

A VIZUÁLIS TÁRGY ÉS KONTEXTUSÁNAK VIZSGÁLATA A
FLICKER-ILLÚZIÓVAL

Összefoglaló

Kísérletünkben a flicker-illúziót teszteltük a szignáldetekciós elmélet alapján. Kutatási hipotézisként feltételeztük, hogy az illúziót az érzékenység (d'), nem pedig a kritériumszint (β) változása okozza. Vizsgálatunkban 11 fő, 5 férfi és 6 nő vett részt, átlag életkoruk 21 év. Az Eredményeink alapján elmondható, hogy az illúzió a vizsgálati alanyok érzékenységi szintjének csökkenése következtében váltódott ki, habár a kritériumszintben is bekövetkezett egy enyhe csökkenés. Az illuzórikus villanások természetéről feltételezzük, hogy részben valós perceptuális hatások hozzák létre, nem pedig műtermékhatásról van szó. Eredményeinket a későbbiekben az alak-háttér elkülönítés vizsgálatára szeretnénk felhasználni.

Kulcsszavak: flicker-illúzió, szignáldetekció, érzékenységi szint

Plágium nyilatkozat: A plágium szabályokat ismerjük, és dolgozatunkban azokat betartottuk.

Bata Ágnes és Mácsai Villő, 2012.11.19.

A vizuális tárgy és kontextusának vizsgálata a flicker-illúzióval

A látás modalitásának fejlődése kifejezetten erős húzóerővel bírt az ember fejlődésére. Mindezt jól tükrözi Dennett megfogalmazása, amely szerint minél messzebb látunk el a térben, annál messzebb látunk az időben is, mivel a fotonok gyors szembe érkezése következtében megbízható információkat nyerhetünk távoli eseményekről (Dennett, 1996). Talán ezen okokból kifolyólag is a látáskutatás mára egy alaposan feltérképezett terület.

A külvilágból származó vizuális ingerek feldolgozásával foglalkozó kutatások alapján elmondható, hogy a szembe érkező információ feldolgozása hierarchikus módon történik (Logothetis, 1999). „A vizuális tér különböző tulajdonságait különböző modulok elemzik. Általánosságban elmondható, hogy ahogyan egyre tovább jutunk a látópályán, a feldolgozás típusa egyre specializáltabb” (Logothetis, 1999, 269. o.). A retina az első állomás a feldolgozás szempontjából, ahol a ganglionsejtek működése attól függ, a receptív sejt központja BE vagy KI központú, mivel a sejt ennek megfelelően fog választ produkálni a fény, illetve sötétség megjelenésére (Sekuler & Blake, 2004).

A két szem retinájából futó látóidegek a chiasma opticumban kereszteződnek először, és innen, mint látópályák (tractus opticus) haladnak tovább az agy mélyebben fekvő struktúrái felé. A tractus opticus ganglionsejtek axonjaiból áll, amelyek mint egy 80 százaléka a corpus geniculatum lateraleba, másnéven az oldalsó kérgestestbe (CGL) jut (Sekuler & Blake, 2004). Az oldalsó kérgestest egyedi sejtjei csak egy szemből érkező vizuális jelekre reagálnak (Logothetis, 1999). A CGL hat rétegből áll. A rétegek közül a felső négy „parvocelluláris réteg” kisméretű sejteket tartalmaz. Az alsó kettő viszont nagyméretű sejtekből áll, így ezen rétegek neve „magnocelluláris rétegek” (Sekuler & Blake, 2004; Zeki, 1992). Az információ az oldalsó kérgestestből az elsődleges látókéregbe (V1) jut.

A retinából kiinduló látópálya projekcióinak megközelítőleg 20 százaléka a colliculus superiorba vetül. A colliculus superior elsősorban azzal foglalkozik, hogy „hol” van az inger, sem pedig azzal, hogy „mi” a megjelenő inger. Fontos kiemelnünk, hogy a colliculus superior nem csak vizuális, hanem auditorikus bemenettel is rendelkezik, vagyis sejtjei multiszenzorosak. A legnagyobb választévékenységet akkor mutatja, amikor mind a hang, mind a vizuális információ a tér azonos területéről származik, továbbá, ha a két szenzoros inputba egyszerre érkeznek az ingerek (Sekuler & Blake, 2004).

A V1-ről elmondhatjuk, hogy mivel ide érkezik minden vizuális bemenet, itt elkezdődik a szín-, mozgás-, és formafeldolgozás korai szakasza (Logothetis, 1999). Mivel a V2 mező sejtjei többnyire ugyanazokkal a specializálódott területekkel állnak összeköttetésben, mint a V1 (például a V4, V3 és V5), ezért a V2 is a korai jelzések megfelelő továbbítását végzi a többi asszociációs kéreg felé. Szerkezetükben azonban eltérést mutatnak. A V1 oszlopos szerkezetet mutat, míg a másodlagos vizuális kéregben széles és keskeny sávok váltakoznak. A szerkezettől függően a különböző rétegek, illetve sávok eltérő vizuális struktúrákkal állnak összeköttetésben (Zeki, 1992).

A CGL parvocelluláris rétegein keresztül (Zeki, 1992) az elsődleges látókérgen át az információ egy része a V2-ből a V4-be áramlik, majd pedig az inferotemporális kéregbe (ITC). A V4 sejtjeiről ma úgy tartják, hogy az alak meghatározásban kritikus vizuális ingerekre reagálnak szelektíven. Az inferotemporális kéreg a formafelismerésben, valamint a tárgypercepcióban vesz részt. Neuronjai a tárgyfelismerésért felelnek (Logothetis, 1999).

A magnocelluláris rétegeken keresztül (Zeki, 1992) az elsődleges, illetve másodlagos (V2) vizuális kéregből az információk egy további része a V3 és V5 nevű területekre jutnak mielőtt a parietális lebenybe érkeznének (Logothetis, 1999). A V3 sejtjeinek döntő többsége szintén szelektíven reagál a formára, de kevésbé érzékenyek az inger színére (Zeki, 1992). A V5 nevű asszociációs terület idegsejtjei meghatározott irányban mozgó tárgyakra reagálnak, illetve a parietális lebenyben néhány sejt például akkor, amikor a szemlélő az inger irányába próbál mozdulni (Logothetis, 1999).

Többek között ahhoz, hogy a látás és egyéb kognitív folyamatokról minél többet megtudhassunk, érdemes az illúziókat is tanulmányoznunk. Kutatásunkban egy vizuális illúziót teszteltünk. Gregory A megtévesztett szem (1982) című munkájában az illúziók, mint a valóságra rávilágító jelenségek szerepét emeli ki. Azt mondja, az illúziók eredendően észlelési jelenségek, amelyek szisztematikusan eltérnek az objektív, fizikai világtól (Gregory, 1982). Ahhoz, hogy az érzékszervi adatok észleléssé váljanak, agyunknak emlékképeket kell felidéznie, finom megkülönböztetéseket és összehasonlításokat kell tennie, logikai döntéseket kell hoznia (Bruner, 1975; Gregory, 1982). Az észlelés tehát bizonyos döntési folyamatoktól függ, amelyek a következtetés útján valósulnak meg. Még a legegyszerűbb küszöbmérési vizsgálatban is olyan feladatot kap a személy, amelyben el kell döntetnie, amit lát vagy hall, az pusztán zaj (a feladathoz nem tartozó kívülálló inger, illetve az idegrendszer belső elemeinek spontán működése), vagy zaj + jel. Akárhogyan is jelenik meg egy adott

jelzőingercsoport, az idegrendszernek „el kell döntetnie”, hogy az objektum egy kör vagy egy téglalap, kék-e, vagy fehér, valamint mi az, ami nem lehet (Bruner, 1975). A következtetés útján bármelyik észlelet hamissá válhat azáltal, hogy az agy feltételezései helytelenek, vagy az érvelés formája téves (Gregory, 1982).

Illúzió két alapvető módon jöhet létre: 1. a fiziológiai mechanizmus abnormálisan működik, tehát a nem megfelelő működés idézi elő az illúziót; 2. a mechanizmus a következtetést nem a fennálló problémához igazítja, vagyis a nem megfelelő stratégia alkalmazásából származik az illúzió. Ennek függvényében megkülönböztetünk „fiziológiai” és „kognitív” illúziókat (Gregory, 1982). A „fiziológiai” illúzióra példaként felidézhetjük azt az érzést, amikor a sötét szobából kilépve a napvilágot vakítónak érezzük a szemünk sötéthez való adaptációjának következtében. „Kognitív” illúziók kialakulása során bizonyos feltételek esetén maga a percepció folyamat teremt hamis kapcsolatot az adatok, valamint az adatok és tények között (tények azok, amelyek az objektív valóságban történnek). Ezen illúziók esetében már az elvárásainkat, a tárgyról szerzett előzetes tudásunkat is figyelembe kell vennünk, mivel ezek olyan tényezők, amelyek befolyást gyakorolnak a primer benyomásokra és észleletekre (Gregory, 1982). „Kognitív” illúzió többek között a McGurk effektus, amikor egy hang auditorikus komponensét egy másik hang vizuális komponensével társítják, ami egy harmadik hang percepciójához vezet (McCormick & Mamassian, 2008).

Összességében elmondhatjuk, hogy bizonyos illúziók az öntudatlan következtetés tévedései, míg más illúziók a feldolgozó rendszer határainak köszönhetőek. Ahhoz, hogy megértsük az illúzió eredetét, pontosan tudnunk kell, a következtetési folyamat melyik pontján „keletkezett az elakadás” (Gregory, 1982). Ezen a ponton nyújthat segítséget az az előzetes tudás, amelyet többek között a látórendszer működése kapcsán már ismerünk. Habár a motiváció, beállítódás és előzetes tapasztalatok befolyásolják a látott világ tárgyait, a vizuális mező alapanyagát nem. Az észlelő minden észlelési feltétel esetében azt éri el, hogy kategorizálja a tárgyat vagy szenzoros eseményt a többé vagy kevésbé bőséges és megbízható jelzőingerek alapján (Bruner, 1975).

Ugyanaz az érzékszervi adat bizonyos helyzetekben kétértelmű, míg más helyzetekben nem, vagyis az általános kontextus is befolyással bír a hipotézisek valószínűségére. Az illúziók tehát csak bizonyos körülmények között jönnek létre, amelyek némely esetben igen specifikusak, s mint ilyenek, ritkán fordulnak elő (Gregory, 1982). Saját kutatásunkban mi is egy specifikus körülményt teremtettünk, amelyben létrehoztuk a flicker-illúzióknak nevezett

jelenséget. A flicker-illúzió egy kontextuális hatáson alapuló jelenség, amikor a célinger idői jellemzőit befolyásolja egy másik, elterelő inger. Lényegében arról van szó, hogy az észlelő a „célinger” egyszeri felvillanását az „elterelő inger” villanásainak függvényében több villanásnak látja. Flicker-illúzió esetében egy vizuális unimodális jelenségről beszélünk, mivel mind a „cél-”, mind az „elterelő inger” jelzései ugyanazon egy modalitáson keresztül érkeznek (Chatterjee, Wu, & Sheth, 2011).

A flicker-illúzió természetében hasonlóságot mutat a double-flash illúzióval. Mindkét jelenség során a vizsgálati alanyok a „célinger” esetében olyan extra villanásokról számolnak be, amelyeket az valójában nem produkált. A két illúzió között viszont az az egyik nagy különbség, hogy míg flicker-illúzió esetén unimodális jelenségről beszélünk, a double-flash illúzió multimodális. Multimodális jelenség, mivel a „célinger” egy vizuális inger, amely egyszeri felvillanáshoz több hangjelzés társítanak, az illúzió pedig a hangingerek által kiváltott többszöri fényfelvillanás észlelése lesz (McCormick & Mamassian, 2008). A flicker-illúzió vizsgálatokor érdemes figyelembe vennünk a double-flash jelenség kutatásából származó eredményeket a két jelenség hasonlóságából kifolyólag. Bizonyos eredmények, amelyek a double-flash illúzió vizsgálatából származnak, arra engednek következtetni, hogy az illúzió valós perceptuális hatás eredménye, azaz fiziológiai illúziónak tekinthető (McCormick & Mamassian, 2008).

Mindkét illúzió esetében a kontextuális hatások azok, amelyek befolyással bírnak a „célinger” percepciójának minőségére. Ahogyan korábban említettük, a percepció döntési sorozatokból épül fel, ahol az inger felismerhetőségének megbízhatósága arányosan csökken az érzéki benyomások csökkenésével vagy hozzáférhetetlenségével (Gregory, 1982). A perceptuális kategóriák hozzáférhetősége tehát az észlelés során változó. Úgy tűnik, a kategóriák viszonylagos hozzáférhetősége két tényezőtől függ: a személy várakozásaitól, amelyekkel a környezet eseményeinek valószínűségét szemléli, és a keresési követelményektől, amelyeket a szervezet szükségletei és a folyamatban lévő cselekvések szabnak meg. A valóság-hű percepció az ingerinput megfelelő kategóriába való kódolásából áll. Az optimálisnál rosszabb feltételek mellett a percepció olyan fokban lesz valóság-hű, ahogy a kategória-rendszer hozzáférhetősége megfelel a tényleges események előfordulási valószínűségének (Bruner, 1975).

Bruner kiemeli (1975), a látási, hallási vagy más modalitású ingerek felismerési küszöbe nem csupán az ingerinput idejétől, intenzitásától és „illeszkedésétől” függ, hanem

nagymértékben változik azon alternatívák számának függvényében, amelyre a személy beállítódik. Vizsgálatunkban a vizsgálati alanyok látási ingerekre adott felismerési küszöbét mértük egy sajátos ingerelrendezésben. Ahhoz, hogy meg tudjuk állapítani a vizsgálati alanyok által produkált válaszok mögött valós perceptuális hatások állhatnak-e (ahogyan erre a double-flash illúzióból származó adatok utalnak), egy olyan elméletet kellett választanunk eredményeink értelmezéséhez, amely jól el tudja különíteni a válaszadást befolyásoló szinteket.

Mint már korábban említettük, ahhoz, hogy az illúzió eredetét pontosan meghatározhassuk, tudnunk kell, hogy a következtetés mely pontján történt az „elakadás” (Gregory, 1982). A szignáldetekciós elmélet vagy másnéven szenzoros döntési elmélet megoldást nyújthat erre a kérdésre. Sekuler és Blake (2004) leírása alapján a szignáldetekció egy pszichofizikai elmélet és eljárás is egyben, amely azért hasznos módszer, mert a szignáldetekció képes külön mérést biztosítani a szenzoros és a nem szenzoros hatásoknak az által, hogy különválasztja a vizsgálati személy kritériumszintjét (az aktivitásnak egy szintje, amely alatt a jel hiányára, fölötte pedig a jel jelenlétére következtet; jele: β), illetve szenzoros érzékenységet (a szenzoros képességeket tükrözi; jele: d'). Ez azért fontos, mert az általunk használt flicker-illúziót olyan kontextuális hatások is befolyásolhatják, mint a motivációs állapot vagy a fáradtság. Az érzékenység és a kritériumszint szétválasztása viszont képes meghatározni, hogy az illúzió szenzoros vagy nem szenzoros hatások eredménye. A szenzoros érzékenység és a kritériumszint a jelre adott válaszok minősége alapján határozható meg (például: A résztvevők látták-e a jelet vagy sem?). Sekuler és Blake (2004) szerint a jel feldolgozásakor minden esetben hozzáadódik ez idegrendszer alap zajszintjéhez, amely az idegrendszer egyéb működéseinek következtében (random kisülések, figyelmi folyamatok változása, egyéb szenzoros információ feldolgozása stb.) jön létre.

Abból az alapvető feltételezésből indulunk ki, hogy a zaj egy átlagos szint körül ingadozik, amely egy Gauss görbével írható le. A jel ehhez az ingadozó zajhoz standard módon adódik hozzá, mint többletaktivitás. Ebből az következik, hogy a jel megjelenése konstans aktivitási változást idéz elő, így az ingerek jelenlététől megnövekedett aktivitás szintén normális eloszlással jellemezhető. Kísérlet során azt a jelenséget, amikor a vizsgálati személy reagál az ingerre, holott nem jelent meg valójában stimulus, téves riasztásnak (q) nevezzük. Ugyanebben a helyzetben helyes elutasításnak ($1-q$) nevezzük azt az esetet, amikor nem reagál az alany. Valós jel megjelenésekor a résztvevő jelzése találatot (p), ellentétes esetben pedig kihagyást ($1-p$) jelent (Czigler, 2001). A találati és a téves riasztási arányokat

meghatározott egyenletbe helyettesítve kaphatjuk meg a szenzoros érzékenység és a kritériumszint mértékét. Vizsgálatunk hipotéziseként feltételeztük, hogy a flicker-illúzió a vizsgálati személyek érzékenységi szintjének csökkenése következtében alakul ki, nem pedig azok kritériumszintjének csökkenése okozza az illuzórikus villanások észlelését.

Ahogy már korábban említettük, a flicker-illúzióval végzett vizsgálatainkat a későbbiekben szeretnénk kiterjeszteni az alak-háttér elkülönítés folyamatának vizsgálatára is. Az alakok vagy tárgyak háttértől való elkülönítésének problémájával és felismerésével foglalkozik, két, egymáshoz jól illő elmélet. Az egyik teória Pylyshyn vizuális index (vagy másnéven FINST) elmélete (Pylyshyn, 2001), a másik pedig Kahneman és munkatársai által kidolgozott tárgyfájl elmélet (Kahneman, Treisman, & Gibbs, 1992).

Pylyshyn (Pylyshyn, 2001) vizuális index elmélete szerint a FINST (“FINgers of INSTantiation”) mechanizmus biztosítja a korai vizuális feldolgozás során a tárgyak kiválasztását a vizuális mezőből anélkül, hogy azok tulajdonságait kódolná. Ezt a folyamatot individuációnak nevezzük. A Pylyshyn által feltételezett individuációs processzus jól illeszkedik a már korábban említett elmülethez, amely a percepciót, mint kategorizálási folyamatot tekinti (Bruner, 1975). Bruner (1975) elméletének értelmében a szervezet következtetések módszerével halad a jelzőingertől a kategoriális azonosságig „tudattalan” módon. A döntési sorozat első szakaszában történik az elemi kategorizálás. Ez azt jelenti, hogy perceptuálisan el kell különíteni egy külvilági eseményt, amely eseményt bizonyos téri, idői, minőségi jellemzők jelölik. Nincs szükség arra, hogy az esemény „jelentése” több legyen annál, mint hogy „egy tárgy”, „hang” vagy „mozgás”. Tulajdonképpen ezen a szinten csak azt kell eldönteni, hogy az észlelt tárgy az egyik dolog-e, vagy a másik.

A FINST mechanizmus, mint egy ujj, mutat rá a tárgyakra (innen ered az elnevezés). Ezen individuációs feladatát az elmélet szerint a rendszer komputáció nélkül is képes ellátni, egy jól előhuzalozott automatikus rendszerként működve. Az így kijelölt tárgyakat a rendszer képes nyomon követni még akkor is, amikor a tárgyak megváltoztatják tulajdonságaikat vagy elhelyezkedésüket. Ezzel megkönnyíti a későbbi komputációs mechanizmusok működését, mivel a vonásokat már egy jól strukturált rendszerben proto-objektumokként szolgáltatja a további feldolgozás számára (Eysenck & Keane, 2003). Leslie, Xu, Tremoulet és Scholl (1998) elméletükben egy úgynevezett “ragadós” index meglétét feltételezik, amely szoros kapcsolatban áll a szelektív figyelem mechanizmusával, mivel ez kijelöli a fizikai objektumokat egy helyen. A ”ragadós” tárgyindexnek (Pylyshynhez

hasonlóan) a szerzők négy fő tulajdonságot rendelnek: az index egy mentális jelkép, amely mutatóként szolgál; eredendően nem reprezentálja a tárgyak tulajdonságait, viszont a kijelölést követően a tulajdonságok speciálisan hozzákötődhetnek saját indexükhöz. Mivel a “ragadós” indexek a szelektív figyelem mechanizmusai, korlátozott az erőforrásuk, tehát állandó számú készlet áll rendelkezésre, amely készlet nem áll négynél több indexből. Kiosztásuk pedig elsősorban lokáció (térbeli helyzet) alapján történik, de magát a lokációt nem jelölik ki az indexek. A Leslie és munkatársai (1998) által az indexekről feltételezett tulajdonságok nagyban hasonlítanak a FINST elméletben elmondottakhoz, azzal a különbséggel, hogy szemben Pylyshyn elképzelésével, Leslieék véleménye szerint az indexek kiosztása lokáció alapján történik, míg Pylyshyn a lokációnak nem szán ilyen szempontból kitüntetett szerepet. A lokáció alapján történő indexek kiosztását más vizsgálatok is megerősítették (Van Dam & Hommel, 2010). Leslie és munkatársai (1998) azt mondják, amennyiben nem egyértelmű a lokális különbség, vonások alapján is ki lehet osztani indexeket, ez azonban a fejlődés korai szakaszában nem lehetséges. A szakirodalomban egyértelmű állásfoglalás még nincs a kérdésben.

Egy objektum identitásának meghatározásához a tárgy-reprezentációnak tartalmaznia kell az eseményekből származó információkat, amelyek alatt a téri sajátosságokat és azok egymáshoz való viszonyát (ez független a pillanatnyi szemszögtől), a színeket, formát, és a mozgás irányát értjük. A memóriánkban tárolt ismereteket, amelyeket a tárgyakkal kapcsolatos szándékainknak megfelelően kognitív rendszerünk alkalmazni tud, és az eseményekből származó információkat integrálnunk kell ahhoz, hogy létrejöhessen a tárgy azonosítása (Czigler, 2001). A tárgyak identitásának feldolgozásával foglalkozik többek között Kahneman, Treisman és Gibbs (1992). Elméletük szerint a vizuális mezőben előzőleg kijelölt tárgyak számára a kognitív rendszer úgynevezett tárgyfájlokat nyit meg. Egy tárgyfájl kereszthivatkozásai az adott tárggyhoz tartozó vonásokat és azok viszonyait tartalmazzák, amit az észlelőrendszerünk az adott tárggyal kapcsolatban detektált. Például, mikor egy számunkra idegen ember közeledik felénk, létrehozunk egy tárgyfájlt erről az eseményről, de amint az idegen helyett ismerősünk arcát véljük felismerni a közeledő emberben, a régi tárgyfájlt töröljük, és újat hozunk létre helyette. A tárggyal kapcsolatos változás detektálásával az új információ folyamatosan beépítésre kerül. Ha a változás túl nagy, akkor új tárgyfájl nyílik, a régi pedig elveszik (Kahneman, Treisman, & Gibbs, 1992).

Evolúciós szempontból is hasznos lehetett kialakítani egy olyan rendszert, amely a gazdag vizuális környezetben létrejövő változásokat tudattalanul regisztrálja, ezáltal lehetővé

téve a rugalmas és alkalmazkodó viselkedés szabályzását. Winkler és munkatársai (2005) az irány és a szín összekötésének automatikus lehetőségét vizsgálták, és olyan emlékezeti rendszerre következtetnek ezen eredményekből, amely képes tárolni a valószínűségi kapcsolatokat a minták között a kapcsolat tudatos reprezentálása nélkül is. Az emlékezeti rendszernek az egyes sajátságok elemzésének szintje felett kell működnie, mivel vizsgálatukban a sajátságok szintjén nem volt valószínűségi eltérés (Czigler, 2009). Egy olyan primitív intelligencia meglétét feltételezhetjük, amely nem csupán az ingersajátságok (például szín, irány, mozgás, világosság stb.) regisztrációjára képes, hanem sajátság-együttesek, objektumokhoz kapcsolódó változások és szekvenciális szabályszerűségeket detektálására is (Czigler, 2009).

Mivel mi is hangsúlyt fektetünk arra, hogy megértsük a flicker-illúzió hátterében meghúzódó élettani mechanizmusok működését, továbbá a későbbiekben szeretnénk kiterjeszteni vizsgálatainkat az indexelés és tárgyfájl felépítés működésének megértésére, figyelembe kell vennünk azokat az eredményeket, amelyek ezen mechanizmusok élettani hátterével kapcsolatban születtek. Az indexek kiosztásának és a tárgyfájlok felépítésének egy lehetséges élettani hátterét írja le Leslie és munkatársai (1998). Elméletükben az indexelést és a tárgyfogalom kialakulását a „hol” és a „mi” rendszerekhez kötik. A vizuális rendszerben dorsalis és ventralis látópályákat különíthetünk el. A dorsalis, vagy másnéven „hol” pálya az elsődleges látókéreg (V1) 4B rétegének sejteiből kiinduló, részben pedig a másodlagos látókéregből (V2) kiinduló sejtekből álló pálya, ahol az idegrostok a V3 és a V5 mezőbe küldenek jeleket. Nevét azért kapta, mert eddigi tudásunk szerint, ahogyan már említettük, a V3 és V5 prestriatális (asszociációs) területek sejtei a mozgásra és annak orientációjára, térbeli elhelyezkedésére reagálnak leginkább. Ezzel ellentétben, a ventralis vagy „mi” pálya a V1 mezőből és a V2 keskeny sávjaiból származó információáramlást jelenti, ahol az információ a V4-be jut. A V4 mező sejtei pedig leginkább szín és formaszelektív sejtek (Zeki, 1992). Leslie és munkatársai (1998) elméletükben az indexek kiosztásának élettani hátterét a dorsalis vagy „hol” pályán futó rostokhoz kötik, amennyiben az indexek kiosztása lokáció alapján megvalósítható. Amennyiben nem egyértelmű a lokális különbség, az indexek kiosztása a ventrális pályához tartozó idegsejtek segítségével történik, továbbá maguknak a tárgyfájloknak a felépítését is a ventrális pályaműködéshez kapcsolhatjuk (Leslie, Xu, Tremoulet, & Scholl, 1998).

Az indexek kiosztására és tárgyfájlok felépítésére vonatkozó kutatásaink csak a jövőben esedékesek. Jelen vizsgálatunkban arra szeretnénk választ kapni, hogy flicker-illúzió

esetében az illúziót a vizsgálati alanyok érzékenységi szintjének, nem pedig a kritériumszintjének változása okozza-e. Ezen eredmények függvényében lehet majd hipotetikus következtéseket levonni az alak-háttér elkülönítés folyamatára. Kutatásunk azért jelentős, mert egyrészt a flicker-illúzió maga is egy újonnan felfedezett vizuális jelenség, másrészt eddig még egyetlen kutatás sem vizsgálta az alak-háttér elkülönítés folyamatát ezen illúzió felhasználásával. Kutatásunk új módszertani keretet jelenthet az észlelés vizsgálatában, mivel mostanáig az alak-háttér elkülönítésének idő vonatkozása egy elhanyagolt szempont volt, viszont a flicker-illúzió segítségével ezen szempont is vizsgálhatóvá válik.

Módszerek

Résztvevők

Vizsgálatunkban önkéntesen 11 személy vett részt (6 nő, 5 férfi) normál- vagy a normálhoz korrigált látással. Vizsgálati alanyaink átlagéletkora 21 év. Az alanyoknak a vizsgálat során nem volt tudomásuk az aktuális ingerelrendezés jelentéséről, sem a vizsgálat céljáról. A kísérlet etikai bírálóat alapján is elfogadást nyert, a kísérleti alanyokat tájékoztattuk a vizsgálat körülményeiről, adataikat anonim módon kezeltük. Minden vizsgálati személy szóbeli beleegyezést adott a vizsgálatban való részvételéhez, a vizsgálatért semmiféle anyagi ellenszolgáltatás nem járt.

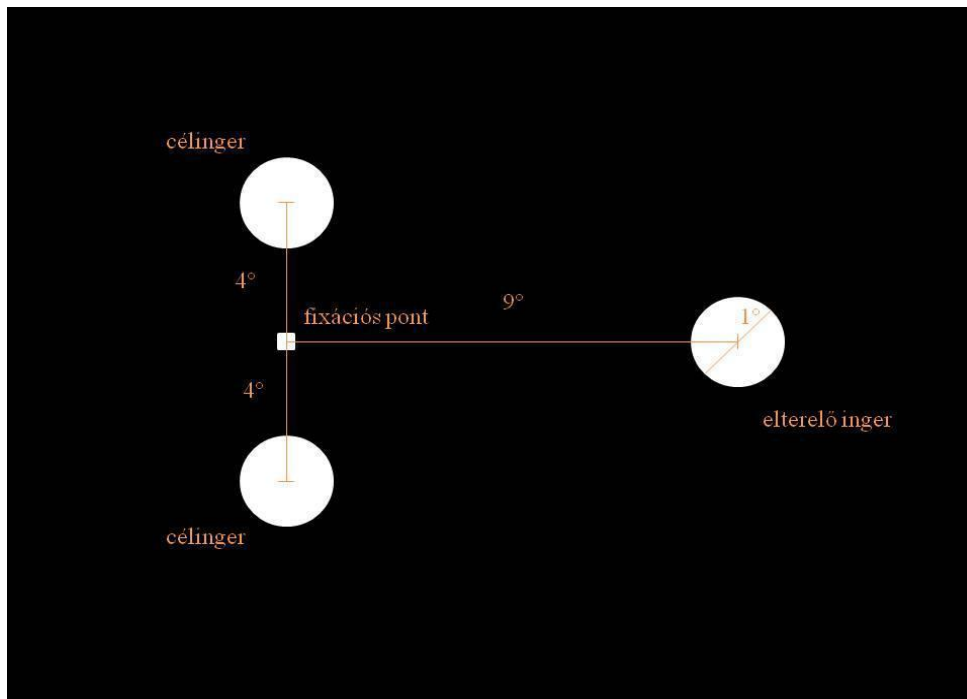
A vizsgálat leírása és vizsgálati eszközök

Kísérletünk során a vizsgálati személyek sötét szobában ültek. A vizsgálat alatt nem volt mesterséges megvilágítás, csak a számítógép monitorának fénye világított. A 17" 60 Hz képfrissítési frekvenciával 800 x 600 felbontáson működő monitortól (Sony Brilliance 17A (4CM6282/20T)) a vizsgálati személyek 57 cm-re ültek. Ezzel a monitoron megjelenő 1cm-es inger retinájukra 1 fokban vetült. A vizsgálat szoftverének programozásához és bemutatásához a MATLAB Psychophysics Toolbox (Brainard, 1997; Pelli, 1997) szoftvercsomagot használtuk.

Maga a vizsgálat két részből állt. Először egy előzetes próbát végeztettünk el a vizsgálati személyekkel, amelynek célja az alanyok kontrasztküszöb-érzékenységének megállapítása volt. A kísérlet második felében történt az illúzió tesztelése.

A mérés során a fehér korong alakú ingereket fekete háttéren prezentáltuk, a „célingerek” a fixációs ponttól 4 fokra alul és felül, az „elterelő inger” pedig 9 fokra helyezkedett el a fixációs ponttól jobbra. Az ingerek átmérője 1 fok volt.

Az első mérés során először egy villanás erejéig jelent meg mindkét, magas kontrasztú korong 1 frame (16 ms) erejéig a két célinger lokációban. Ezután az interstimulus intervallum 4 frame (64 ms) frissítésének idejéig, végül pedig az alacsony kontrasztú korong bemutatása következett a két célinger lokáció egyikében 1 frame frissítésének erejéig. Az alacsony kontrasztú korongok megjelenésének helye random módon változott. Az egyik korong megjelenésével egy időben a másik célinger lokáció a háttérnek megfelelően fekete maradt. A célinger lokációkon felvillanó két koronggal egy időben az „elterelő inger” egyszer villant fel szintén 1 frame erejéig. Az ingerelrendezést az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra: Ingerelrendezés

A vizsgálati alanyok feladata az volt, hogy megállapítsák az alacsony kontrasztú korong villanásának helyét, amelyet a felfelé vagy lefelé mutató gomb megnyomásával kellett jelezniük az elterelő ingert figyelmen kívül hagyva. Így a mérés során mindenkinek a saját kontrasztküszöbének megfelelően 75%-os sikeres diszkriminációs szintet állítottunk be, hogy a találgatási szintet túllépő, de még a plafonhatást elkerülő szintet állítsunk be minden személy számára a feladat során. A program önmagát kalibrálta, és miután elérte a stabil

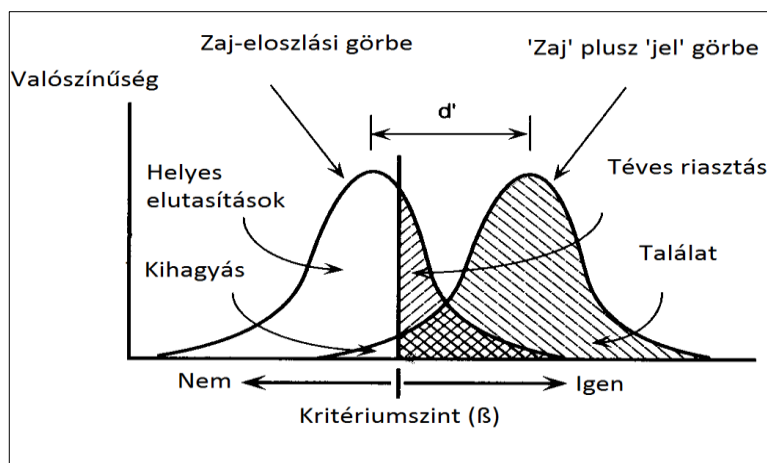
75%-os találati arányt alanyunk, automatikusan leállt. A kontraszt a sötét és világos sávok közötti intenzitáskülönbséget jelenti. Alacsony kontraszt esetén kicsi az intenzitáskülönbség, magas kontraszt esetében pedig nagy intenzitáskülönbségről beszélünk.

A kísérlet második felében következett a flicker-illúzió tesztelése. A kísérleti elrendezés hasonlóképpen nézett ki, mint az első mérésben. Minden első felvillanás (tehát a „célingerek” és az „elterelő inger” esetében is) magas kontrasztú villanás volt. Ez esetben azonban az „elterelő inger” 1-4 felvillanást produkált, ahogyan a „célinger” mindkét lokációban szintén 1-4 alkalommal villant fel. Az előző kontrasztküszöb mérés alapján egyénileg beállított 75 %-os diszkriminációs szintet alkalmaztuk minden többszöri (második, harmadik vagy negyedik) felvillanás esetén. A vizsgálati személyek feladata ez esetben a „célingerek” felvillanásainak számlálása volt (mindkét „célinger” egyszerre villant minden esetben), miközben az „elterelő ingert” figyelmen kívül kellett hagyniuk. Jelezniük a billentyűzet 1-4 számgombjának lenyomásával kellett az általuk észlelt villanások számának megfelelően.

Szignáldetekció

A flicker-illúzió használata során felmerült a kérdés, hogy a valódi észleletben ténylegesen létrejön-e az illúzió, vagy más okok állnak az eredmények hátterében? A szignáldetekciós elméletet (más néven szenzoros döntési elmélet) alkalmazva a percepció mérések során a résztvevőknek a jel-inger megjelenésére kell reagálniuk, tehát a célinger megjelenésének számát kellett meghatározniuk.

A zaj és a zaj + jel eloszlási görbét, amelyről az elméleti bevezetőben már szót ejtettünk, jól lehet ábrázolni az ingerintenzitás (abszcissa) és eloszlási valószínűség (premissza) tengelyén. A jel szórása megegyezik a zajeloszlás szórásával -ezért a zaj szórásával való osztás nem befolyásolja a két görbe viszonyát-, középértéke pedig annyival tér el, amennyi a jel által kiváltott aktivitásváltozás. Mivel a zajgörbe átlagától függetlenül a két eloszlás középértékének távolsága azonos lesz (d'), a görbéket az "aktivitás" (abszcissa = x) tengelyen elcsúsztathatjuk oly módon, hogy a zajgörbe átlaga a 0 értékhez kerüljön. Az eltolás és az osztás után a zaj esetében 0 átlagú és egységnyi szórású, azaz standard normális eloszlású görbét kapunk.



2. ábra: Eloszlási görbe

Tehát két normális eloszlású görbénk esetén (*zaj* és '*inger*' plusz '*zaj*') a két görbe középértékének távolsága adja meg az érzékenység fokát (d'), a kritériumszint (β) pedig az ingerintenzitás tengelyére merőleges egyenesként ábrázolható. A β és a d' változása határozza meg a találatok és a téves riasztások arányát. Lazább kritériumszint esetén nő a találati arány, de a téves riasztások aránya is, szigorúbb kritériumszintnél pedig ennek az ellentéte figyelhető meg. Az érzékenység növekedésével fordítottan arányosan nő a találati arány, és csökken a téves riasztások aránya, ellentétes esetben pedig csökken a találatok, és nő a téves riasztások száma (Czigler, 2001).

A találatok és a téves riasztások száma alapján ROC-görbét rajzolhatunk fel (Receiver Operating Characteristic), ahol a görbe alatti terület mutatja a d' mértékét, a β pedig a görbén helyezkedik el (Czigler, 2001).

Statisztikai eljárás

Vizsgálatunk során az észlelt felvillanások száma és az elterelő inger felvillanásainak száma közti összefüggéseket vizsgáltuk. Többszemponútú varianciaanalízissel (Repeated-Measures ANOVA) számoltuk ki, hogy az elterelő inger felvillanásai esetén az észlelt felvillanások száma közti különbség szignifikáns-e. Az elterelő inger 1, 2, 3, illetve 4 felvillanása alapján meghatározott független változók hatását vizsgáltuk az észlelt felvillanások száma alapján meghatározott faktorra Post Hoc Teszttel.

Az illuzórikus felvillanások pontos meghatározásához a szignáldetekciós elmélet alapján kiszámított téves riasztási arányokat használtuk. Az elmélet téves riasztás terminusa arra a jelenségre utal, amikor a megfigyelő inger észlelését jelzi, holott inger nem került bemutatásra. Ebben az értelemben a flicker-illúzió esetében az illúzió létrejöttére a téves riasztásokból tudunk következtetni (mivel a vizsgálati személyek olyan villanásokról adnak jelentést, amelyet a célinger valójában nem produkált).

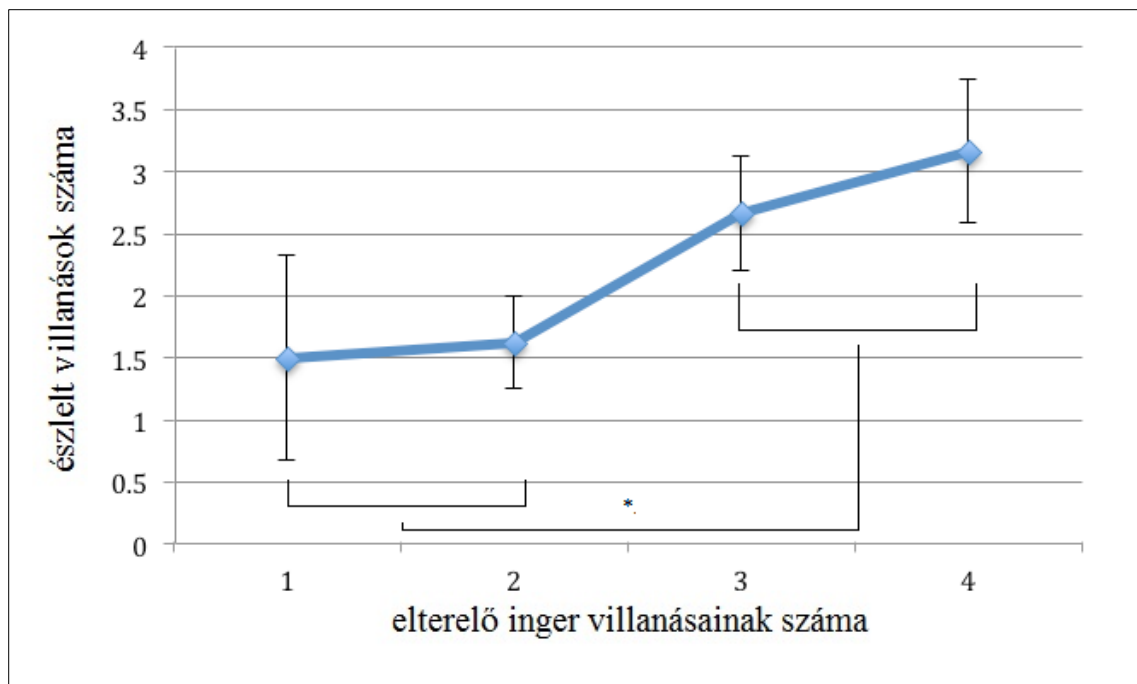
Adatainkat az elterelő inger egy, illetve több felvillanása során megjelenő téves riasztások aránya alapján két csoportba osztottuk. Az FA1 csoportba az elterelő inger egy felvillanásakor megjelenő téves riasztási adatok kerültek. Ez a kondíció az alapvonal vagy zaj-szint, mivel az illúzió létrejöttének kritériuma az elterelő inger többszöri felvillanása.

A másik kondíció azokat az eredményeket tartalmazza, amelyekben az elterelő inger többszöri felvillanást produkált. A második csoportot 3 alcsoportra bontottuk szét: FA2-vel jelöltük a kettő, FA3-al a három és FA4-gyel a négy felvillanást tartalmazó csoportot. Az illúzió mértékét a második kondíció egy alcsoportjának (FA2, FA3, FA4) és az első kondíció (FA1) különbségének alapján határoztuk meg (például $FA2-FA1=\Delta$). Az egyes csoportok közt lévő különbségek szignifikancia szintjének kiszámításához Khi-négyzet próbát használtunk.

A szignáldetekciós elmélet két, a feladat végrehajtását befolyásoló tényezőjének elkülönítéséhez a kritériumszint és érzékenység számarányait kellett meghatározunk. Az érzékenységet a szignáldetekció alapján a zaj és a zaj+jel eloszlási görbék középértékének távolsága alapján számítottuk ki, mivel az érzékenység mutatója az mérték, amennyivel az aktivációs szint hozzáadódik a zajhoz. A kritériumszintet a találati és téves riasztási arányok alapján határoztuk meg.

Eredmények

Minden kísérlet két részből állt: a kontrasztküszöb érzékenység 75 %-os beállítását követően az illúzió tesztelése következett. Az ANOVA és Tukey Test által kapott eredményeinket a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra: Eredmények eloszlása

Az x tengelyen látható az “elterelő inger” valós felvillanásainak száma, az y-tengelyen pedig az átlag észlelt felvillanások száma. Az ábrán jól látható, hogy az elterelő inger egy és két felvillanása esetén még nem mutatható ki jelentős eltérés az észlelt felvillanások számában, azonban az elterelő inger harmadik felvillanásától már szignifikáns emelkedés mutatkozik (ANOVA $F(4,7)=64,91$; $p<0,001$). Az illúzió tehát a harmadik felvillanást követően jelent meg, mértéke pedig a többszöri felvillanások számának emelkedésével nőtt.

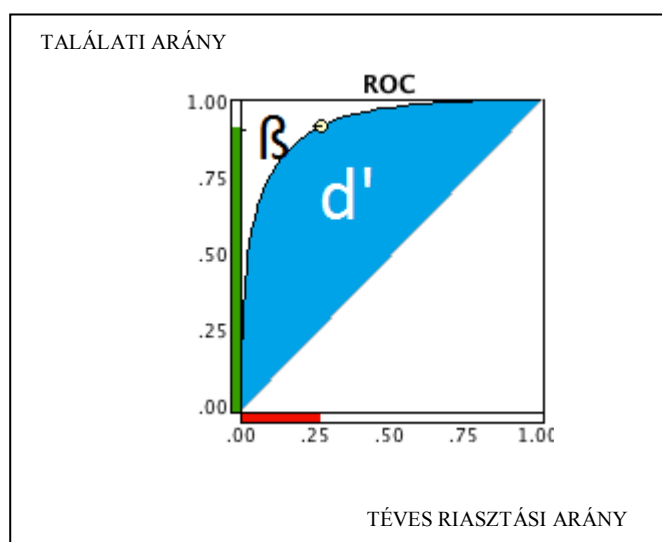
A téves riasztási arányok alapján meghatározott illuzórikus felvillanások különbségét Δ -val jelöltük, amely az FA2-FA1 különbsége esetében 0.033 volt. A Nonparametrikus Chi négyzet statisztika nem mutatott ki szignifikáns különbséget a FA1 és FA2 csoport között ($Z=1,64$ $p=0.098$), így ebben az esetben nem történhetett illuzórikus felvillanás. Az FA3 és FA1 csoportok különbsége viszont 0.637-re nőtt, így a két csoport között szignifikáns különbséget sikerült kimutatni ($Z=3.614$ $p=0.0003$).

Az első és a második táblázat a szignáldetekciós elmélet alapján kiszámított β és a d' értékeit két kondíció mentén ábrázolja: az elsőben a cél inger többszöri (1_2 esetben kétszer, 1_3 esetben háromszor) és az elterelő inger egyszeri (I.), a másodikban pedig az elterelő inger többszöri (szintén 1_2 kondícióban kétszer és az 1_3 kondícióban háromszor) és

a célinger egyszeri (II.) felvillanása mentén. Az első táblázatban összefoglalt eredményekből láthatjuk, hogy a feladat teljesítése a rendszer képességeit nem haladja meg. Az elterelő ingerek 1, 2, 3, illetve 4 felvillanásakor kialakult érzékenységi-és kritériumszint szemléletesebb ábrázolásához az eredményeket ROC-görbén is feltüntettük. A koordináta x tengelye a téves riasztások arányát, míg az y tengely a találati arányt jelzi.

	I.	
	d'	β
1_2	0,89	0,61
1_3	0,96	0,5

1. táblázat: Célinger többszöri felvillanása

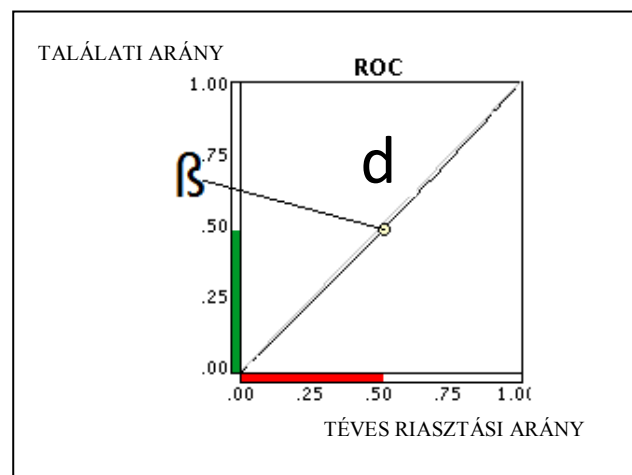


4. ábra: Zajsztint

Az első táblázatban láthatjuk, hogy azokban az esetekben, amikor csak egyszer villant fel az elterelő inger, magas volt a d' és viszonylag alacsony a β értéke. Az első ROC-görbén (4. ábra) a kritériumszint és az érzékenység magas értékeit a görbe alatti terület nagysága és a kritériumszint görbén való elhelyezkedése mutatja. A táblázat és a ROC-görbe alapján jól látható, hogy az elterelő inger egyszeri felvillanása még nem hoz létre az illúzió kiváltásához alkalmas kontextust. Mindez arra enged következtetni, hogy a vizsgálati személyek ebben a kondícióban viszonylag jól el tudták különíteni az ingereket egymástól. Ezt a kondíciót használtuk tehát alapvonalnak, a „zaj” meghatározásának érdekében.

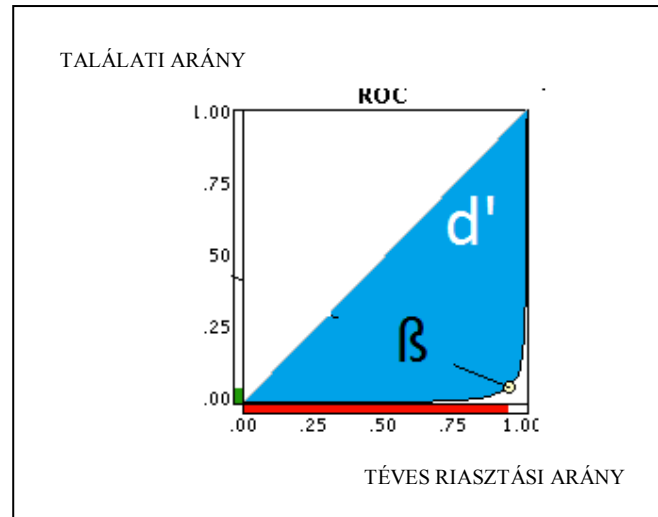
	II.	
	d'	β
1_2	-0,03	0
1_3	-1,55	-3,18

2. táblázat: Elterelő inger többszöri felvillanása



5. ábra: Elterelő inger két felvillanása

Abban az esetben azonban, amikor megjelent még egy plusz elterelő inger felvillanása (2. táblázat, II., 1_2 kondíció), az érzékenység lecsökkent -0,03 értékre, és a kritériumszint értékével együtt 0 érték közelébe került. A második ROC görbéből is látható, hogy ebben az esetben a kísérleti személy nem tudta megmondani, hogy pontosan hány felvillanást látott (5. ábra). Ennek tudatában és az alapján, hogy a téves riasztások arányai alapján meghatározott $FA2-FA1=0.033$ különbsége nem mutatott szignifikáns eltérést, arra következtethetünk, hogy az elterelő inger kétszeri felvillanása erős zavaró kontextuális ingerként jelent meg, de még nem idézett elő stabil illuzórikus hatást. Más szóval, ebben az esetben csak találgatás történt, ahogy azt már más, kontextuális hatást vizsgáló tanulmányokban is láthattuk.



6. ábra: Elterelő inger három felvillanása

A II. 1_3 kondíció értékeit vizsgálva azonban az elterelő inger háromszoros felvillanása már erős illuzórikus aktivitást váltott ki, amely a harmadik ROC-görbén is jól látható (6. ábra). A d' és a β értékek egyaránt mínuszba kerültek ($d'=-1,55$; $\beta=-3,18$), a téves riasztások arányai alapján kiszámított $FA3-FA1=0.637$ alapján meghatározott erős szignifikáns eredményekből megállapítva pedig ebben az esetben a már stabil illuzórikus felvillanások a valós felvillanásokhoz hasonló választ váltottak ki.

Megvitatás

Kísérleti eredményeink alapján elmondható, hogy a flicker-illúzió legalább részben valós perceptuális hatás eredménye, nem pedig egy műtermékről van szó (Shams, Kamitani, & Shimojo, 2002). Mindezt az bizonyítja, hogy az érzékenység az elterelő inger többszöri felvillanása során folyamatos csökkenést mutat. Meg kell azonban jegyeznünk, a vizsgálati alanyok kritériumszintje az elterelő ingerek többszöri felvillanása esetén egyre liberálisabbá válik. Azt mondhatjuk, a többszöri felvillanás hatására a vizsgálati alanyok nagyobb hajlandóságot mutatnak arra, hogy több villanásról is számoljanak be. Kutatásunk eredményei hasonlóak azokhoz az eredményekhez, amelyek vizuális illúzió tesztelése során haptikus (Violentyev, Shimojo, & Shams, 2005), illetve auditorikus (McCormick & Mamassian, 2008) ingereket alkalmaztak.

A double-flash illúzióval végzett vizsgálatok szintén bizonyítékokat szolgáltatnak arra nézve, hogy a double-flash jelenség során észlelt illuzórikus villanások legalább részben valós perceptuális hatások eredményei (McCormick & Mamassian, 2008). Ezen bizonyítékok egy része a szignáldetekció módszerét alkalmazta az eredmények elemzése során (McCormick &

Mamassian, 2008). Más vizsgálatok pedig, amelyeket pszichofiziológiai mérőeljárások bevonásával végeztek, azt találták, hogy az illuzórikus villanások észlelése által kiváltott agyi potenciálok természete hasonló a valós villanások által indukált agyi potenciálokhoz (Bhattacharya, Shams, & Shimojo, 2002; Shams, Iwaki, Chawla, & Bhattacharya, 2005). Mindezek alapján érdemes lenne a flicker-illúzió működését egyéb, például pszichofiziológiai és agyi képalkotó eljárások bevonásával is megvizsgálni.

Megelőző kutatások a flicker-illúzió kapcsán azt mutatják, hogy a flicker-jelenség erős marad több, eltérő kondíció mellett is (Chatterjee et al., 2011). Az illúzió erejére elsősorban a célinger és a fovea közötti távolság, valamint a cél- és elterelő inger közötti disztancia gyakorol hatást. Amennyiben a célingert a fixációs pontra vetítik, de az elterelő inger 7° távolságra marad a fixációs ponttól, az illúzió hatása habár a szignifikancia értékét nem éri el, mégis megmarad (Chatterjee et al., 2011).

A „flicker-jelenség” estében feltételezhetnénk azt, hogy a szem a fixációs pontról átvándorol az elterelő inger helyére, azonban a szemmozgások okozta illúzió lehetőségét el kell vetnünk. Jelen vizsgálatunkban amennyiben az elterelő inger három villanást produkált, a villanások összidőtartama 176 ms volt, két villanás esetén 96 ms, ami kevés ahhoz, hogy egy szakkád létrejöhessen, és megtörténjen a fixáció az elterelő inger helyén, majd a szem a perifériáról visszatérjen a fixációs pontra. Egy szakkádnak megközelítőleg 150-200 ms nagyságrendűnek kell lennie, amikor az elterelő inger a periférián helyezkedik el, és amelytől az adott fixációs pont 9° -ra van (Chatterjee et al., 2011). Mivel a vizsgálati alanyoknak meghatározott fixációs pontra kellett fixálniuk, kizárhatjuk annak a lehetőségét, hogy az elterelő inger villanásai alatt az adott fixációs pontról elvándorolt a tekintetük a fixációs pontról, majd vissza is tért oda. Továbbá, a szemmozgások szerepének kizárását erősíti Chatterjee, Wu, és Sheth (2011) azon eredménye, amely az illúzió fennmaradását mutatta még abban az esetben is, amikor a cél- és elterelő ingert eltérő hemiszfériumokba vetítették.

A flicker-illúzió hátterében meghúzódó lehetséges élettani mechanizmusokra azokból a kutatásokból is következtethetünk, amelyek különböző kísérleti felépítésben is kiváltották ezt a jelenséget. Az illúzió kialakulásának egyik élettani magyarázatát adhatnák a retinális ganglionsejtek, amelyek facilitációs válaszmodulációt mutatnak az illúzióhoz hasonló helyzetben. Azonban a retinális ganglionsejteket ki kell zárunk a lehetséges magyarázatok közül, mivel az illúzió erősnek bizonyul különböző polaritású ingerek esetében is (tehát például fekete „elterelő inger” és fehér „célinger” bemutatásakor) (Chatterjee et al., 2011), sőt

a két szembe külön vetített ingerek esetében is létrejött az illúzió (Chatterjee et al., 2011). Az illúzió utóbbi tulajdonsága miatt továbbá kizárhatjuk a thalamusból eredő nem specifikus projekciók szerepét is. Mindkét esetben a magyarázatot az BE és KI sejtek pályáinak anatómiai elkülönülése adja, amely pályák a striatális kéreg alatt elkülönülve futnak. Ennek függvényében feltételezhetünk legalább részben kérgi pályák működését is az illúzió létrejöttében (Chatterjee et al., 2011). Mindezek alapján azonban még nem mondhatjuk azt, hogy nem egy fiziológiai illúzióról van szó, mivel a kognitív funkciókért felelős területek is rendelkezhetnek az illúzió természetére jellemző fizikai korlátokkal.

A flicker-illúzió esetében (ahogyan a double-flash illúzió során is) a kontextuális hatások azok, amelyek befolyással bírnak a „célinger” percepciójának minőségére. Ennek függvényében figyelembe kell vennünk a multiszenzoros idői integrációs ablak tulajdonságát, azt a megközelítőleg 100 ms-os idői keretet, amelyen belül a szenzoros ingereket az idegrendszer egy forrásból származó ingereknek tekint (Shams et al., 2000). A célinger gyors természete miatt észlelésére hatást gyakorol az erős kontextuális interakció, hiszen a célingerhez hozzáadódó elterelő villanások azután jelennek meg, miután a célinger felvillant. Az interakciót így poszt-szenzoros interakcióként jellemezhetjük abban az esetben, ha feltételezzük, hogy a célinger által kiváltott vizuális jelek fennmaradnak az ingerbemutatót követően is, és kapcsolatba lépnek az elterelő inger által kiváltott vizuális jelekkel. Poszt-szenzorosnak nevezzük azt a jelenséget, amikor az inger valamely tulajdonságáról azután születik döntés, miután az inger nincs jelen a fizikai világban, és az afferens jelek, amelyek az inger jelenlétét közvetítik, gyorsan lecsengnek vagy már megszűntek (Chatterjee et al., 2011).

Mivel gyors természetű ingerekről beszélünk, és az észlelet feldolgozása időigényes folyamat, lehetséges, hogy a rövid villanás élettartama következtében csak egy gyenge reprezentáció képződik le a célingerről, nem pedig egy kikristályosodott észlelet. A célinger rosszul-formált percepcióját továbbá egy elterelő inger is zavarja, így a már eleve gyenge reprezentáció könnyen befolyásolhatóvá válik. Ezen kontextuális hatások melléktermékeként is felfogható a flicker-illúzió jelensége (Chatterjee et al., 2011).

A multiszenzoros idői integrációs keret függvényében double-flash illúzió során egyszerű vonásintegrációt feltételezhetünk a jelenség hátterében. Ezzel szemben flicker-illúzió esetén sokkal valószínűsíthetőbb a szummációs hatás, vagyis egy jel-tranziens mechanizmus megléte (Chatterjee et al., 2011). A colliculus superiorban létrejövő integráció például nem egyszerűen a beérkező jelek összeadásáról (szummációjáról) szól. A sejtek

úgynevezett inverz összegzést végeznek, amelynek során a beérkező nagyon gyenge jelek az összegződésnél nagyobb hatást váltanak ki, míg a beérkező erős tiszta jelek viszont a szummációtól elvártnál kevésbé modulálják a sejtek válaszát (Meredith & Stein, 1986). A küszöb-ingerek detektálása térbeli és időbeli szummációk valószínűségi összegződésétől függ, sem pedig a legnagyobb válasz kritériumának elérésétől. Következésképp azt mondhatjuk, hogy a célinger valós fizikai villanásának megszűnésével az idegi jelek egy rövid idői ablakban az ingerlési küszöbérték mentén ingadoznak, amely idő elegendő az elterelő ingerek modulációján keresztül érkező jelek téri és idői szummációjához (Chatterjee et al., 2011).

Együtt a ténnyel, hogy a perifériás terület, amelyen az „elterelő inger” jelent meg, nagyobb temporális felbontóképességgel rendelkezik, mint a centrális terület, ahol a „célinger” villant fel, arra következtethetünk, hogy a multiszenzoros integrációhoz hasonlóan a jobb idői felbontással rendelkező terület „felülbírálja”, vagyis kiegészíti a gyengébb idői felbontással rendelkező területről származó információkat. Az elkövetkező vizsgálatainkban szeretnénk tanulmányozni, milyen idő keretek között váltható ki az illúzió. Feltételezzük, hogy a 100 ms-os integrációs ablakon kívül az illúzió nagymértékben gyengül vagy csökken (Shams et al., 2000).

A továbbiakban ezen túlmenően azt is szeretnénk megvizsgálni, hogy flicker-illúzió során kognitív rendszerünk a „célinger” és „elterelő inger” esetében kioszt-e külön indexeket, vagy egy index alá tartozó tárgyakként kezeli a két ingert. A flicker-illúzió által nem csak a kontextuális ingerek hatását tudjuk vizsgálni, hanem az alak-háttér elkülönítésének idő vonatkozása is vizsgálhatóvá válik, amely szempontot mostanáig még nem vettek figyelembe.

Felhasznált irodalom

- Bhattacharya, J., Shams, L., & Shimojo, S. (2002). Sound-induced illusory flash perception: Role of gamma band responses. *Neuro Report*, 13, 1727–1730.
- Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision* 4(10), 433-436.
- Bruner, J. S. (1975). A perceptuális készenlétről. In Cs. Pléh & O. Boross (Eds.), *Bevezetés a pszichológiába* (pp. 64-86). Budapest, Magyarország: Osiris Kiadó.
- Chatterjee, G., Wu, D. A., & Sheth, B. R. (2011). Phantom flashes caused by interactions across visual space. *Journal of Vision*, 11(2), 14, 1–17.

- Czigler, I. (2001). *Figyelem és percepció*. Debrecen, Magyarország: Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadó.
- Czigler, I. (2009). Szabályosságok nem tudatos észlelése a látásban: az eseményekhez kötött potenciál módszere automatikus működésre utal. *Pszichológia*, 29(2), 79–100.
- Dennett, D. (1996). Az alkalmazkodás szintjei: a fajok fejlődésétől a gondolati szelekcióig. In Cs. Pléh & O. Boross (Eds.), *Bevezetés a pszichológiába* (pp. 64-86). Budapest, Magyarország: Osiris Kiadó.
- Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (2003). *Kognitív pszichológia*. Budapest, Magyarország: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Gregory, R. L. (1982). A megtévesztett szem. In Cs. Pléh & O. Boross (Eds.), *Bevezetés a pszichológiába* (pp. 64-86). Budapest, Magyarország: Osiris Kiadó.
- Kahneman, D., Treisman, A., & Gibbs, J. B. (1992) The Reviewing of Object Files: Object-Specific Integration of Information. *Cognitive Psychology*, 24, 175-219.
- Leslie, A. M., Xu, F., Tremoulet, P. D., & Scholl, B. J. (1998). Indexing and the object concept: developing 'what' and 'where' systems. *Trends in Cognitive Sciences*, 2(1), 10-18.
- Logothetis, N. K. (1999). A látás: ablak a tudatra. In Cs. Pléh & O. Boross (Eds.), *Bevezetés a pszichológiába* (pp. 64-86). Budapest, Magyarország: Osiris Kiadó.
- McCormick, D. & Mamassian, P. (2008). What does the illusory-flash look like? *Vision Research* 48, 63-69.
- Pylyshyn, Z. (2001). Visual indexes, preconceptual objects, and situated vision. *Cognition*, 80, 127-158.
- Sekuler, R., & Blake, R. (2004). *Észlelés*. Budapest, Magyarország: Osiris Kiadó.
- Shams, L., Iwaki, S., Chawla, A., & Bhattacharya, J. (2005). Early modulation of visual cortex by sound: An MEG study. *Neuroscience Letters*, 378, 76–81.
- Shams, L., Kamitani, Y., & Shimojo, S. (2000). Illusions. What you see is what you hear. *Nature*, 408, 788.

- Shams, L., Kamitani, Y., & Shimojo, S. (2002). Visual illusion induced by sound. *Cognitive Brain Research* 14, 147-152.
- Van Dam, W. O., & Hommel, B. (2010). How object-specific are object files? Evidence for integration by location. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, 36(5), 1184-1192.
- Violentyev, A., Shimojo, S., & Shams, L. (2005). Touch-induced visual illusion. *NeuroReport*, 13, 1107–1110.
- Winkler, I., Czigler, I., Sussman, E., Horváth, J., Balázs, L. (2005): Preattentive binding of auditory and visual stimuli. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 320–339.
- Zeki, S. (1992). Vizuális kép az elmében és az agyban. In Cs. Pléh & O. Boross (Eds.), *Bevezetés a pszichológiába* (pp.167-178). Budapest, Magyarország: Osiris Kiadó.