés és a tézisek nyomtatott változatai és az elektronikus adathordozón benyújtott tartalmak (szöveg és ábrák) mindenben megegyeznek.

3. A doktori értekezés szerzőjeként hozzájárulok a doktori értekezés és a tézisek szövegének plágiumkereső adatbázisba helyezéséhez és plágiumellenőrző vizsgálatok lefuttatásához.

Kelt: Budapest, 2022.08.31.

Varga Ágnes

a doktori értekezés szerzőjének aláírása

---

[1] A kari hivatal ügyintézője tölti ki.

[2] A megfelelő szöveg aláhúzandó.

[3] A doktori értekezés benyújtásával egyidejűleg be kell adni a tudományági doktori tanácshoz a szabadalmi, illetőleg oltalmi bejelentést tanúsító okiratot és a nyilvánosságra hozatal elhalasztása iránti kérelmet.

[4] A doktori értekezés benyújtásával egyidejűleg be kell nyújtani a minősített adatra vonatkozó közokiratot.

[5] A doktori értekezés benyújtásával egyidejűleg be kell nyújtani a mű kiadásáról szóló kiadói szerződést.