

# A VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓK SZEREPE ÉS FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI ÓVODÁSKORBAN ÉS AZ ISKOLÁRA VALÓ FELKÉSZÍTÉS SORÁN



PATÁNYI Anikó Lilla  
ELTE Pszichológiai Doktori Iskola  
patanyi.aniko@ppk.elte.hu

VEKETY Boglárka  
ELTE PPK Neveléstudományi Intézet

KASSAI Réka  
ELTE Pszichológiai Doktori Iskola  
ELTE PPK Neveléstudományi Intézet

TAKACS Zsafia K.  
University of Edinburgh, School of Health in Social Science

FODOR Szilvia  
ELTE PPK Pszichológiai Intézet

## ÖSSZEFOGLALÓ

*Háttér és célkitűzések:* A hazai szakirodalomban főként a végrehajtó funkciók típusai, mérési lehetőségei és jelentőségük kerül bemutatásra (Józsa & Józsa, 2017; Mohai et al., 2016; Tánczos 2012; Tánczos et al., 2014), a fejlesztésükről kevesebb szó esik. Ezt a hiányt igyekszünk pótolni írásunkkal, melynek célja egy olyan összefoglaló elkészítése, mely a nemzetközi irodalmakra támaszkodva átfogó képet ad a végrehajtó funkciók működéséről, fejlődéséről, méréséről, fejlesztésük relevanciájáról és a tudományosan alátámasztott fejlesztési lehetőségeiről az óvodáskorú gyerekekre fókuszálva.

*Módszer:* Fókuszált, tudományos szakirodalom alapján összeállított összefoglaló.

*Eredmények:* A gyermekkori végrehajtó működések jelentős szerepe egyértelmű. A végrehajtó funkciók fejlesztésére rendelkezésre álló számtalan program közül leghatékonyabbnak jelenlegi tudásunk alapján az önszabályozási stratégiát tanító programok, azon belül a mindfulness bizonyul.

*Következtetések:* Írásunk a fejlesztő gyakorlatok részletes bemutatásával hozzájárulhat, hogy hazai környezetben ezen eszközök minél inkább ismertek, elfogadottak és gyakorlatban alkalmazottak lehessenek.

*Kulcsszavak:* végrehajtó funkciók, óvodáskor, önszabályozás, mindfulness

## BEVEZETÉS

A végrehajtó funkciók fontos szerepet játszanak gyermekkorban, hiszen szerepük van az iskolai sikerességben, a kihívásokkal való megbirkózásban, de a társas képességek fejlődésében is (Diamond, 2016). A jó önszabályozással rendelkező gyerekeknek nagyobb esélyük van rá, hogy felnőttként mentálisan és pszichésen egészségesek lesznek, és sikeresek az életben (Moffitt et al., 2011), ezért is tartjuk kiemelten fontosnak, hogy megértsük fejlődését, és részletesen foglalkozzunk a fejlesztési lehetőségekkel. Írásunkkal fő célunk, hogy egy átfogó képet adjunk a gyerekeknek szánt végrehajtó funkciókat fejlesztő nemzetközi és hazai programokról és gyakorlatokról.

## MÓDSZER

### Szerkesztési elvek

A jelen tanulmány nem tekinthető szisztematikus irodalmi áttekintésnek, inkább egy fókuszált irodalmi áttekintés a végrehajtó funkciók fejlesztésének lehetőségeiről óvodáskorú és kisiskolás gyermekek esetében. Felépítésében és eredményeiben nagyban támaszkodik Takács és Kassai (2019) metaanalízisére, ami az adott témában a legfrissebb szisztematikus irodalmi áttekintés a végrehajtó funkciók gyermeki fejlesztési lehetőségeiről. Az említett

metaanalízisbe olyan (klaszter-)randomizált kontrollált kísérletek eredményeit válogatták be, ahol 12 éves kor alatti gyermekek végrehajtó funkcióit célozták meg fejleszteni valamilyen intervenció által, és a végrehajtó funkciókat neuropszichológiai tesztes eljárással mérték. A metaanalízis a végrehajtó funkciót fejlesztő intervenciók 6 fő típusát különböztette meg. Jelen tanulmányban ezeket a végrehajtó funkciókat fejlesztő intervenciótípusokat és azok gyerekekkel való alkalmazási lehetőségeit, gyakorlatait mutatjuk be, melyek a metaanalízisben nem kerültek részletezésre. Emellett a jelen szakirodalmi áttekintő tanulmány készítésénél nagyban támaszkodtunk 2010 után megjelent szisztematikus irodalomáttekintések, metaanalízisek és kísérletek eredményeire, illetve magyar kutatások megkeresésére és bemutatására a témában.

A végrehajtó funkciók elméleti kereteit és a mérési eljárásokat a jelen tanulmányban csupán a további részek megértése végett, összefoglalva taglaljuk, mivel ezekről részletes áttekintés kapható korábbi tanulmányokban (pl. Józsa & Józsa, 2020; Mohai et al., 2016). Jelen tanulmány fókuszált célja, hogy áttekintést nyújtson a végrehajtó funkciókat fejlesztő gyermekeknek szóló intervenció programokról.

A végrehajtó funkciók fejlesztési lehetőségeinek bemutatásakor a korábban említett metaanalízis (Takács & Kassai, 2019) eredményeinek struktúráját igyekeztünk követni, és az ott vizsgált 6 fejlesztő prog-

ramtípus mindegyikéből véletlenszerűen választottunk ki kategóriánként 1-3 fejlesztő eljárást, hogy ezzel szemléltessük a programok sokszínűségét. Ezen felül igyekeztünk minden végrehajtó funkciót fejlesztő programtípusnál hazai kutatásokat is keresni, hasonló gyakorlatokkal (pl. Szappanos & Kövi, 2016), és ahol lehetséges volt, példakal (pl. tűz-víz-repülő játék) szemléltetni a fejlesztési lehetőségeket.

## A VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓK

### Elméleti megközelítések

A végrehajtó funkciók azoknak a kognitív képességeknek a gyűjtőfogalma, amelyek a gondolatok, az érzelmek és a viselkedés szabályozásában vesznek részt (Diamond, 2013), de ide tartoznak az olyan komplex kognitív folyamatok is, mint a célok meghatározása, tervezés, viselkedésszabályozás, a rugalmas gondolkodás (Meltzer & Krishnan, 2007). Magát a fogalmat elsőként egymástól függetlenül Baddeley és Hitch (1974) a munkamemória-modelljükben, illetve Pribram (1973) a prefrontális kérgi elváltozások tanulmányozásakor használta, de a későbbi leírásokban is megjelenik ez a kifejezés némileg eltérő jelentéstartalmakkal: így utalhat a végrehajtó funkció kifejezés például a tervezésre (Shallice & Burgess, 1991) vagy a problémamegoldásra (Levin et al., 2001) is. A végrehajtó funkciók nemzetközi és hazai szakirodalmában található különböző definíciók és megnevezések oka feltételezhetően az, hogy interdiszciplináris fogalomként a pszichológia mellett az orvostudomány, az idegtudomány, valamint a kognitív- és neveléstudomány is foglalkozik vele.

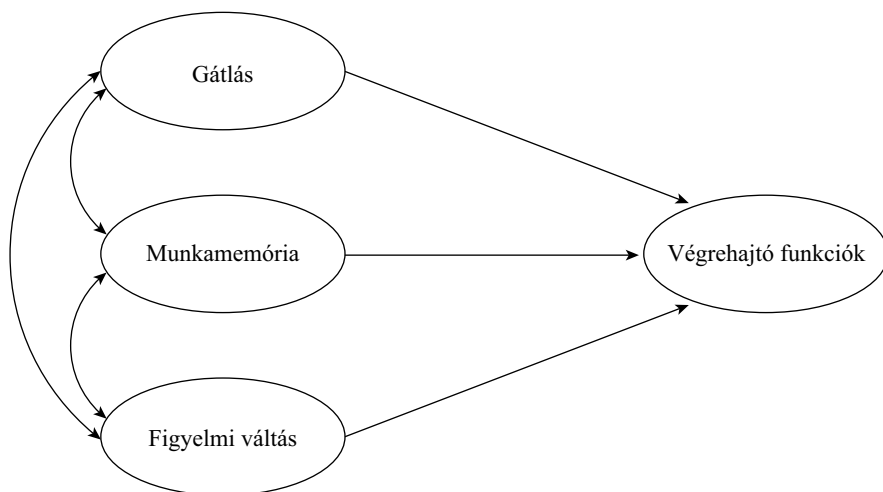
A legkorábbi, végrehajtó funkciókhoz kapcsolható elmélet a Baddeley és Hitch (1974) nevéhez fűződő többkomponensű munkamemória-modell. Ezt követte egy évtizeddel később Lezak (1982), aki a kognitív idegtudományban elsőként definiálta a végrehajtó funkciókat úgy, mint célirányított kognitív folyamatokat, melyek a viselkedés monitorozásában és szervezésében vesznek részt. Majd néhány évvel később jelent meg Norman és Shallice (1986) *ellenőrző figyelmi rendszer (SAS: Supervisory attentional System)* modellje. 1999-ben publikálták a többkomponensű munkamemória-modell alternatívájaként is értelmezhető *beágyazott folyamat modellt* (Cowan, 1999), mely Baddeleyék modelljével ellentétben a munkamemóriát nem modalitásfüggő komponensekre bontja, hanem olyan műveletek kognitív folyamatait próbálja leírni, mint a döntéshozatal és problémamegoldás, és a munkamemória folyamataihoz kapcsolja a figyelmi fókuszot és a hosszú távú memóriát (Kovács et al., 2016).

A 2000-es évek óta Miyake és munkatársai (2000) modellje a legjelentősebb. Vizsgálatukban megerősítették, hogy a végrehajtó funkciók egy egységes, de komponensekre bontható konstruktum, ők három komponenst különböztettek meg (*1. ábra*). Modelljükben a *váltás (shifting)*, a *frissítés vagy munkamemória (updating)* és *gátlás (inhibition)* egymással közepesen összefüggő komponensként szerepelnek. Váltás alatt azt a működést értjük, hogy az egyén képes a különböző műveletek, feladatok, dimenziók között oda és vissza váltani (Monsell, 1996). A munkamemória reprezentációinak a monitorozása és frissítése lehetővé teszi, hogy a beérkező információkat figyeljük, kódoljuk, és a korábbi munkamemória által tárolt már nem releváns információkat felül

tudjuk írni (Morris & Jones, 1990). A harmadik végrehajtó funkció arra irányul, hogy az egyén képes szándékosan legátolni a domináns és automatikus válaszokat egy cél érdekében (Miyake et al., 2000). A gátlási képességet további alkomponensekre bonthatjuk: válaszgátlásra, mely során az elindított választ, cselekvést állítjuk le, külső interferenciával szembeni ellenállásra, amikor egy mintázatot kell megtalálnunk úgy, hogy a figyelmünket a többi elem ne terelje el, és a proaktív interferenciára, amikor az emlékezés során a korábbi emlényomok hatnak zavaróan (Friedman & Miyake, 2004). Bár azzal kapcsolatban nincsen még egyértelmű konszenzus, hogy a gyerekek esetében hány komponensre bonthatóak a végrehajtó funkciók (Miyake et al., 2000), többnyire ugyan-

ez a három komponens jelenik meg a kutatásokban (Diamond, 2013).

Ezek a modellek tisztán kognitív jelenségként tekintenek a végrehajtó funkciókra. Zelazo és Müller (2002) világítottak rá, hogy az érzelmek és a motiváció befolyásolhatja a végrehajtó funkciók teljesítményét. Ez alapján született meg a hideg és a meleg végrehajtó funkcióknak az elkülönítése, ami szerint hideg végrehajtó funkciónak számít például a gátlás, a kognitív flexibilitás és a munkamemória működése, amíg azok tisztán, érzelmileg nem telített helyzetben nyilvánulnak meg (Garon, 2016; Peterson & Welsh, 2014), és meleg végrehajtó funkciónak tekintjük ezen működések érzelmek által befolyásolt változatát (Józsa & Józsa, 2017).



1. ábra. Végrehajtó funkciók elemei (Miyake et al., 2000, p. 70. alapján)

A végrehajtó funkciókhoz hasonló, de különálló konstruktum az *erőfeszítésalapú kontroll*, melynek alapját a temperamentumkutatások adják (Rothbart & Ahadi, 1994; Rothbart & Bates, 2006). Az eredmények alapján az erőfeszítéses kontroll a temperamentum harmadik faktoraként írható le,

ami szemben a másik kettővel (extraverzió, negatív érzelmi viszonyulás), később, csak a csecsemőkori végén nyilvánul meg, és a gátlást és a figyelem fókuszálását/váltását foglalja magában (Ahadi et al., 1993). A szakirodalomban számos hasonlóságról olvashatunk a végrehajtó funkciók és

az erőfeszítésalapú kontroll vonatkozásában, ilyenek például az azonos terminusok (pl. *inhibition*) és a részben megegyező definíciók használata, a komponensekbeli átfedés (gátlás, figyelem) és az azonos vizsgálati módszerek (D. Molnár, 2017), viszont mégsem tekinthetők azonos konstrukciónak (Zhou et al., 2012). A végrehajtó funkciók, szemben az erőfeszítésalapú kontrollal, magasabb rendű kognitív folyamatok, amelyek később alakulnak ki, és külső behatások által jól fejleszthetőek (Garon et al., 2008; Zelazo & Carlson, 2012).

### A végrehajtó funkciók fejlődése

A végrehajtó működések fejlődésének megértésében fontos szerepe van a prefrontális kéreg éréséről való ismereteknek, hiszen ahogy korábban is írtuk, a működésük hátterében elsősorban ez a terület áll. A prefrontális kéreg fejlődése egy fordított U alakú görbére hasonlít (Smith & Jonides, 1999), működése 1 éves kor körül kezdődik meg, de az érése egészen serdülőkorig kitart (Zelazo et al., 2008). A prefrontális kéreg fejlődésével párhuzamosan érzékelhetőek a végrehajtó funkciók változásai is, ám ez esetben nem egy állandó egyenletes fejlődésről beszélhetünk, hanem 2 és 5 éves kor között, illetve 12 éves kor körül tapasztalható egy nagyobb mértékű változás (Zelazo & Müller, 2002). Thompson és Steinbeis (2020) tanulmánya szerint a végrehajtó funkciók fejlődésének folyamatában feltételezhetőek szenzitív periódusok, az egyik a születést követő első hat hónap időszaka, a másik pedig a serdülőkor. A szenzitív periódus alatt egy olyan időszakot értenek, amikor fokozott idegi érzékenység jellemző specifikus környezeti ingerekre, a szenzitív periódus lezárulását követően pedig az adott területen való

fejlődést korlátozza a szenzitív periódusban szerzett tapasztalat. Elképzelhetőnek tartják, hogy a végrehajtó funkciók komponenseinek külön szenzitív periódusai lehetnek, de ennek bizonyításához további kutatások szükségesek.

A végrehajtó működések fejlődését mutatják a végrehajtó funkciók mérésére kifejlesztett teszteken elért különböző eredmények is az eltérő életkorokban (Carlson, 2005). Carlson (2015) áttekintő tanulmányában külön vizsgálta a 2, 3, 4, 5 és 6 évesek végrehajtó funkciókat mérő teszteken elért eredményeit. A nagymintás elemzésből egyértelműen kirajzolódik, hogy az életkor növekedésével a feladatok megoldásában jelentős javulás figyelhető meg, mindemellett azonosítani tudta a vizsgálat a feladatok nehézségi szintjét az egyes életkorokhoz igazodva. Minden korcsoportban azok a feladatok bizonyultak a legnehezebbnek, ami során egyidejűleg kell a munkamemóriát és a gátlás képességét is működtetni.

Arra, hogy miként mérhetőek a végrehajtó funkciók, röviden a következő rész válaszol.

### A végrehajtó funkciók mérésének lehetőségei

A végrehajtó funkciók mérése során nehézséget jelent, hogy sokféle feladatot alkalmaznak a gyakorlatban, és nem minden esetben teljesen egyértelmű, hogy az adott mérőeszköz a végrehajtó funkciók melyik komponensét méri, illetve hogy a feladat közben nem aktiválódik-e több komponens is (Miyake et al., 2000).

A végrehajtó funkciók mérése során megkülönböztethetjük az egyes komponensek mérésére kidolgozott neuropszichológiai tesztek (vagy másképpen viselkedésses vagy tesztes) eljárásokat, a kérdőíveket,



1. táblázat. Gyermekkel használható végrehajtófunkció-tesztek, a mért komponensek és javasolt életkor alapján

	Gátlás	Váltás	Munkamemória	Javasolt életkor
<b>Kísérleti eljárások</b>				
Nappal/éjszaka Stroop (Gerstadt et al., 1994)	Igen	–	–	3–7 év
Go/No-Go hal és cápa változata (Wiebe et al., 2012)	Igen	–	–	3 éves kortól
Folyamatos Teljesítményteszt (Mohai et al., 2016)	Igen	–	–	6–12 év
Figyelmi Hálózat Teszt (Fan et al., 2002)	Igen	–	–	4 éves kortól
Dimenzióváltó kártyaszortírozó teszt (Zelazo et al., 2003)	–	Igen	–	3 éves kortól
Szívek és virágok teszt (Ger & Roebers, 2023)	Igen	Igen	–	4 éves kortól
Corsi-kockateszt (Corsi, 1972)				
Fordított Corsi-kocka adaptív teszt (Mohai et al., 2016)	–	–	Igen	3 éves kortól
Fordított számerjedelemteszt (Davis & Pratt, 1995)	–	–	Igen	3 éves kortól
<b>Kérdőívek</b>				
Viselkedésalapú Végrehajtó Funkció Leltár (BRIEF-P) (Gioia et al., 2003)	Igen	Igen	Igen	2–5 év
Gyermekkori végrehajtófunkció-kérdőív (Józsa & Józsa, 2020; Thorell et al., 2009)	Igen	Igen	Igen	4–12 év
<b>Komplex eljárások</b>				
Kognitív Profil Teszt (Gyarmathy, 2009)	–	–	–	5 éves kortól
Diagnosztikus Fejlődésvizsgáló és Kritériumorientált Fejlesztő Rendszer (Nagy et al., 2004)	–	–	–	4–8 év

## A VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓK JELENTŐSÉGE AZ EGYÉNI FEJLŐDÉSSEN

A végrehajtó funkciók fontosságát mutatja, hogy több, az általános életminőség szempontjából fontos tényezővel összefüggésben áll, ilyen például a fizikai egészség (Crescioni et al., 2011), a mentális egészség (Goschke, 2014), a kriminalitás (Chamorro et al., 2012; Young et al., 2009), az életminőség (Davis et al.,

2010), az iskolaérettség (Blair & Razza, 2007), az iskolai sikeresség (Borella et al., 2010) és a munkahelyi sikeresség (Bailey, 2007).

A végrehajtó működések fejlettségében nagy egyéni különbségeket tapasztalhatunk, melyek háttérben számos tényező állhat, többek között a szocioökonómiai státusz (Lawson et al., 2018), a gének (Deater-Deckard, 2014), a nevelés (Fay-Stammach et al., 2014), az átélt traumák (DePrince et al., 2009), a fizikai aktivitás (Best, 2010), az alvás-

megvonás (Barnes et al., 2012) és a krónikus stressz (Hennessey et al., 2020). Mind a nemzetközi (Lawson et al., 2018; Sarsour et al., 2011), mind a hazai szakirodalomban (Kassai et al., 2022) találunk arra vonatkozó adatokat, hogy a szocioökonómiai helyzet és a végrehajtó működések szintje összefüggést mutat: minél alacsonyabb szocioökonómiai háttérrel rendelkezik egy gyermek, annál gyengébben teljesít a végrehajtó funkciókat mérő teszteken. Érdeemes azonban elkülöníteni a szocioökonómiai státusz egyes komponenseit, mivel az eredmények azt mutatják, hogy ez a kapcsolat a szülői iskolázottsággal összefüggésben erősebb, mint a család anyagi helyzetével kapcsolatban (Kassai et al., 2022). Fontos azt is megemlíteni, hogy ennek a különbségnek a végrehajtó funkciók egyes összetevői szempontjából nincs ekkora jelentősége: a végrehajtó funkció komponensei között nem mutatkozik szisztematikus eltérés a szocioökonómiai státusszal kapcsolatban (Lawson et al., 2018; Kassai et al., 2022). Felmerül a kérdés, hogy mi állhat ennek a kapcsolatnak a hátterében. Valószínűsíthető, hogy komplex mechanizmusok együttes hatásának az eredménye ez az összefüggés, azonban az egyik meghatározónak tartott ok feltehetően a stresszre való kitettség és a stresszválasz-reakciók megjelenése (Duncan et al., 2017).

Egy hátrányos szocioökonómiai helyzetű családban élő gyermek nagyobb eséllyel van kitéve stresszes életeseményeknek mind a családjában, mind a tágabb környezetében (Evans, 2004; Evans & Kim, 2013; Santiago et al., 2011). Ilyen például a szülőkre nehezedő anyagi terhek által okozott stressz, a szociális támogatás hiánya (Evans & English, 2002), vagy a bántalmazás, az elhanyagolás (van IJendoorn et al., 2020). Tudjuk, hogy bizonyos esetekben a stressz akár facilitá-

ló hatással is lehet a kognitív teljesítményre (Sandi, 2013) azonban ezekben az esetekben sokkal inkább krónikus, azaz hosszú ideig fennálló, és distresszt okozó eseményekről beszélünk. Az ilyen negatív stresszhatásoknak való kitettség erősen befolyásolhatja a stresszre adott választ: megnövekedett stresszhormonszintet és megváltozott (csökkent mértékű) reaktivitást eredményez (Stalder et al., 2017; Fogelman & Canli, 2018). Számos tanulmányban számolnak be arról, hogy a megváltozott stresszhormonszint a szocioökonómiai helyzet és a különböző neurokognitív készségek, különösen a végrehajtó funkciók között mért kapcsolatnak szignifikáns mediátora (Piccolo et al., 2014). Itt is érdemes azonban kiemelni, hogy ezt a mediáló hatást kifejezetten a szülői iskolázottsággal való kapcsolat esetén mutatják ki (Kassai et al., 2022).

A végrehajtó funkciók alacsony teljesítménye emellett számos mentális zavarral és viselkedési problémával kapcsolatba hozható, többek között a függőségekkel (Baler & Volkow, 2006), depresszióval (Taylor Tavares et al., 2007), skizofréniával (Barch, 2005), ADHD-val (Diamond, 2005) és az obszesszív-kompulzív zavarral (Penadés et al., 2007), emellett megnő az esélye az alkoholabúzusnak, kriminális cselekedetek elkövetésének és az antiszociális magatartásnak (Chamorro et al., 2012; Young et al., 2009). Habár a pszichopatológiák esetében nincsen arról biztos tudásunk, hogy az alacsony végrehajtó működések okozzák a pszichopatológiák megjelenését, vagy azok tehetnek a végrehajtó funkciók komponenseinek gyenge teljesítményéről, vagy esetleg nincsen okozati összefüggés a két változó között, csak pusztán egy együttjárásról beszélhetünk (Goschke, 2014), az biztos, hogy a végrehajtó funkciók komponenseinek gyengesége



gyakran áll fenn egyidejűleg az idegrendszer fejlődési zavarával vagy viselkedési zavarral. Legtöbbször ez az egyidejűség mind a három komponenst érinti, de nagymintás elemzések alapján az obszesszív-kompulzív zavar (OCD) esetén a frissítésben jelentkezik a gyengeség, míg figyelemhiányos hiperaktivitás-zavar (ADHD) esetén pedig a gátlásban, de a munkamemória téri-vizuális vázlattömbje és a verbális komponense kisebb mértékben, esetenként egyáltalán nem mutat csökkent teljesítményt a mérések során (Snyder et al., 2015). Az ADHD-soknál tapasztalt nehézség a gátlásképességben megjelenik gyerekeknél is, és esetükben a kognitív rugalmasságot nem érinti, míg az autista gyerekeknél ez pont fordítva alakul, ők gyengébben teljesítenek a kognitív rugalmasságot igénylő feladatokban, míg a gátlásképességet mérő feladatokon nem mutatnak akkora hátrányt (Ozonoff & Jensen, 1999). A munkamemória verbális komponensét tekintve viszont különbség figyelhető meg az ADHD veszélyeztetett gyerekek és a tipikusan fejlődő társaik között, a veszélyeztetett gyerekek a munkamemória ezen komponensén gyengébben teljesítenek (Szabó et al., 2014). Egy metaanalízis pedig azt találta, hogy az óvodások gyengébb végrehajtó működése, azon belül is a gátlásképesség gyengébb teljesítménye kapcsolatba hozható az externalizáló problémákkal (Schoemaker et al., 2013).

A végrehajtó funkciók szoros kapcsolatban állnak a tanulmányi teljesítménnyel, metaanalízisek alapján fontos szerepet töltenek be a nyelvtanulásban (Cortés-Pascual et al., 2019) és a matematika elsajátításában (Emslander & Scherer, 2022), emellett kiemelkedő fontosságú, hogy egyes vizsgálatok szerint a végrehajtó funkciók teljesítménye megbízhatóbban jelzi előre az iskola-

érettséget, mint az IQ pontszáma (Blair & Razza, 2007). A végrehajtó funkciók terén jó teljesítményt mutató hátrányos helyzetű gyerekek jobban teljesítenek az óvodában és az első osztályban, valamint esetükben a gondozóik kevesebb viselkedési problémáról számolnak be (Obradović, 2010). Egyes szerzők szerint a végrehajtó funkciók olyan kulcsfontosságú védőfaktorok lehetnek, amik a fokozottan hátrányos helyzetű gyerekek sikerei mögött állnak (Blair & Raver, 2012; Sapienza & Masten, 2011).

Jacob és Parkinson (2015) szisztematikus irodalmi áttekintése megerősíti, hogy a végrehajtó funkciók és az iskolai teljesítmény között egy általános, feltétlen kapcsolat van, ami állandó a különböző életkorokban, 3–5, 6–11 és 12–18 éveseket vizsgálva. Habár a figyelemszabályozás és a gátlás esetében erősebbnek tűnik a kapcsolat a matematikai teljesítménnyel, mint az olvasással, ez nem így van a munkamemória és a figyelmi váltás képessége esetében. A kutatási eredmények alapján összességében nincs számottevő különbség a végrehajtó funkciók matematikai és olvasási teljesítményekkel való kapcsolatának erősségében. Offer-Boljahn és munkatársai (2022) például a munkamemória komponenseit külön vizsgálva azt találták óvodásoknál, hogy mind a téri-vizuális vázlattömb, mind a verbális munkamemória hatással van az írott nyelv elsajátítására és a matematikai kompetenciára. A végrehajtó funkciók komponensei közül a gátlás az a képesség, ami a legerősebb korrelációt mutatja az egy évvel későbbi mérések során a korai matematikai képességgel és az olvasással (Blair & Razza, 2007), de emellett a gátlást más szerzők kapcsolatba hozzák a szövegértéssel és a szókinccs elsajátításával is (Dempster & Cooney, 1982; Dempster & Corkill, 1999).

Magyar mintán a végrehajtó funkciók és az iskolai teljesítmény kapcsolatát Tánczos és munkatársai (2014) vizsgálták. Vizsgálatukban első osztályos gyerekek végrehajtó funkcióit tesztelték, majd a gyerekek negyedik osztályos korában begyűjtötték az iskolai érdemjegyeiket. Eredményeik alapján a téri-vizuális és komplex munkamemória bejósolta a magyar nyelv és irodalom tantárgyakon elért eredményeket, illetve ezek a kognitív komponensek és a váltást és a stratégiai előhívást mérő tesztek eredményei bejósolták a matematikai teljesítményt. Mindemellett a végrehajtó funkciók közül a váltás és a csoportosítás, illetve a komplex munkamemória jósolta be a környezetismeret-órai teljesítményt. Szintén magyar vizsgálat hívta fel a figyelmet a munkamemória fejlettsége és az első osztályosok matematikai teljesítménye közötti kapcsolatra, a gyengébben teljesítő tanulók munkamemória-teljesítménye is gyengébbnek bizonyult (Gyarmathy et al., 2023). Habár a végrehajtó működések és az iskolai teljesítmény közötti kauzalitás még nem bizonyított (Jacob & Parkinson, 2015), az eredményekből jól látszik, hogy a végrehajtó funkciók pedagógiai jelentősége számottevő, és hatásuk már az iskolaérettség megállapításától kezdve megjelenik, érintve az óvodai-iskolai átmenet sikerességét és a későbbi iskolai teljesítményt (Blair & Razza, 2007; McClelland et al., 2007; Mischel et al., 1989).

A végrehajtó funkciók kisgyerekkori fejlesztése és fejlődésének támogatása tehát kiemelt figyelmet érdemel, eddigi tudásunk alapján ezek a kognitív képességek egész életünket behálózzák, és kihatnak annak minőségére. Az ismertetett összefüggések alapján joggal merül fel a kérdés, hogy hogyan és milyen eszközökkel fejleszthetőek a végrehajtó funkciók, a továbbiakban erre kívánunk választ adni.

## FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK

Diamond és Lee (2011) szakirodalmi áttekintésükben többféle intervenciós lehetőséget különítettek el, melyeket a szakirodalomban 4–12 éves gyerekek végrehajtó funkcióinak fejlesztésére alkalmaznak. A hat intervenciós irányzathoz tartoznak 1. a számítógépes tréningek, 2. a hibrid számítógépes és nem számítógépes játékok, 3. a mindfulness-alapú intervenciók, 4. a végrehajtó funkciók fejlesztését célzó iskolai kurrikulumok, 5. az erőnléti gyakorlatok, és 6. a harcművészetek és a jóga.

Egy 2019-es, 90 kísérleti vizsgálatot áttekintő metaanalízis szintén a különböző fejlesztő lehetőségek hatékonyságát vizsgálta (Takacs & Kassai, 2019). Az elemzésben elkülönítették az *explicit gyakorlásokon alapuló és a mozgásos intervenciókat*. Az explicit gyakorlásokon alapuló kategóriába tartoznak a számítógépes és nem számítógépes programok, amelyek során a gyerekek végrehajtó működéses paradigmákat, például munkamemória-feladatokat gyakorolnak. A második kategóriába a *mozgásos intervenciókat* sorolták, amiket erőnléti és kognitívan stimuláló mozgásformákra bontottak. Vizsgálták emellett a végrehajtó funkciókra fejlesztett *speciális tantervek és a különböző művészeti tevékenységeken (zene, dráma) alapuló programok* hatékonyságát, valamint létrehoztak egy új intervenciós kategóriát, ami önszabályozási stratégiákat tanító elemeket tartalmazó programokból áll, ebbe a csoportba sorolták a mindfulness-alapú programokat, a biofeedback-alapú relaxációt és a konkrét stratégiákat tanító programokat.

### Explicit gyakorlás

Az egyik legismertebb explicit módszertanon alapuló számítógépes program, melyet

a munkamemória fejlesztésére tervezték, a CogMed szoftver (Stockholm, Svédország). A CogMed alkalmazását a fejlesztők 510 hetes intenzív, napi 25-50 perces gyakorlásként javasolják. A program egészen óvodáskortól felnőttkorig elérhető, ehhez három különálló modul áll rendelkezésre. A tréning során a résztvevő ahhoz hasonló feladatokat gyakorol, mint amilyeneket a munkamemória tesztelésére használunk. A tréningprotokoll egyénre van szabva egy algoritmus által, ami azt jelenti, hogy a valós idejű teljesítményhez igazítja a nehézségi szintet, emellett visszajelzést ad a felhasználónak a jó eredményeiről. Hasonlóan a CogMed szoftverhez, a Brain Workshop is a munkamemória fejlesztését szolgálja, viszont ez a program az N-vissza (N-back) mérőeszköz elvén alapul. A fejlesztő hatás 11–12 év közötti gyerekeknél összesen 13 gyakorlási alkalom (4 hét alatt) által bizonyul elérhetőnek a Kognitív Profil Teszttel mérve (Szappanos & Kövi, 2016).

Ehhez hasonlóan a nem számítógépes explicit programok túlnyomó része során a gyerekek végrehajtó működéses paradigmákat gyakorolnak, például különböző dimenziók szerint válogatnak kártyákat (Kloo & Perner, 2003). Illetve ide sorolta Takacs és Kassai (2019) az olyan programokat, amik óvodai csoportjátékokon alapulnak, mint például a „lila lámpa, sárga lámpa” játék, amely során a játékvezető a terem másik oldalán állva a gyerekeknek vagy egy lila papírból készült kört mutat, ami azt jelenti, hogy álljanak meg, vagy egy sárga kört, ami pedig azt jelzi, hogy haladjanak tovább. Ehhez hasonló a szobor-játék, ami során a gyerekeknek addig kell táncolniuk, amíg zenét hallanak, de amikor a zene elhallgat, akkor meg kell állniuk. A játék megvalósítható hangszerekkel is, egyik változata során a játékvezető lassú

ütemben dobol, ekkor a gyerekeknek lassú mozgásokat kell végezniük, és ahogyan gyorsul a dobzó, egyre gyorsabban kell mozogniuk, de játszható fordítva is, vagyis a gyors ütemre lassú mozgással, lassú ütemre pedig gyors mozgással kell reagálniuk (Tominey & McClelland 2011). Talán Magyarországon ezek közül az egyik legismertebb, óvodai környezetben is alkalmazott játék a tűz-víz-repülő játék. Ennek során a gyerekek mászkálnak a teremben, és ha azt hallják, hogy tűz, akkor le kell guggolniuk, ha azt hallják, hogy víz, akkor fel kell ülniük egy székre, és ha azt hallják, hogy repülő, akkor le kell hasalniuk a földre. Ebben a játékban a gyerekeknek a végrehajtó funkciók több komponensét is működtetni kell. Amíg a játék nem betanult, addig a szabályok észben tartásához a munkamemóriára van szükség, míg az elhangzott instrukciók közötti váltáshoz már elsősorban a kognitív rugalmasságra és a gátlásra, hiszen a már megkezdett cselekvést gyakran le kell gátolni, és az új instrukció alapján kell befejezni.

Az eredmények azt mutatják, hogy az explicit tréningeknek szignifikáns, a tipikusan fejlődő gyerekek esetében közepes méretű, a nem tipikusan fejlődő gyerekek esetében kis méretű hatása van. Míg a számítógépes tréningek eredményei ugyanezt a mintázatot mutatták, a nem számítógépes explicit tréningnek tipikusan fejlődő gyerekek esetében szignifikáns, kis hatása volt, nemtipikusan fejlődő gyerekek esetében azonban nem volt szignifikáns hatása. Vagyis a szerzők szerint az eredmények azt mutatják, hogy épp azoknak a gyerekeknek az esetében, akiknek igazán szüksége lenne az ilyen fejlesztésekre, a legjobb esetben is pusztán kisméretű jótékony hatást mutatnak az explicit tréningek. Továbbá metaanalízisek sora mutatja, hogy a munkamemória-tréningeknek pusztán köze-

li transzferhatása van, tehát csakis munkamemória-teszteken figyelhető meg a jótékony hatása, ám távoli transzferhatása nincs, tehát más készségekre nem gyakorol jótékony hatást (Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Melby-Lervåg et al., 2016; Sala & Gobet, 2017). Ezt megerősítve és kiterjesztve, Kassai és munkatársai (2019) igazolták, hogy a végrehajtó működések komponenseinek explicit tréningjének gyermekkorban csak közeli transzferhatása van, a nem tréningelt végrehajtó komponenseken már nincs szignifikáns eredménye. Ez annyit jelent, hogy például a munkamemória fejlesztésének csak a munkamemória-teszteken jelentkezik pozitív hatása, a gátlási készség vagy a kognitív flexibilitás területein nincs jótékony hatása. Ezzel szemben egy új, 2023-ban publikált vizsgálat során azt találták, hogy a végrehajtó funkciók fejlesztése mellett mégiscsak lehet az explicit tréningeknek is távolabbi transzferhatása, ugyan nem a végrehajtó funkciók többi komponensére, hanem a geometriaképességekre, az olvasási készségre és az intelligenciára, és ez a hatás később, akár évek múlva is kimutatható marad (Berger et al., 2023).

Ezeknek az eredményeknek a tudatában az explicit intervenciók gyakorlati haszna még vitatottnak tűnik, és érdemesebb lehet olyan programokkal foglalkozni, amelyek könnyebben beágyazhatóak a gyerekek mindennapjaiba (Blair, 2017), illetve amelyek a gyerekek érzelmi-szociális jóllétét és képességeit is fejlesztik a végrehajtó működések támogatása mellett (Diamond & Lee, 2011).

### Mozgásos intervenciók

A mozgás, a sportolás és a végrehajtó működések között sokszorosán bizonyított az összefüggés (Etnier & Chang, 2009). A mozgásos programok közül az egyszerű erőnléti edzés-

nek (pl. futás) is megállapítható a rövid távú és hosszú távú hatása a végrehajtó funkciók teljesítményére (Best, 2010), de akár már egy egyalkalmas, 20 perces fizikai aktivitásnak is mérhető az akut hatása ADHD-s gyerekek végrehajtó funkcióinak teljesítményében (Miklós et al., 2020). Diamond és Ling (2016) felvetették, hogy főként azok a sportok lehetnek hatékonyak a végrehajtó funkciók fejlesztésében, amelyek során kognitív kihívásoknak is ki vannak téve a gyerekek, mint például a labdajátékok, küzdősportok vagy a jóga során. Ezt a feltételezést bizonyítja részben Láng és Szöllösi (2023) táncos intervenciót (LippoZoo) alkalmazó vizsgálata is, mely során a 6 héten át tartó fejlesztés bár a végrehajtó funkciókat nem fejlesztette, de a verbális absztrakciós képességre, a szókincsre, vizuális emlékezetre és a finommozgásra pozitív hatással volt. A harcművészetek a végrehajtó funkcióknak a fejlesztésében való alkalmazásáról megoszlanak a vélemények, annak evidenciája, hogy valóban fejlesztő hatásuk van, igen kicsi (Mercer, 2011). Ezzel szemben a jóga, ami a kognitív komponensek használatát is megkívánja, sikerebbnek mondható a végrehajtó funkciók fejlesztésében. A jóga hatékonyságát vizsgáló szisztematikus áttekintésében Luu és Hall (2016) a bevont kísérletek alapján a jóga-intervenciók hossza között nagy különbséget talált. Egyes vizsgálatok mindössze 3 alkalmas programot alkalmaztak, de voltak olyanok is, amelyek 10 alkalmasat. Az említett szisztematikus áttekintésben a 11 kutatásból mindössze egy alkalmazta az eljárást serdülők és gyerekek körében. Ebben a kutatásban 8–13 éves gyerekek és serdülők 3 hónapon keresztül heti 5 alkalommal, napi 45 percen át végeztek Hatha-jógát, ami a jógapozitúrák mellett légzésgyakorlatokat és lazító gyakorlatokat is tartalmazott. Ezek együtt képe-

sek voltak a résztvevők Stroop-tesztrel mért gátlásképességét javítani (Telles et al., 2013).

A metaanalízis eredményei azonban azt mutatták, hogy a mozgásos intervencióknak csak a nemtipikusan fejlődő gyerekek esetében volt szignifikáns, kicsi hatása, és az ő esetükben is kérdéses, hogy ez a hatás gyakorlatilag jelentős-e. Továbbá a kutatók nem találtak bizonyítékot az erőnléti edzés és a kognitív kihívást jelentő mozgásos programok hatékonyságának különbségére.

### **Speciális tantervek és művészeti tevékenységeken alapuló programok**

Takacs és Kassai (2019) vizsgálatukban a művészeti tevékenységek hatását is vizsgálták, ezek alá ők a zenei tréningeket, a szerepjátékokat és a drámajátékokat sorolták. A tanulmányozott zenei foglalkozások során a gyerekeket legtöbbször dobolni tanították, és a zenekészítés alapjait sajátították el (Chacona, 2007; Schmid, 1998), míg a szerepjátékokban a csoportvezető egy kitalált történetet mondott el a gyerekeknek, és ezt követően kellett ebben a fantáziavilágban egyes szerepeket eljátszaniuk, például elképzelni, hogy ők madarak, és a holdra repülnek, így a diskurzust a madarak szemszögéből kell folytatniuk (Thibodeau et al., 2016). Habár a zenei tréning úgy tűnik, hogy képes fejleszteni a gyerekek IQ-ját (Protzko, 2017), az említett művészeti foglalkozásoknak, beleértve a zenét is, meglepő módon a metaanalízis eredménye alapján nincsen szignifikáns hatása a végrehajtó funkciókra (Takacs & Kassai, 2019).

### **Önszabályozási stratégiát tanító programok**

Az önszabályozási stratégia elsajátítását facilitáló programok három nagy csoport-

ja a stratégiákat tanító intervenciók, a mindfulness-alapú gyakorlatokat tartalmazó intervenciók és a biofeedbacket alkalmazó, fiziológiai válaszok visszacsatolásán alapuló intervenciók.

A stratégiákat tanító intervenciók fő jellemzői, hogy a gyermekek szociális, érzelmi és kognitív képességeit csoportos formában, kognitív viselkedésterápia-jellegű gyakorlatokkal igyekszik fejleszteni. A programok előre meghatározott számú és tartalmú foglalkozásokból állnak, ez például az *OutSMARTers program* esetében heti 2, összesen 10 darab, 2 óra hosszúságú alkalmat jelent, míg az *Unstuck and On Target!* nevű program 6 téma feldolgozását összesen 21 foglalkozásra osztja fel. A Takacs és Kassai (2019) elemzésében szereplő kutatásokban az intervenciók alkalmak száma 6 és 35 között volt. Az eredmények alapján úgy tűnik, hogy a stratégiát tanító programok elsősorban, ugyan kis hatásnagyság mellett, az atipikusan fejlődő gyerekek számára hatékonyak, a tipikusan fejlődő gyermekek esetében nem találtak szignifikáns hatást a végrehajtó funkciókra nézve.

A *mindfulness- (tudatos jelenlét)* gyakorlatok célkitűzése, hogy az egyén közelebbi kapcsolatba kerüljön önmagával és a környezetével, harmonikus kapcsolatot létesítsen a jelen történéseivel, egy nyitott, elfogadó hozzáállás, szándékos tudatosság mellett (Kabat-Zinn, 1982; Shapiro, 2009). A tudatos jelenlét tekinthető állapotnak vagy a figyelem különleges módjának, de képességek összességének is, mely az állapot eléréséhez szükséges (Bishop et al., 2004; Flook et al., 2015).

Az elmúlt évtizedekben a tudatos jelenlét fejlesztésére számos programot fejlesztettek ki, elsőként a felnőtt, majd később a gyermekpopulációkat is megcélozva. A gyerekeknek

szóló mindfulness-alapú programok nagy változatosságot mutatnak: változó hosszúságúak, 4 és 25 hetesek is lehetnek, emellett a foglalkozások időtartama is nagy változatosságot mutat, életkorhoz illeszkedően megtalálhatóak a 3 és a 90 perces mindfulness-ülések is (Vekety et al., 2022). A mindfulness-gyakorlatok és programkomponensek sokfélék és játékosak, ami a gyerekek figyelmének fenntartása szempontjából különösen fontos (Hooker & Fodor, 2008). Zenner és munkatársai (2014) a mindfulness-alapú intervenciók következő összetevőit írják le: 1. légzőgyakorlatok, 2. érzékszervekkel kapcsolatos tudatosság és mindennapi gyakorlatok, 3. gondolatokkal és érzelmekkel kapcsolatos gyakorlatok, 4. testpásztázás, 5. tudatos mozgás, 6. hála- és kedvességgyakorlatok, 7. pszichoedukáció, 8. csoportbeszélgetés és 9. otthoni feladatok. A gyerekeknek szánt mindfulness-programok tipikusan nagyon összetettek, és a felsorolt elemek többségét alkalmazzák (Vekety et al., 2022).

Takacs és Kassai (2019) metaanalitikus vizsgálata alapján a mindfulness-alapú programoknak szignifikáns, közepes méretű hatása van a tipikusan fejlődő gyerekek végrehajtó működéseire. Ez a hatás meglepő módon pont ugyanakkora volt, mint az explicit programok esetében, viszont a mindfulness-alapú intervenciók hatása szélesebb körű: mind a munkamemória, mind a gátlási készség esetében szignifikáns jótékony hatást mutattak. Ezen eredmények alapján Takacs és Kassai (2019) a tipikusan fejlődő gyerekek végrehajtó működéseit fejlesztő intervenciók lehetőségei közül a mindfulness-alapú programokat találták a legígéretesebb irányzatnak. Emellett a mindfulness-gyakorlatok a gyerekek jóllétének más területei szempontjából is hasznosak: fejlesztik a gyerekek és serdülők figyelmi készségeit, csökkentik a depresszív

és szorongásos tüneteket, valamint a stresszt és az agresszív viselkedést (Dunning et al., 2019). Továbbá a mindfulness-gyakorlatok könnyedén beépíthetőek a gyerekek mindennapjaiba, akár otthoni, akár az óvodai vagy iskolai napirendbe. Habár elsősorban ambíciózus ötletnek tűnhet, de az eredmények azt mutatják, hogy már óvodáskorú gyerekekkel is lehet mindfulness-alapú gyakorlatokat végezni (Flook et al., 2015, Koncz et al., 2022, Poehlmann-Tynan et al., 2015, Viglas, 2015) a gyakorlatok életkorhoz illesztése mellett. Míg felnőttek esetében a mindfulness-alapú programok nagy része hosszabb ülő meditációból áll, a gyerekeknek szánt programok a rövidebb (kb. 5 perces) ülő meditációk mellett sok aktívabb gyakorlatot alkalmaznak, mint például jógagyakorlatokat és sétameditációt (Vekety et al., 2022). A következő bekezdésben néhány gyakorlatípussal kapcsolatban ismertetünk egy-egy példát arra, hogy a szakirodalomban alkalmazott programok során hogyan adaptálják a tipikusan felnőttekkel végzett mindfulness-gyakorlatokat az óvodás vagy az iskolás korosztályra.

A *tudatos légzés gyakorlatok* célja a fókuszált figyelmi állapot elérése. Mivel óvodáskorban még nem könnyű a befelé irányított figyelem gyakorlásának ez a módja, így gyakran egy figyelemfelkeltő tárgyjal kapcsolják össze a légzést, mely segít a gyerek figyelmét irányítani (Vekety et al., 2022). Ilyen lehet például, amikor a légzőgyakorlat alatt egy szélforgót kell fújni a mondóka ritmusára, vagy amikor egy plüssállatot helyeznek a gyerek hasára, amit a légzés ritmusával álomba lehet ringatni (Flook et al., 2015; Janz et al., 2019.) Az ilyen típusú gyakorlatok fontos eleme a figyelem akarlatlagos irányításának elsajátítása, mely a légzés ritmusát és érzéleteit helyezi fókuszba az egyéb gondo-

lati elkalandozások gátlásával, elengedésével a gyakorlat néhány perces idejére.

Egy másik gyakorlati típus a *figyelem tudatos irányítását célozza meg az érzékszerveken keresztül (látás, hallás, szaglás, ízlelés, tapintás)*, ami általánosan ajánlott gyakorlat minden korosztálynak, ha most ismerkedik a tudatos jelenlét technikáival. A tudatos evési gyakorlat során egy kis adag ételt (pl. mazsolát) fogyasztanak el a gyerekek úgy, hogy közben érzékszerveikkel megfigyelik az ételt és az evés folyamatát (példakérdések a gyakorlathoz: „Le tudnád írni, hogy hogyan néz ki a mazsola egy olyan valakinek, aki a Marsról jött, és még sosem látott ilyet?”, „Milyen a tapintása, puha?”, „Milyen a hőmérséklete?”, „Milyen az íze?”, stb.). Egy másik tudatos érzékszervi megfigyeléssel kapcsolatos gyakorlatot az osztályteremben is lehet végezni, akár minden óra elején, hiszen csak pár percet igényel. Egy harang vagy más hangszer szükséges hozzá, melyet megcsenget a gyakorlatvezető, a gyerekek pedig becsukott szemmel, kézfeltartással jelzik, amikor már nem hallják a harang lassan eltűnő hangját (Viglas, 2015). Ezekben a típusú gyakorlatokban szintén használni kell a végrehajtó funkciókat, mivel a figyelem tudatos irányítása mellett váltani szükséges az érzékszervi csatornák között, vagyis a kognitív rugalmasságot fejlesztheti.

*A gondolatokkal és érzelmekkel kapcsolatos gyakorlatok* között számos olyan gyakorlat van, amely pszichoedukációval vegyül (Vekety et al., 2022). Ilyen például a minden korosztálynál alkalmazott felhő- vagy buborékmetaforák használata a gondolatok és érzelmek folyton változó természetének megértéséről, ami sokat segíthet azoknak a gyerekeknek, akik könnyen lera- gadnak egy-egy gondolatnál, érzésnél.

A gyerekeknek szánt mindfulness-programok egy új hulláma *biofeedback* segítségével teszi lehetővé, hogy a gyerekek visszajelzést kapjanak a tudatos jelenlét állapotáról. A *neurofeedback* vagy EEG-feedback módszerével az agyi aktivitásról kap a gyakorló visszajelzést (Logemann et al., 2010; Moore, 2000; Reiner, 2008), míg az elektromiográfia (EMG) alapú visszacsatolással az izmok elernyedtségéről és feszültségéről kaphat visszajelzést (Takacs & Kassai, 2019). A neurofeedbacket az elektroencefalogram (EEG), vagyis az agy elektromos aktivitását mérő fejpánt vagy sapka szolgáltatja, mely az agyhullámok aktivitását monitorozza, és egy applikáción vagy szoftveren keresztül visszajelzést küld a tudatos jelenlétről áruklódó agyhullámokról (Vekety et al., 2022). A neurofeedbackkel kísért mindfulness-tréning során a nyugodt, fókuszált figyelem agyi aktivitását mutató alpha- (és theta-) agyhullámok vannak jutalmazva például hangalapú visszajelzésekkel egy fülhallgatón keresztül (Vekety et al., 2022). Ilyen jutalmazó visszajelzés a nyugodt, fókuszált tudatos jelenlét állapota, amikor az eső hangja elcsendesedik, és a madarak elkezdnek csicseregni. A programot elvégző gyerekek ezt a nyugodt, fókuszált figyelmi állapotot tanulják meg elérni, mely az iskolai eredményesség szempontjából is fontos segítség lehet. Az egyelőre kevés rendelkezésre álló bizonyíték ígéretes: a metaanalízis alapján elmondhatjuk, hogy a biofeedback-alapú programok megbízhatónak bizonyulnak az atipikusan fejlődő gyerekek munkamemóriájának és gátló képességeinek fejlesztésében (Takacs & Kassai, 2019), fejlesztik a tipikusan fejlődő gyerekek gátlási képességét (Vekety et al., 2022), viselkedésszabályozását (Martinez & Zhao, 2018) és figyelmét (Antle et al., 2018).

Arról azonban további kutatások szükségese-  
sek, hogy a neurofeedbacknek van-e szig-  
nifikáns hozzáadott értéke a hagyományos  
mindfulness-alapú gyakorlatokhoz.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Írásunk célja az volt, hogy bemutassuk a vég-  
rehajtó funkciókat fejlesztő gyerekeknek  
szóló programokat, és az azokon belül hasz-  
nált gyakorlatokat. Emellett képet adtunk  
a végrehajtó funkciók mérési lehetőségeiről,  
kitérve olyan eszközökre is, amik kifejezet-  
ten a magyar gyerekek képességeinek méré-  
sére lettek kifejlesztve.

Hogy az intervenciós megközelítések  
széles palettáját demonstráljuk, az általunk  
említett, lehetséges fejlesztési lehetőségeket  
vizsgáló egy-egy kísérleti kutatást egy táblá-  
zatban összegeztük (2. táblázat). Mindegyik  
fejlesztési eljárást igyekeztük 1-3 példával  
szemléltetni, hogy könnyebben áttekinthető-  
vé tegyük az olvasónak, hogy melyik eljárás  
melyik kategóriába tartozik, milyen életko-  
rú gyerekekkel vizsgálták, és milyen ered-  
ményekre jutottak.

Ugyan a táblázatból az látszik, hogy az  
explicit fejlesztőlehetőségek a munkamemó-  
ria teljesítményét fejlesztik, fontos kiemelni,  
hogy más végrehajtófunkció-komponensekre  
az intervenciók nem voltak hatással (Berger  
et al., 2023; Szappanos & Kövi, 2016).

A mozgásos intervenciók a végrehaj-  
tó funkciókat a bemutatott két kísérlet alap-  
ján vagy nem fejlesztette (Láng et al., 2023),  
vagy csak a gátlásképességet tudta fejleszteni  
(Telles, 2013), és a metaanalízis eredménye  
alapján tipikusan fejlődő gyerekek esetében  
nem volt szignifikáns jótékony hatása (Takacs  
& Kassai, 2019). A speciális tantervek, művé-  
szeti tevékenységek közé sorolt fantáziajáték

eredményesen fejleszti az óvodások munka-  
memória- és váltásteljesítményét.

A 2. táblázatban összegzett mindful-  
ness-alapú programok változatos eredmé-  
nyeket mutatnak a végrehajtó funkciók tekin-  
tetében, habár a metaanalízis eredményei  
alapján a tipikusan fejlődő gyerekek esetében  
a legígéretesebb intervenciók irány (Takacs &  
Kassai, 2019). Koncz és munkatársai (2022)  
vizsgálatában azt találták, hogy a mindfulness  
nem javította a gyerekek végrehajtó műkö-  
déseit, míg más vizsgálatokban pozitív hatá-  
sát találták a gátlási képességre (Vekety et  
al., 2022), valamint a munkamemóriára és  
a váltás képességére is (Pochlmann-Tynan et  
al., 2015). Az egyes programok hatékonysá-  
gáról szóló kutatások heterogén eredményei  
jól szemléltetik, hogy mennyire nem egyértel-  
mű csupán egyetlen kutatás alapján kiválasz-  
tani a leghatékonyabb eljárást. A kutatások  
eredményeit metaelemzés alá vető metaana-  
lízisek azonban segíthetnek az eredmények  
statisztikai összegzésében. A jelen tanulmány  
alapját képező korábbi metaanalízis (Takacs  
& Kassai, 2019) eredményeiből látszik, hogy  
a különböző végrehajtó funkciókat fejlesz-  
tő programok eltérnek abban, hogy hatá-  
suk fejlődés szempontjából tipikusan vagy  
atipikusan fejlődő gyerekeknel jelentősebb.  
Összességében úgy tűnik, hogy *a tipikusan  
fejlődő gyerekek leginkább a mindfulness-ala-  
pú programokból profitálhatnak*, ha a végre-  
hajtó funkciók gyakorlatban való alkalmazá-  
sát is figyelembe vesszük (Kassai et al., 2019;  
Takacs & Kassai, 2019). *Az atipikusan fejlő-  
dő gyerekeknel a biofeedback módszerét és  
az önszabályozó stratégiát tanító programok  
használatát javasoljuk, de fontos kiemelni,  
hogy kettő közül a biofeedback tűnik hatéko-  
nyabbnak* (Takacs & Kassai, 2019). Emellett  
a legújabb kutatások alapján az alkalmazható-  
sága tipikusan fejlődő gyerekeknel is ígéretes-



nek tűnik (Vekety et al., 2022). Mindazonáltal a bizonyítékok gyarapodásával a metaanalitikus vizsgálat frissítésére lesz szükség.

Habár az általunk feldolgozott téma a nemzetközi szakirodalomban előkelő helyet foglal el, magyar nyelven még kevés összefoglaló olvasható a végrehajtó funkciók óvodás-

kori fejlesztéséről. A hatásvizsgálatokkal alátámasztott, bizonyítékokon alapuló fejlesztő eljárások bemutatásával és az ismertetett mindfulness-gyakorlatok leírásával szeretnénk a hazai intézményekhez és szakemberekhez közelebb hozni ezeket a lehetőségeket.

2. táblázat. Példák a végrehajtó funkciók fejlesztését célzó kísérletekre

	Program	Időtartam	Életkor	N	VF-mérőeszköz	Eredmények (+, -, 0)
<b>Explicit gyakorlás</b>						
Szappanos & Kövi, 2016	Brain Workshop	4 hét, 13 alkalom	11-12	62	Kognitív Profil Teszt	MM(+) Gátlás(0) Váltás(0)
Berger et al., 2023	CogMed	5 hét 25 alkalom	6-7	572	Verbális Terjedelem Teszt, Téri-Vizuális Terjedelem Teszt Go/No-Go teszt	MM(+) Gátlás(+)
<b>Mozgás</b>						
Láng et al., 2023	LippoZoo	6 hét, 6 alkalom	8-9	29	Kognitív Profil Teszt	MM(0) Gátlás(0) Váltás(0)
Telles, 2013	Hatha-jóga/ Fizikai aktivitás	3 hónap 15 alkalom	8-13	98	Stroop-teszt	Gátlás(+)
<b>Speciális tantervek, művészet</b>						
Thibodeau et al., 2016	Fantáziajáték	5 hét 25 alkalom	3-5	110	Számterjedelemteszt DCCS Nappal/éjszaka Stroop	MM(+) Váltás(+) Gátlás(0)
<b>Önszabályozási stratégiát tanító programok</b>						
Koncz et al., 2022	Mindfulness-alapú relaxáció	1 hét 5 alkalom	5-7	51	Számterjedelemteszt DCCS Go/No-Go	MM(0) Váltás(0) Gátlás(0)
Poehlmann-Tynan et al., 2015	Kindness Curriculum (mindfulness)	12 hét 24 alkalom	3-5	29	HTKS Go/No-Go	MM(+) Váltás(+) Gátlás(+)
Vekety et al., 2021	Biofeedback által támogatott mindfulness	8 alkalom	9-10	31	Szívek és Virágok Teszt Location–Direction Stroop-Like Arrow Test Adaptált Stop Jel Feladat Trail Making Test	Váltás(0) Gátlás(+)

## SUMMARY

### THE ROLE AND DEVELOPMENT OPPORTUNITIES OF EXECUTIVE FUNCTIONS IN PRESCHOOL AGE AND DURING PREPARATION FOR SCHOOL

*Background and aims:* Executive functions, their various types, measurement possibilities, and significance have been extensively covered in Hungarian literature (Józsa & Józsa, 2017; Mohai et al., 2016; Tánczos, 2012; Tánczos et al., 2014). However, there is a relatively limited discussion regarding the potential for nurturing these skills. This article aims to fill this gap by providing a comprehensive overview. The primary objective is to create a summary that draws upon international literature, offering a thorough understanding of the development, measurement, and relevance of executive functions. Furthermore, we will explore the evidence base regarding interventions to promote these skills in childhood, with a specific focus on preschool-aged children.

*Methods:* A focused literature review was conducted.

*Results:* Executive functions play a particularly crucial role during the preschool and primary school years. Among the numerous programs designed for their development, current understanding suggests that programs emphasizing the teaching of self-regulation strategies, such as mindfulness, have demonstrated the highest effectiveness.

*Discussion:* By providing a detailed presentation of intervention approaches, our article can contribute to these tools becoming better known, accepted, and applied within a domestic context.

*Keywords:* executive functions, preschoolers, self-regulation, mindfulness

## IRODALOM

- Ahadi, S. A., Rothbart, M. K., & Ye, R. (1993). Children's temperament in the US and China: similarities and differences. *European Journal of Personality*, 7(5), 359–378. <https://doi.org/10.1002/per.2410070506>
- Antle, A. N., Chesick, L., & McLaren, E-S. (2018). Opening up the design space of neurofeedback brain-computer interfaces for children. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 24(6), 1–33. <https://doi.org/10.1145/3131607>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. *Psychology of Learning and Motivation, Vol. 8*, (pp. 47–89). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working Memory: The multiple-component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory* (1st Ed., pp. 28–61). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.005>
- Bailey, C. E. (2007). Cognitive accuracy and intelligent executive function in the brain and in business. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1118(1), 122–141. <https://doi.org/10.1196/annals.1412.011>
- Baler, R. D., & Volkow, N. D. (2006). Drug addiction: the neurobiology of disrupted self-control. *Trends in Molecular Medicine*, 12(12), 559–566. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2006.10.005>
- Barch D. M. (2005). The cognitive neuroscience of schizophrenia. *Annual Review of Clinical Psychology*, 1(1), 321–353. <https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.1.102803.143959>
- Barkley, R. A. (2012). Assessing executive functioning as an extended phenotype. *The ADHD Report*, 20(2), 1–6. <https://doi.org/10.1521/adhd.2012.20.2.1>
- Barnes, M. E., Gozal, D., & Molfese, D. L. (2012). Attention in children with obstructive sleep apnoea: an event-related potentials study. *Sleep Medicine*, 13(4), 368–377. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2011.06.007>
- Berger, E. M., Fehr, E., Hermes, H., Schunk, D., & Winkel, K. (2020). The impact of working memory training on children's cognitive and noncognitive skills. *SSRN Electronic Journal*, 9. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3622985>
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331–351. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2010.08.001>
- Bishop, S. R., Lau, M., Shapiro, S., Carlson, L., Anderson, N. D., Carmody, J., & Devins, G. (2004). Mindfulness: A proposed operational definition. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 11(3), 230. <https://doi.org/10.1093/clipsy.bph077>
- Blair C. (2017). Educating executive function. *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive Science*, 8(1–2), e1403. <https://doi.org/10.1002/per.2410070506>
- Blair, C., & Raver, C. C. (2012). Child development in the context of adversity: Experiential canalization of brain and behavior. *American Psychologist*, 67(4), 309–318. <https://doi.org/10.1037/a0027493>

- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development, 78*(2), 647–663. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>
- Borella, E., Carretti, B., & Pelegrina, S. (2010). The specific role of inhibition in reading comprehension in good and poor comprehenders. *Journal of Learning Disabilities, 43*(6), 541–552. <https://doi.org/10.1177/0022219410371676>
- Brayfield, A., & Korintus, M. (2011). Early childhood socialization: Societal context and childrearing values in Hungary. *Journal of Early Childhood Research, 9*(3), 262–279. <https://doi.org/10.1177/1476718X11402444>
- Burke, C. A. (2010). Mindfulness-based approaches with children and adolescents: A preliminary review of current research in an emergent field. *Journal of Child and Family Studies, 19*(2), 133–144. <https://doi.org/10.1007/s10826-009-9282-x>
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 28*(2), 595–616. [https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802\\_3](https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802_3)
- Chacona, S. M. (2007). *Effect of World Music Drumming on Auditory and Visual Attention Skills of ADHD Elementary Students*. Doctoral dissertation. Lynn University. <https://spiral.lynn.edu/etds/26>
- Chamorro, J., Bernardi, S., Potenza, M. N., Grant, J. E., Marsh, R., Wang, S., & Blanco, C. (2012). Impulsivity in the general population: A national study. *Journal of Psychiatric Research, 46*(8), 994–1001. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2012.04.023>
- Corsi, P. M. (1972). *Human memory and the medial temporal region of the brain*. Unpublished doctoral dissertation. McGill University.
- Cortés Pascual, A., Moyano Muñoz, N., & Quílez Robres, A. (2019). The relationship between executive functions and academic performance in primary education: Review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 10*, 1582. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01582>
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. In A. Miyake, & P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory* (pp. 62–101). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909>
- Crescioni, W. A., Ehrlinger, J., Alquist, J. L., Conlon, K. E., Baumeister, R. F., Schatschneider, C., & Dutton, G. R. (2011). High trait self-control predicts positive health behaviors and success in weight loss. *Journal of Health Psychology, 16*(5), 750–759. <https://doi.org/10.1002/per.2410070506>
- D. Molnár, É. (2017). Erőfeszítésalapú kontroll és végrehajtó funkciók az önszabályozásban. *Magyar Pszichológiai Szemle, 72*(4), 533–547. <https://doi.org/10.1556/0016.2017.72.4.4>
- Davis, J. C., Marra, C. A., Najafzadeh, M., & Liu-Ambrose, T. (2010). The independent contribution of executive functions to health related quality of life in older women. *BMC Geriatrics, 10*, 16. <https://doi.org/10.1002/per.2410070506>
- Davis, H. L., & Pratt, C. (1995). The development of children's theory of mind: The working memory explanation. *Australian Journal of Psychology, 47*(1), 25–31. <https://doi.org/10.1080/00049539508258765>

- Deater-Deckard K. (2014). Family matters: Intergenerational and interpersonal processes of executive function and attentive behavior. *Current Directions in Psychological Science*, 23(3), 230–236. <https://doi.org/10.1177/0963721414531597>
- Dempster, F. N., & Cooney, J. B. (1982). Individual differences in digit span, susceptibility to proactive interference, and aptitude/achievement test scores. *Intelligence*, 6(4), 399–416. [https://doi.org/10.1016/0160-2896\(82\)90026-5](https://doi.org/10.1016/0160-2896(82)90026-5)
- Dempster, F. N., & Corkill, A. J. (1999). Individual differences in susceptibility to interference and general cognitive ability. *Acta Psychologica*, 101(2–3), 395–416. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(99\)00013-X](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(99)00013-X)
- DePrince, A. P., Weinzierl, K. M., & Combs, M. D. (2009). Executive function performance and trauma exposure in a community sample of children. *Child Abuse & Neglect*, 33(6), 353–361. <https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2008.08.002>
- Diamond, A. (2005). Attention-deficit disorder (attention-deficit/hyperactivity disorder without hyperactivity): a neurobiologically and behaviorally distinct disorder from attention-deficit/hyperactivity disorder (with hyperactivity). *Development and Psychopathology*, 17(3), 807–825. <https://doi.org/10.1017/S0954579405050388>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A. (2016). Why improving and assessing executive functions early in life is critical. In J. A. Griffin, P. McCardle, & L. S. Freund (Eds.), *Executive function in preschool-age children: Integrating measurement, neurodevelopment, and translational research* (pp. 11–43). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/14797-002>
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333(6045), 959–964. <https://doi.org/10.1126/science.1204529>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (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. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Donders, F. C. (1969). On the speed of mental processes. *Acta Psychologica*, 30, 412–431. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(69\)90065-1](https://doi.org/10.1016/0001-6918(69)90065-1)
- Duncan, R. J., McClelland, M. M., & Acock, A. C. (2017). Relations between executive function, behavioral regulation, and achievement: Moderation by family income. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 49, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2017.01.004>
- Dunning, D. L., Griffiths, K., Kuyken, W., Crane, C., Foulkes, L., Parker, J., & Dalgleish, T. (2019). Research Review: The effects of mindfulness-based interventions on cognition and mental health in children and adolescents – a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 60(3), 244–258. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12980>
- Emslander, V., & Scherer, R. (2022). The relation between executive functions and math intelligence in preschool children: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 148(5–6), 337–369. <https://doi.org/10.1037/bul0000369>

- Etnier, J. L., & Chang, Y.-K. (2009). The effect of physical activity on executive function: a brief commentary on definitions, measurement issues, and the current state of the literature. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *31*(4), 469–483. <https://doi.org/10.1123/jsep.31.4.469>
- Evans, G. W., & English, K. (2002). The environment of poverty: multiple stressor exposure, psychophysiological stress, and socioemotional adjustment. *Child Development*, *73*(4), 1238–1248. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00469>
- Evans, G. W., & Kim, P. (2013). Childhood poverty, chronic stress, self-regulation, and coping. *Child Development Perspectives*, *7*(1), 43–48. <https://doi.org/10.1111/cdep.12013>
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*(3), 340–347. <https://doi.org/10.1162/089892902317361886>
- Fay-Stammbach, T., Hawes, D. J., & Meredith, P. (2014). Parenting influences on executive function in early childhood: A review. *Child Development Perspectives*, *8*(4), 258–264. <https://doi.org/10.1111/cdep.12095>
- Flook, L., Goldberg, S. B., Pinger, L., & Davidson, R. J. (2015). Promoting prosocial behavior and self-regulatory skills in preschool children through a mindfulness-based kindness curriculum. *Developmental Psychology*, *51*(1), 44–51. <https://doi.org/10.1037/a0038256>
- Fogelman, N., & Canli, T. (2018). Early life stress and cortisol: A meta-analysis. *Hormones and Behavior*, *98*, 63–76. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2017.12.014>
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*(1), 101–135. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.101>
- Garon, N. (2016). A Review of hot executive functions in preschoolers. *Journal of Self-Regulation and Regulation*, *2*, 56–81. <https://doi.org/10.11588/josar.2016.2.34354>
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, *134*(1), 31–60. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>
- Ger, E., & Roebbers, C. (2023). Hearts, flowers, and fruits: All children need to reveal their post-error slowing. *Journal of Experimental Child Psychology*, *226*, 105552. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2022.105552>
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: Performance of children 3 1/2–7 years old on a stroop-like day–night test. *Cognition*, *53*(2), 129–153. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90068-X](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90068-X)
- Gioia, G. A., Espy, K. A., & Isquith, P. K. (2003). *BRIEF-P: Behavior Rating Inventory of Executive Function – Preschool Version*. Psychological Assessment Resources.
- Goschke, T. (2014). Dysfunctions of decision-making and cognitive control as transdiagnostic mechanisms of mental disorders: Advances, gaps, and needs in current research: Dysfunctions of decision-making and cognitive control. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, *23*(S1), 41–57. <https://doi.org/10.1002/mpr.1410>
- Gyarmathy, É. (2009). Kognitív Profil Teszt. *Iskolakultúra*, *19*(3–4), 60–73. <https://ojs.bibl.u-szeged.hu/index.php/iskolakultura/article/view/20834>

- Gyarmathy, É., Gyarmathy, Zs., Kökényesi, I., Pap, J., Szabó, Z., & Turmezei, M. (2023). A számolás tanulásának sikeressége az iskolakezdő szenzomotoros és kognitív profil tükrében. *Iskolakultúra*, 33(8), 3–18. <https://doi.org/10.14232/iskkult.2023.8.3>
- Hennessey, E.-M. P., Kepinska, O., Haft, S. L., Chan, M., Sunshine, I., Jones, C., Hancock, R., & Hoefl, F. (2020). Hair cortisol and dehydroepiandrosterone concentrations: Associations with executive function in early childhood. *Biological Psychology*, 155, 107946. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107946>
- Fodor, I. E., & Hooker, K. E. (2008). Teaching mindfulness to children. *Gestalt Review*, 12(1), 75–91. <https://doi.org/10.5325/gestaltreview.12.1.0075>
- Jacob, R., & Parkinson, J. (2015). The potential for school-based interventions that target executive function to improve academic achievement: A review. *Review of Educational Research*, 85(4), 512–552. <https://doi.org/10.3102/0034654314561338>
- Janz, P., Dawe, S., & Wyllie, M. (2019). Mindfulness-based program embedded within the existing curriculum improves executive functioning and behavior in young children: A waitlist controlled trial. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 2052. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02052>
- Józsa, G., & Józsa, K. (2017). Az affektív tényezők szerepe a végrehajtó funkcióban: A „meleg” végrehajtó funkció. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 72(4), 559–577. <https://doi.org/10.1556/0016.2017.72.4.6>
- Józsa, G., & Józsa, K. (2020). A gyermekkori (CHEXI) és a felnőttkori (ADEXI) végrehajtó funkció kérdőívek magyar nyelvre történő adaptációja. *Magyar Pedagógia*, 120(1), 47–69. <https://doi.org/10.17670/MPed.2020.1.47>
- Kabat-Zinn, J. (1982). An outpatient program in behavioral medicine for chronic pain patients based on the practice of mindfulness meditation: Theoretical considerations and preliminary results. *General Hospital Psychiatry*, 4(1), 33–47. [https://doi.org/10.1016/0163-8343\(82\)90026-3](https://doi.org/10.1016/0163-8343(82)90026-3)
- Kassai, R., Futó, J., & Takacs, Zs. K. (2022). A stressz szerepe a szocioökonómiai helyzet és a végrehajtó működések közötti kapcsolat szempontjából gyermekkorban. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 76(3–4), 495–513. <http://doi.org/10.1556/0016.2021.00032>
- Kassai, R., Futó, J., Demetrovics, Zs., & Takacs, Zs. K. (2019). A meta-analysis of the experimental evidence on the near- and far-transfer effects among children’s executive function skills. *Psychological Bulletin*, 145(2), 165–188. <https://doi.org/10.1037/bul0000180>
- Kloo, D., & Perner, J. (2003). Training transfer between card sorting and false belief understanding: Helping children apply conflicting descriptions. *Child Development*, 74(6), 1823–1839. <https://doi.org/10.1046/j.1467-8624.2003.00640.x>
- Koncz, A., Kassai, R., Demetrovics, Zs., & Takacs, Zs. K. (2022). Short mindfulness-based relaxation training has no effects on executive functions but may reduce baseline cortisol levels of boys in first grade: A pilot study. *Children*, 9(2), 203. <https://doi.org/10.3390/children9020203>
- Kovács, K., Faragó, B., Kövi, Zs., Rózsa, S., & Dávid, M. (2016). A rövid távú emlékezet és a munkamemória online mérése: Corsi, számterjedelem és n-vissza. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 71(1), 73–90. <https://doi.org/10.1556/0016.2016.71.1.4>

- Láng, É., & Szöllösi, R. (2023). A mindennapos testnevelésen belül végzett táncos fejlesztő gyakorlatok hatása a tanulók kognitív és motoros képességeire. Akciókutatás a LippoZoo módszertani eszköz használatával. *Új Pedagógiai Szemle*, 73(7–8), 87–103.
- Lawson, G. M., Hook, C. J., & Farah, M. J. (2018). A meta-analysis of the relationship between socioeconomic status and executive function performance among children. *Developmental Science*, 21(2), e12529. <https://doi.org/10.1111/desc.12529>
- Levin, H. S., Song, J., Ewing-Cobbs, L., Chapman, S. B., & Mendelsohn, D. (2001). Word fluency in relation to severity of closed head injury, associated frontal brain lesions, and age at injury in children. *Neuropsychologia*, 39(2), 122–131. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(00\)00111-1](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(00)00111-1)
- Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17(2–3), 281–297. <https://doi.org/10.1080/00207598208247445>
- Logemann, H. N. A., Lansbergen, M. M., Van Os, T. W. D. P., Böcker, K. B. E., & Kenemans, J. L. (2010). The effectiveness of EEG-feedback on attention, impulsivity and EEG: a sham feedback controlled study. *Neuroscience Letters*, 479(1), 49–53. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.05.026>
- Luu, K., & Hall, P. A. (2016). Hatha yoga and executive function: A systematic review. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 22(2), 125–133. <https://doi.org/10.1089/acm.2014.0091>
- Mackey, A. P., Hill, S. S., Stone, S. I., & Bunge, S. A. (2011). Differential effects of reasoning and speed training in children. *Developmental Science*, 14(3), 582–590. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.01005.x>
- Martinez, T., & Zhao, Y. (2018). The impact of mindfulness training on middle grades students' office discipline referrals. *RMLE Online*, 41(3), 1–8. <https://doi.org/10.1080/19404476.2018.1435840>
- Martins, E. C., Osório, A., Veríssimo, M., & Martins, C. (2016). Emotion understanding in preschool children: The role of executive functions. *International Journal of Behavioral Development*, 40(1), 1–10. <https://doi.org/10.1177/0165025414556096>
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Wanless, S. B., Murray, A., Saracho, O., & Spodek, B. (2007). Executive function, behavioral self-regulation, and social-emotional competence. *Contemporary Perspectives on Social Learning in Early Childhood Education*, 1, 113–137.
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270–291. <https://doi.org/10.1037/a0028228>
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., & Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of “far transfer” evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science*, 11(4), 512–534. <https://doi.org/10.1177/1745691616635612>
- Meltzer, L., & Krishnan, K. (2007). Executive function difficulties and learning disabilities: Understandings and misunderstandings. In L. Meltzer (Ed.), *Executive function in education: From theory to practice* (pp. 77–105). The Guilford Press.



- Mercer, J. (2011). Martial Arts Research: Weak Evidence. *Science*, 334(6054), 310–311. <https://doi.org/10.1126/science.334.6054.310-c>
- Miklós, M., Komáromy, D., Futó, J., & Balázs, J. (2020). Acute physical activity, executive function, and attention performance in children with attention-deficit hyperactivity disorder and typically developing children: An experimental study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 4071. <https://doi.org/10.3390/ijerph17114071>
- Mischel, W. (1974). Processes in delay of gratification. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 7, pp. 249–292). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60039-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60039-8)
- Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. L. (1989). Delay of gratification in children. *Science*, 244(4907), 933–938. <https://doi.org/10.1126/science.2658056>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, 108(7), 2693–2698. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- Mohai, K., Kalózi-Szabó, Cs., & Rózsa, S. (2016). A végrehajtó funkciók adaptív mérésének lehetőségei. *Psychologia Hungarica Caroliensis*, 4(1), 40–85. <https://doi.org/10.12663/PsyHung.4.2016.1.2>
- Monastra, V. J., Monastra, D. M., & George, S. (2002). The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27(4), 231–249. <https://doi.org/10.1023/A:1021018700609>
- Monsell, S. (1996). Control of mental processes. In V. Bruce (Ed.), *Unsolved mysteries of the mind: Tutorial essays in cognition* (pp. 93–148). London: Taylor & Francis.
- Moore, N. C. (2000). A review of EEG biofeedback treatment of anxiety disorders. *Clinical Electroencephalography*, 31(1), 1–6. <https://doi.org/10.1177/155005940003100105>
- Morris, N., & Jones, D. M. (1990). Memory updating in working memory: The role of the central executive. *British Journal of Psychology*, 81(2), 111–121. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1990.tb02349.x>
- Nagy, J., Józsa, K., Vidákovich, T., & Fazekasné Fenyvesi, M. (2004). *DIFER Programcsoomag: Diagnosztikus fejlődésvizsgáló és kritériumorientált fejlesztő rendszer 48 évesek számára*. Mozaik Kiadó.
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and Self-Regulation* (pp. 1–18). Plenum Press. [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1_1)

- Obradović, J. (2010). Effortful control and adaptive functioning of homeless children: Variable-focused and person-focused analyses. *Journal of Applied Developmental Psychology, 31*(2), 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2009.09.004>
- Offer-Boljahn, H., Hövel, D. C., & Hennemann, T. (2022). Learning behaviors, executive functions, and social skills: A meta-analysis on the factors influencing learning development in the transition from kindergarten to elementary school. *Journal of Pedagogical Research, 6*(1), 1–17. <https://doi.org/10.33902/JPR.20221175398>
- Overman, W. H. (2004). Sex differences in early childhood, adolescence, and adulthood on cognitive tasks that rely on orbital prefrontal cortex. *Brain and Cognition, 55*(1), 134–147. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00279-3](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00279-3)
- Ozonoff, S., & Jensen, J. (1999). Brief report: Specific executive function profiles in three neurodevelopmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 29*(2), 171–177. <https://doi.org/10.1023/A:1023052913110>
- Penadés, R., Catalán, R., Rubia, K., Andrés, S., Salamero, M., & Gastó, C. (2007). Impaired response inhibition in obsessive compulsive disorder. *European Psychiatry: The Journal of the Association of European Psychiatrists, 22*(6), 404–410. <https://doi.org/10.1016/j.eurpsy.2006.05.001>
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., & Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology, 108*(4), 455–473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>
- Peterson, E., & Welsh, M. C. (2014). The development of hot and cool executive functions in childhood and adolescence: Are we getting warmer? In S. Goldstein & J. A. Naglieri (Eds.), *Handbook of executive functioning* (pp. 45–65). Springer Science & Business Media. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5_4)
- Piccolo, L. R., Burges Shcigo, J., Grassi-Oliveira, R., & Fumagalli de Salles, J. (2014). Do socioeconomic status and stress reactivity really impact neurocognitive performance? *Psychology & Neuroscience, 7*(4), 567–575. <https://doi.org/10.3922/j.psns.2014.4.16>
- Poehlmann-Tynan, J., Vigna, A. B., Weymouth, L. A., Gerstein, E. D., Burnson, C., Zabransky, M., Lee, P., & Zahn-Waxler, C. (2016). A pilot study of contemplative practices with economically disadvantaged preschoolers: Children's empathic and self-regulatory behaviors. *Mindfulness, 7*(1), 46–58. <https://doi.org/10.1007/s12671-015-0426-3>
- Pribram, K. H. (1973). The primate frontal cortex – executive of the brain. In K. H. Pribram & A. R. Luria (Eds.), *Psychophysiology of the Frontal Lobes* (pp. 293–314). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-564340-5.50019-6>
- Protzko, J. (2017). Effects of cognitive training on the structure of intelligence. *Psychonomic Bulletin & Review, 24*(4), 1022–1031. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1196-1>
- Reiner, R. (2008). Integrating a portable biofeedback device into clinical practice for patients with anxiety disorders: Results of a pilot study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback, 33*(1), 55–61. <https://doi.org/10.1007/s10484-007-9046-6>

- Rothbart, M. K., & Ahadi, S. A. (1994). Temperament and the development of personality. *Journal of Abnormal Psychology, 103*(1), 55–66. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.103.1.55>
- Rothbart, M. K., & Bates, J. E. (2006). Temperament. In N. Eisenberg, W. Damon, & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology: Social, emotional, and personality development* (6th Ed., pp. 99–166). John Wiley & Sons.
- Sala, G., & Gobet, F. (2017). Does far transfer exist? Negative evidence from chess, music, and working memory training. *Current directions in psychological science, 26*(6), 515–520. <https://doi.org/10.1177/0963721417712760>
- Saltzman, A., Goldin, P. (2008). Acceptance and mindfulness treatments for children and adolescents. In L. Greco & S. Hayes (Eds.), *Mindfulness-based stress reduction for school-age children*. New Harbinger Publications.
- Sandi, C. (2013). Stress and cognition. *WIREs Cognitive Science, 4*(3), 245–261. <https://doi.org/10.1002/wcs.1222>
- Santiago, C. D., Wadsworth, M. E., & Stump, J. (2011). Socioeconomic status, neighborhood disadvantage, and poverty-related stress: Prospective effects on psychological syndromes among diverse low-income families. *Journal of Economic Psychology, 32*(2), 218–230. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2009.10.008>
- Sapienza, J. K., & Masten, A. S. (2011). Understanding and promoting resilience in children and youth. *Current Opinion in Psychiatry, 24*(4), 267–273. <https://doi.org/10.1097/YCO.0b013e32834776a8>
- Sarsour, K., Sheridan, M., Jutte, D., Nuru-Jeter, A., Hinshaw, S., & Boyce, W. T. (2011). Family socioeconomic status and child executive functions: the roles of language, home environment, and single parenthood. *Journal of the International Neuropsychological Society, 17*(1), 120–132. <https://doi.org/10.1017/S1355617710001335>
- Schmid, W. (1998). *World music drumming. A cross-cultural curriculum*. Hal Leonard.
- Thibodeau, R. B., Gilpin, A. T., Brown, M. M., & Meyer, B. A. (2016). The effects of fantastical pretend-play on the development of executive functions: An intervention study. *Journal of Experimental Child Psychology, 145*, 120–138. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.01.001>
- Schoemaker, K., Mulder, H., Deković, M., & Matthys, W. (2013). Executive functions in preschool children with externalizing behavior problems: A meta-analysis. *Journal of Abnormal Child Psychology, 41*(3), 457–471. <https://doi.org/10.1007/s10802-012-9684-x>
- Shallice, T., & Burgess, P. W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain, 114*(2), 727–741. <https://doi.org/10.1093/brain/114.2.727>
- Shapiro, S. L. (2009). The integration of mindfulness and psychology. *Journal of Clinical Psychology, 65*(6), 555–560. <https://doi.org/10.1002/jclp.20602>
- Tominey, S. L., & McClelland, M. M. (2011). Red light, purple light: Findings from a randomized trial using circle time games to improve behavioral self-regulation in preschool. *Early Education and Development, 22*(3), 489–519. <https://doi.org/10.1080/10409289.2011.574258>

- Simon, H. A. (1975). The functional equivalence of problem solving skills. *Cognitive Psychology*, 7(2), 268–288. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(75\)90012-2](https://doi.org/10.1016/0010-0285(75)90012-2)
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*, 283(5408), 1657–1661. <https://doi.org/10.1126/science.283.5408.1657>
- Snyder, H. R., Miyake, A., & Hankin, B. L. (2015). Advancing understanding of executive function impairments and psychopathology: Bridging the gap between clinical and cognitive approaches. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00328>
- Stalder, T., Steudte-Schmiedgen, S., Alexander, N., Klucken, T., Vater, A., Wichmann, S., Kirschbaum, C., & Miller, R. (2017). Stress-related and basic determinants of hair cortisol in humans: A meta-analysis. *Psychoneuroendocrinology*, 77, 261–274. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2016.12.017>
- Szabó, C., Honbolygó, F., & Csépe, V. (2014). Az externalizációs és internalizációs problémák hatása a munkamemóriateljesítményre ADHD veszélyeztetett kisiskolásoknál. *Pszichológia*, 34(1), 1–25. <https://doi.org/10.1556/pszicho.34.2014.1.1>
- Szappanos, Cs., & Kövi, Zs. (2016). Az N-vissza feladat hatása a kognitív képességekre. *Psychologia Hungarica Caroliensis*, 4(1), 127–146. <https://doi.org/10.12663/PsyHung.4.2016.1.4>
- Takacs, Zs. K., & Kassai, R. (2019). The efficacy of different interventions to foster children's executive function skills: A series of meta-analyses. *Psychological Bulletin*, 145(7), 653–697. <https://doi.org/10.1037/bul0000195>
- Tánczos, T. (2012). A végrehajtó funkciók szerepe az iskolában és a verbálisfluencia-tesztek. *Iskolakultúra*, 22(6), 38–51.
- Tánczos, T., Janacsek, K., & Németh, D. (2014). A munkamemória és végrehajtó funkciók kapcsolata az iskolai teljesítménnyel. *Alkalmazott Pszichológia*, 14(2), 55–75.
- Tánczos, T., & Németh, D. (2010). A munkamemória mérőeljárásai és szerepük az iskolai szűrésben és fejlesztésben. *Iskolakultúra*, 20(7–8), 95–111.
- Taylor Tavares, J. V., Clark, L., Cannon, D. M., Erickson, K., Drevets, W. C., & Sahakian, B. J. (2007). Distinct profiles of neurocognitive function in unmedicated unipolar depression and bipolar II depression. *Biological Psychiatry*, 62(8), 917–924. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2007.05.034>
- Telles, S., Singh, N., Bhardwaj, A., Kumar, A., & Balkrishna, A. (2013). Effect of yoga or physical exercise on physical, cognitive and emotional measures in children: A randomized controlled trial. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 7(1), 37. <https://doi.org/10.1186/1753-2000-7-37>
- Thierry, K. L., Bryant, H. L., Nobles, S. S., & Norris, K. S. (2016). Two-year impact of a mindfulness-based program on preschoolers' self-regulation and academic performance. *Early Education and Development*, 27(6), 805–821. <https://doi.org/10.1080/10409289.2016.1141616>
- Thompson, A., & Steinbeis, N. (2020). Sensitive periods in executive function development. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 36, 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2020.08.001>

- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman Nutley, S., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, *12*(1), 106–113. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00745.x>
- van IJzendoorn, M. H., Bakermans-Kranenburg, M. J., Coughlan, B., & Reijman, S. (2020). Annual research review: Umbrella synthesis of meta-analyses on child maltreatment antecedents and interventions: differential susceptibility perspective on risk and resilience. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *61*(3), 272–290. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13147>
- Vekety, B., Logemann, A., & Takacs, Zs. K. (2022). Mindfulness practice with a brain-sensing device improved cognitive functioning of elementary school children: An exploratory pilot study. *Brain Sciences*, *12*(1), 103. <https://doi.org/10.3390/brainsci12010103>
- Vekety, B., Kassai, R., & Takacs, Z. K. (2022). Mindfulness with children: A content analysis of evidence-based interventions from a developmental perspective. *Educational and Developmental Psychologist*, *39*(2), 231–244. <https://doi.org/10.1080/20590776.2022.2081072>
- Viglas, M. (2015). *Benefits of a mindfulness-based program in early childhood classrooms*. University of Toronto.
- Wiebe, S. A., Sheffield, T. D., & Espy, K. A. (2012). Separating the fish from the sharks: a longitudinal study of preschool response inhibition. *Child Development*, *83*(4), 1245–1261. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01765.x>
- Wood, L., Roach, A. T., Kearney, M. A., & Zabeck, F. (2018). Enhancing executive function skills in preschoolers through a mindfulness-based intervention: A randomized, controlled pilot study. *Psychology in the Schools*, *55*(6), 644–660. <https://doi.org/10.1002/pits.22136>
- Yeniad, N., Malda, M., Mesman, J., van IJzendoorn, M. H., & Pieper, S. (2013). Shifting ability predicts math and reading performance in children: A meta-analytical study. *Learning and Individual Differences*, *23*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.10.004>
- Young, S. E., Friedman, N. P., Miyake, A., Willcutt, E. G., Corley, R. P., Haberstick, B. C., & Hewitt, J. K. (2009). Behavioral disinhibition: Liability for externalizing spectrum disorders and its genetic and environmental relation to response inhibition across adolescence. *Journal of Abnormal Psychology*, *118*(1), 117–130. <https://doi.org/10.1037/a0014657>
- Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, *1*(1), 297–301. <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.46>
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, *6*(4), 354–360. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>
- Zelazo, P. D., Carlson, S. M., & Kesek, A. (2008). The development of executive function in childhood. In C. A. Nelson & M. Luciana (Eds.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (pp. 553–574). Boston Review.

- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). The balance beam in the balance: Reflections on rules, relational complexity, and developmental processes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81(4), 458–465. <https://doi.org/10.1006/jecp.2002.2667>
- Zelazo, P. D., Müller, U., Frye, D., Marcovitch, S., Argitis, G., Boseovski, J., Chiang, J. K., Hongwanishkul, D., Schuster, B. V., & Sutherland, A. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3), vii–137. <https://doi.org/10.1111/j.0037-976x.2003.00260.x>
- Zenner, C., Herrnleben-Kurz, S., & Walach, H. (2014). Mindfulness-based interventions in schools – a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 5, 603. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00603>
- Zhang, B., Liu, Y., Zhao, M., Meng, X., Deng, Y., Zheng, X., Wang, X., Xiong, S., & Han, Y. (2020). Differential effects of acute physical activity on executive function in preschoolers with high and low habitual physical activity levels. *Mental Health and Physical Activity*, 18(18), 100326. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2020.100326>
- Zhou, Q., Chen, S. H., & Main, A. (2012). Commonalities and differences in the research on children's effortful control and executive function: A call for an integrated model of self-regulation. *Child Development Perspectives*, 6(2), 112–121. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00176.x>