

*XIII. Erdélyi Tudományos Diákköri Konferencia-  
Kolozsvár, 2010. május 14- 16.*

# **Mindennapi segítségünk, avagy a feladat- irreleváns motoros viselkedéseink funkciója**

**Témavezető:** Drd. Demeter Kármén, tanársegéd

BABEŞ-BOLYAI Tudományegyetem

Pszichológia és Neveléstudományok kar

Alkalmazott Pszichológia Tanszék

**Szerzők:** Lőrincz Zsuzsánna, Simon Júlia

BABEŞ-BOLYAI Tudományegyetem

Pszichológia és Neveléstudományok kar

Alkalmazott Pszichológia Tanszék

Pszichológia szak, II. Év

Kolozsvár, 2010

## Kivonat

*Egy 2009-ben publikált cikk az eddig unaloműzésnek tűnő rajzolgatás pozitív hatásáról számolt be a memorizálásban. Ez az eredmény inspirálta a jelen kutatást, ahol azonban a vizsgálatot kiterjesztettük más viselkedésekre is, amelyek feltehetően hasonló funkcióval rendelkeznek. Hipotézisünk, hogy a feszültséghelyzet illetve hosszan tartó egyoldalú kognitív megterhelés során fellépő feladat-irreleváns, félig automatikus motoros viselkedés javítja a teljesítményt. Több kísérleti eljárás kipróbálása erősítette a feltételezésünket. Legutóbbi kísérletünk során, melyben 59 egyetemista vett részt jelentős különbséget kaptunk a pótcselekvők javára. Az eredmények implikációit, illetve lehetséges magyarázatait tárgyaljuk, de azok további bizonyításra szorulnak.*

## 1. Elméleti áttekintés

### 1.1 A rajzolgatás segíti a bevésődést

A múlt évben zajlott egy kutatás melynek témája a látszólag unaloműző rajzolgatás hatása az emlékezeti folyamatokra (Andrade, 2009). A probléma tisztázásának érdekében 40 személy került felmérésre. Közülük 20 olyan körülmények között fogadott telefonhívást, amely lehetővé tette a rajzolásos kiegészítő cselekvést. Az eredmény az volt, hogy a későbbi váratlan memóriateszten ezek a személyek 29%-al több információt idéztek fel mint a másik csoport tagjai. Ez a kísérlet inspirálta a jelen kutatást.

### 1.2 Tikkjeink

Ha az unaloműző vonalhuzogatás ilyen hatással lehet a teljesítményre, feltevődik a kérdés, hogy vannak-e még más, lényegében automatikus és látszólag haszontalan cselekvéseink, amelyek ilyen rejtett módon befolyásolnak minket. Unatkozáskor nem csak a céltalan rajzolgatás figyelhető meg az embereknél, de különböző mozgásmintázatok is. Ilyen például a lábbal való dobolás, a kezünkben lévő írószerrrel való játék, a széken történő mozgolódás. Érdekes módon ugyanezek megfigyelhetők feszültséghelyzetben is. Az enyhén lámpalázás diák, amikor igyekszik szabadon előadni, időnként (de előfordul, hogy folyamatosan) különböző viselkedéseket produkál, amelyek semmiféle információval nem szolgálnak az aktuális témáról. Itt is meg lehet említeni példaként a ruhaigazgatást, kéztördelést, de sok más érdekes mintát is megfigyelhetünk. Vajon ezeknek a mozgásoknak van valami szerepük, vagy csak ártalmatlan evolúciós potyautasok, valamikori mozgásos információközlés maradványai? Esetleg nem is ártalmatlanok, mert érzelmi állapotunkról olyan információkkal szolgálnak, ami sebezhetőségre utal. Calvin világít rá a „Gondolkodó agy” című könyvében arra, hogy egyes negatív vonásaink kikerülhették a szelekciót azáltal, hogy kapcsolva voltak egy előnyössel (Calvin, 1997)

Egy ugyancsak friss kutatás (Ördögh, 2008) arról, számolt be, hogy azok a kísérleti személyek, akik karbatett kézzel figyeltek a forrásanyagra rosszabbul teljesítettek, mint a kontroll csoport (a különbség óvodásoknál szignifikáns  $p < 0,001$ , ötödikeseknél  $p < 0,1$ , tizenkettődikeseknél pedig  $p < 0,2$ -os szinten szignifikáns). A kutatás hipotézise az volt, hogy a karba tett kéz az elutasító magatartás aktiválása következtében csökkenti a befogadási hajlandóságot. Azonban az eredmények a jelen kutatásban szereplő elmélet fényében is értelmezhetőek. Mindazonáltal az eljárást nem alkalmazhatjuk hipotézisünk vizsgálatára, mert nincs rá mód, hogy a két lehetséges faktor hatását elkülönítsük.

### **1.3 Patológiás megnyilvánulások**

A feladat-irreleváns mozgásos viselkedések (kényszercselekvések) szimptomái lehetnek különböző pszichiátriai zavaroknak is, amennyiben azok tudatosan nem, vagy csak nagyon nehezen kontrollálhatóak. Ilyen például a rögeszmés-kényszeres (obszesszív-kompulzív) zavar vagy a Tourette-szindróma, illetve az autizmus esetén is gyakran megjelennek sztereotíp mozgásmintázatok. (Goldman és mtsai, 2008).

Kényszerbetegség alatt kényszer gondolatokból (obszessziók), és vagy kényszercselekvésekből (kompulziók) álló tünetegyüttest értünk, amely legalább két héten keresztül tartóan fennáll (BNO-10 kritérium) illetve a kényszeres tünetek naponta legalább egy órát lefoglalnak (DSM-IV kritérium), jelentősen akadályozva az illető mindennapi életvitelét (Füredi, 1998).

A Tourette szindróma (TS) örökölhető, gyermekkorban kialakuló, ideggyógyászati rendellenesség, melyet több tartós mozgásbeli és legalább egy vokális tikk kísér. A tikkek akaratlan, ismétlődő, sztereotíp mozgások vagy hangok, melyek általában hirtelenek és gyorsak, és gyakran csak rövid ideig kontrollálhatóak (Morbidity and Mortality Weekly Report, 2009).

Egy közös vonás ezen zavarok, kényszer cselekvéseknek esetén, hogy a személy általában szorongásának vagy distresszének csökkentése vagy elkerülése érdekében produkálja az adott viselkedést. Az enyhe kényszerek azonban akár hasznosak is lehetnek a mindennapi életben. Egy dallam dúdolgatása, a tollal való játék, ujjunkkal való dobolás valószínűleg levezeti az idegességet és javítja a teljesítményt (Ronald, 2005).

### **1.4 Figyelmi fókusz**

A zavarok esetében a tikkek nehezítik a mindennapi teendők megfelelő elvégzését, megakadályozva az akaratlagos cselekedetek optimális kivitelezését. Közismert tény, hogy két párhuzamos cselekvés általában rontja a teljesítményt, azonban kivételes helyzeteket is sikerült dokumentálni. Ilyen például, amikor az egyik feladat már automatizálódott (Greenwald, Shulman,

1973, Allport, Antonis, Reynolds, 1972 idéz Baddeley, 2005, Baxter és Hinston, 2001), mert akkor nem jelentkezik interferencia. Ami viszont témánk szempontjából leginkább releváns, hogy sikerült olyan helyzetet is azonosítani, amikor egy egyszerű feladat esetében a kiegészítő cselekvés pozitív hatással volt (Roche és mtsai, 2007).

Kiegészítő feladat-irreleváns pótcselekvéseink is többnyire automatikusak, ahogy azon viselkedések amelyeket Norman és munkatársai is leírtak (Baddeley, 2005), hogy néha csak a folyamat végén tudatosítjuk őket. Ez általában a központi feldolgozó csökkent kapacitása esetén fordul elő.

Pótcselekvéseink is akkor jelentkeznek, ha az koordináló központunknak csökken a kapacitása, legtöbbször akkor amikor az “ébred álmodás” jelensége is, amelyről kimutatták, hogy olyankor az agy hasonlóképpen aktivál, mint pihenéskor (Mason és mtsai, 2007).

A nagy variabilitás a pótcselekvések tekintetében így magyarázható azzal, hogy egyénenként eltérő, hogy mely motoros cselekvések automatizálódtak. De a megnyílvánulás típusán túl jelentős eltérést mutattak ki a személyek között az ingerfüggetlen gondolkodásra való képességben (Mason és mtsai, 2007). További tanulmányok pedig azt igazolták, hogy az öngerjesztett stimuláció egyik legjobb módja az unalom csökkentésének (Csikszentmihalyi, 1990; Csikszentmihalyi, Rathunde, & Whalen, 1993; Watt & Blanchard, 1994 idéz Harris, 2000 ).

### **1.5 Diffúz ingerlés**

Sokolov megállapításából kiindulva egy esetleges magyarázatnak lehet a kiegészítő, részint automatikus cselekvések (pozitív) hatására az agytörzsben található retikuláris rendszer aktivitásának a növekedése. Ugyanis az F.A.R. (felszálló aktiváló rendszer) minden érzékszervünktől kap információt és diffúzan ingerli a magasabb központokat. Automatikus (félautomatikus) mozgás esetén, amikor az agyunk regisztrálja (ennek nem kell tudatosnak sem lennie) a saját testrészeink helyzetének változását, akkor több input jut a rendszerbe. Ez lehetővé teheti a kérgi aktivitás megnövekedését is. Továbbá magyarázatot adhat arra is, hogy miért teljesítettek ugyanúgy a kognitív térkép kialakításában azok a patkányok akiket kézben hordoztak végig a labirintuson, mint akik maguk járták végig (Norman, Quillet, 1997)- hiszen egy idegen kéz tapintásának az észlelése is megnövelheti az arousalt.

A jelenség alternatív magyarázatát az eredmények értelmezése részben tárgyaljuk.

## **2. Vizsgálati rész**

### **2.1 A vizsgálat célja**

#### **a, Elméleti cél**

Annak megállapítása, hogy hosszú ideig tartó egyoldalú megterhelés során a pótselekvések hogyan hatnak az emberi teljesítményre.

#### **b, Gyakorlati cél**

Megvizsgálni az automatikus cselekvések és mindennapi tevékenységek kapcsolatát, ennek tudatában olyan következtetést megfogalmazni, amely segíti a hétköznapi alkalmazását ezeknek a mechanizmusoknak, például a pedagógiai gyakorlatban. Továbbá kiegészíteni a hozzá kapcsolódó gyakorlati ismereteinket.

#### **c, Módszertani cél**

Olyan eljárás kidolgozása, amely által e terület vizsgálhatóvá válik.

### **2.2 A vizsgálat hipotézisei**

Hosszas egyoldalú megterhelés esetén az automatikussá vált pótselekvések javítják a teljesítményt.

Tudatosan generált pótselekvések rövid ideig tartó kognitív megterhelés során gátolják a feladatvégzést.

### **2.3 Kísérleti design és vizsgálati minta**

#### **a, első kísérlet**

Egy 2×2-es modellt alkalmaztunk. A mérést 58 10. osztályos személlyel végeztük. Ebből 35 fiú és 26 lány. Kizártuk azokat a személyeket, akiknek adatai nem voltak reálisak csalás miatt, illetve azokat, akiknél az instrukció be nem tartása torzított az eredményeken. A minta 28 személyből állt, ebből fiú 67,9% (19), lány pedig 32,1% (9). Az átlagéletkor 16,54, 0,54-es szórással.

A mérés során az első teszt felvétele alkalmával az egyik csoport korlátozva volt, a szükséges mozgásokon kívül, nem szabadott más cselekvéseket alkalmaznia, a második teszt viszont kontroll helyzetnek számított, hiszen nem voltak korlátozások, egyik csoport számára sem.

Az alkalmazott eszköz egy általunk készített feladatlap volt, amely logikai, kreativitás illetve verbális kompetenciát igénylő részekből tevődött össze.

#### **b, második kísérlet**

A vizsgálati mintánkba 25 személy tartozott- mindannyian elsőéves pszichológia hallgatók, magyar vonalon, nappali tagozaton. Az eredményeket a személyi teljesítménykülönbségek alapján számoltuk ki.

Egyetlen 15 főt tartalmazó kontrollcsoportunk volt, akik segítségével felmértük a két teszt nehézségi fokát. Ennek a csoportnak a tagjai is elsőéves hallgatók voltak.

#### **c, harmadik kísérlet**

A kísérleti mintát 59 első éves pszichológia szakos hallgató képezte.

Az évfolyam egyik csoportja egy olyan jellegű beavatkozásban részesült, melynek során azt az információt kapták, hogy a gyakori pótcselekvéses megnyilvánulások neurotikusságra utaló jelek. Később egy három és fél órás előadás meghallgatása után a jelenlévők egy 10 kérdésből álló, rövid tesztet kellett, hogy kitöltsenek. A kérdések rövid, maximum pár mondatos választ igényeltek és szorosan kapcsolódtak a kurzus anyagához és megírásuknál elsődleges szempont volt, hogy előzetes ismeretek minimálisan segítsék a helyes választ.

A kísérleti csoportból 18 személy vett részt a kísérlet második szakaszában.

## 2.4 Az adatok feldolgozása és az eredmények értelmezése

### 1. Kísérlet

A két csoport mozgásos tevékenysége jelentősen eltért a megfigyeléseink alapján (0,009-es szignifikancia szint, persze meg lehet kérdőjelezni a megfigyelésünk objektivitását, még úgy is hogy egy személyt ketten is figyeltünk). Így reménykedve az alkalmazott tikkek számbeli különbségében először nem zártunk ki senkit és így a következő eredményeket kaptuk. A csoportok között nem volt jelentős különbség az első tesztelés során (bár nagyobb volt, mint a második mérés esetén, amikor senki nem volt korlátozva), ami viszont betudható annak, hogy nem voltak ekvivalensek a csoportok. Ez abból is kiderül, hogy azonos körülmények között (második teszt) az örök (a továbbiakban az egyszerűség kedvéért így nevezzük azokat, akik nem mozdhattak az első mérés során) jobban teljesítettek. Az első mérés során pedig szinte ugyanannyival, mint amennyivel a második alkalommal jobban, annyival rosszabbul. Összefoglalva ez a következőképpen nézne ki:

**1. Táblázat-** *Mozgásos tevékenységek előfordulásának átlaga a kísérleti és kontrollcsoportban (1. kísérlet)*

		Átlag	Szórás
1 teszt	mozgó	33,929	8,847
	őr	31,250	10,456
2 teszt	mozgó	33,4643	10,050
	őr	36,1429	13,688

A páros t próba eredménye, hogy a két mérést összehasonlítva a mozgásukban nem korlátozottak esetében egyáltalán nem volt szignifikáns különbség, az örök esetében pedig ez a szignifikanciaszint 0,101.

**2. Táblázat- Csoportbeli különbségek összefoglalása a mozgáskorlátozás változója mentén**

	átlag	szórás	t	p
Mozgó t1-t2	-0,537	6,3472	-0,316	0,757
Őr t1-t2	-4,8929	10,3778	-1,764	0,101

Azonban a különböző feladatok első és második teszbéli eredménye közti különbség nem volt jelentős, legnagyobb eltérés az utolsó feladat esetén mutatkozott.

A táblázatban szereplő átlagok alapján arra lehet következtetni, hogy a független változó 10 pontnál nagyobb változást nem valószínű, hogy okozhat. Azonban kizárva a 10 pontnál nagyobb különbséget produkáló résztvevőket már a 28-ról 19-re csökken az elemszám, ami azt jelenti, hogy egyik csoportban a minta kevesebb, mint 10 résztvevőt tartalmaz. Ez azonban kevés, ahhoz, hogy megbízható mintának tekintsük.

**2. Kísérlet**

Kizárások nélkül a nullhipotézis igazolódott be a kísérleti csoportnál ( $p=0,925$ ) és a két teszt eredményei nem korreláltak. A nagyobb különbségek kizárása után se lehetett a specifikus hipotézist elfogadni, bár a szignifikanciaszint változott. 2 pontnál nagyobb eltérések kizárása után  $p=0,788$  és a személyenkénti két teszt eredménye megbízhatóan korrelál ( $p=0,001$ ).

A kontroll csoportnál kétféle osztályozási mód szerint is szignifikáns lett a különbség ( $p=0,012$ , illetve  $p=0,02$ ). Az derült ki, hogy a második teszt nehezebb volt, mint az első.

**3. Kísérlet**

Független mintás t próba segítségével megállapíthattuk, hogy a kísérleti és a kontroll csoport tesztbeli teljesítménye között szignifikáns a különbség. A varianciák közti különbség miatt a legnagyobb értéket kizártuk, mivel az nagyobb volt az átlaghoz adott két szórás mértékénél illetve nagyon rontotta a csoportok közti varianciabeli eltérést.

**3. Táblázat Csoportközi különbségek a teszt alapján a beavatkozás függvényében**

	m	$\sigma$	t	P
Kísérleti	3,182	1,973	-2,075	0,043
Kontroll	4,215	1,615		

A kísérleti és kontroll csoport esetében összehasonlítottuk egy parciális vizsga eredményeit és azt találtuk, hogy nincs jelentős különbség (továbbá a varianciák között szinte egyáltalán nincs, ami az eredmények érvényességére utal).

A teszt és a parciális vizsga között megbízható ( $p<0,05$ ), de gyenge korrelációt találtunk ( $r=0,295$ ).

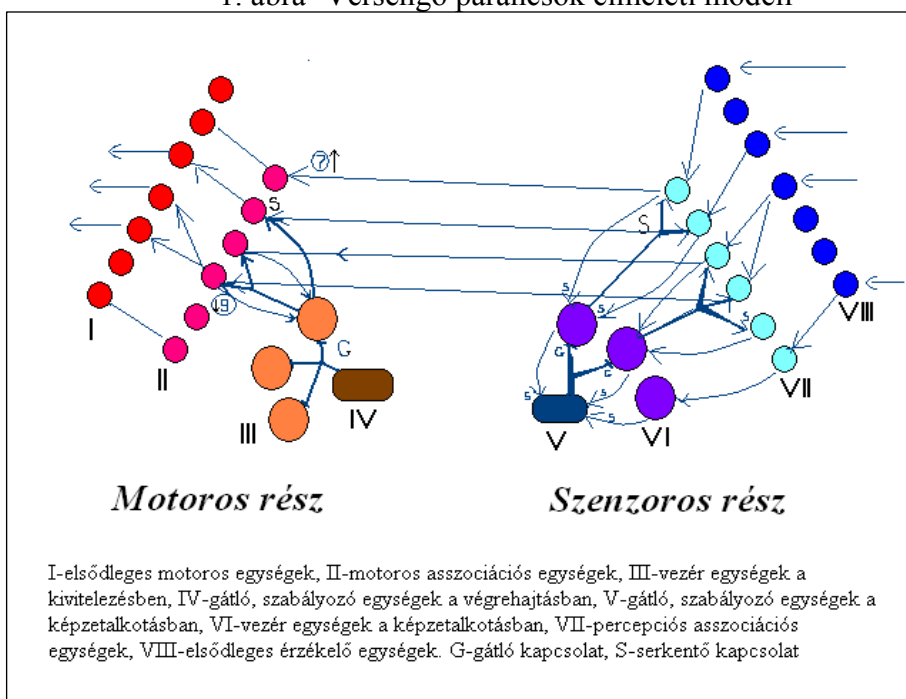
## 2.5 Következtetések, korlátok és továbbfejlesztési javaslatok

Eredményeink alapján elmondható, hogy a mozgásos pótcselekvések esetén nem önmagában a mozgás ami a pozitív hatást feje ki, illetve, hogy rövid feladat esetén tudatos irányítással rontja a teljesítményt (kísérlet). Ezzel beigazolódott a második hipotézisünk.

Továbbá: hosszas megterhelés esetén, amikor automatikusan nyilvánulhatnak meg, akkor növelik a hatékonyságot (főhipotézisünk beigazolódása). Az is megemlíthető viszont, hogy akár csak a öngerjesztett ingerlés esetén, itt is megfigyelhető az egyének közti eltérés (nagyobb volt a variabilitás a teszt esetén, mint a parciális vizsgánál- mindez a kísérleti csoport esetében).

Az eddig megfigyelt alternatív magyarázatoként egy modellt dolgoztunk ki (lásd az alábbi ábrát). Az elmélet alapgondolata, hogy a kognitív feldolgozás során párhuzamosan több viselkedési parancs versenyzik egymással a végrehajtásért. Abban az esetben, ha sokáig ugyanaz dominál, az érte felelős terület aktivitása csökkenni fog (habituáció-lásd az ábrán a nyolcas melletti lefele mutató nyilat), a többi területen pedig nő az esély az alternatív viselkedések kiváltódására (szenzitizáció-a hetes melletti felfele mutató nyíl). Hogy a kívánt viselkedés aktivizációs dominanciáját fenntartsuk előnyös lehet, hogy ha a konkurens motoros területek aktivitása csökkenhetne. A gyakran használt pályák működésbe lépésével a szenzitizációs hatás megszűnik, a viszonylagos különbség pedig megnövekszik a kívánt irányba. Azonban, hogy a célaktivitás ne sérüljön ez csak úgy előnyös, ha automatikusan játszódik le, vagyis nem érinti az irányító központokat, amelyek modellünkben a „vezér egységek a kivitelezésben” (III) címszó alatt szerepelnek. Ugyanis ezeknek az egységeknek a szerepe, hogy egyszerre aktiváljanak olyan részparancsokat, amelyek a komplex kivitelezéshez szükségesek. A számos együvé tartozó rész egyidőbeni aktiválódása biztosítja, hogy a kívánt tevékenység kerüljön a tudatunkba.

1. ábra- Versengő parancsok elméleti modell





A jobb érthetőség kedvéért lássunk egy példát, amelyben a fő mechanizmusokat szemléltethetjük, a teljesség igénye nélkül. Tételezzük fel, hogy fél órája már faragunk egy képet, így az érzékelő egységeinkhez (VIII) számos ineger érkezik (sötét-világos, hideg, száraz, különböző színek), ezek az ingerek továbbjutva a percepciós-asszociációs mezőkhöz (VII) már olyan minőségekbe szerveződnek, mint fém-szerűség, fa-szerűség, irányok, vékony vonal. Minden asszociációs egység jelet küld a képzetalkotás vezéregységeihez (VI). Azok közül pedig amelyik egység a legtöbb ingerlést kapja, az fel tudja szabadítani magát a gátlás alól, amely a szabályozó egységek felől jönnek (V) és újra jelet küld ugyanabban a pillanatban minden vele kapcsolatban lévő percepciós asszociációs egységnek. Így a tudatunkba kerül a mukánk aktuális képzete. A VII mező egységei kapcsolatban vannak a motoros rész asszociációs egységeivel (II), azonban azok csak akkor eredményeznek egy összehangolt viselkedéses választ (vésővel finom nyomás lefelé) és kerülnek be a tudatba, ha a megfelelő asszociációs motoros egységek egyszerre aktiválódnak. Mindez úgy megvalósítható, hogy folyamatosan jeleket küldenek a vezéregységekhez (III), amelyek esetében ha megfelelő mennyiségű az ingerlés, akkor ugyanúgy járnak el mint az előző esetben a percepciós mező vezetői (felszabadítják magukat a gátlás alól és egyszerre ingerlik a hozzájuk kapcsolódó asszociációs egységeket), csak most egy viselkedés az eredmény. Ehhez persze az utolsó lépés, hogy a mozgásmintázatok konkrét izommozgásokba fordítódjanak le, vagyis, hogy továbbjusson az információ az elsődleges motoros egységekhez (I). Azonban a mi esetünkben már hosszú ideje vannak használatban ugyanazok a modulok és így az aktivációs különbség vészesen kevés. Hogy ezt megnöveljük lejátssunk olyan programokat, amelyek nem igényelnek központi (vezérlő) általi irányítást, mert automatikusak hiszen a percepciós és a motoros asszociációs egységek között nagyon erős a kapcsolat és nem kell olyan nagy számú alegységet összehangolni. A pótcselekvés, legyen ez jelen esetben a hajigazítás, több részprogram komplexe, amelyeknek csökken az aktivációjuk a működés által és így mindazon komplex viselkedéseknek is, amelyekben szerepelne az aktuális részműködések. Például a hajigazítással csökkent a tapsolási, az ökölbeszorítási és számtalan más viselkedésnek is a potenciálja (a közös mikromozdulatoknak, parancsoknak köszönhetően).

A kutatás folytatásaként egyrészt az elméletti modell ellenőrzése lenne a cél, másrészt a módszertani tökéletesítés. Így például javasoljuk, hogy egy 2X2-es kísérleti design alkalmazását, ami lehetővé teszi az egyéni különbségek vizsgálatát a csoporton belüli összehasonlítás által.

## **Könyvészet**

- Andrade, J. (2009). What Does Doodling Do?. *Applied Cognitive Psychology*, published online in Wiley InterScience
- Baddeley, A. (2001). *Az emberi emlékezet*. Osiris Kiadó, Budapest
- Baxter, B. W., Hinson R. E. (2001). Is Smoking Automatic? Demands of Smoking Behaviour on Attentional Resources. *Journal of Abnormal Psychology*, vol. 110, No. 1, 59-66
- Calvin, W. H.(1997). *A gondolkodó agy*. Kultutrade Kiadó
- Goldman, S., Wang, C., Salgado, M. W., Greene, P., Kim, M., Rapin, I. (2008). Motor stereotypes in children with autism and other developmental disorders. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 2008, 51: 30–38
- Füredi, J. (1998). *A pszichiátria magyar kézikönyve*. Medicina Könyvkiadó RT., Budapest
- Harris, M. B. (2000). Correlates and characteristics of boredom proneness and boredom. *Journal of Applied Social Psychology*, 30, 576–598.
- Mason, M. F., Norton, M. I., Van Horn, J. D., Wegner, D. M., Scott, T. G., Macrae, C. N. (2007). Wandering Minds: The Default Network and Stimulus-Independent Thought. *Science*. 2007 January 19; 315(5810): 393–395
- Morbidity and Mortality Weekly Report (2009). Prevalence of Diagnosed Tourette Syndrome in Persons Aged 6–17 Years — United States, 2007, June 5, 2009, Vol. 58, No. 21
- Ördögh, T. O. (2008). *A kar mint „védőkorlát”*. Erdélyi Tudományos Diákköri Konferencia, Kolozsvár
- Quellet, M., White, N. (1997). Roles of Movement and Temporal Factors in Spatial Learning. *Hippocampus* 7:501–510 (1997)
- Ronald, J. C. (2005). *A lélek betegségei*. Pszichopatológia. Osiris Kiadó, Budapest
- Roche, R. A. P., Commis, S., Agnew, F., Cassidy, S., Corapi, K., Leibbrand, S., Lipson, Y., Rickard, J., Sorohan, J., Wynne, C., O'Mara, S. M. (2007). Concurrent task performance enhances low-level visuomotor learning. *Perception & Psychophysics*, 2007, 69 (4), 513-522