

# AZ AFFEKTÍV TÉNYEZŐK SZEREPE A VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓBAN: A „MELEG” VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓ<sup>1</sup>

JÓZSA GABRIELLA<sup>1</sup> – JÓZSA KRISZTIÁN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KSZC Kandó Kálmán Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája, Kecskemét  
Károli Gáspár Református Egyetem, Tanítóképző Főiskolai Kar, Nagykörs

<sup>2</sup>SZTE BTK Neveléstudományi Intézet

E-mail: jozsa@edpsy.u-szeged.hu

*Beérkezett:* 2017. május 1. – *Elfogadva:* 2017. augusztus 2.

*A végrehajtó funkció (Executive Function; EF) fogalma néhány évtizeddel ezelőtt került a tudományos figyelem középpontjába. Mára nem csupán az idegtudomány, hanem számos más tudományterület is foglalkozik a végrehajtó funkcióval, annak működésével, fejlődésével és a magasabb rendű kognitív folyamatokban (pl. célorientált viselkedés, problémamegoldás) betöltött szerepével. A kutatók sokáig figyelmen kívül hagyták a motiváció és az érzelem szerepét az EF vizsgálatokor, azonban ez a 2000-es évek elején megváltozott, és két dimenziót különítettek el. Az egyik a hideg („cool”) EF, mely az affektív tényezőktől mentes kognitív funkciókat vizsgálja, a másik a meleg („hot”) EF, amely figyelembe veszi a motiváció és érzelem hatását a kognitív teljesítményre. Tanulmányunkban – a hazai szakirodalomban elsőként – nyújtunk elméleti áttekintést e két dimenzió elkülönítésére irányuló vizsgálatokról. Körbejárjuk a meleg EF-fel kapcsolatos kutatásokat, bemutattjuk a meleg EF vizsgálati módszereit, valamint a különböző érzelmi ingerek hatását az EF-teljesítményre.*

**Kulcsszavak:** végrehajtó funkció, meleg végrehajtó funkció, motiváció, érzelem

<sup>1</sup> A kézirat elkészítése során Józsa Krisztián Bolyai Ösztöndíjban részesült. A tanulmány az NKFI K124839 pályázathoz kapcsolódik.

## BEVEZETÉS

Számos hazai tanulmány jelent meg az utóbbi években, amelyek a végrehajtó funkcióval (Executive Function, a továbbiakban EF) foglalkoznak (pl. Csépe, 2005; Eisinger és mtsai, 2016; Font, Kóbor és Takács, 2013; Győri, 2008; Mohai, Kálózi-Szabó és Rózsa, 2016; Racsmány, 2000; Tárnok, Barsi, Gádoros és Halász, 2006). Ezek elsősorban a végrehajtó funkciók mérésére, a munkamemóriára és az agyi sérülések, elváltozások következményeinek vizsgálatára fókuszálnak, melyek sokat tesznek hozzá az EF-ről való tudáshoz. Nem ismerünk azonban jelenleg olyan magyar nyelvű tanulmányt, amely bemutatná a hideg és meleg EF elkülönítését, és átfogóan ismertetné a meleg EF elméletét, életkori változását és vizsgáló eljárásait. Ezért tanulmányunkban a meleg EF bemutatására vállalkozunk.

A végrehajtó funkció egy komplex kognitív konstruktum (Schneider, Lockl és Fernandez, 2005), amely részt vesz a gondolatok, az érzelmek és a viselkedés szabályozásában (Diamond, 2013; Garon, 2016). Az EF az utóbbi évtizedekben került a kutatások középpontjába, noha koncepciójának az alapja egészen az 1940-es évekig nyúlik vissza, amikor a tudomány igyekezett megérteni a homloklebeny és különösen a prefrontális kéreg (PFC) funkcióinak működését (Barkley, 2012). A végrehajtó funkció fogalmát az 1970-es évek elején egymástól függetlenül használta Pribram (1973) a PFC-elváltozások, károsodások következményeinek vizsgálatokor és Baddeley és Hitch (1974) munkamemória-modelljükben.

## VÉGREHAJTÓ FUNKCIÓ

Az EF-nek a mai napig nincs egységes definíciója, és az elnevezésére is különböző kifejezéseket használnak mind a hazai, mind a nemzetközi szakirodalomban. Vannak kutatók, akik egységes, egydimenziós modellként írják le az EF-et (Daunhauer és Fidler, 2013; Van der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen és Jolles, 2006), mások a komponensekre bonthatóságát hangsúlyozzák (Diamond, 2001). Abban általános egyetértés mutatkozik, hogy az EF-nek három komponense van, a munkamemória, a gátlás és a kognitív flexibilitás (Blair és Diamond, 2008; Carlson, Zelazo és Faja, 2013; Diamond, 2013; Garon, Bryson és Smith, 2008; Hughes, 2011; Jacques és Marcovitch, 2010; Lehto, Juujärvi, Kooistra és Pulkkinen, 2003; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter és Wager, 2000; Zelazo, Blair és Willoughby, 2016).

Számos munkamemória-modell létezik, ezek közül általánosan elfogadott Baddeley és Hitch (1974) modellje, amely eredetileg három fő részből állt: a központi végrehajtóból, a fonológiai hurokból és a téri-vizuális vázlattömbből. Később Baddeley (2012) az epizodikus pufferral egészítette ki a modellt, amely kapcsolatot teremt a különböző munkamemória-alrendszerek, a hosszú távú memória és az észlelés között (Müller és Kerns, 2015; Racsmány, Lukács, Németh és Pléh, 2005). A munkamemória egy korlátozott kapacitású tár, amely eltér a rövid távú memóriától, mert nemcsak az információ megtartásáért és előhívásáért felel, hanem manipulál velük, frissíti azokat, továbbá részt vesz komplex kognitív folyamatokban (Janacsek, Tánczos, Mészáros és Németh, 2009; Kovács, Faragó, Kövi, Rózsa és Dávid, 2016; Racsmány, 2000; Tánczos és Németh, 2010).

A gátlás magában foglalja az ösztönös vagy nem kívánt viselkedés gátlását, az önkontrollt, a szelektív figyelmet és a kognitív gátlást (Diamond, Carlson és Beck, 2005). A kognitív gátlásnak Friedman és Miyake (2004) szerint három típusa van, az uralkodó válasz gátlása, a zavaró ingerekből származó interferenciával szembeni ellenállás és a proaktív interferenciával szembeni ellenállás. A gátlás fogalmának kiszélesedése azzal a következménnyel járt, hogy a kutatóknak konkrétan meg kellett határozniuk, hogy annak melyik területével foglalkoznak (Friedman és Miyake, 2004; Marton, Egri, Erdős, Gergály és Kövi, 2016; Müller és Kerns, 2015).

Kognitív flexibilitás alatt azt a képességet értjük, amely lehetővé teszi a figyelmi fókusz váltását a feladatok, válaszok, mentális készletek, nézőpontok, stratégiák, módszerek között, ezáltal képes az ember viselkedést vagy cselekvést váltani, választani az adott szituációnak megfelelően (Diamond, 2013; Gaál és Czigler, 2017; Garcia-Garcia, Barcelo, Clemente és Escera, 2010; Geurts, Corbett és Solomon, 2009; Neszmélyi, Albu, Takács, Terray-Horváth és Szakács, 2016). Ezek az összetevők fontosak a tervezésben, az arról való gondolkodásban, a viselkedés nyomon követésében, vagyis a magasabb rendű kognitív folyamatokban (Blair, 2016).

Az egyre bővülő kutatások tovább finomították az EF definícióját és összetevőit. Ennek köszönhetően fordult a figyelem az EF érzelmi töltöttségére és társas szituációkban betöltött szerepére, amit sokáig figyelmen kívül hagytak a kutatók (Zelazo, Blair és Willoughby, 2016). Tanulmányunkban az EF-nek azt a kéttényezős modelljét mutatjuk be, amelyben egyik oldalról vizsgálják a motiváció és érzelem, érzelemszabályozás hatását az EF működésére, amit meleg („hot”) EF-nek nevezünk, másik oldalról pedig az affektív tényezőktől mentes, tisztán kognitív folyamatokat magában foglaló hideg („cool”) EF működését mérik.

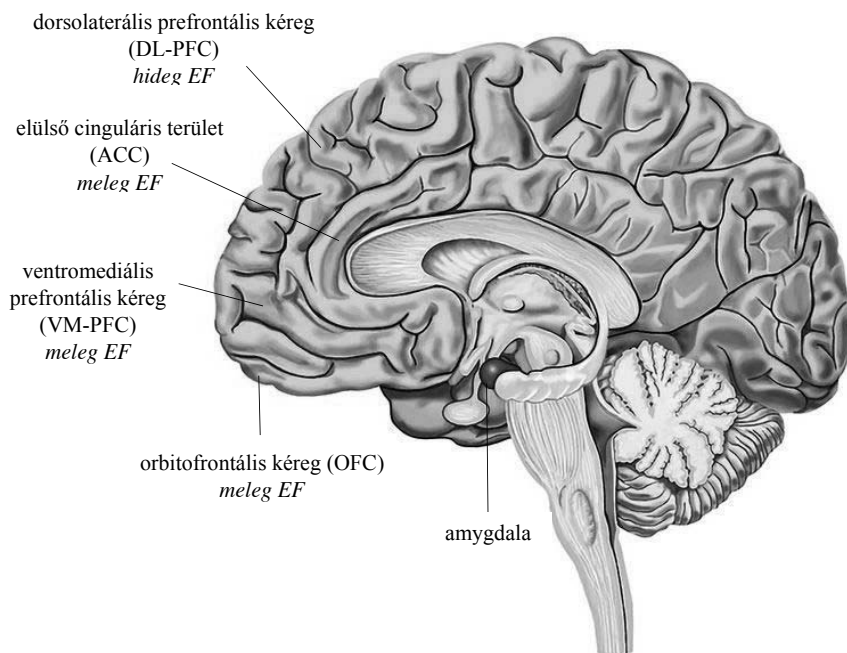
## KÜLÖNBSÉGEK A MELEG ÉS HIDEG EF KÖZÖTT

Történetileg az EF-kutatások tisztán az EF kognitív aspektusára fókuszáltak, ami a dorzolaterális prefrontális kéreghez (DL-PFC) kapcsolódott (Kerr és Zelazo, 2004; Metcalfe és Mischel, 1999; Zelazo és Müller, 2002). Az elmúlt évtized során azonban egyre inkább megnőtt az érdeklődés az affektív tényezők szerepe iránt az EF működésében. A tisztán kognitív EF nézőpontjától való elmozdulásban jelentős szerepe volt Zelazo és Müller (2002) munkájának, akik különbséget tettek a hideg és meleg EF között.

A PFC-funkciók, vagyis a végrehajtó agy már 160 évvel ezelőtt a tudományos érdeklődés látókörébe került, elsősorban az ezen a területen súlyos agyi sérüléseket szenvedő betegek vizsgálatában (Barkely, 2012). Az évek során különböző szerzők eltérő beszámolókat adtak a PFC funkciójáról, hangsúlyozva ezekben a PFC különböző területein történt károsodások következményeit. Az első leghíresebb ilyen eset, amit leírtak, Phineas Gage amerikai vasúti munkás balesete volt. Gage-nek munka közben egy vasrúd átfúródott a bal arccsontja mögött, károsítva ezzel a ventromediális prefrontális kérget. Bár Gage túlélte a balesetet, a viselkedése megváltozott. Az addig kedves, barátságos, megbízható ember türelmetlenné, agresszívvá vált, és nem tudta sem rövid, sem hosszú távú tevékenységeit megtervezni, vagyis személyisége radikálisan megvál-

tozott (Barkely, 2012; Kállai, Bende, Karádi és Racsmány, 2008; Rózsa és mtsai, 2016; Wagner és Heatheron, 2010; Zelazo, Qu és Müller, 2005).

A PFC több elkülönülő agyi területet fog át, de Zelazo és Müller (2002) szerint az EF vizsgálatában két nagy átfogó csoportot képez: a dorsolaterális prefrontális kéreg (DL-PFC), melynek sérülése során klasszikus EF-hiányok jelentkeznek és az orbitofrontális kéreg (OFC), melynek károsodása gyakran nem megfelelő szociális és érzelmi viselkedést eredményez. A DL-PFC szabályozza a szemmozgást, mozgástervezést, a munkamemóriát és elsősorban szervezi a végrehajtó funkciót (Szirmai, 2011). Magában foglalja a Brodmann-féle 9, 10, 11, 12 és 45, 46, 47-es területeket. Ehhez az agyi területhez tartozik az EF tisztán kognitív aspektusa, a hideg végrehajtó funkció (Zelazo és Müller, 2002). A meleg végrehajtó funkció területei a ventromediális prefrontális kéreghez (VM-PFC) kapcsolódnak, ami a viselkedést, az érzelmeket szabályozza, e területnek limbikus összeköttetései vannak az amygdala felől. Mischel és Ayduk (2011) szerint a meleg EF rendszerében az amygdala tölt be kulcsszerepet. A meleg EF szervezésében további szerepet játszik az elülső cinguláris kéreg (ACC) mint affektív terület (Szirmai, 2011; Zelazo és mtsai, 2005). A hideg és meleg EF agyi területeinek elhelyezkedését az 1. ábra mutatja.



1. ábra. A hideg és a meleg EF agyi területei

A hideg EF-t célirányos, jövőorientált képességként szokták definiálni, aminek összetevője a tervezés, a gátlás, a kognitív flexibilitás, a munkamemória és monitorozás, ami érzelmileg nem telített, dekontextualizált helyzetben jelenik meg (Garon, 2016; Peterson és Welsh, 2014). Mischel és Ayduk (2011) olyan érzelmileg semleges „tudás”-rendszerként írja le a hideg EF-et, mely kognitív, összetett, lassú és átgondolt. Ezzel szemben a meleg EF-et „go” rendszernek nevezik, ami lehetővé teszi a gyors érzelmi feldolgozást, mely nélkülözhetetlen az evolúciós túléléshez. Ez a rendszer az élet korai szakaszában fejlődik ki, újszülött korban domináns. Lényegében egy automatikus inger-válasz reakcióként jelenik meg, amit az erőfeszítést igénylő kontroll meg tud szakítani. Míg a meleg EF-et alulról felfelé építkező bottom-up folyamatként írják le, addig a hideg EF egy top-down, vagyis felülről lefelé irányuló, tudatosan vezérelt folyamatként jellemzik. A különböző vizsgálatokban (Mulder, Hoofs, Verhagen, van der Veen és Leseman, 2014; Prencipe, Kesek, Cohen, Lamm, Lewis és Zelazo, 2011; Zelazo és Müller, 2002) más-más mérőeljárásokat alkalmaznak a hideg és a meleg EF esetében, továbbá ezek eltérő területeken rendelkeznek prediktív erővel. A hideg és meleg EF-re jellemző főbb különbségeket az 1. táblázatban mutatjuk be.

Mindezek alapján a meleg EF-et úgy definiálhatjuk, mint az EF bottom-up irányú aspektusát, amely a tisztán kognitív képességeket igénylő folyamatokkal szemben jelentős affektív befolyás alatt áll, ami az egymással szorosan összefüggő és átfedésben lévő két agyi területnek, az orbitofrontális kéregnek (OFC) és a ventromediális prefrontális kéregnek (VM-PFC) köszönhető, melyek erősen kötődnek az érzelmi és szociális feldolgozáshoz kapcsolódó limbikus területekhez (Happaney, Zelazo és Stuss, 2004; Qu és Zelazo, 2007; Tsermentseli és Poland, 2016).

Megkérdőjelezi a hideg és meleg EF fent leírt merev elkülönítését az idegtudománynak köszönhető egyre nyilvánvalóbb felismerés, hogy megismerés nincs érzelem nélkül és érzelem nincs megismerés nélkül. Zelazo, Qu és Kesek (2008) munkájukban ismertetik az EF idegfejlődési modelljét, ami bemutatja a tudatos kontroll alatt lévő viselkedés, gondolkodás kognitív és érzelmi aspektusát. Ugyanakkor hozzátesszik,

1. táblázat. A hideg és meleg EF jellemzői

Jellemző különbségek	Hideg EF	Meleg EF
Agyi területeinek elhelyezkedése	DL-PFC	OFC, VM-PFC
Folyamat iránya	top-down	bottom-up
Pszichikus dimenzió	kognitív	kognitív és affektív
Tipikus mérőeljárásai	Kártyaszortírozó feladatok, „Terjedelem” tesztek stb.	Szerencsejáték feladatok és Késleltetett jutalom feladatok
Működése	tudatos, célorientált	automatikus
Lefutása	lassú	gyors
Érzelmek szerepe	érzelmileg semleges	érzelmek és motiváció vezérelt
Előre jelzi	iskolakészültség, iskolai teljesítmény	viselkedési problémák, magatartászavar

Jegyzet: DL-PFC = dorzolaterális prefrontális kéreg; VM-PFC = ventromediális prefrontális kéreg; OFC = orbitofrontális kéreg

hogy a hideg és meleg EF nem kategorikusan szétválasztható, hiszen szinte minden élethelyzetet átsző több-kevesebb érzelem (Zelazo és mtsai, 2008). Ennek ellenére a kutatások fontos iránya a hideg és meleg EF megbízható és valid vizsgálati módszereinek kidolgozása.

Kluwe-Schiavon, Viola, Sanvicente-Vieira, Malloy-Diniz és Grassi-Oliveira (2017) határozott kritikával illetik az EF hideg-meleg aspektusra való elkülönítését. Munkájukban azzal érvelnek, hogy a valóságban nincsenek érzelemmentes szituációk, nincsenek tisztán kognitív helyzetek. Csupán ezek érzelmi telítettsége változik annak függvényében, hogy az egyénnek milyen korábbi tapasztalatai, sikeres vagy éppen sikertelen stratégiái voltak egy feladat, szituáció megoldása során. A gyermekek esetében azonban kisebb lehet a korábbi tapasztalatok hatása, ezért megbízhatóbban el lehet különíteni a hideg és meleg EF-et. Véleményük szerint az EF nem kategorizálható, sokkal inkább folyamat jellegű, amire az executive functioning elnevezés kifejezőbb lenne a jelenleg használatos executive function(s) helyett. Úgy véljük, hogy a magyar szóhasználatban ezt a folyamatjellegűt a végrehajtási funkció kifejezés adja vissza leginkább.

## A MELEG EF VIZSGÁLATI MÓDSZEREI

A meleg EF mérésének klasszikus és népszerű eljárása a *Késleltetett jutalom* (Delay of Gratification Task; DoGT; Mischel, 1974) feladat és annak változatai. A feladat lényege, hogy a résztvevőnek választania kell egy azonnali kisebb és egy későbbi nagyobb jutalom között. Gyermekek mérésére Garon (2016) három változatát írja le a feladatnak. Az első változatban a gyermek választhat az azonnali kisebb és a későbbi nagyobb jutalom között. A másik két feladatban várakozási helyzetbe helyezik a gyermeket. Az egyiknél a gyermek elé helyezik a jutalmat és azt mondják neki, hogy amennyiben megvárja a kísérletvezető visszatérését úgy, hogy nem eszi meg az édességet, akkor nagyobb jutalomban fog részesülni (legismertebb feladat a pillécukor teszt, *Marshmallow Task*). A másik feladatban arra kéri a gyermeket, hogy késleltesse vagy nyomja el a csábító ingerre adott választ. Duckworth és Kern (2011) négy változatát írják le a feladatnak: (1) Hipotetikus késleltetett választás, ami például kérdőívekben jelenik meg, tehát nincs jelen a jutalom. (2) Valós választási feladat, amikor a kísérleti alanynak ténylegesen választania kell az előtte lévő azonnali, kisebb és a későbbi, nagyobb jutalom között. (3) Tartósan késleltetés feladat, melyben a résztvevő először kiválasztja azt a jutalmat, amiért valóban megéri neki várni, majd méri az időt, hogy meddig képes ellenállni a kisebb, közvetlen jutalomnak a nagyobb, késleltetett jutalom kedvéért. (4) A Megismételt késleltetett feladatban a kísérleti alanyok rövid próbasorozatokon vesznek részt, amelynek mindegyikében választaniuk kell a két-féle jutalom között. A szerzők vizsgálatukban nem találtak bizonyítékot a konvergens validitás eltérésére a *Késleltetett jutalom feladatok* négy típusa között, tehát a feladatok feltehetőleg ugyanazt mérik.

A *Késleltetett jutalom feladatokban* két paradigma jelenik meg Imuta, Hayne és Scarf (2014) szerint. Az egyik a választási paradigma, a másik a megtartási paradigma. A választási paradigmában több vizsgálat van egymás után, és azt vizsgálják, hogy milyen arányban választják a gyermekek a késleltetett, nagyobb jutalmat. A megtartási para-

digmában jellemzően csak egy próba van, és azt vizsgálják, hogy a gyermek mennyi ideig tudja fenntartani a döntését, hogy a késleltetett, nagyobb jutalmat választja.

A másik legelterjedtebb vizsgálati eljárás a meleg EF mérésére a Bechara, Damasio, Damasio és Anderson (1994) által készített *Iowa szerencsejáték feladat* (Iowa Gambling Task; IGT), amit a döntéshozatal hatékony tanulmányozására fejlesztettek ki. A mérőeszköz kidolgozásának célja az volt, hogy a prefrontális sérülésben szenvedő betegek magatartásbeli változását vizsgálják, akik jellemzően nem tudják felmérni cselekedeteik későbbi következményeit. A feladat során a résztvevő leül egy asztalhoz, ahol négy egyforma nagyságú és kinézetű kártyapakli van elhelyezve. A kísérleti alannak a játék kezdetekor 2000 \$ értékű kezdőtőke áll a rendelkezésére, majd azt kéri tőle a kísérletvezető, hogy nyerjen minél több pénzt, vagyis maximalizálja a hozamot azáltal, hogy a négy pakli kártyából választ. A résztvevő bármikor bármelyik pakliból fordíthat fel kártyát, melyekkel különböző mennyiségű pénzt nyerhet és veszíthet (Eisinger és mtsai, 2016). A négy kártyapakli közül kettő előnyös választás hosszú távon, mert bár kisebb nyereségeket tartalmaznak, de a veszteség is kisebb, vagyis nem haladja meg a nyereség mértékét a veszteség. A másik két kártyapakli előnytelen, mert ugyan nagyobb mértékű a nyereség bennük, de a veszteség meghaladja a nyereség mértékét. A feladat 100 próbából áll, de a kísérleti alannal nem közlik előre, hogy meddig tart a játék (Bechara, 2007; Bechara és mtsai, 1994; Kerr és Zelazo, 2004; Kóbor, Takács és Csépe, 2010; Rózsa és mtsai, 2016). Bechara és kollégái kontrollcsoportos vizsgálati elrendezésben tanulmányoztak PFC-károsodott betegeket, ahol azt találták, hogy először mindkét csoport az előnytelen paklikat részesítette előnyben, majd több próba után a kontrollcsoport valószínűbben választotta az előnyös, kisebb jutalmat és ezzel kisebb veszteséget is tartalmazó paklikat, míg a PFC-sérülésben szenvedő páciensekre ez nem volt jellemző (Bechara és mtsai, 1994). Hasonló eredményekről számoltak be Manes és munkatársai (2002) nyolc évvel később végzett kutatásukban, illetve szerhasználók körében végzett vizsgálatokban, heroin- (Monterosso, Ehrman, Napier, O'Brien és Childress, 2001), kokain- (Petry, Bickel és Arnett, 1998) és alkoholfüggők (Mazas, Finn és Steinmetz, 2000) esetében is hasonló mintázatokat találtak. Eisinger és munkatársai (2016) rámutatnak arra, hogy az IGT erősségei mellett az empirikus adatok gyarapodásával több kritikai észrevétel is megfogalmazódik a mérőeszközzel kapcsolatosan: pozitívuma, hogy nemcsak VM-PFC-sérült személyeknél használható a teszt, hanem egészséges személyek teljesítményét is képes differenciálni; kritikaként említik, hogy a mérési eredmények során nem használható fel minden próba, hiszen az első 20–40 próba szabálytanulásnak tekinthető. Emellett rávilágítanak arra is, hogy eltérő eredményekkel szolgálhat a feladat valós helyzetben, amikor kártyákkal végzi a kísérleti alany a feladatot, illetve szimulált feladathelyzetben, vagyis számítógépen végzett próba során.

Az IGT mintájára Kerr és Zelazo (2004) kifejlesztették a *Gyermek szerencsejáték feladatot* (Children's Gambling Task; CGT). A négy pakli kártya helyett két paklit használtak, a játékpénz helyett cukor volt a jutalom, és a kártya értékét mosolygós és szomorú hangulatjelek alkották. Csökkentették a próbák számát is 100-ról 50-re. Vizsgálatukban 24 fő 3–4 év közötti gyermek vett részt. Tanulmányukban arról számolnak be, hogy míg a 4 éves gyermekek teljesítménye javult a próbák alatt, vagyis egyre gyakrabban választották az előnyös paklit, addig a háromévesek teljesítménye nem mutatott javulást,

sőt egyre gyakrabban hoztak hátrányos döntéseket, mint az a véletlen választás alapján elvárt lett volna.

Az IGT másik gyermekváltozatát Garon és Moore (2004) fejlesztették ki, amit *Óvodás szerencsejáték feladatnak* (Preschool Gambling Task; PGT) neveztek el. A feladat az eredeti 100 próba helyett 40-ből áll, de ugyanúgy négy pakli kártyával játsszák, amiből két pakli előnyös, két pakli hátrányos választást jelent. A kártyákon a medve képe jelenti a győzelmet, a tigrisrajz pedig a veszteséget, a jutalmat cukorka vagy matrica jelentette (Garon, Longard, Craig és Kent, 2015).

Számítógép-alapú gyermekek számára készített változatot dolgozott ki Crone és Van Der Molen (2004). A játékban egy számár ül négy ajtóval szemben a képernyőn, amik a kártyapaklikat helyettesítik. A feladat 200 próbája során a résztvevőnek segítenie kell minél több almát összegyűjteni a számárnak (Eisinger és mtsai, 2016).

## VIZSGÁLATOK A HIDEG ÉS MELEG EF ELKÜLÖNÜLÉSÉRE

Zelazo és Müller (2002) különbséget tett a hideg és meleg EF között azáltal, hogy két-féle problémamegoldási típust különítettek el: a hideg EF-hez kapcsolták a tisztán kognitív, absztrakt kontextust, a meleg EF pedig magában foglalta az érzelem és motiváció által befolyásolt problémamegoldást. Számos kutatás foglalkozott azzal, hogy az EF-nek ez a két típusa elkülönül-e egymástól vagy összetartozik. A hideg és meleg EF tartalmi validitásának vizsgálatára korrelációs mintázatokat és kifinomultabb, többváltozós vizsgálatokat alkalmaztak, mint a megerősítő faktoranalízis és a strukturális egyenletek modell (SEM). Az eredmények általánosságban azt mutatják, hogy a hideg és a meleg EF két különböző, de egymással kapcsolatban álló rendszer (Peterson és Welsh, 2014).

Peterson és Welsh (2014) szerint nincs meggyőző érv a meleg és a hideg EF elkülönítésére gyermekkorban. Más szerzők elemzésében ugyanakkor két faktorba különül el a hideg és a meleg EF. Kim, Nordling, Yoon, Boldt és Kochanska (2013) 3–4 éves gyermekekkel végzett vizsgálatukban SEM-modell segítségével igazolták az EF két tényezőjének, a hideg és a meleg EF-nek az elkülönülését. A hideg EF mérésére motoros gátlást, a *Go / No go feladatot* és erőfeszítést igénylő figyelmi feladatot használtak, a meleg EF-et *Késleltetett jutalom feladattal* értékelték. Eredményeik azt mutatták, hogy a hideg EF bejósolja az iskolai teljesítményt, míg a meleg EF a viselkedési problémákat jelezte előre. Mulder és munkatársai (2014) longitudinális vizsgálatukban 2436 gyermeket követtek nyomon 2 és 5 éves kor között. A meleg EF mérésére *Késleltetett jutalom feladatokat* használtak, a hideg EF-et munkamemória- és figyelemfeladatokkal mérték. A hideg és meleg EF elkülönítésére megerősítő faktoranalízist alkalmaztak, melyben azt találták, hogy az egyfaktoros modell illeszkedése nem megfelelő, a kétfaktoros elméleti modellre azonban illeszkednek az empirikus adatok. Vizsgálatuk alapján a hideg EF szignifikánsan bejósolja az iskolakészültséget ( $\beta = 0,3$ ) és kis mértékben az egy évvel későbbi viselkedési problémákat ( $\beta = -0,16$ ), a meleg EF csak a viselkedési problémák terén rendelkezik szignifikáns prediktív erővel ( $\beta = -0,14$ ). Denham, Bassett, Zinsser és Wyatt (2014) 3–4 évesek körében végzett vizsgálatukban szintén azt találták, hogy a meleg EF előre jelzi a viselkedési problémákat ( $\beta = -0,27$ ) és a szociális problémamegoldást ( $\beta = 0,20$ ), a hideg EF pedig az iskolakészültség előrejelzője ( $\beta = 0,19$ ). Willoughby,



Kupersmidt, Voegler-Lee és Bryant (2011) egy korábbi, 926 fős 3–5 éves mintán végzett vizsgálatukban hasonló eredményeket találtak. Brock, Rimm-Kaufman, Nathanson és Grimm (2009) öt éves óvodások mintáján igazolták a hideg és a meleg EF elkülönülését. A hideg EF prediktív erővel rendelkezett a matematikai eredményekben és a tanulással kapcsolatos viselkedésben, a meleg EF csak a tanulással összefüggő viselkedésben mutatott szignifikáns előrejelző erőt. A fenti kutatások eredményeiből azt láthatjuk, hogy több vizsgálatban is (Kim és mtsai, 2013; Willoughby és mtsai, 2011) azt találták, hogy a hideg EF-feladatokon nyújtott teljesítmény az iskolai eredményekkel függ össze, míg a meleg EF körébe tartozó feladatok teljesítménye előrejelzi a viselkedési problémákat.

Más vizsgálatok során arra is találtak bizonyítékot, hogy a meleg és a hideg EF egy konstruktum. Allan és Lonigan (2011) 234 óvodáskorú gyermekkel végzett vizsgálata nem támasztotta alá a kéttényezős modellt, adataikhoz az egytényezős modell illeszkedett. Masten és munkatársai (2012) 138 4–6 év közötti hajléktalanszállón élő családból származó gyermek végrehajtó funkcióját vizsgálták. Az EF-feladatok egy faktorba rendeződtek, ami értelmezésük szerint az EF-konstruktum egytényezős modelljére utal. Eredményeik alátámasztották, hogy az EF kivételes prediktív erővel bír az iskolai eredményességben ( $\beta = 0,47$ ), a proszociális viselkedésben ( $\beta = 0,20$ ), a társak elfogadásában ( $\beta = 0,19$ ), a fegyelmetlen, impulzív viselkedési problémákban ( $\beta = -24$ ) és az agresszív-dacos viselkedésben ( $\beta = -11$ ). Prencipe és munkatársai (2011) feltáró faktoranalízisükben nem tudták a hideg és meleg EF-tényezők szétválaszthatóságát bizonyítani serdülők mintáján.

Denham, Warren-Khot, Bassett, Wyatt és Perna (2012) és Denham és munkatársai (2014) szerint az egy- és kéttényezős modell is jól használható. Ugyanezt találta Allan és Lonigan (2014) is, akik megerősítő faktoranalízisükben igazolták, hogy mind az egy-, mind a kéttényezős modell jól illeszkedett az adatokhoz. Eredményeik azt mutatják, hogy az egytényezős EF-modell prediktív erővel bír a viselkedési problémák és az iskolai teljesítmény területén.

Zelazo és Carlson (2012) szerint lehetséges, hogy a gyermekkor elején az EF egydimenziós, és később, az életkor előrehaladtával specializálódnak a funkciók.

## A MELEG EF ÉLETKORI VÁLTOZÁSA ÉS A NEMEK KÖZÖTTI KÜLÖNBBSÉGEK

A meleg EF jelentős fejlődését óvodás korra teszik (Bierman, Nix, Greenberg, Blair és Domitrovich, 2008). Több vizsgálatot végeztek annak bizonyítására, hogy az életkor előrehaladtával fejlődik a meleg EF, melyeket a fent leírt *Késleltetett jutalom* és *Gyermek szerencsejáték feladatokkal*, illetve azok módosított változataival folytattak.

A *Gyermek szerencsejáték feladaton* nyújtott teljesítményben, ahogy fentebb említettük, Kerr és Zelazo (2004) szignifikáns különbséget találtak a három- és négyévesek között. A nemek közötti eltérés nem volt szignifikáns. Ezzel szemben Garon és Moor (2004) vizsgálatában a lányok teljesítménye meghaladta a fiúkét az *Iowa szerencsejáték feladat* egyszerűsített változatában. Hongwanishkul, Happaney, Lee és Zelazo (2005) a meleg EF vizsgálatára mind a *Gyermek szerencsejáték feladatot*, mind a *Késleltetett jutalom feladatot* használták 3–5 éves gyermekeknél. Az ő megállapításuk is az volt, hogy az életkor előrehaladtával fejlődés mutatható ki a meleg EF-ben, ugyanakkor nem találtak szignifi-

káns különbséget a fiúk és a lányok között. A *Gyermek szerencsejáték feladat* számítógépes brazil változatának fejlesztése során Mata, Sallum, de Moraes, Miranda és Malloy-Diniz (2013) 137 fő 3–5 év közötti gyermekkel vették fel az adatokat. Vizsgálatukban arra jutottak, hogy szignifikáns különbség van a három- és négyéves gyermekek teljesítménye között, ám nem volt eltérés a négy- és ötévesek teljesítménye között. Ugyanilyen vizsgálati eredményről számolt be Gao, Wei, Bai, Lin és Li (2009) néhány évvel korábban, akik 181 fő 3–5 éves kínai gyermek meleg EF-jét vizsgálták a *Gyermek szerencsejáték feladattal*. Kutatásukban a nemek közti különbséget csak a négyévesek között tudták kimutatni a fiúk javára.

Carlson, Davis és Leach (2005) fejlesztették ki a *Kevesebb több* (Less is More) feladatot, melyben a gyermek elé tesznek két kupac cukrot, és ahhoz, hogy a gyermek a nagyobb halom cukorkát kapja meg, a kisebbre kell mutatnia. A háromévesek számára nehéz volt gátolni a vágyat a nagyobb jutalom érdekében, szemben a négyévesekkel. Vizsgálatuk második részében a valódi cukrokat kövekkel (amik hasonlítottak a cukorra), pontokkal, majd egérrel és elefánttal helyettesítették. Azt találták, hogy a háromévesek teljesítménye akkor javult jelentősen a szimbólum hatására, amikor az a legkevésbé idézte fel az igazi jutalom képét, vagyis az egér-elefánt esetében. Tehát míg a tényleges jutalom jelenléte akadályozta a hároméveseket a problémamegoldásban, addig a szimbólum lehetővé tette, hogy elkerüljék a helytelen választ.

Prencipe és Zelazo (2005) három- és négyévesek körében vizsgálták az affektív döntéshozatalt a *Késleltetett jutalom* feladat módosított változatában. A gyermekeknek kétféle helyzetben kellett döntést hozniuk: (1) önmaguknak választottak azonnali (egy cukorka, amit meettek és nem kapták meg a matricát és a pénzt) vagy késleltetett jutalmat (egy borítékba tették mindhárom jutalmat és később kapták meg a gyermekek); (2) a kísérletvezetőnek segítettek választani a két jutalom között. A háromévesek önmaguknak tipikusan az azonnali jutalmat választották, míg a négyévesek gyakrabban döntöttek a késleltetett jutalom mellett. A szerzők szerint a gyermek fejlődése folyamán képes az első és harmadik személyű perspektívát integrálni saját és mások viselkedésébe. Ez az integráció lehetővé teszi az érzelmek kontrollálását a döntési helyzetekben. A nemek közötti különbségben azt figyelték meg, hogy a lányok önmaguknak gyakrabban választották a késleltetett jutalmat, mint a fiúk.

Az óvodáskori mérések mellett serdülők körében is végeztek vizsgálatokat, melyek azt mutatták, hogy a meleg EF fejlődése serdülőkorban is folytatódik. 9–17 éves tanulók körében végeztek vizsgálatot Hooper, Luciana, Conklin és Yarger (2004), akik a meleg EF mérésére az *Iowa szerencsejáték feladatot* alkalmazták. Eredményeik szerint a korcsoportok között szignifikáns különbség mutatkozik, vagyis a 14–17 évesek gyakrabban választották az előnyös paklit a feladat során, mint a fiatalabbak. Bár a feladatok teljesítményének a vizsgálatok az előnyös választások számában nem találtak különbséget a nemek között, a lányok érzékenyebben reagáltak a büntetésre annak nagyságától függetlenül. Kully-Martens, Treit, Pei és Rasmussen (2013) kontrollcsoportos vizsgálati elrendezésben figyelték meg a magzati alkohol-spektrum zavarral rendelkező 8–17 év közötti serdülők döntéshozatalát és kockázatvállalását az *Iowa szerencsejáték feladattal*. Eredményeik azt mutatják, hogy a magzati alkohol-spektrum zavarral küzdők teljesítménye nem javul a kor előrehaladtával, míg az egészséges kontrollcsoportban részt vevő alanyok körében kimutatható a teljesítmény javulása az életkor növekedésével.

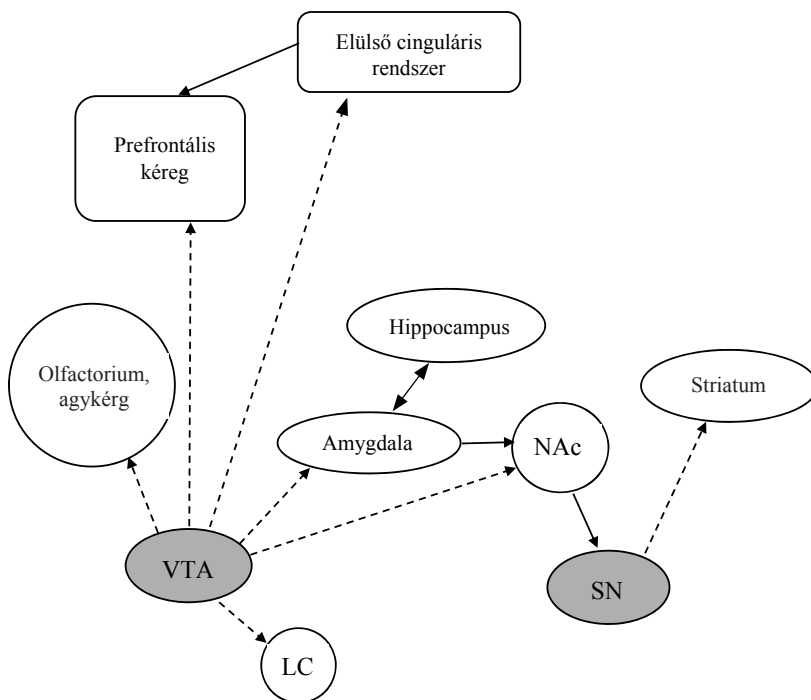
A fenti kutatások tehát igazolják, hogy a *Késleltetett jutalom* és a *Szerencsejáték feladatokban* változik a gyermekek teljesítménye az életkor előrehaladtával. A *Késleltetett jutalom feladatok* különböző variációi azt mutatják, hogy a gyermekek képesek várni, ha a jutalom nincs közvetlenül jelen, vagyis nem látható (Carlson és mtsai, 2005; Zelazo és mtsai, 2008). A *Szerencsejáték feladatokkal* végzett kísérletek igazolják, hogy az életkor előrehaladtával a tipikusan fejlődők teljesítménye javul, vagyis döntéshozatali képességük fejlődik. A vizsgálatok többsége ugyan kitér a nemek közti különbségekre, de azok eltérő képet mutatnak. Gao és kollégái (2009) szerint az affektív döntéshozatal fiúknál korábban alakul ki, és a férfiak előnye a későbbiekben is kimutatható, azonban kockázatvállalásuk nagyobb lehet, míg a nők esetében a büntetéssel szembeni érzékenység erősebb. Az egyéni különbségek is befolyásolhatják a kutatási eredményeket.

## AZ ÉRZELMEK ÉS AZ EF ÖSSZEFÜGGÉSE

Az érzelmek változásokat tudnak eredményezni az emberi gondolkodásban, viselkedésben. Az ember pozitív érzelmi hatásra általában kreatívabb, rugalmasabb, nyitottabb az információkra, a világra, ami befolyásolhatja a teljesítményt (Frederickson és Branigan, 2005). Több kutatás irányult annak vizsgálatára, hogy milyen hatással van a pozitív, negatív vagy semleges érzelmek a gyermekek EF-teljesítményére. Az eredmények azt mutatják, hogy a pozitív ingerek javítják az EF-teljesítményt, a célirányos problémamegoldást. Ezek a pozitív ingerek elősegítik a pozitív hangulatot és növelik a dopaminszintet a PFC-ben (Zelazo és mtsai, 2008).

### *A dopamin szerepe*

A dopamin (DA) fontos szerepet játszik a központi idegrendszerben. Péczely (2014) vizsgálatában igazolta, hogy a dopamin „elősegíti a térbeli és az elhárító tanulás konszolidációs folyamatait”, ami biztosítja a memória időbeli stabilitását (Péczely, 2014, pp. 85.). Ashby, Isen és Turken (1999) megállapítása szerint a pozitív érzelmek szisztematikus befolyással van néhány kognitív feladatra, ami az agyban megnövekedett dopaminszintnek köszönhető. Négy dopaminpályát különít el a szakirodalom, két hosszú lefutásút, a nigrostrialis DA-pályát és a mesolimbicus/mesocorticalis DA-pályát és két közepes hosszúságú pályát, a tuberoinfundibularis DA-pályát és a medullaris-paraventricularis DA-pályát (Gyires és Fürst, 2011). A nigrostrialis DA-pálya a substantia nigra pars compactjából indul és a striatumba fut. Elsősorban a motoros aktivitásban és néhány kognitív feladatban játszik szerepet. A mesolimbicus/mesocorticalis DA-pálya a ventralis tegmentális területből indul ki, ami a limbikus rendszerbe és az agykéregbe fut. Fontos szerepe van a motivációs és emocionális mechanizmusok működésében és a kognitív folyamatok összehangolásában (Ashby és mtsai, 1999; Björklund és Dunnett, 1996; Gyires és Fürst, 2011; Sümegi és Varga, 2010). A 2. ábra bemutatja azokat a fontosabb dopaminprojekciókat, amelyek pozitív érzelmek alatt jönnek létre. A szürke háttérű elipszisekben a dopamintermelő területeket láthatjuk, a ventralis tegmentális területet (VTA) és a substantia nigrát (SN). A szaggatott nyilak a dopamin-



1. ábra. Dopaminprojekciók az agyban (Ashby és mtsai, 1999, 533) NAc = nucleus accumbens; VTA = ventralis tegmentális terület; SN = substantia nigra; LC = locus coeruleus.

projekciókat illusztrálják, ilyen például, amikor egy fokozott motoros aktivitás pozitív érzellemmel jár, mert a hangulat emelkedését kiváltó esemény a VTA stimulálását idézi elő, ami viszont stimulálja (valószínűleg a NAc-n keresztül) a SN-t. Ez a stimuláció azt eredményezi, hogy a substantia nigra növeli a dopamin felszabadulását a striatumba, ami a motoros aktivitás növekedéséhez vezet (Ashby és mtsai, 1999).

Ashby és mtsai (1999) szerint köztudott, hogy jutalom hatására dopamin szabadul fel az agyban, és a jutalom szorosan összekapcsolódik a pozitív érzelmekkel, így a dopamin által közvetített pozitív érzelmek hatással vannak a kognícióra. Elméletük szerint a megnövekedett dopaminszint befolyásolja a különböző EF-folyamatok teljesítményét, mint a munkamemória, kognitív flexibilitás vagy a kreatív problémamegoldás.

### *Pozitív hangulat és EF-teljesítmény gyermekkorban*

Az EF-et érintő hatások komplexek, lehetnek pozitívak és negatívak egyaránt, ezáltal mindkét hatás járhat hasznos vagy káros következményekkel a kognitív funkcióra nézve. Legtöbb kutatás középpontjában a pozitív hangulat hatására történő enyhe EF-teljesítménynövekedés áll (Zelazo és mtsai, 2008).

Iskoláskorú gyermekeken végzett vizsgálatok azt mutatják, hogy pozitív hangulatban növekszik a kognitív felxibilitás (Bryan és Bryan, 1991). Fredrickson és Branigan (2005) vizsgálatukban azt találták, hogy pozitív hangulatban szélesebb területre terjed ki a figyelem és a megismerés, míg negatív hangulatban ez a terület leszűkül. Szerintük a pozitív hangulat hatással lehet a jólétre és fizikai egészségre. Masters, Barden és Ford (1979) 48 négyéves gyermekkel végzett vizsgálatukban azt nézték, hogy változik-e a gyermekek teljesítménye tanulási feladaton pozitív, negatív és semleges hangulattól függően. Eredményeik azt mutatják, hogy azok teljesítettek a legjobban, akiktől azt kérték a feladatmegoldás előtt, hogy gondoljanak pozitív dolgokra az életükből. Náluk gyengébben teljesítettek a semleges dologra gondolók, a leggyengébb eredményt a negatív élethelyzetre gondoló gyermekek nyújtották. Qu és Zelazo (2007) vizsgálatukban a *Dimenzióváltó kártyaszortírozó feladatot* és annak érzelmi változatait használták. Az első kártyaverzió vegyesen ábrázolt boldog, szomorú és közömbös arcokat, a második verzióban csak boldog, a harmadikban csak szomorú, míg a negyedikben csak közömbös arcok voltak a kártyákon. Az arcok nem és életkor szerint is eltérőek voltak. Vizsgálatukban arról számolnak be, hogy megkönnyítette a teljesítményt az érzelmeket ábrázoló kártya (amely tartalmazta mind a boldog, mind a szomorú arcokat) és a csak boldog arcokat tartalmazó kártya használata. Ellenben a szomorú és közömbös arcokat tartalmazó paklik nem. Az EF bármelyik kognitív funkcióját (gátlás, memória, kognitív flexibilitás) hangsúlyozzák e feladat használatában, a pozitív hangulat javítja ezeket a funkciókat, melynek hátterében az agyban megemelkedett dopaminszint állhat.

A fenti vizsgálatok mind azt igazolják, hogy a pozitív hangulat teljesítménynövekedéssel jár. Ugyanakkor találunk bizonyítékokat – bár jóval kevesebbet – arra vonatkozóan is, hogy pozitív hangulatban az ember szórakozottabb, ami bizonyos EF-helyzetekben nem szerencsés (Phillips, Bull, Adams és Fraser, 2002).

## DISZKUSSZIÓ

Az utóbbi évek kutatásai egyre nagyobb figyelmet fordítanak a végrehajtó funkció érzelmi töltöttségére. Az ezredfordulóig a végrehajtó funkciót tisztán kognitív megközelítésben vizsgálták (Peterson és Welsh, 2014), nem vették figyelembe a motiváció és az érzelem szerepét. Ettől a nézőponttól való elrugaszkodást jelentett Zelazo és Müller (2002) tanulmánya, akik munkájukban leírták, hogy a végrehajtó funkció működése a motiváció és az érzelem hatására változhat. Meghatározták a különbségeket a hideg és meleg EF között (Tsermentseli és Poland, 2016). Fontos hangsúlyozni, hogy a kutatók bár különbséget tesznek hideg és meleg EF között, ez egy összehangolt rendszer, amely jellemzően együtt működik, és sok esetben nehéz éles határt húzni a kettő közé (Zelazo és Carlson, 2012).

Tanulmányunkban bemutattuk, hogy a hideg és meleg EF különbségének alapját az agyban elkülönült területekre alapozták. A dorsolaterális prefrontális kéreg károsodásához a hideg (nem affektív) heyzetekben megjelenő EF-hiány társul, míg az orbitofrontális kéreg szoros kapcsolatban áll a limbikus rendszerrel, melynek sérülése során gyakran előfordul nem megfelelő szociális-érzelmi viselkedés. Eszerint

a hideg és meleg EF aspektusai és vizsgálati módszerei elkülönülnek (Zelazo, Blair, és Willoughby, 2016). E megközelítés kritikája, hogy az élet minden területét átszövi több-kevesebb érzelem, tehát nincsenek tisztán kognitív helyzetek. Ez alapján át kell gondolni a hideg és meleg EF merev elkülönítését (Kluwe-Schiavon és mtsai, 2017). Ugyanakkor a meleg EF megjelenése kitágította az EF fogalmát, ami magában foglalja az affektív tényezők szerepét. Az egyre inkább elterjedő meleg EF-kutatásoknak köszönhetően tudásunk pontosabbá válik a végrehajtó funkció megértésében, és új utakat nyit a tipikusan és atipikusan fejlődő gyermekek vizsgálatában.

Az EF koncepciójának ez a tágabb értelmezése, a hideg és meleg aspektusok vizsgálata fontos következményekkel jár a gyermeki fejlődés kutatásában, mint például az iskolaérettség, az iskolai teljesítmény, a társas viselkedés, viselkedési problémák előrejelzésében (Zelazo, Blair és Willoughby, 2016).

## IRODALOM

- Allan, N., & Lonigan, C. (2011). Examining the dimensionality of effortful control in preschool children and its relation to academic and socioemotional indicators. *Developmental Psychology, 47*, 905–915.
- Allan, N., & Lonigan, C. (2014). Exploring dimensionality of effortful control using hot and cool tasks in a sample of preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology, 122*, 33–47.
- Ashby, F. G., Isen, A. M., & Turken, A. U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review, 106*, 529–550.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology, 63*, 1–29.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Eds), *Recent Advances in Learning and Motivation* (pp. 47–90). New York: Academic Press.
- Barkley, R. A. (2012). *Executive Function. What They Are, how they Work, and why They Evolved*. New York: Guilford Press.
- Bechara, A. (2007). *Iowa Gambling Task Professional Manual*. Boca Raton, FL: Psychological Assessment Resources Inc.
- Bechara, A., Damasio, A., Damasio, H., & Anderson, S. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition, 50*, 7–15.
- Bierman, K. L., Nix, R. L., Greenberg, M. T., Blair, C., & Domitrovich, C. E. (2008). Executive functions and school readiness intervention: Impact, moderation, and mediation in the Head Start REDI program. *Development and Psychopathology, 20*(3), 821–843.
- Björklund, A., & Dunnet, S. B. (1996). Dopamine neuron systems in the brain: An update. *Trends in Neurosciences, 30*(5), 194–202.
- Blair, C. (2016). The development of executive functions and self-regulation. A bidirectional psychobiological model. In K. D. Vohs (Eds), *Handbook of Self-Regulation* (pp. 417–439). New York: Guilford Publications.
- Blair, C., & Diamond, A. (2008). Biological processes in prevention and intervention: promotion of self-regulation and the prevention of early school failure. *Development and Psychopathology, 20*(3), 899–911.
- Brock, L. L., Rimm-Kaufman, S. E., Nathanson, L., & Grimm, K. J. (2009). The contributions of “hot” and “cool” executive function to children’s academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly, 24*(3), 337–349.

- Bryan, T., & Bryan, J. (1991). Positive mood and math performance. *Journal of Learning Disabilities, 24*, 490–493.
- Carlson, S. M., Davis, A. C., & Leach, J. G. (2005). Less is more. Executive function and symbolic representation in preschool children. *Psychological Science, 16*(8), 609–616.
- Carlson, S. M., Zelazo, P. D., & Faja, S. (2013). Executive Function. In P. D. Zelazo (Eds), *Oxford Handbook of Developmental Psychology, Vol. 1: Body and Mind* (pp. 706–742). New York: Oxford University Press.
- Compare, A., Zarbo, C., Shonin, E., Van Gordon, W., & Marconi, C. (2014). Emotional regulation and depression: A potential mediator between heart and mind. *Cardiovascular Psychiatry and Neurology, 2014*, Article ID 324374.
- Crone, E. A., & van der Molen, M. W. (2004). Developmental changes in real life decision making: Performance on a gambling task previously shown to depend on the ventromedial prefrontal cortex. *Developmental Neuropsychology, 25*(3), 251–279.
- Csépe V. (2005). *Kognitív fejlődés-neuropszichológia*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- Daunhauer, L. A., & Fidler, D. J. (2013). Executive functioning in individuals with Down syndrome. In K. C. Barrett, N. A. Fox, G. A. Morgan, D. J. Fidler, & L. A. Daunhauer (Eds), *Handbook of Self-regulatory Processes in Development: New Directions and International Perspectives* (pp. 453–502). New York: Psychology Press.
- Denham, S., Bassett, H., Zinsser, K., & Wyatt, T. (2014). How preschoolers’ social-emotional learning predicts their early school success: Developing theory-promoting, competency-based assessments. *Infant and Child Development, 23*, 426–454.
- Denham, S., Warren-Khot, H., Bassett, H., Wyatt, T., & Perna, A. (2012). Factor structure of self-regulation in preschoolers: Testing models of a field-based assessment for predicting early school readiness. *Journal of Experimental Child Psychology, 111*, 386–404.
- Diamond, A. (2001). Neuropsychological insights into the meaning of object concept development. In S. Carey, & R. Gelman (Eds), *The Epigenesis of Mind: Essays on Biology and Cognition* (pp. 67–110). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology, 64*, 135–168.
- Diamond, A., Carlson, S. M., & Beck, D. M. (2005). Preschool children’s performance in task switching on the dimensional change card sort task: Separating the dimensions aids the ability to switch. *Developmental Neuropsychology, 28*(2), 689–729.
- Duckworth, A., & Kern, M. (2011). A meta-analysis of the convergent validity of self-control measures. *Journal of Research in Personality, 45*, 259–268.
- Eisinger A., Magi A., Gyurkovics M., Szabó E., Demetrovics Zs., & Kökönyei Gy. (2016). Iowa Gambling Task: egy viselkedés mérőeszköz bemutatása. *Neuropsychopharmacologia Hungarica, 18*(1), 45–55.
- Font O., Kóbor A., & Takács Á. (2013). A nem verbális fluencia fejlődési mintázata 3. és 5. osztály között. *Gyógypedagógiai Szemle, 41*(4), 275–288.
- Fredrickson, B. L., & Branigan, C. (2005). Positive emotions broaden the scope of attention and thought-action repertoires. *Cognition and Emotion, 19*, 313–332.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General, 133*, 101–135.
- Gaál Zs. A., & Czigler I. (2017, in press). Task-switching training and transfer: Age-related effects on late ERP components. *Journal of Psychophysiology*.
- Garcia-Garcia, M., Barcelo, F., Clemente, I. C., & Escera, C. (2010). The role of dopamine transporter DAT1 genotype on the neural correlates of cognitive flexibility. *European Journal of Neuroscience, 31*, 754–760.

- Gao, S., Wei, Y., Bai, J., Lin, C., & Li, H. (2009). Young children's affective decision-making in a gambling task: Does difficulty in learning the gain/loss schedule matter? *Cognitive Development, 24*, 183–191.
- Garon, N. (2016). A Review of hot executive functions in preschoolers. *Journal of Self-Regulation and Regulation, 2*, 56–81.
- 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.
- Garon, N., Longard, J., Craig, B., & Kent, K. (2015). Loss frequency and awareness predict performance on a preschool variant of the Iowa Gambling Task. *Journal of Cognition and Development, 16*, 286–301.
- Garon, N., & Moore, C. (2004). Complex decision-making in early childhood. *Brain and Cognition, 55*, 158–170.
- Geurts, H. M., Corbett, B., & Solomon, M. (2009). The paradox of cognitive flexibility in autism. *Trends in Cognitive Science, 13*, 74–82.
- Gyires K., & Fürst Zs. (2011). *A farmakológia alapjai*. Budapest: Medicina Könyvkiadó.
- Györi M. (2008). Viselkedéskontroll és megismerés: A végrehajtó működések. In V. Csépe, M. Györi, & A. Ragó (szerk.), *Általános pszichológia 3.: Nyelv, tudat, gondolkodás* (pp. 321–356). Budapest: Osiris Kiadó.
- Happaney, K., Zelazo, P. D., & Stuss, D. T. (2004). Development of orbitofrontal function: current themes and future directions. *Brain and Cognition, 55*(1), 1–10.
- Hongwanishkul, D., Happaney, K. R., Lee, W., & Zelazo, P. D. (2005). Hot and cool executive function: Age-related changes and individual differences. *Developmental Neuropsychology, 28*, 617–644.
- Hooper, C. J., Luciana, M., Conklin, H. M., & Yarger, R. S. (2004). Adolescents' performance on the Iowa Gambling Task: Implications for the development of decision making and ventromedial prefrontal cortex. *Developmental Psychology, 40*(6), 1148–1158.
- 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.
- Imuta, K., Hayne, H., & Scarf, D. (2014). I want it all and I want it now: Delay of gratification in preschool children. *Developmental Psychobiology, 56*, 1541–1552.
- Jacques, S., & Marcovitch, S. (2010). Development of executive function across the life span. In W. Overton (Eds), *Handbook of Lifespan Development* (pp. 431–466). New York: Wiley.
- Janacsek K., Tánzos T., Mészáros T., & Németh D. (2009). A munkamemória új magyar nyelvű neuropszichológiai mérőeljárása: A hallási mondatterjedelem teszt (HMT). *Magyar Pszichológiai Szemle, 64*(2), 385–406.
- Kállai J., Bende I., Karádi K., & Racsmány M. (2008). *Bevezetés a neuropszichológiába*. Budapest: Medicina Könyvkiadó.
- Kerr, A., & Zelazo, P. D. (2004). Development of “hot” executive function: The Children's Gambling Task. *Brain and Cognition, 55*, 148–157.
- Kim, S., Nordling, J., Yoon, J., Boldt, L., & Kochanska, G. (2013). Effortful control in “hot” and “cool” tasks differentially predicts children's behavior problems and academic performance. *Journal of Abnormal Child Psychology, 41*, 43–56.
- 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*, 1–12.
- Kóbor A., Takács Á., & Csépe V. (2010). A végrehajtó funkciók neuro-pszichometriai perspektívából. *Pszichológia, 30*(3), 233–252.
- 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.



- Kully-Martens, K., Treit, S., Pei, J., & Rasmussen, C. (2013). Affective decision-making on the Iowa Gambling Task in children and adolescents with Fetal Alcohol Spectrum Disorders. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 19(2), 137–144.
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21, 59–80.
- Manes, F., Sahakian, B., Clark, L., Rogers, R., Antoun, N., Aitken, M., & Robbins, T. (2002). Decision-making processes following damage to prefrontal cortex. *Brain*, 125, 624–639.
- Marton K., Egri T., Erdős A., Gergály K., & Kövi Zs. (2016). Gátlási funkciók figyelemzavart mutató gyermekeknél: kognitív és viselkedéses jellemzők vizsgálata. *Psychologia Hungarica Caroliensis*, 4(1), 147–168.
- Masten, A., Herbers, J., Desjardins, C., Cutuli, J. J., McCormick, C., Sapienza, J., Long, J., & Zelazo, P. D. (2012). Executive function skills and school success in young children experiencing homelessness. *Educational Researcher*, 41, 375–384.
- Masters, J. C., Barden, R. C., & Ford, M. F. (1979). Affective states, expressive behavior, and learning in children. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 380–390.
- Mata, F., Sallum, I., de Moraes, P., Miranda, D., & Malloy-Diniz, L. (2013). Development of a computerised version of the Children’s Gambling Task for the evaluation of affective decision-making. *Estudos De Psicologia*, 18, 151–157.
- Mazas, C. A., Finn, P. R., & Steinmetz, J. E. (2000). Decision-making biases, antisocial personality, and early-onset alcoholism. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 24, 1036–1040.
- Metcalf, J., & Mischel, W. (1999). A Hot/Cool-System analysis of delay of gratification: Dynamics of willpower. *Psychological Review*, 106, 3–19.
- Mischel, W. (1974). Processes in delay of gratification. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, Vol. 7, (pp. 249–292). New York: Academic Press.
- Mischel, W., & Ayduk, O. (2011). Willpower in a cognitive affect processing system: The dynamics of delay of gratification, In K. D. Vohs, & R. F. Baumeister (Eds.), *Handbook of Self-regulation: Research, Theory, and Applications* (2nd ed.) (pp. 83–105). New York: Guilford Press.
- 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.
- Mohai K., Kálózi-Szabó Cs., & Rózsa S. (2016). A végrehajtó funkciók adaptív mérésének lehetőségei. *Psychologia Hungarica*, 4(1), 40–85.
- Monterosso, J., Ehrman, R., Napier, K. L., O’Brien, C. P., & Childress, A. R. (2001). Three decision-making tasks in cocaine-dependent patients: Do they measure the same construct? *Addiction*, 96, 1825–1837.
- Mulder, H., Hoofs, H., Verhagen, J., van der Veen, I., & Leseman, P. (2014). Psychometric properties and convergent and predictive validity of an executive function test battery for two-year-olds. *Frontiers in Psychology*, 5, 1–17.
- Müller, U., & Kerns, K. (2015). The development of executive function. In R. M. Lerner (Ed.), *Handbook of Child Psychology and Developmental Science* (pp. 1–53). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Neszmélyi B., Albu M., Takács M., Terray-Horváth A., & Szakács Z. (2013). Végrehajtó funkciók és személyiségjellemzők az alvási apnoéban szenvedő személyek esetében. *Psychologia Hungarica Caroliensis*, 1(1), 30–51.
- Phillips, L. H., Bull, R., Adams, E., & Fraser, L. (2002). Positive mood and executive function: Evidence from Stroop and Fluency tasks. *Emotion*, 2, 12–22.
- Péczy L. Z. (2014). *A központi idegrendszer dopamin receptorainak szerepe a memóriakonzolidációs folyamatokban*. Doktori (PhD) értekezés. Pécs: Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar.

- 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). New York: Springer Science Business Media.
- Petry, N. M., Bickel, W. K., & Arnett, M. (1998). Shortened time horizons and insensitivity to future consequences in heroin addicts. *Addiction, 93*, 729–738.
- Prencipe, A., & Zelazo, P. D. (2005). Development of affective decision-making for self and other: Evidence for the integration of first- and third-person perspectives. *Psychological Science, 16*, 501–505.
- Prencipe, A., Kesek, A., Cohen, J., Lamm, C., Lewis, M. D., & Zelazo, P. D. (2011). Development of hot and cool executive function during the transition to adolescence. *Journal of Experimental Child Psychology, 108*, 621–637.
- 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). New York: Academic Press.
- Qu, L., & Zelazo, P. D. (2007). The facilitative effect of positive stimuli on 3-year-olds' flexible rule use. *Cognitive Development, 22*, 456–473.
- Racsmány, M. (2000). A munkamemória szerepe a megismerésben. *Erdélyi Pszichológiai Szemle, 1*(2), 29–49.
- Racsmány M., Lukács Á., Németh D., & Pléh Cs. (2005). A verbális munkamemória magyar nyelvű vizsgálóeljárásai. *Magyar Pszichológiai Szemle, 60*(4), 479–505.
- Rózsa S., Kun J., Eisinger A., Magi A., Gyurkovics M., Czabány R., Kálán R., & Kő N. (2016). Az Iowa Szerencsejáték Feladat (Iowa Gambling Task, IGT) hazai alkalmazása során szerzett eredmények és tapasztalatok. *Psychologia Hungarica Carolinesis, 4*(1), 7–39.
- Schneider, W., Lockl, K., & Fernandez, O. (2005). Interrelationships among theory of mind, executive control, language development, and working memory in young children: A longitudinal analysis. In W. Schneider, R. Schumann-Hengsteler, & B. Sodian (Eds), *Young Children's Cognitive Development: Interrelationships Among Executive Functioning, Working Memory, Verbal Ability, and Theory of Mind* (pp. 134–146). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Sümegei A., & Varga É. (2010). A dopamin D3 receptor – a farmakoterápia szürke eminenciása? *Neuropsychopharmacologia Hungarica, 10*(3), 405–411.
- Szirmai I. (2011). *Neurológia*. Budapest: Medicina Könyvkiadó.
- Tánczos T., & Németh D. (2010). A munkamemória műőreljárásai és szerepük az iskolai szűrésben és fejlesztésben. *Iskolakultúra, 20*(7–8), 95–111.
- Tárnok Zs., Barsi P., Gádoros J., & Halász P. (2006). Végrehajtó funkciók zavara frontális károsodásokban és frontális epilepsziában. *Ideggyógyászati Szemle, 59*, 269–280.
- Tsermentseli, S., & Poland, S. (2016). Cool versus hot executive function: A new approach to executive function. *Encephalos, 53*, 11–14.
- Van der Elst, W., van Boxtel, M., van Breukelen, G., & Jolles, J. (2006). The Stroop color–word test: Influence of age, sex and education; normative data for a large sample across the adult age range. *Assessment, 13*, 62–79.
- Wagner, D. D., & Heatherton, T. F. (2010). Giving in to temptation: The emerging cognitive neuroscience of self regulatory failure. In K. D. Vohs, & R. F. Baumeister (Eds), *Handbook of self regulation: Research, Theory and Applications* (2nd ed., pp. 41–63). New York: Guilford Press.
- Willoughby, M., Kupersmidt, J., Voegler-Lee, M., & Bryant, D. (2011). Contributions of hot and cool self-regulation to preschool disruptive behavior and academic achievement. *Developmental Neuropsychology, 36*, 162–180.
- Zelazo, P. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2016). *Executive Function: Implications for Education* (NCER 2017-2000), Washington, DC: National Center for Education Research, Institute of Education Sciences, U. S. Department of Education.

- 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.
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 445–469). Oxford: Blackwell.
- Zelazo, P. D., Qu, L., & Müller, U. (2005). Hot and cool aspects of executive function: Relation in early development. In W. Schneider, R. Schumman-Hengsteler, & B. Sodian (Eds.), *Young Children's Cognitive Development: Interrelationship among Executive Function, Working Memory, Verbal Ability and Theory of Mind* (pp. 71–93). Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum.
- Zelazo, P. D., Qu, L., & Kesek, A. C. (2008). Hot executive function: Emotion and the development of cognitive control. In S. Calkins, & M. A. Bell (Eds), *Child Development at the Intersection of Emotion and Cognition* (pp. 1–24). Washington, DC: American Psychological Association.

## THE ROLE OF AFFECTIVE FACTORS IN EXECUTIVE FUNCTION: THE HOT EXECUTIVE FUNCTION

JÓZSA, GABRIELLA – JÓZSA, KRISZTIÁN

*The concept of executive function (EF) became the center of scientific interest a few decades ago. By now, not only neuroscience, but several other disciplines engage in the investigation of executive function, its functioning, development, and role in higher-order cognitive processes (e.g., goal-directed behavior, problem-solving). The motivational and emotional aspects of executive function had been neglected until the 2000s, when a distinction was made between the two dimensions of EF. „Cool” EF refers to purely cognitive functions, while „hot” EF consider the effects of motivation and emotion on cognitive performance.*

*Our study provides an overview of former scientific attempts to separate these two EF aspects. We outline research on „hot” EF, present the possible assessment methods and discuss the effects of different emotional stimuli on EF performance.*

**Keywords:** *executive function, hot executive function, motivation, emotion*