

# **A mentális fáradtság hatása a figyelmi rendszerek működésére**

*ZÁRÓBESZÁMOLÓ*

**Projekt kód:** PD 79147

**Kutató:** Dr. Csathó Árpád

Pécsi Tudományegyetem, ÁOK

Magatartástudományi Intézet

tel.: 72/536-256

e-mail: [arpad.csatho@aok.pte.hu](mailto:arpad.csatho@aok.pte.hu)

## Tartalom

Célkitűzések.....	3
Előzetes megjegyzések az eredmények értelmezéséhez .....	4
(I.) A mentális fáradtság hatása a vizuális figyelmi szelektivitásra és kapacitásra .....	5
1. Vizsgálat.....	5
2. Vizsgálat.....	9
(II.) A mentális fáradtság hatása a tárgyhoz kötött figyelmi kapacitásra .....	12
1. Vizsgálat.....	12
2. Vizsgálat.....	15
(III.) A mentális fáradtság hatása a természetes környezet észlelésére .....	18
1. vizsgálat .....	18
2. vizsgálat .....	22
Kiegészítő észrevételek .....	23
A vizsgálatok iránya az OTKA támogatás után .....	24
A zárójelentésben szereplő referenciák.....	25

## Célkitűzések

**ÁLTALÁNOS CÉLKITŰZÉS:** A kutatás általános célkitűzése a hosszantartó figyelmi feladatokhoz kapcsolódó mentális fáradtság hatásának vizsgálata.

### A PROJEKT RÉSZCÉLKITŰZÉSEI:

(I.) *A mentális fáradtság hatása a vizuális figyelmi szelektivitásra és kapacitásra*

*Publikáció:* Csathó, Á., van der Linden, D., Hernádi, I., Buzás, P., Kalmár, G. (2012). Effects of mental fatigue on the capacity limits of visual attention. *Journal of Cognitive Psychology*, 24, (5), 511-524.

Letölthető: [www.aok.pte.hu/magtud/csatho](http://www.aok.pte.hu/magtud/csatho) Publications menüpont alatt.

A rész célkitűzéshez kapcsolódó konferencia részvételek száma: 5

(II.) *A mentális fáradtság hatása a tárgyhoz kötött figyelmi kapacitásra*

*Publikáció:* Csathó, Á., van der Linden, D., Darnai G., Hopstaken, J. F. (2013). The same-object benefit is influenced by Time-on-Task. *Journal of Cognitive Psychology*, in press (E-pub).

Letölthető: [www.aok.pte.hu/magtud/csatho](http://www.aok.pte.hu/magtud/csatho) Publications menüpont alatt.

A rész célkitűzéshez kapcsolódó konferencia részvételek száma: 4

(III.) *A mentális fáradtság hatása a természetes környezet észlelésére*

Csathó, Á., van der Linden, D. Natural Scene Recognition with Increasing Time-on-Task: Insensitivity to fatigue? Bírálólat alatt (Experimental Psychology)

Letölthető: [www.aok.pte.hu/magtud/csatho](http://www.aok.pte.hu/magtud/csatho)

A rész célkitűzéshez kapcsolódó konferencia részvételek száma: 2

## Előzetes megjegyzések az eredmények értelmezéséhez

Egy hosszantartó figyelmi feladat során megjelenő viselkedéses változásokat általában abban az esetben lehet a mentális fáradtsággal magyarázni, amennyiben az alábbi változások legalább részben fennállnak:

(1) A vizsgálatban résztvevő személyek szubjektív fáradtság érzete nagyobb a vizsgálat után, mint előtte. (2) A feladat végrehajtásának hatékonysága csökken a vizsgálat időtartamának előre haladásával (pl. reakcióidő és a hibaszám nő). (3) Szignifikáns összefüggés van a vizsgálat utáni szubjektív fáradtságérzet és a teszt végrehajtásának hatékonyság-csökkenése között.

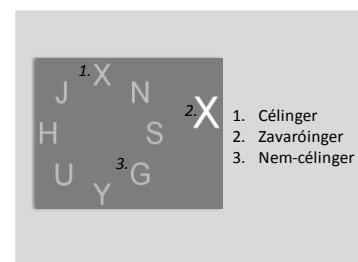
Az első hatás gyakorlatilag mindig kimutatható: A hosszantartó kísérletekben résztvevő személyek szubjektív fáradtsága szinte mindig egyértelműen növekszik. A második hatás gyakran kimutatható, de könnyű feladatoknál természetesen nem. A feladat időtartamának negatív hatását a végrehajtásra a gyakorlási hatások is gyakran ellensúlyozzák. A harmadik összefüggés nagyon ritkán mutatható ki: A szubjektív fáradtság és az objektív hatékonyság csökkenés közötti összefüggés elvétve fordul elő mentális fáradtsággal foglalkozó irodalomban.

A jelen vizsgálatokban az első hatás mindig megjelent, a második hatás a legtöbb esetben, a harmadik hatást (ill. összefüggést) azonban csak a 2. részcelkitűzés első vizsgálati esetében lehetett egyértelműen kimutatni. A publikációs gyakorlatban, ha az első két hatás adott, akkor az eredmények interpretálhatóak a mentális fáradtság hatásaként.

# (I.) A mentális fáradtság hatása a vizuális figyelmi szelektivitásra és kapacitásra

## 1. Vizsgálat

*Elmélet:* Az első kísérletsorozat a fáradtság okozta potenciális figyelmi-kapacitás csökkenését vizsgálta vizuális figyelmi feladatok során. A kísérletek motivációja az volt, hogy míg a figyelmi ingadozásról fáradt állapotban számos korábbi vizsgálat beszámol, az ehhez kapcsolódó konkrét figyelmi funkciók, mint például a figyelmi kapacitás, változásáról nagyon kevés empirikus ismeretanyag áll rendelkezésre. Másrészt, az a megfigyelés, hogy nehezebben szűrjük ki az adott feladat szempontjából irreleváns zavaróingereket fáradt állapotban szintén ellentmondásos a korábbi publikációk alapján: vannak vizsgálatok, amelyeknek eredményei alátámasztják ezt megfigyelést, ugyanakkor több esetben nincsen bizonyíték a zavaróingerek megnövekedett hatása mellett. Végezetül, egy állandóan visszatérő kérdés, hogy a hosszantartó vizuális figyelmi feladatok során a vizuális rendszer fáradtsága (pl. csökkenő kontraszt érzékenység) mennyire járulhat hozzá a figyelmi funkciók változásához. Ezeknek a kérdéseknek a megválaszolására egy korábban kidolgozott paradigmát (Lavie, 1995) adaptáltam. A paradigma az eredeti Eriksen féle koncepció alapul, vagyis az egyes kísérleti ingerek cél- és zavaróingerek kongruens, inkongruens, és semleges kombinációjából áll. A Lavie féle paradigma ezt az alaphelyzetet egészíti ki olyan nem-cél- és zavaróingerekkel amelyek, cél- és zavaróingerként sem definiálhatóak (lásd mellékelt ábra). Pontosabban, a zavaróingerekkel ellentétben, ezek az ingerek nincsenek válasz-kompetícióban a cél-ingerrel. Az ilyen típusú ingerrel az adott cél-inger perceptuális terhelése a cél. Vagyis, ha a nem-cél-inger számát emeljük, azzal növeljük az inger komplexitást, más szavakkal, növeljük a cél-inger perceptuális terhelését. A megnövekedett perceptuális terhelés következménye, hogy a cél-inger észlelése nagyobb figyelmi erőforrást igényel. Ez azonban csökkentheti a zavaróingerek feldolgozására fordítható figyelmi kapacitást is. Ennek az utóbbi hatásnak az eredménye pedig egy mérhető csökkenés a zavaróingerek hatásában.

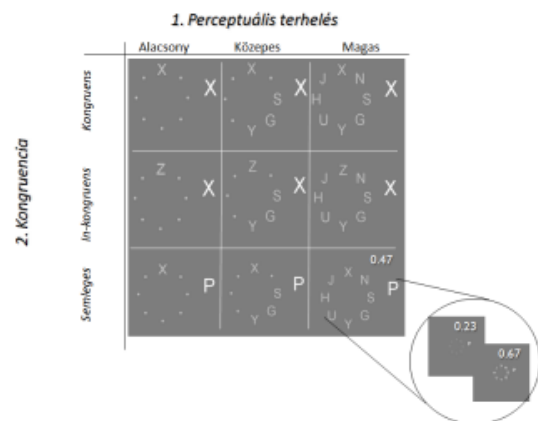


*Hipotézis:* A fáradtsággal összefüggésben az alapelképzelésem az volt, hogy a zavaróingerek hatása ugyan felerősödhet fáradt állapotban, de ez a hatás erősen függ a

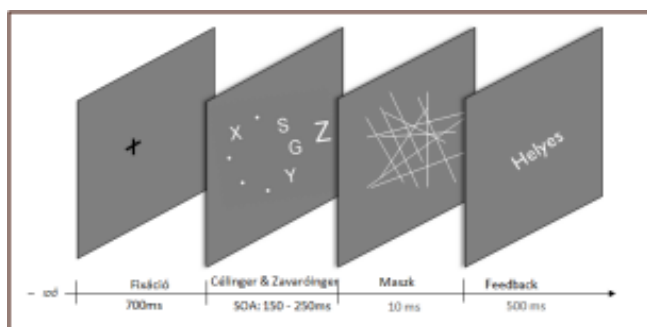
célingerek perceptuális terhelésétől. Így az olyan ingerek esetében ahol célinger figyelmi feldolgozása több figyelmi kontrollt igényel, mert a célinger perceptuális terhelése nagyobb, ott a zavaróingerek hatása nem változik, vagy akár csökkenhet is a fáradtság szint emelkedésével. Ezzel szemben a könnyebb, alacsony perceptuális terhelésű célingereknél, a zavaróingerek hatása megnő kísérleti személy fáradtságával.

*Módszertan:* A kísérleti módszertan egy 'Time-on-Task' paradigma, amely azt jelenti, hogy a kísérleti személyek hosszú időn keresztül (2,5h) vettek részt a kísérleti feladat végrehajtásában. Mint minden ilyen jellegű vizsgálatnál az előkészítés is fontos. Vagyis, az összes személynek kipihenten, koffein, alkohol, illetve egyéb serkentőszerek fogyasztása nélkül kellett a kísérletben részt venni. A kipihentség és motivációs szintet minden résztvevőnél kérdőívekkel ellenőriztük. A kísérletben való részvétel során az eltelt időről sem kaptak információt.

Az inger kondíciókat és az egyes próbák felépítését a mellékelt ábrák szemléltetik. Az ingerek betűkből épültek fel. A kísérleti személyek feladata az volt, hogy az egyes próbákban megjelenő célingert (X vagy Z) felismerje. A zavaróingerek a perifériáisan helyezkedtek el, kongruens, inkongruens, vagy semleges válasz-kompetícióban a célingerekkel.



Mindemellett, a célingereket, egyéb betűk vették körül, az adott perceptuális terhelésű kondíciónak megfelelő számban. Az ingertulajdonságok változtatása 3 kondícióban történt: *kongruencia* (A válasz-kompetíció minősége a zavaróingerek és a célinger között: kongruens, inkongruens, semleges), *perceptuális terhelés* (a célinger körüli nem-célingerek száma: alacsony, közepes, magas), *kontraszt* (A célinger és az azt körülvevő betűk luminancia kontrasztja a háttérhez képest: Magas, közepes, alacsony). Az alábbi ábra mutatja az egyes próbák lefutását.



*Részvevők:* 27 egyetemi hallgató, (12 nő és 15 férfi; életkor: 20 – 29, átlag életkor: 22, SD: 2.54).

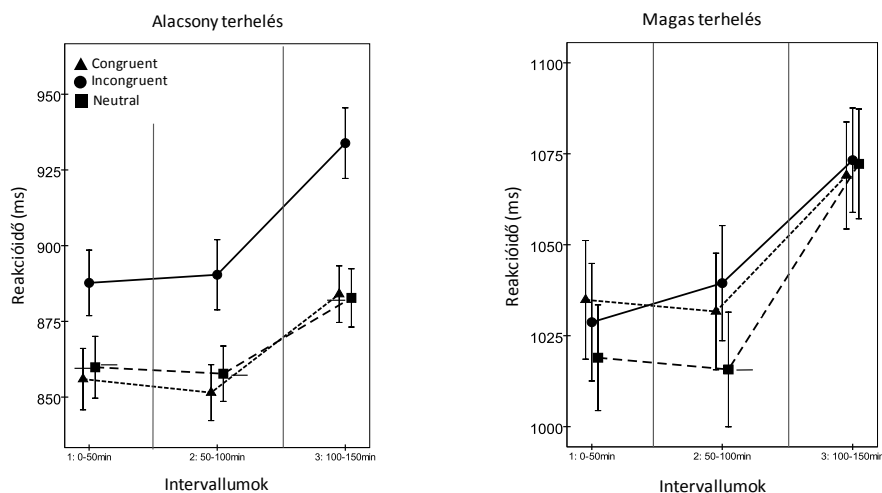
*Adatfeldolgozás:* Más hasonló vizsgálatoknak megfelelően, a kísérlet teljes időtartamát 3 egyenlő időintervallumra osztottuk (50perc) és az átlagos reakcióidő, valamint a helyes-válaszok átlagos számát vizsgáltuk az egymást követő intervallumokban. A adatokat ismétléses variancia-analízissel elemeztük. A post-hoc, páronkénti összehasonlítások esetén, minding alkalmaztunk Bonferroni korrekciót.

*Eredmények:* Az adatok teljes statisztikai feldolgozását lásd részletesen: Csathó, Á., et al. (2012). Effects of mental fatigue on the capacity limits of visual attention. *Journal of Cognitive Psychology*, 24, (5), 511-524. A jelen beszámolóban a legfontosabb eredményeket szeretném kiemelni.

*Általános hatások.* A kísérleti személyek szubjektív fáradtsága megnövekedett a kísérlet időtartama során  $F(1,26) = 109.16, p < .001, M_{pre}: 2.11, M_{post}: 4.03, \eta_p^2 = .8$ ]. Ezzel összhangban, mind a reakcióidő, és mind a helyes válaszok száma romló tendenciát mutatott a kísérlet utolsó intervallumában (utolsó 50 perc) a korábbi intervallumokhoz képest [Helyes-válaszok  $F(2,25) = 16.67, p < .001, \eta_p^2 = .57$ ; RI:  $F(2,25) = 9.08, p < .001, \eta_p^2 = .42$ ; A második intervallum vs. a harmadik intervallum: helyes-válaszok száma  $t(26) = 3.59, p < .01$ ; RI  $t(26) = -4.18, p < .01$ ]. A teljesítmény csökkenés erőteljesebb volt azokban a próbákban, ahol a szenzorosan degradált (alacsony kontrasztú) célingereket kellett a kísérleti személynek felismernie [Intervallum x Kontraszt interakció:  $F(4,23) = 2.9, p = .04, \eta_p^2 = .33$ ]. Ez az utóbbi eredmény arra utal, hogy a kísérlet hosszú időtartama alatt nem csak a mentális, hanem a szenzoros fáradtsággal is küzdöttek a résztvevők. Ugyanakkor, az inger kontrasztszintje és az egyéb ingertulajdonságok között (perceptuális terhelés, kongruencia) nem találtunk semmilyen szignifikáns interakciót. Ez arra utal, hogy a kialakuló szenzoros fáradtság nem módosította a zavaró ingerek hatását, illetve a figyelmi kapacitást.

A hipotézis szempontjából a *legfontosabb eredmény*, a szignifikáns Intervallum x kongruencia x perceptuális terhelés interakció [ $F(8,19) = -2.88, p < .05, \eta_p^2 = .55$ ]. Az interakció csak a reakcióidőre volt szignifikáns. Az interakció forrásának kiderítésére számos post-hoc analízist végeztünk. Ezek eredménye röviden a következő. Ahogyan ez a mellékelt ábrán is látható, a kongruenciának hatása a teljesítményre csak az alacsony és a magas

perceptuális terhelésű kondíciókban jelentkezett [alacsony terhelés:  $F(4,23) = 2.66, p = .06, \eta_p^2 = .3$ ; közepes terhelés:  $F(4,23) = .74, n.s.$ ; magas terhelés:  $F(4,23) = 3.3, p < .05, \eta_p^2 = .36$ ]. Ennek a változásnak az iránya azonban eltérő volt az alacsony és a magas perceptuális terhelésű kondíciók esetén. Az alacsony perceptuális terhelés a kísérlet utolsó intervallumában az inkongruens próbák és semleges próbák közötti különbség reakcióidőben megnövekedett. Ezzel szemben, magas perceptuális terhelés alatt, a második intervallumban még jól látható különbség az inkongruens és semleges próbák között gyakorlatilag teljesen eltűnik a harmadik intervallumra [különbség az inkongruens és semleges próbák között a második  $t(26) = 3.08, p < .05, d = .59$ , illetve a harmadik intervallumban  $t(26) = .09, n.s.$ ].



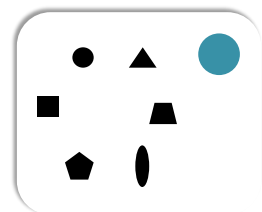
**Összefoglalás:** Az eredmények azt mutatják, hogy a hosszan tartó figyelmi feladatok során megnövekedhet a feladat szempontjából irreleváns zavaróingerek hatása, de csak abban az esetben, ha a feladat önmagában nem von el jelentős figyelmi kapacitást (alacsony perceptuális terhelésű). Összetettebb, több figyelmi erőforrást igénylő feladatok során (magas perceptuális terhelés) azonban, a zavaróingerek hatása csökkenhet a fáradtság növekedésével, illetve a feladattal töltött idő előrehaladásával. Ez utóbbi jelenség valószínűleg azzal magyarázható, hogy a mentális fáradtság beszűkíti a figyelmi kapacitást, amely különösen akkor mérhető, ha a feladat egyébként is nehéz. A figyelmi kapacitás csökkenésnek egyik „jótékony” hatása ugyanakkor az, hogy a vizuális periférián megjelenő zavaróingerek észlelésére is kevesebb kapacitás jut, így azok kevésbé fogják zavarni a feladata végrehajtását.



## 2. Vizsgálat

*Elmélet:* A második vizsgálat elsődleges célja az volt, hogy pszichofizikai eszközökkel megvizsgálja a szemmozgás, illetve a colliculáris rendszer szerepét a perifériális zavaró ingerek megnövekedett hatásával kapcsolatban fáradt állapotban. A kérdés azért merült fel, mert elképzelhető, hogy az előző vizsgálat eredményei a zavaróingerek hatásának növekedésével kapcsolatban, valójában a vizuális periféria felé irányuló szemmozgások csökkent gátlásával magyarázhatóak. Ennek a kérdésnek a vizsgálatára a Sumner et al. (2002) által kidolgozott módszertani lehetőségeket adaptáltuk. A Sumner-féle módszer logikája röviden a következő. A perifériális zavaró ingerek felé történő figyelmi orientációban fontos szerepe van a colliculus superiorinak (CS). Ismert ugyanakkor, hogy a rövidhullám-specifikus retinális csapokból (S-csapok) érkező input elkerüli a CS-t, míg a luminancia ingerektől származó input azonban eljut oda. Ezt a megfigyelést továbbgondolva a következő hipotézist állítottuk fel. Mentális fáradtság során egy általános frontális figyelmi kontroll csökkenés mutatható ki. Ennek az általános kontroll-csökkenésnek az egyik eleme lehet a collicularis eredetű, akaratlan szemmozgások kontrolljának csökkenése is, amelynek következtében fáradt állapotban megnövekedhet a colliculáris eredetű szemmozgások száma. Tehát, ha a fáradtság során megnövekvő perifériális zavaró hatás a colliculáris rendszernek köszönhető, akkor a luminancia specifikus ingerek zavaró hatása várhatólag növekszik a figyelmi feladattal töltött idővel. Ezzel szemben, az S-csap specifikus ingerek zavaró hatása nem, vagy jóval kevésbé változik a normál, kipihent állapothoz képest.

*Módszertan:* A vizsgálat menete hasonló volt első vizsgálatához, vagyis minden kísérleti személy kipihenten vett részt egy 2.5h-ig tartó kísérletben, ahol a feladat, akár csak az előbbi esetben, célingerek felismerése volt. Az ingerek ebben a vizsgálatban nem betűkből, hanem egyszerű geometrikusformákból épültek fel (lásd mellékelt ábra). Minden próbában a célingér és azt körülvevő nem-célingerek akromatikus akromatikusak voltak. A perceptuális terhelésnek ebben a vizsgálatban két szintjét – alacsony és magas – használtuk. Az alacsony perceptuális terhelés alatt csak egy célingér és egy zavaróinger volt látható; a magas perceptuális terhelésű kondícióban a célingér 5 másik geometrikusformával formált egy kört a monitor közepén. Kongruencia kondíció is kevesebb volt, mint az előbbi vizsgálat esetében: Csak kongruens és inkongruens próbák szerepeltek a



vizsgálatban. A célingerekkel szemben, a zavaróingereknek a kromatikus információ alapján két típusát hoztuk létre: S-csap specifikus és Luminancia ingereket. Az S-csap specifikus ingerek izoluminánsak voltak a háttérrel. Mind a luminancia, mind az S-csap specifikus ingerek két különböző kontraszttal (egy alacsonyabb illetve egy magasabb kontraszton) jelenhettek meg.

*Csap-specifikus ingerek:* A csap-specifikus ingerek előállításához először egy transzformációs mátrixot határoztunk meg a humán L-, M- és S-csapok kvantális abszorpció rátája ("csapkoordináták") és a számítógép képernyő R, G és B értékei között (Brainard, Pelli, Robson, 2002). Az S-csapokat ezután az ún. „*silent substitution*” módszerével ingereltük specifikusan. Ennél a módszernél az ingert alkotó fény az S-csapok aktivitását a háttérhez képest megnöveli, míg a L- és M-csapokét változatlanul hagyja. Így az inger által kiváltott válasz is az S-csapok aktiválódására vezethető vissza. A kísérlethez használt monitort kalibráltuk 5nm-es pontossággal.

*Izoluminancia beállítása:* A luminancia érzékenység nagy egyéni variációt mutat, ezért az izoluminás s-csap ingerek luminancia szintjét minden kísérleti személyre külön kellett kalibrálni. Ehhez a kalibrációhoz a „Minimum motion” technikát alkalmaztuk (Antist, 1983). A technika lényege egy mozgás illúzió. Egymást ismétlődő szekvenciában követő kromatikus sávoknál amennyiben más luminancia szinten állnak akkor egy horizontális irányú mozgásillúzió észlelhető. Ha a sávok azonos luminancia szinten vannak, akkor az illuzórikus mozgás megszűnik. Minden kísérleti személy egyénileg határozta meg, hogy számára mikor szűnik meg mozgásillúzió, vagyis melyek azok a luminancia értékek, amelyeket az ő vizuális rendszere már azonosnak észlel.

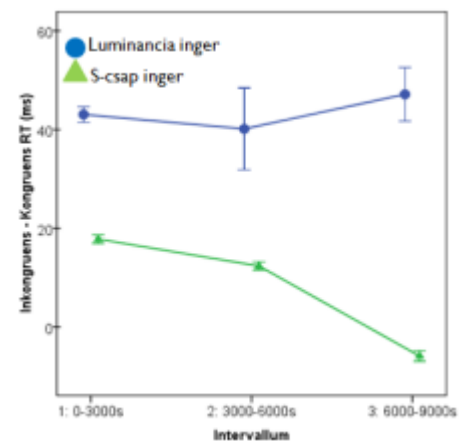
*A kontraszt hatás kalibrálása:* Mivel az S-csap specifikus ingerek észlelése a receptorok alacsony száma miatt lényegesen nehezebb, mint a luminancia ingereké, ezért az S-csap specifikus ingereket nagyobb méretben láthatták a kísérleti személyek. A pontos méretet egy külön kísérlet során kalibráltuk be. A nagyobb méret miatt a S-csap specifikus ingerek észlelhetősége megközelítőleg azonos lett, mint a luminancia ingereké. Így a két zavaróinger típus között mért esetleges hatáskülönbség, nem az észlelhetőség különbségeire, hanem inkább az eltérő észlelési útvonalra vezethető vissza (colliculáris vs. nem-colliculáris pálya).

*Próbák:* A kísérlet próbái ugyanolyan szekvenciára épültek, mint az előbbi esetben: Fixációs kereszt, inger és maszk.

*Részvevők:* 12 egyetemi hallgató (7 nő és 5 férfi; életkor: 20 – 25, átlag életkor: 22, SD: 2.3)

*Adatfeldolgozás:* Ugyanúgy, mint az előző esetben, a kísérlet teljes időtartamát (2.5h) 3 egyenlő időintervallumra osztottuk (50perc) és az átlagos reakcióidő, valamint a helyes-válaszok átlagos számát vizsgáltuk az egymást követő intervallumokban. A adatokat ismétléses variancia-analízissel elemeztük.

*Eredmények:* Az eredmények ebben a vizsgálatban kevésbé egyértelműek, mint az előzőben. Az vizsgálat időtartamának hatása csak a helyes válaszok számában jelentkezett (ez is csak marginálisan) [ $F(2,10) = 3.96, p = 0.06$ ], a reakcióidőben nem. A perceptuális terhelés növelésének hatása összefüggést mutatott a kísérlettel töltött idő hosszával (az intervallummal) a helyes-válaszok számában [ $F(2,10) = 9.34, p < 0.01$ ]. Azonban, a különbség a két perceptuális-terhelés kondíció között nem az utolsó intervallumban, hanem a kísérlet elején az első intervallumban volt a legnagyobb. Ez a magas perceptuális terhelésű kondíció esetében jelentős gyakorlási hatásra enged következtetni. Az eredmények nem igazolták azt a feltételezést, hogy a kromatikus különbségek a zavaróingerek között eltérő hatáshoz vezetnek kísérlet időtartamával való összefüggésben [intervallum x helyes válaszok:  $F(2,10) = 9.34, p < 0.01$ ; RI:  $F(2,10) = 9.34, p = 0.1$ ].



*Összefoglalás:* Az eredmények, egy más típusú ingert használva is, hasonló tendenciákat mutatnak, mint az előző kísérletben: A zavaróingerek hatása elsősorban az alacsony perceptuális terhelésű kondíciókban nő meg a kísérlet időtartamának előrehaladásával. Ez azonban a jelen kísérletben nem mutatott semmilyen összefüggést a zavaróinger kromatikus jellegével, vagyis nem támasztható alá az a feltételezés, hogy a zavaróinger hatás összefügg a colliculáris rendszer alulszabályozottságával mentálisan fáradt

állapotban. A nem túl erős tendenciák egyik oka az lehet, hogy elég jelentős volt a gyakorlási hatás.

## (II.) A mentális fáradtság hatása a tárgyhoz kötött figyelmi kapacitásra

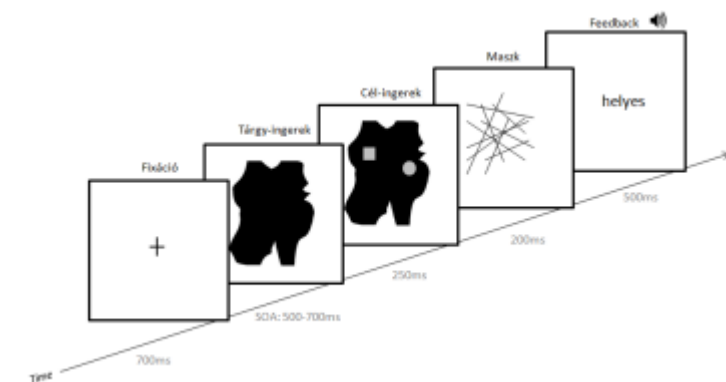
### 1. Vizsgálat

*Elmélet:* A második vizsgálat sorozat célkitűzése a tárgyhoz-kötött figyelmi folyamatok változásának vizsgálata mentális fáradtság hatására. Az alapjelenség, amelynek a fáradtság alatt történő változásaira kíváncsiak voltunk, az egy-tárgyas előny ('same-object benefit'). A kifejezés arra utal, hogy figyelmünket hatékonyabban osztjuk meg az egy adott tárgyhoz tartozó ingerek között, mintha azok több különálló tárgyhoz tartoznának (Davis és Holmes, 2005). Más szóval, két inger összehasonlítása hatékonyabban működik akkor, ha azok egy adott tárgyhoz tartoznak. Ez a jól ismert jelenség azonban számos tényezőtől függ. Az alapjelenséget befolyásolja több perceptuális faktor, mint például a tárgyak láthatósági ideje, az összehasonlítandó ingerek kontrasztviszonyai, illetve a tárgyak vizuális regularitása. A fáradtság esetleges hatása szempontjából pedig elsősorban az lehet fontos, hogy azok a figyelmi folyamatok, amelyek esetében két különböző tárgy között kell figyelmünket megosztanunk, valószínűleg több kognitív kontrollt igényelnek, mint azok, ahol egy adott tárgyon belül történik az összehasonlítás. Ennek értelmében, azt a *hipotézist* fogalmaztuk meg, hogy az egy-tárgyhoz kapcsolódó megosztott figyelmi helyzetek ellenállóbbak a fáradtság okozta figyelmi degradációval szemben, mint több-tárgyas helyzetek.

*Módszertan:* Ugyanazt az általános módszertant követtük ('Time-on-Task'), mint a korábban ismertetett vizsgálatok esetében. A kísérleti személyek most is 2.5h-át vettek részt a vizsgálatban, a vizsgálat előtt és után a szubjektív fáradtságukról kellett beszámolniuk. A vizsgálatot megelőző időszakról egy hosszabb kérdőív a Többdimenziós Fáradtság Kérdőív felvételével kaptunk információt (Multidimensional Fatigue Inventory).

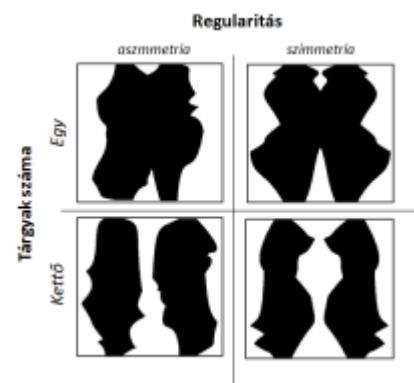
*Próbák:* Az egyes próbákat

a mellékelt ábra szemlélteti. A próbák ilyen felépítése gyakorlatilag követi a más hasonló



vizsgálatokban alkalmazott szekvenciát: A fixációs pont után egy tárgy-inger látható 500-1000ms-ig (általában ez az a hosszúságú prezentációs idő, amely a legjobban kedvez az egy-tárgyas előnynek). Ezt követően a tárgy-ingereken jelennek meg az egyszerű célingerek. A kísérleti személyek feladata, annak eldöntése, hogy a látott célingerek azonosak-e, vagy sem. A tárgy és célingereket eltűnésük után egy maszk váltja fel.

*Tárgy-ingerek:* A tárgy-ingerek kondícióit a mellékelt ábra mutatja. Két ingertulajdonságot, a regularitást, és a tárgyak számát változtattuk. A tárgy-ingerek regularitásában (szimmetria vs. aszimmetria) mutatkozó különbség azért lehet, érdekes, mert a szimmetria általában egy erős egy-tárgyas inger (lásd. pl. Csathó et al, 2003), így a szimmetrikus tárgy-ingerek használata még jobban felerősítheti az egy-tárgyas helyzetek előnyét, és még erősebben ellenállóak lehetnek a fáradtság negatív hatásaival szemben. A tárgy-ingerek kontúrját Bézier görbe adta:  $B(t)=(1-t)^3 \cdot P_0 + 3 \cdot t \cdot (1-t)^2 \cdot P_1 + 3 \cdot t^2 \cdot (1-t) \cdot P_2 + t^3 \cdot P_3$ ,  $t \in [0,1]$  ahol kontroll pontként szerepelt a  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ , és  $P_4$ . Ennek a módszernek az alkalmazása minden tárgy-inger esetében egyedi kontúrhoz vezetett.



*Cél-ingerek:* Minden próbában egyszerű geometrikus-formák jelentették a cél-ingereket, amelyek méretben és formában különböztek egymástól. Ennek alapján a cél-ingereknek 3 különböző típusát hoztuk létre. (1) *Teljesen azonos:* A két cél-inger, mind formájában, mind méretében azonos volt (pl. két kis háromszög). (2) *Teljesen különböző:* A két cél-inger, mind formájában, mind méretében különböző volt (pl. egy kis háromszög, és egy nagy négyzet). (3) *Részlegesen-különböző:* A két cél-inger csak az ingertulajdonságban különbözött egymástól, míg a másikon azonos volt (pl. egy kis háromszög, és egy kis négyzet, vagy kis négyzet, és egy nagy négyzet). A kísérleti személyek feladata az volt, hogy gomb lenyomásával jelezzék, hogy a két célinger teljesen azonos, teljesen különböző, vagy csak részlegesen volt különböző.

*Adatfeldolgozás:* Az előbbi vizsgálatokkal szemben, most nem csak három intervallumon keresztül, hanem 4 és 5 idő intervallumos felosztás alapján is elemeztük az adatokat. Ennek az volt a célja, hogy a 3 intervallumos elemzés megbízhatóságát láthassuk. A

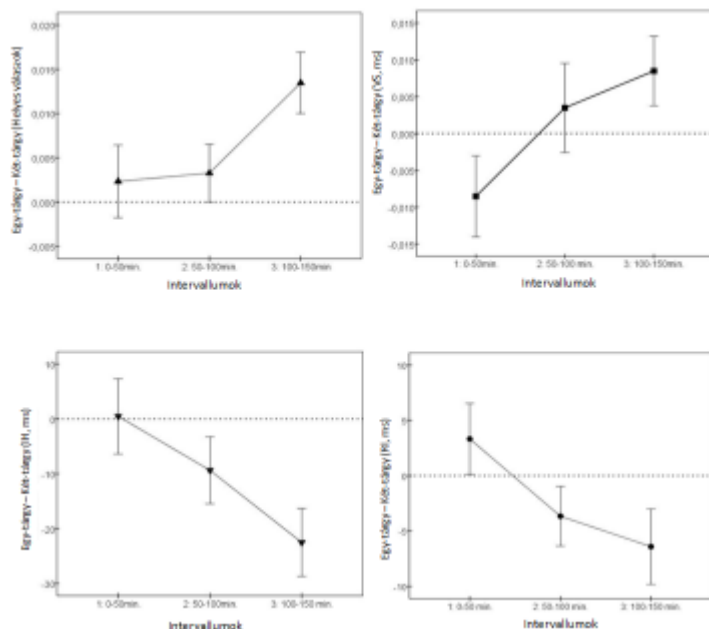
reakcióidő és a helyes-válaszok elemzésén kívül két korrigált reakcióidő adatot is elemeztünk: válasz-gyorsaság ( $1/RI$ ), és inverz hatékonyság ( $RI / \text{helyes-válaszok száma}$ ). Ezek a korrigált indexek még teljesebb képet adhatnak a feladatban nyújtott teljesítményről.

*Résztevők:* 17 egyetemi hallgató (10 nő, életkor: 20 – 29, átlag: 22,  $SD=2.65$ )

*Eredmények:* A statisztikai elemzést lásd részletesebben a publikációban: Csathó, Á., van der Linden, D., Darnai G., Hopstaken, J. F. (2013). The same-object benefit is influenced by Time-on-Task. *Journal of Cognitive Psychology*, in press (Eub).

Letölthető: [www.aok.pte.hu/magtud/csatho](http://www.aok.pte.hu/magtud/csatho) Publications menüpont alatt.

Az vizsgálat időtartama, azaz az intervallum főhatás, szignifikáns hatást mutatott a reakcióidő, a válaszsebesség, és az inverz hatékonyság esetében [ $RI: F(2,15) = 3.74, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.33$ ;  $VS: F(2,15) = 4.68, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.38$ ;  $IH: F(2,15) = 3.68, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.33$ ]. Az adatok egy gyakorlási hatást mutatnak az elsőtől a második intervallumig, majd egy teljesítmény csökkenést a másodiktól a harmadik intervallumig. A vizsgálat szempontjából a legfontosabb eredmény a szignifikáns Intervallum x Tárgyak-száma interakció:  $RI: F(2,15) = 4.01, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.35$ ;  $VS: F(2,15) = 3.9, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.34$ ;  $Accuracy: F(2,15) = 4.37, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.37$ ;  $IH: F(2,15) = 4.98, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.4$ . Ennek az interakciónak a további post-hoc vizsgálata azt mutatta, hogy a két-tárgyas kondíció próbáiban az utolsó intervallumban jelentősen romlik a teljesítmény a korábbi intervallumhoz képest. A egy-tárgyas kondíció próbáiban hasonló hatás nem mutatható ki. Egy további fontos eredmény, hogy ebben a vizsgálatban szignifikáns összefüggést találtunk a kísérleti személyek feladat utáni fáradtsága és a teljesítmény-csökkenés között Helyes-válaszok száma:  $F(1, 15) = 11.47, p < 0.01, R^2 = 0.43, b$



= -0.65; IH:  $F(1, 15) = 5.51, p < 0.05, R^2 = 0.27, b = 0.51$ ]. A mellékelt ábra a két- és az egy-tárgyas kondíciók közötti különbséget mutatja, a kísérlet intervallumainak függvényében.

A intervallum x Tárgyak-száma interakció nem csak a 3 intervallumos elemzéskor, hanem a 4, illetve 5 intervallumos elemzéskor is szignifikáns eredményt mutatott, bár már nem az összes teljesítményt mérő indexre [4-intervallumos elemzés: Helyes-válaszok  $F(3,14) = 6.2, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.57$ ; IH:  $F(3,14) = 3.4, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.42$ ; 5-intervallumos elemzés:  $F(3,14) = 2.98, p = 0.05, \eta_p^2 = 0.47$ ].

*Összefoglalás:* Az eredmények azt mutatják, hogy a hipotézisnek megfelelően az egy-tárgyas helyzetekben a megosztott figyelmi folyamatok fáradékonysága kisebb, mint a két-tárgyas helyzetekben. Ezt a különbséget 3 különböző intervallum-felosztás esetében is megtaláltuk. A különbség valószínű oka az, hogy a két-tárgyas helyzetek esetében a célingerek összehasonlítása nagyobb figyelmi kapacitást, illetve több figyelmi kontrollt igényel. A figyelmi kontroll folyamatok „sérülékenysége” azonban a fáradtság hatására megnő, amely elsősorban a több-tárgyas helyzetekben jelentkezik.

## 2. Vizsgálat

### 1. kísérlet

*Elmélet:* Ahogyan azt fentebb említettem, az egy-tárgy kondíció előnyét számos perceptuális tényező befolyásolja. Egy elmélet szerint ennek az a háttere, hogy más vizuális pályarendszerek állnak a több- illetve az egy-tárgy kondíciók észlelése mögött. Míg egy-tárgy esetén a tárgyészlelésért felelős parvocelluláris rendszernek van elsődleges szerepe, addig több egymás mellett megjelenő tárgy között a magnocelluláris rendszer teremt kapcsolatot. Ebből az is következik, hogy, mivel a két pályarendszernek számos eltérő anatómiai és funkcionális tulajdonságai vannak, a kísérleti próbákat akár úgy is alakíthatom, hogy inkább a több tárgyas helyzetekben legyen egyszerűbb a célingerek összehasonlítása. Pontosabban fogalmazva, ha, például, egészen rövid prezentációs időket, illetve alacsony kontrasztú ingereket használunk, akkor olyan helyzetet teremtünk, amely elsősorban a magnocelluláris rendszer működésére van hangolva (Feldman, 2007). Így, az eredmény akár ellentétes is lehet az előző kísérletben megfigyeltéknek: a több-tárgyas kondíció esetén mérhetünk jobb pszichofizikai teljesítményt. Több kísérletet is végeztem ezzel a felvetéssel összefüggésben.

Az első kísérlet kérdése az volt, hogy az első kísérletben mért hatás hogyan módosul, ha az első vizsgálatban használt célingerek alacsony luminancia kontraszttal rendelkeznek a háttérhez képest.

*Módszertan:* Az alkalmazott módszertan teljesen megegyezik az előző vizsgálatban leírtakkal. Az egyetlen különbség, hogy itt egy újabb kondíció, a célinger-kontraszt került bevezetésre. Alacsony és magas kontrasztulajdonságú cél-ingerek váltakoztak random módon a próbák során.

*Résztevők:* 13 egyetemi hallgató (7 nő, életkor: 20 – 28, átlag: 22, SD=2.43)

*Eredmények:* Az eredmények, mint ahogyan az eddigi perceptuális tényezőket vizsgáló kísérletekben is, kevésbé egyértelműek, mint az előző vizsgálat eredményei. Így, például, gyengébb a kísérlet fáradtságot okozó hatása, amelyre az utal, hogy elmarad a válaszadás hatékonyságában jelentkező szignifikáns csökkenés a kísérlet végére [RI:  $F(2,11) = 0.31$ , n.s.; Helyes-válaszok:  $F(2,11) = 1.78$ , n.s.; Inverz hatékonyság:  $F(2,11) = 1.72$ , n.s.]. A kísérlet alap-kérdésével kapcsolatban azonban, a reakcióidőkre, szignifikáns Intervallum x Tárgyak száma x Célinger-kontraszt interakciót kaptunk [ $F(2,11) = 5.97$ ,  $p < 0.05$ ]. Az interakció forrása az, hogy alacsony célinger kontraszton a kezdeti egy-tárgy előny teljesen eltűnik a 3. intervallumra, míg a magasabb célinger kontraszton az egy-tárgy kondíció előnye pont a 3. intervallumra válik kifejezettebbé.

*Összefoglalás:* Az eredmények csak részben támogatják a hipotézist. Csak a reakcióidő esetében kaptunk arra utaló szignifikáns eredményt, hogy az alacsony célinger-kontraszt nem kedvez az egy-tárgyi előnynek, és ennek következtében csökkenti annak előnyét a fáradtság emelkedésével, illetve a kísérlet időtartamának előre haladásával.

## 2. kísérlet

*Elmélet és Módszertan:* Az egy-tárgy előnyt az is csökkentheti, ha a tárgy-ingerek prezentációs ideje rövid. Ez ugyanis Davis (2005) elmélete szerint megint egy olyan kísérleti helyzet, amely növeli a magnocelluláris rendszer szerepét, és ezzel optimálisabb állapotot hoz létre a több-tárgy kondícióban az egy-tárgy kondícióhoz képest. Ezt a jelenséget vizsgáltam egy olyan kísérletben, amely teljesen azonos volt módszertanilag, mint az első



vizsgálat, de a tárgy-ingerek prezentációs ideje két kondícióba volt sorolható: rövid (50ms), vagy hosszú (500ms) volt.

*Résztevők:* Egy kivétellel ugyanazok a személyek, mint az előző kísérletben.

*Eredmények:* A kísérlet ideje alatt fokozatosan nőtt az egy-objektumos helyzetek előnye a két-objektumos helyzetekkel szemben, akkor, ha a prezentációs idő hosszabb volt (tehát kedvező a parvocelluláris rendszer számára). Ezzel szemben egy fordított hatás jelentkezett a rövidebb prezentációs idő estén (tehát a parvocelluláris rendszer számára kedvezőtlen helyzetben). Ez az általános hatás ugyan illeszkedik az említett modellbe, az összefüggés azonban nem szignifikáns statisztikailag [intervallum x tárgyak száma x prezentációs idő:  $F(2,12)=2.05$ ,  $p = 0.17$ ]. Általánosságban a prezentációs idő és az intervallum szignifikáns interakciót mutatott, annak köszönhetően, hogy a hosszabb prezentációs idő után érkező válaszok fokozatosan lassultak a kísérlet időtartamával összefüggésben [ $F(2,12)=5.77$ ,  $p < 0.05$ ]. Hasonló hatás a rövidebb prezentációs idő esetében nem volt kimutatható.

*Összefoglalás:* Összefoglalásként az mondható el, hogy a tárgy-ingerek prezentációs ideje nem befolyásolja jelentősen a tárgyhoz kötött figyelmi folyamatokat a fáradtság függvényében. Gyakorlatilag mindkét kísérlet eredménye arra utal, hogy ezeknek a perceptuális tényezőknek, nincs, vagy csak marginális szerepe van a fáradtság okozta figyelmi-kapacitás változásokban. Ezek az eredmények ugyanakkor támogatják a mai fáradtság kutatás egyik legelfogadottabb elméletét, a kognitív kontroll teóriát. Az elmélet szerint a mentális fáradtság elsődleges hatása „top-down” irányú: csökkent alap perceptuális és motoros folyamatok figyelmi kontrollja. A „bottom-up” szenzoros hatások a hosszantartó figyelmi folyamatokban nem tűnnek számottevőnek, hatásuk legfeljebb egy általános lassulásban, vagy gyorsulásban érhető tetten.

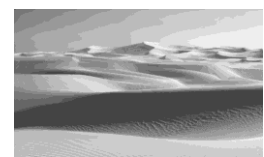
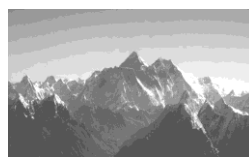
### (III.) A mentális fáradtság hatása a természetes környezet észlelésére

#### 1. vizsgálat

*Elmélet:* Az utolsó támogatott vizsgálatoknak az volt a fő célkitűzése hogy, egy olyan ingertípust (természetes környezetről készült képek) használjunk, amelynek egyik legérdekesebb tulajdonsága, hogy a magas vizuális komplexitás ellenére, rendkívüli hatékonysággal ismerhető fel (pl tájkép-kategorizációs feladatokban). A természetes környezet észlelésével foglalkozó kutatások ellentmondó eredményeket mutatnak fel azzal kapcsolatban, hogy mennyi figyelmet használ fel a természetes környezet észlelése. A vizsgálatok eredményeinek egy része arra utal, hogy a figyelmeti folyamatok szinte teljes mértékben kizárhatók az olyan kategorizációs feladatokból, ahol különböző természetes környezetről készült képeket kell felismerni. Más vizsgálatok azonban valószínűsítik a figyelmeti folyamatok hatását. A mentális fáradtság, vagy pontosabban a 'Time-on-Task' paradigmák alkalmazásával közelebb kerülhetünk a kérdés eldöntéséhez. Mivel fáradt állapotban, ahogyan ezt a jelen vizsgálatok is bizonyítják, csökken a figyelmeti kontroll-folyamatok hatékonysága, ezért amennyiben a természetes környezeti ingerek kategorizációja figyelmeti kontrollt igényel akkor a hosszantartó feladatok során romló tendenciát kell találnunk a feladat végrehajtásának hatékonyságában. Az első vizsgálat ezt hipotézist vizsgálta meg.

#### *Módszertan*

*Ingerek:* A vizsgálat során használt ingerek 5 természetes környezet-kategóriába tartozó fényképek voltak: Hegy, Tó, Mező, Erdő, és Sivatag (Példaképeket lásd a jobbra). A képek internetről származtak, illetve saját készítésűek voltak. Egyetlen egy képen sem voltak láthatóak élőlények, épületek, illetve épített környezetre utaló tárgyak. A képek úgy lettek összeválogatva, hogy a lehető legkisebb mértékű átfedés legyen közöttük. Tehát például magasheggyekkel körbevett alpesi tó nem fordulhatott elő. Mindemellett a kép globális információtartalmára is figyelniünk kellett. Ez azt jelenti, hogy, amint azt korábbi vizsgálatok kimutatták, a természetes környezet



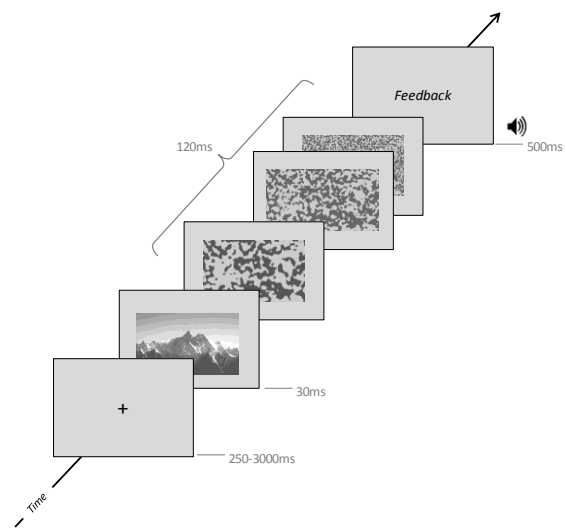
észlelésekor fontos globális strukturális elemeket veszünk figyelembe. Például, észleljük a látott kép 'nyitottságát', 'navigálhatóságát', 'hőmérsékletét', 'dinamikáját' stb.. Green és Oliva (2009) 7 globális jelleget emel ki a természetes környezet észlelésekor. A képek válogatásakor figyeltünk arra, hogy a globális jellegek tekintetében ne legyen nagy különbség a képek között az egyes kategóriákban. Ne legyenek például olyan képek az 'erdő' kategóriában, ahol egy ösvény van a középpontban, megerősítve ezzel a kép átláthatóságát, navigálhatóságát. Az ilyen jellegek jelentősen befolyásolhatják a látott kép kategorizálhatóságát. Kategóriánként megközelítőleg 300 fényképet gyűjtöttünk össze, majd ezekből az előbbi kritériumoknak megfelelően, 200 képet válogattunk össze minden egyes környezet-kategóriába. Az ingereket mivel rendkívül eltérő beállítások mellett készültek standardizálnunk kellett. Az eredeti képeket ezért először fekete-fehér képre konvertáltuk, valamint méretüket, felbontásukat standardizáltuk. Ezenkívül, a képek luminancia és kontraszt értékeit is normalizáltuk (relatív luminancia átlagosan: 0.7; SD= 0.25).

*„Tipikusság vizsgálata”*: A már normalizált képeket mielőtt a kísérlethez felhasználtuk volna megítéltettük 4 személlyel a tipikusság szempontjából. A megkérdezett személyeknek arra kellett válaszolniuk, hogy az egyes képek mennyire tipikusak az adott környezeti kategória szempontjából. A képeket egy 1-4 – ig terjedő skálán ítélték meg kísérleti személyek. Az egyes szám vonatkozott arra, ha az adott kép egyáltalán nem tekinthető tipikusnak az adott kategóriában (pl. egy erdőről készült kép esetében dönthetett úgy a kísérleti személy, hogy a képen ő nem egy tipikus erdőt lát). A képek átlagos tipikusság értéke magas volt ( $M_{\text{mező}} = 3.84$ ,  $M_{\text{hegy}} = 3.91$ ,  $M_{\text{erdő}} = 3.95$ ,  $M_{\text{tó}} = 3.81$ ,  $M_{\text{sivatag}} = 3.91$ ). A varianciaanalízis nem mutatott szignifikáns tipikusság különbséget a kategóriák között [ $F(4,12) = 0.71$ ,  $p = 0.47$ ].

*Feladat*: A kísérleti személyek feladata az volt, hogy a kísérlet időtartama alatt (2.5h) folyamatosan megjelenő képekről eldöntsék, hogy egy adott környezeti kategóriába tartoznak, vagy sem. A feladat Go-NoGo típusú volt, amelyet gyakran alkalmaznak a természetes környezet észlelésének kutatásakor. A kísérlet 150 percét a következőképpen osztottuk fel. Minden 5. percben megjelent a monitor közepén egy környezeti-kategória neve (pl. erdő). Ez azt jelentette, hogy a következő próbák során azt kell majd az adott személynek eldöntenie, hogy a látott kép beletartozik-e abba a kategóriába, vagy sem (Go-inger). Ha a kép beletartozott az adott kategóriába, akkor le kellett nyomnia egy gombot, ha

nem akkor nem kellett válaszolnia. Mind az 5 környezeti kategória random módon megjelent 25 perces blokkokban. Tehát a kísérlet összesen 6 db. 25 perces blokkra épült, amelyeken belül az összes környezeti kategória előfordult egyszer. A NoGo ingerek tekintetében vigyáztunk arra, hogy az olyan inger, amely az előző 5 percben Go ingerként szerepelt, az ne szerepelhessen a következő blokkban NoGo ingerként. A Go-NoGo típusú paradigmát azért választottam ehhez a kísérlethez, mert jól ismert, hogy végrehajtása hatékony válaszgátlást igényel és a válaszgátlás képessége jelentősen romolhat fáradt állapotban.

*Próbák:* Ahogyan azt a mellékelt ábra mutatja, a próbák a következő szekvenciális elemekből állta. Először a fixációs inger jelent meg, majd ezt követően a környezeti-inger (30ms), amelyet egy ún. dinamikus maszk követett. Az erős, dinamikus maszk használata szintén gyakran alkalmazott módszertani elem az ilyen vizsgálatokban. A dinamikus maszk 4 Gauss-i foltmintázatból állt, amelyek eltérő tér-  
frekvenciával rendelkeztek. Az egyes



mintázatok csak rövid ideig (30ms) voltak láthatóak, és rögtön egymás után következtek random sorrendben. A kísérleti személy a válaszána helyességéről visszajelzést kapott.

*Kérdőívek:* Mivel a Go-noGo paradigmát gyakran alkalmazzák az impulzivitás vizsgálatára, ezért a szokásos többdimenziós fáradtság kérdőíven kívül az impulzivitást mérő BIS-11, és SPSR kérdőíveket is kitöltötték a kísérleti személyek. Mindemellett, mivel a jelen vizsgálatban a prezentációs idők rendkívül rövidek voltak ezért nem csak a mentális fáradtságra kérdeztünk rá a kísérlet előtt és után, hanem a vizuális fáradtságra is. Ez utóbbihoz egy 5-pontos Likert skálát alkalmaztunk.

*Résztevők:* 21 egyetemi hallgató (13 nő, 7 férfi, 20 és 25 éves kor között)

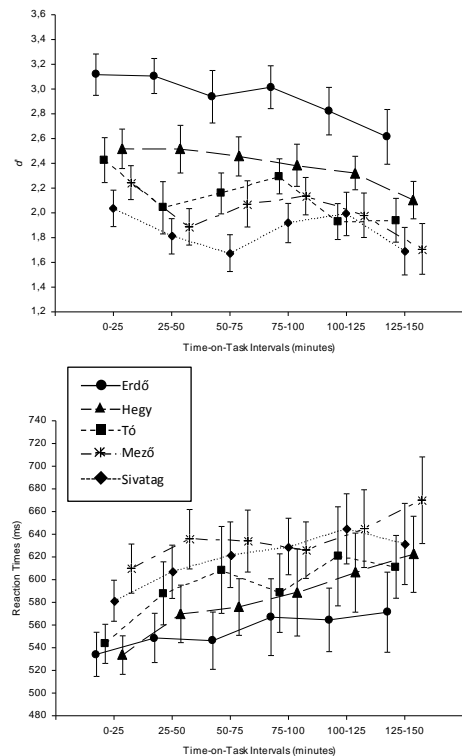
*Adatfeldolgozás:* A következő pszichofizikai adatokat elemeztük: Helyes válaszok száma, reakcióidő, diszkriminabilitás ( $d'$ ), téves riasztás, találatok száma, reakcióidő variabilitás (SD/átlag). A varianciaanalízis két faktort tartalmazott: Intervallumok, Környezeti kategóriák.

*Eredmények:* A téves riasztás kivételével, az összes vizsgált adattípus csökkenő feladat-megoldási teljesítményt mutat a kísérlet idejének előre haladásával (helyes válaszok:  $F(5,100) = 3.23$ ,  $p < 0.05$ ; RI:  $F(5,100) = 4.25$ ,  $p < 0.05$ ; Találat:  $F(5,100) = 5.39$ ,  $p < 0.01$ ; Téves riasztás:  $F(5,100) = 1.27$ , n.s.;  $d'$ :  $F(5,100) = 4.28$ ,  $p < 0.01$ ). Ez egyértelműen jelzi, hogy a feladat megoldása romlik a fáradtsággal. A csökkenő diszkriminabilitási képesség pedig kifejezetten azt jelzi, hogy a kísérleti személyek perceptuális érzékenysége a természetes ingerekre csökken a feladattal töltött idővel. A mellékelt ábra a  $d'$  és a reakcióidő adatokat mutatja az egyes környezeti kategóriákban az feladattal töltött idő függvényében.

Mindemellett, a figyelmi kontroll csökkent hatékonyságára utalnak azok az eredmények is, amelyek egyrészt a Go-ingerekre adott növekvő válaszadási variabilitást [ $F(5,100) = 6.17$ ,  $p < 0.001$ ], másrészt No-Go ingerekre adott csökkenő reakcióidőt mutatnak [ $F(5,100) = 2.68$ ,  $p < 0.05$ ]. Ez a két eredmény, korábbi vizsgálatok tükrében, arra utal, hogy egyrészt a kísérleti személyek válaszgátlása romlott, másrészt növekedett a válaszadási bizonytalanságuk. Ezek az eredmények jól jelzik a fáradtság alapvető hatását, vagyis a csökkent hatékonyságú figyelmi kontrollt.

Ugyanakkor, egy további fontos eredmény, hogy a csökkenő perceptuális érzékenység nincs összefüggésben a természetes képek kategorizációjának nehézségével. Erre következtetésre a feladattal töltött idő és a környezeti kategóriák közötti szignifikáns interakció *hiánya* utal Helyes válaszok száma:  $F(20,400) = 1.22$ , n.s.; RI:  $F(20,400) = 0.94$ , n.s.; Találatok száma:  $F(20,400) = 0.81$ , n.s.; Téves riasztás:  $F(20,400) = 1.52$ , n.s.;  $d'$ :  $F(20,400) = 1.23$ , n.s.].

*Összefoglalás:* Természetes környezeti képekre mutatott perceptuális érzékenység romlik a feladattal töltött idővel, illetve a fáradtsággal. A perceptuális érzékenység romlását gyakran magyarázzák rosszul működő szelektív figyelmi folyamatokkal. Ez a magyarázat



maximálisan beleillik a fáradtság általános hatásmechanizmusába, hiszen a fáradtság által kiváltott rosszabb hatékonyságú figyelmi szelekció könnyen vezethet egy csökkenő perceptuális érzékenységhez. Ez azonban, ahogyan ezt már jeleztem, nincs összefüggésben a kategorizációs nehézséggel.

## 2. vizsgálat

*Elmélet:* Az utolsó vizsgálat a háttér-céltárgy kongruencia hatását vizsgálja természetes terekben. A vizsgálat elméleti logikája az, hogy a természetes (kongruens) környezetükben észlelt tárgyak felismerése rendkívül gyorsan történik, ez azonban viszonylag lassabb abban az esetben, ha a tárgy inkongruens, azaz hozzá nem illő, környezetben van elhelyezve. Ez a különbség elképzelhető, hogy a fáradtság okozta figyelmi változásoknak köszönhetően még erőteljesebben jelentkezik.

*Módszertan:* A módszertan hasonló volt az előző vizsgálatához. Itt azonban most belső épített környezet tereit, és külső természetes környezeteket ábrázoló képeket gyűjtöttünk össze a hátterek létrehozásához. A külső környezetet ábrázoló képek az előző kísérlet során használt képek közül kerültek ki. A célingerek, vagyis a tárgyak mind valamilyen hétköznapi használati tárgyak voltak. A tárgyakat a háttérképeken úgy helyeztük el, hogy nem törekedtünk reális méretre: a tárgyak a háttérkörnyezethez képest nagyok voltak. Az egyes képek ebben az esetben is nagyon rövid ideig voltak láthatóak (30ms). Minden egyes próbát megelőzően egy tárgynak a neve, amelynek felismerésére kértük a kísérleti személyeket az azt követő természetes környezetet tartalmazó képeken. Összesen 100 külső és belső környezethez tartozó tárgy szerepelt a vizsgálatban. A képanyag, akárcsak az előző kísérletben, fekete-fehér volt, normalizált kontraszt és luminancia viszonyok mellett.

*Kísérleti személyek:* 13 személy (5 férfi, 8 nő, 20 és 27 éves kor között)

*Eredmények:* Az adatok elemzése két faktor mentén történt: kongruencia és a kísérleti intervallum. Az eredmények a fáradékonyságot a jelen kísérletben nem támasztják alá [például a helyes válaszok száma:  $F(5,8) = 3.44$ , n.s.]. A kísérlet során ugyanakkor jelentős gyakorlási hatást mértem, amely gyengíti az eredmények interpretációját. A kongruencia viszonyoknak is csak marginális hatása volt a teljesítményre. Szignifikáns kongruencia x intervallum interakciót sem találtam, amely ugyanakkor cáfolja a hipotézist.

## Kiegészítő észrevételek

(1) Már az első vizsgálat alapján is látszik, hogy a szenzoros, perceptuális tényezők (pl. prezentációs idő, luminancia kontraszt, kromatikus információ) nem hatnak jelentősen a vizsgálat tárgyát képező figyelmi, kognitív folyamatokra. Pontosabban nem, vagy csak egészen csekély mértékű interakció mutatható ki a figyelmi folyamatok változása és a szenzoros tényezők között a mentális fáradtság függvényében. Ezért a publikációkban, a konferencia részvételek kivételével, ezek a szenzoros tényezők nem szerepeltek hangsúlyosan. Ugyanakkor, kifejezetten érdekes eredménynek tartom, hogy a perceptuális faktorok inkább csak általánosan szinten hatnak a hosszantartó kognitív feladatok teljesítményére, vagyis általánosságban javítják, vagy rontják a résztvevő személyek teljesítményét. Specifikus figyelmi hatást a jelen vizsgálatok azonban nem mutattak ki.

(2) A mentális fáradtságot célzó vizsgálatok kísérleti protokollja gyakorlatilag azonos a „hagyományos” pszichofizikai módszertannal. De van egy jelentős tényező, amely ezekben a vizsgálatokban még jelentősebb szerepet kap: a feladat nehézsége. A probléma az, hogyha a tesztfeladat túl egyszerű, akkor a kísérleti személy nem fárad el az objektív adatok szintjén, tehát nem mutat csökkenő válasz-hatékonyságot a kísérlet időtartamának előre haladásával. Egy ilyen tendencia nélkül az eredményeket nehéz publikálni. De ha a másik végletet választom, tehát növelem a feladat nehézségét akkor pedig jelentős gyakorlási hatással számolhatok, amely felülírhatja a fáradtság okozta, általában gyengébb, változásokat. Ezért a jelen vizsgálatokban is számos pilot kísérletet végeztem, hogy a feladat nehézséget optimalizáljam, és egy viszonylag rövid tanulási görbét, majd egy csökkenő válasz-hatékonyságot kapjak. Ezért került be például, a második év vizsgálataiba a célingereknek a harmadik kondíciója (amikor az célingerek részlegesen is különbözhetnek egymástól).

(3) Egy gyakran felmerülő kérdés a mentális fáradtsággal kapcsolatos eredmények interpretációjakor, hogy a kísérleti személyek motivációjának csökkenése mennyire járult hozzá az eredményekhez. A válasz erre a kérdésre azért nehéz, mert nincs fáradtság a motiváció csökkenése nélkül. A motiváció szinten tartása érdekében, minden kísérletben erős visszajelzést adtam a vizsgált személyeknek (vizuális és akusztikus feedback). Mindemellett, a jelen vizsgálatokban a motiváció változását a hibázás utáni lassulás (post-error slowing) elemzésével próbáltam megbecsülni. A hibás válaszokat követő próbákban mutatott általános lassabb válaszadás, egyik kísérlet esetében sem mutatott szignifikáns

csökkenést, vagyis a vizsgált személyek motivációja viszonylag megtartott maradt a teljes vizsgálati idő alatt.

(4) A jelen OTKA pályázat támogatási időszakának egy évvel történő meghosszabbítását, finansziális okok, pontosabban egy konferencián való szereplés költségeinek fedezete miatt kérvényeztem, és kaptam meg. Amelyet ezúton is köszönök.

### **A vizsgálatok iránya az OTKA támogatás után**

Az OTKA által támogatott alapkutatói vizsgálatokhoz kapcsolódva (tehát hasonló figyelmi feladatok használatával) több klinikai orientációjú vizsgálatot indítottunk el. A klinikai vizsgálatok fókuszra sclerosis multiplexszel, illetve kardiovaszkuláris betegségekkel együtt élő személyek. Ezeknek a vizsgálatoknak az elméleti háttérében elsősorban arra a modellekre támaszkodunk, amit szintén az OTKA támogatással született magyar nyelvű cikkben foglaltunk össze: Vargovics, M. és Csathó, Á<sup>ca</sup>. (2009). A fáradtság sokdimenziós természete. *Mentálhigiéné és Pszichoszomatika*,10(3): 181-207.



## A zárójelentésben szereplő referenciák

Anstis, S., Cavanagh, S. (1983). A minimum motion technique for judging equiluminance. In J.D. Mollon, & L.T. Sharpe (Eds) *Colour vision: Psychophysics and physiology*. (pp. 66-77). London: Academic Press.

Brainard, D. H., Pelli, D. G., & Robson, T. (2002) Display characterization. In: J. Hornak (Ed.) *Encyclopedia of Imaging Science and Technology* (pp. 172-188): Wiley.

Csathó, Á., van der Vloed, G., & van der Helm, P. A. (2003). Blobs strengthen repetition but weaken symmetry. *Vision Research*, 43, 993-1007.

Davis, G. & Holmes, A. (2005). Reversal of object-based benefits in visual attention. *Visual Cognition*, 12, 817-846.

Feldman, J. (2007). Formation of visual “objects” in the early computation of spatial relations. *Perception & Psychophysics*, 69, 816-827.

Greene, M. R., Oliva, A. (2009). Recognition of natural scenes from global properties: Seeing the forest without representing the trees. *Cognitive Psychology* 58, 137–176

Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 451-468.

Sumner, P., Adamjee T., Mollon, J. D. (2002). Signals invisible to the collicular and magnocellular pathways can capture visual attention. *Current Biology*, 12, 1312-1316.