

**PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM BÖLCSESZETTUDOMÁNYI KAR**

**PSZICHOLÓGIA DOKTORI ISKOLA**

**ALKALMAZOTT PSZICHOLÓGIA DOKTORI PROGRAM**

**VIZUÁLIS TÉRI FIGYELEM VÁLTOZÁSA  
AKUSZTIKUS SZIGNÁLOK HATÁSÁRA**

**VIZUÁLIS KERESÉS BIMODÁLIS KÖRNYEZETBEN**

**Doktori (PhD) értekezés**

**Inhóf Orsolya**

**Témavezető: Dr. Lábadi Beatrix**



Pécs, 2021

## NYILATKOZAT doktori értekezés eredetiségéről

Alulírott **Inhóf Orsolya (INOSAAB.PTE)**, ezennel büntetőjogi felelősségem tudatában nyilatkozom és aláírással igazolom, hogy


**Vizuális téri figyelem változása akusztikus szignálok hatására. Vizuális keresés bimodális környezetben**

című doktori értekezés **saját, önálló munkám**; az abban hivatkozott nyomtatott és elektronikus szakirodalom felhasználása a szerzői jogok nemzetközi szabályainak megfelelően készült. Nyilatkozom, hogy más szellemi alkotását sajátomként nem mutattam be, az irodalmi hivatkozások egyértelműek és teljesek. Az értekezés elkészítésénél hamis vagy hamisított adatokat nem használtam.

Tudomásul veszem, hogy plágiumnak számít:

- szó szerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
- tartalmi idézet hivatkozás megjelölése nélkül;
- más publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

Pécs, 2021. 05. 01.



aláírás

# TARTALOMJEGYZÉK

|  |           |
|--|-----------|
| <b>TARTALOMJEGYZÉK</b>                                 | <b>1</b>  |
| <b>ABSZTRAKT</b>                                       | <b>3</b>  |
| <b>1. ELMÉLETI HÁTTÉR</b>                              | <b>5</b>  |
| 1.1. BEVEZETÉS   | 5         |
| 1.2. SZELEKTÍV FIGYELEM                                | 6         |
| 1.2.1. SZŰRŐELMÉLETEK                                  | 6         |
| 1.2.2. KAPACITÁS MODELL                                | 9         |
| 1.3. VIZUÁLIS KERESÉS                                  | 10        |
| 1.4. VIZUÁLIS KERESÉST BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK            | 13        |
| 1.4.1. INGEREK FIZIKAI JELLEMZŐI                       | 13        |
| 1.4.2. INGEREK JELENTÉSE                               | 14        |
| 1.4.3. ÉRZELMI TÖLTET                                  | 15        |
| 1.4.4. EGYÉNI KÜLÖNBSÉGEK                              | 17        |
| 1.4.5. JELZŐINGEREK                                    | 19        |
| 1.5. SZEMMOZGÁS VIZSGÁLATA                             | 21        |
| 1.6. MULTIMODÁLIS ÉSZLELÉS                             | 24        |
| 1.6.1. A MULTIMODÁLIS ÉSZLELÉS IDEGI ALAPJAI           | 26        |
| 1.7. AZ INTEGRÁCIÓ FELTÉTELEI                          | 28        |
| 1.7.1. TÉRI ÉS IDŐI FELTÉTELEK                         | 28        |
| 1.7.2. TUDATOSSÁG                                      | 30        |
| 1.7.3. TANULÁS   | 32        |
| 1.7.4. DOMINÁNS MODALITÁS                              | 36        |
| 1.7.4.1. ÉLETKOR                                       | 37        |
| 1.7.4.2. MODALITÁS ALKALMASSÁGA                        | 38        |
| 1.7.4.3. GYAKORLÁS                                     | 39        |
| 1.7.4.4. RELIABILITÁS HIPOTÉZISE                       | 40        |
| 1.7.4.5. DISZKONTINUITÁS HIPOTÉZISE                    | 41        |
| 1.7.4.6. IRÁNYÍTOTT FIGYELEM HIPOTÉZISE                | 41        |
| 1.8. AUDIO-VIZUÁLIS INGEREK                            | 41        |
| 1.8.1. BIMODÁLIS ILLÚZIÓK                              | 42        |
| 1.8.2. FIGYELEM ÉS INGERDETEKCIÓ                       | 45        |
| 1.8.3. HANGOK TÉRI JEGYEI                              | 48        |
| 1.8.4. AKUSZTIKUS INGEREK HATÁSA A VIZUÁLIS ÉSZLELÉSRE | 50        |
| 1.9. AUTOMATIKUS ÉS KONTROLLÁLT FIGYELEM               | 52        |
| 1.10. FIGYELEM FENNTARTÁSA                             | 57        |
| <b>2. ÖSSZEFOGLALÁS, KUTATÓ KÉRDÉS</b>                 | <b>60</b> |
| <b>3. ELSŐ VIZSGÁLAT</b>                               | <b>62</b> |
| 3.1. ELMÉLETI HÁTTÉR                                   | 62        |
| 3.2. HIPOTÉZISEK                                       | 63        |
| 3.3. MÓDSZERTAN  | 64        |
| 3.3.1. RÉSZTVEVŐK                                      | 64        |
| 3.3.2. INGERANYAG                                      | 64        |
| 3.3.3. VIZSGÁLAT MENETE                                | 66        |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| 3.4. EREDMÉNYEK                  | 67         |
| 3.5. MEGVITATÁS                  | 73         |
| <b>4. MÁSODIK VIZSGÁLAT</b>      | <b>76</b>  |
| 4.1. ELMÉLETI HÁTTÉR             | 76         |
| 4.2. HIPOTÉZISEK                 | 77         |
| 4.3. MÓDSZERTAN                  | 78         |
| 4.3.1. RÉSZTVEVŐK                | 78         |
| 4.3.2. INGERANYAG                | 78         |
| 4.3.3. VIZSGÁLAT MENETE          | 79         |
| 4.4. EREDMÉNYEK                  | 80         |
| 4.5. MEGVITATÁS                  | 84         |
| <b>5. HARMADIK VIZSGÁLAT</b>     | <b>86</b>  |
| 5.1. ELMÉLETI HÁTTÉR             | 86         |
| 5.2. HIPOTÉZISEK                 | 88         |
| 5.3. MÓDSZERTAN                  | 88         |
| 5.3.1. RÉSZTVEVŐK                | 88         |
| 5.3.2. INGERANYAG                | 89         |
| 5.3.3. VIZSGÁLAT MENETE          | 91         |
| 5.4. EREDMÉNYEK                  | 92         |
| 5.5. MEGVITATÁS                  | 95         |
| <b>6. NEGYEDIK VIZSGÁLAT</b>     | <b>98</b>  |
| 6.1. ELMÉLETI HÁTTÉR             | 98         |
| 6.2. HIPOTÉZISEK                 | 100        |
| 6.3. MÓDSZERTAN                  | 100        |
| 6.3.1. RÉSZTVEVŐK                | 100        |
| 6.3.2. INGERANYAG                | 101        |
| 6.3.3. VIZSGÁLAT MENETE          | 102        |
| 6.4. EREDMÉNYEK                  | 103        |
| 6.5. MEGVITATÁS                  | 107        |
| <b>7. ÖTÖDIK VIZSGÁLAT</b>       | <b>112</b> |
| 7.1. ELMÉLETI HÁTTÉR             | 112        |
| 7.2. HIPOTÉZISEK                 | 115        |
| 7.3. MÓDSZERTAN                  | 115        |
| 7.3.2. RÉSZTVEVŐK                | 115        |
| 7.3.3. INGERANYAG                | 115        |
| 7.3.3.1. VONALFELEZÉS            | 115        |
| 7.3.3.2. VIZUÁLIS KERESÉS        | 116        |
| 7.4.3. VIZSGÁLAT MENETE          | 118        |
| 7.4. EREDMÉNYEK                  | 119        |
| 7.5. MEGVITATÁS                  | 124        |
| <b>8. ÖSSZEGZŐ MEGVITATÁS</b>    | <b>125</b> |
| <b>9. LIMITÁCIÓK, KITEKINTÉS</b> | <b>135</b> |
| <b>IRODALOMJEGYZÉK</b>           | <b>139</b> |

## **ABSZTRAKT**

A disszertáció témája az akusztikus ingerek hatása a téri figyelem elosztására, összetett vizuális környezetben.

A hangok vagy más modalitásból származó ingerek, a feladatban kiemelt szerepet betöltő modalitások gyorsabb és pontosabb detekcióját tehetik lehetővé, vagy, amennyiben azokkal ellentétes információt hordoznak, illúziókhöz vezethetnek. Mindkét esetben igaz, hogy gyakran még az elsődleges, vizuális ingerekkel kapcsolatban nem álló másodlagos modalitások feldolgozása is az unimodális ingerléstől eltérő hatást vált ki, a megfigyelő szándékától függetlenül befolyásolhatja az inger bizonyos jellemzőinek észlelését, a figyelem elosztását. Detekció során a széli helyzetben megjelenő hangok orientációs reakciót kiváltva, a figyelmi fókusz áthelyezése miatt megkönnyítik az általuk jelzett helyen lévő célingerek észlelését. Tehát jelzőingerként használhatók a feladatban szereplő ingerektől eltérő modalitású információk is. Az összetett vizuális környezet azonban csökkenti a jelzőingerek felhasználásának valószínűségét. Szintén egyszerű ingerkörnyezetben vizsgálva kimutatható, hogy két különböző inger integrációja automatikusan, a feladattól és az ingerek jelentésétől függetlenül is létrejöhet. Azonban a kapcsolat kialakulásának valószínűsége a kísérleti elrendezés függvényében változhat, esetenként csak bizonyos feltételek mellett jelenik meg az együttes feldolgozás vagy a másodlagos modalitás figyelemre gyakorolt hatása.

Az öt vizsgálatból álló kutatásunkban arra kerestük a választ, hogy melyek azok a feltételek, melyek mellett a modalitások közti integráció, pontosabban a bimodális környezet figyelemre gyakorolt hatása megfigyelhető a vizuális mező összetettségének növelése mellett is.

A kísérletsorozatban megvizsgáltuk az ingerek fizikai tulajdonságainak, a gyakorlásnak, az ingerek általános jelentésének, valamint a személyes relevanciának szerepét a vizuális mező letapogatásában. Vizuális keresési feladatokat használva vizsgáltuk, hogy az akusztikus és vizuális ingerek milyen mértékű kapcsolata szükséges a térben kongruens és inkongruens helyzetek keresési időben mérhető különbségének megjelenéséhez. Öt vizsgálatunk összesen 207 fő, köztük 19 óvodás gyermek és 188 felnőtt bevonásával történt.

Eredményeink alapján - szemben a detekciós feladatokkal - az összetett környezetben az akusztikus ingerek nem minden esetben eredményezik a kereséshez szükséges idő megváltozását. A hangok fizikai jellemzői kevésbé befolyásolják a kapcsolat kialakítását,

azonban gyakorlás esetén megjelenhet a téri figyelem változása. Az integráció kialakulásához vizsgálatainkban nem volt szükség az ingerek közti jelentésbeli kapcsolatra, emellett gyakorlást követően a feladathoz szorosabban kapcsolódó ingerek kiemelt szerepét nem tudták a résztvevők a kísérletekben felhasználni, azok nem befolyásolták nagyobb mértékben a használt stratégiákat, mint a szintén gyakorolt, de a feladattól vagy a vizuális ingertől látszólag független akusztikus ingerek.

Eredményeinket összefoglalva az látható, hogy a másodlagos modalitásból származó ingerek összetett vizuális környezetben is hatással vannak a keresési feladatokra, azonban a gyakran használt letapogatósi stratégiák felülírására nem alkalmasok. Különösen az exogén, térre utaló jelek kiegészíthetik azt, azonban az endogén, jelentéshez kötődő információk könnyen figyelmen kívül maradnak a zaj-jel arány növelését követően.

# 1. ELMÉLETI HÁTTÉR

## 1.1. BEVEZETÉS

A megfigyelő személyt minden pillanatban annyi információ éri, melyeket egyidejűleg nem képes feldolgozni. Az ingerek befogadásának vannak téri korlátai. Látás esetén például nem minden információ kerül kapcsolatba a fotoreceptorokkal, így egy összetett vizuális környezet csak bizonyos részletei kerülnek feldolgozásra. Ezért a környezet megismerése céljából figyelmünket - mint egy reflektort - a téri bizonyos pontjaira kell irányítani, azokat „meg kell világítani” (Czigler, 1994). Az első erre irányuló vizsgálatok alapján a figyelem terjedelme nagyjából 1 szögfoknyi (Eriksen & Hoffman, 1972), később azonban LaBerge vizsgálatából kiderült, hogy ez a terület a feladat, vagy a megfigyelő szándéka alapján változtatható (LaBerge, 1983). A letapogatás célja (bizonyos keretek között) hatással van arra, hogy mekkora területre terjed ki a figyelem. A téri ablak, ahonnan a megfigyelő az információkat gyűjti tehát méretében nem feltétlenül egyezik meg a fixációs ponttal, annál nagyobb kiterjedésű is lehet (LaBerge, 1983; Eriksen & Yeh, 1985). Emiatt azonban olyan ingerek is befolyásolhatják az észlelés folyamatát, melyek feldolgozása nem célja a megfigyelőnek, vagy nehezítik egy feladat megoldását. A vizuális környezet összetettsége miatt egy célinger megtalálásához szükséges lehet a látható információk szervezése, a jel és a zaj elkülönítése, a szelektív figyelmi működés. A rendelkezésre álló adathalmaz eleminek rangsorolása, bizonyos jellemzők kiemelése a vizuális szelektív figyelmi rendszer feladata (Chelazzi et al., 2013). A látórendszer korai, preattentív szakaszában az alapvető vonások - mint a szín, forma, világosság - gyors, párhuzamos regisztrálása történik (Treisman, 1985). A fontosabb jegyek kiemelése, ezzel a fokális figyelem irányítása szintén történhet ebben a korai szakaszban (Müller & Krummenacher, 2006). Hogy mely elemek lesznek kiemelkedők és kerülnek feldolgozásra azt több tényező is befolyásolhatja, az egyszerű vizuális jegyeken keresztül (például szín), magasabb kognitív működésig. Ahogy az a továbbiakban részletesen is kifejtésre kerül, a figyelem elosztásában a tér egyes pontjai között részt vehetnek másodlagos modalitásból származó ingerek is, például hangok egy vizuális feladat megoldása során. Az akusztikus ingerek a tér adott pontjára irányítva a figyelmet, segíthetik az ingerek gyors detektálását (Mossbridge et al., 2011), valamint hatással lehetnek egy inger valamely tulajdonságának, vagy azok fontosságának megítélésére (Gallace & Spence, 2006). Így akár a kialakult észlelet is megváltozhat (Haryu & Kajikawa, 2012; Sutherland et al., 2014). Abban az esetben, ha a figyelmi és

észlelési folyamatok megváltozása a két modalitás közös forráshoz kapcsolásában és a különböző információkból kialakított együttes jelentésben mutatkozik meg, bi-vagy multimodális integráció történik (Turner et al., 2017). Számos forrásban az integrációnak ennél megengedőbb definícióját használják (Driver & Spence, 2000; Van Der Burg et al., 2008; Hugenschmidt et al., 2009). Ezekben a vizsgálatokban a figyelem elosztásának megváltozását is a modalitásközi integrációval magyarázzák. Ezek alapján az integráció egy átfogóbb fogalom, mely az észlelés, vagy a figyelmi folyamatok unimodálishoz képest történő megváltozását jelenti másodlagos modalitást, több ingerforrást tartalmazó környezet hatására.

Vizsgálatainkban arra törekedtünk, hogy feltárjuk milyen feltételek mellett jelenhet meg az akusztikus ingerek vizuális figyelemre gyakorolt hatása. Ez a hatás a vizuális mező bizonyos pontjain elhelyezett célingerek megtalálásához szükséges időközön keresztül mérhető. A különböző kondíciók során mért adatokban látható a figyelmi folyamatok működése, változása. A szelekció folyamatára hatással van a feladat és az ingeranyag összetettsége (Lavie et al., 2004). Ezért a dolgozat során a szelektív modellek általános bemutatását követően ismertetjük az ingerek közti szűrést, illetve a - szelektív figyelem mérésére alkalmas - vizuális keresési paradigmát befolyásoló tényezőket, kiemelve az akusztikus ingerek szerepét. Az integráció (szűkebb és megengedőbb értelmezés alapján egyaránt) szintén hatással van a figyelmi folyamatokra, ezért feltételezéseink megalapozásához bemutatjuk azokat a körülményeket, melyek segítik ingerek összekapcsolását és az akusztikus ingerek figyelmet irányító hatásának megjelenését is.

## **1.2. SZELEKTÍV FIGYELEM**

### **1.2.1. SZŰRŐELMÉLETEK**

A szelektív figyelem első vizsgálatai az akusztikus modalitáshoz köthetők. Cherry klasszikus koktélparti kísérletében azt vizsgálta, hogy a nem figyelt információk milyen mértékben kerülnek feldolgozásra. Visszhangzási (shadowing) módszerében arra kérte a kísérleti személyeit, hogy egyik fülükbe érkező információkat, azok elhangzása után folyamatosan ismételjék meg. Ezt követően kérdéseket tett fel a nem figyelt fülre érkező információkkal kapcsolatban (Cherry, 1953). A kísérletben résztvevők észlelték, hogy a nem figyelt inger emberi beszéd volt, de tartalmát nem tudták felidézni, illetve az ingernek csak olyan főbb akusztikus jellemzőit és az azokban történő változásokat vették észre, mint például a hangmagasság, vagy a beszélő neme.



A dichotikus hallási helyzet eredményei alapján Broadbent alkotta meg a szűrőmodellt. Ez a elmélet arra ad magyarázatot, hogy a megfigyelők túl sok beérkező, egy modalitáshoz köthető információ esetén milyen módon szűrnek, hogyan vagyunk képesek a releváns és irreleváns ingerek elkülönítésére, a lényeges elemek észlelésére (Broadbent, 1958). Elmélete szerint bizonyos szinten, az alapvető fizikai jellemzők mentén minden inger gyors, párhuzamos feldolgozásra kerül a szenzoros tárban. Ezt egy részletesebb, több kapacitást igénylő folyamat követi. Az ehhez rendelkezésre álló kapacitás korlátozottsága miatt szükség van a feldolgozásra kerülő elemek számának csökkentésére, a fizikai tulajdonságaik alapján (például hangmagasság) lényegtelennek tűnő ingerek kiszűrésére.

A *korai szűrő* modellre, tehát Broadbent azon elméletére, hogy a korlátozott kapacitású folyamat terhelésének csökkentése korán, az elemi jellemzők feldolgozása után történik, több kritikai is megfogalmazódott. Ezek közül egyesek a szűrő helyét (Deutsch & Deutsch, 1963; Navon, 1989), mások viszont annak működését is kétségbe vonják (Treisman, 1960). Az egyik első ellenérvet a modellel kapcsolatban Moray fogalmazta meg. Megfigyelései alapján a szűrő Broadbent által leírt működése nem pontos, bizonyos információk ugyanis, annak ellenére, hogy nem a figyelt csatornán hangoznak el, feldolgozásra kerülnek a jelentés szintjén is. Ilyen például a hallgató saját neve (Moray, 1959). Ez a megfigyelés azt bizonyítja, hogy nem csak az akusztikus inger fizikai jellemzői, de annak jelentése is befolyásolhatja azt, hogy releváns vagy irreleváns információnak minősül-e. Treisman *csillapítási modell* elméletében Broadbent modelljének e hiányosságát magyarázza (Treisman, 1960). Elmélete szerint a szűrő, nem átengedi vagy kiszűri az információkat azok relevanciája alapján, hanem a fizikai jellemzők alapján kevésbé fontosnak megítélt ingerek kisebb intenzitással kerülnek feldolgozásra. Elméletében a szűrő még mindig a feldolgozás korai szakaszán található. Dichotikus hallgatási helyzetben a megfigyelők szinte semmilyen információt nem jegyeznek meg a nem a figyelt fülre érkezők közül, azonban bizonyos ingerek képesek befolyásolni a visszhangzási kísérlet eredményét. Azokat a szavakat képesek a résztvevők visszamondani, azok válhatnak a későbbi feldolgozás tárgyává, melyek jelszintje eléri egy bizonyos küszöböt. A figyelt csatornáról érkező információkat nem érinti a csillapító szűrő működése, így azok megfelelő aktivitással rendelkeznek. Bizonyos szavak, melyek sok helyzetben fontosak lehetnek a megfigyelőnek (például veszélyt jelző kifejezések, vagy a saját név), alacsonyabb küszöbérték mellett aktiválódnak. Más szavak csak bizonyos kontextusban csökkentik az észleléshez szükséges jelszintet, például, ha

kiegészítik a nem figyelt fül információit (Treisman, 1960). Ez alapján a nem figyelt információk is feldolgozásra kerülnek, de csak alacsony szinten, megjegyezni azokat, vagy válaszolni rájuk a személy nem minden esetben tud. Tehát a szűrő ebben a modellben bár nem mindent vagy semmit elven működik, még az észlelési folyamat elején meghatározza az ingerek feldolgozásának valószínűségét, így szelektálva a megfigyelőt ért információkat.

Más elméletek szerint, melyek szintén egyfajta szűrővel magyarázzák a szelektív figyelem működését, a szelekció nem a folyamat elején, hanem a későbbi, magasabb rendű feldolgozás után történik (Navon, 1989). Ezek alapján minden, a megfigyelőt érő inger azonosításra kerül és a szemantikai feldolgozás is minden esetben megtörténik. Deutsch és Deutsch kritikája alapján a fontosság megítéléséhez - mely elengedhetetlen a csillapító szűrő működéséhez - minden beérkező információt mérlegelni kell, és össze kell hasonlítani a többivel, mely hosszú és rendkívül gazdaságtalan folyamat (Deutsch & Deutsch, 1963). A szenzoros információk automatikus elemzése ezért már azelőtt megtörténik, mielőtt a figyelem számára fontos és nem fontos ingerek elkülönítése végbemegy (Norman, 1968). Minden inger feldolgozásra kerül, a szűrő - mely által a személy bizonyos ingerekre reagál, vagy felidézi őket - csak ez után következik. A korai és késői szűrőelméletek lényegi különbsége tehát, hogy a figyelmi szűrő a feldolgozási folyamatban hol helyezkedik el. A több forrásból származó információk mindkét modell szerint a szenzoros jegyek tárolásáért felelős átmeneti tárbá kerülnek. Broadbent korai szűrő elméletében ennél mélyebb feldolgozás csak azokon az információkon történik meg, melyekre figyelünk (Broadbent, 1958), Deutsch és Deutsch *késői szűrő elmélete* alapján azonban a válasz megtervezése és kivitelezése előtt történik a szűrés (Deutsch & Deutsch, 1963). Ez utóbbi modellt számos kísérlet bizonyítja (Navon, 1989), melyek alapján a nem figyelt forrásból származó információk befolyásolhatják a célingerek értelmezését, még akkor is, ha előbbieket tartalmát később a személy nem tudja felidézni. Dichotikus hallási helyzetben, ahol a kísérleti személyeknek nem csak, hogy meghatározták a figyelt fület, de fel is szólították a másik fülbe érkező információk ignorálására, a megfigyelők gyorsabban mondták vissza a hallott információt abban az esetben, ha a nemfigyelt fülbe azzal nem összefüggő szavak kerültek bemutatásra, mintha a megismétlendő szavak szinonimáit hallották volna (Lewis, 1970). Valamint a figyelt információk kétértelműsége esetén, a nem figyelt jelentés irányában történt torzítás (Mackay, 1973) Ezek az eredmények azt mutatják, hogy minden információ

szemantikailag is feldolgozásra került, és bár az instrukciók alapján nem kellett figyelni rájuk, befolyásolták a figyelmet, a feladatmegoldást.

### 1.2.2. KAPACITÁS MODELL

Kahneman elmélete alapján a figyelmi működést, azt, hogy mely ingerekre figyelünk, és milyen mélységben dolgozzuk fel azokat, nem egy szűrő határozza meg, hanem a kognitív kapacitás, amit egy-egy feladat igényel (Kahneman, 1973). A mentális kapacitás a problémamegoldáshoz szükséges mentális, figyelmi képességet jelenti. A személyt egy időben rendkívül nagy mennyiségű információ érheti, azonban a feldolgozható egységek száma korlátozott, ennek maximális mennyisége a mentális kapacitás (Globerson, 1983). Kahneman elméletében ehhez hasonlóan, a feladat nehézségének függvényében változó mentális erőfeszítésként írja le azt az intenzív figyelmi működést, mely a figyelmi és mentális folyamatokhoz szükséges (Kahneman, 1973). Ez az elmélet is abból indul ki, hogy a megfigyelő személyt érő teljes információmennyiség feldolgozására nincs elegendő kapacitás, nem lehet minden esetben elégséges mentális erőfeszítést tenni. Illetve a Kahneman által használt fogalom - Moray elméletére alapozva - kimondja, hogy bár a kapacitás, mely az inputok feldolgozására fordítható, korlátozott, ugyanakkor, annak felosztásában az egyes tevékenységek között az észlelőnek nagy szabadsága van (Kahneman, 1973). A feldolgozásra kerülő, és nem kerülő ingereket tehát nem azok fizikai vagy szemantikai jellemzőin alapuló szűrő határozza meg, hanem a szükséges kapacitás. Nem minden feladat és nem minden ingerjellemező feldolgozása igényel erőfeszítést. Így például az egyszerű fizikai jellemzők észlelése nem is feltétlenül köt le valamennyit a rendelkezésre álló kapacitásból (Moray, 1967). Más feladatok esetén pedig azok összetettsége határozza meg az igényelt kapacitást. Amennyiben túl nagy erőfeszítés szükséges egy helyzetben, vagy több inger egyszerre éri a személyt, akkor azon feladatok megoldása sérülhet, melyekre nem jut elég kapacitás (mert a rendelkezésre álló mennyiség nem elég, vagy, mert más ingerekre, részletekre több kognitív erőforrást használ fel a megfigyelő). Egy feladat esetén beszélhetünk egy teljes kapacitásmennyiségről, melyet magának a feladatnak a megoldása igényel, és egy aktuális, mobilizálható mennyiségről, melyet a személy egy adott inger feldolgozására, vagy probléma megoldására tud fordítani (Kahneman, 1973). Összetettebb feladatok esetén nem csak a teljes kapacitás, de annak elosztása az egyes feladatrészek között is hatással van a sikerességre. Ezért szükség van olyan szabályokra, melyek segítik azt,

hogy a rendelkezésre álló kapacitásból szükséges mennyiség mobilizálható legyen egy-egy konkrét feladatra (Globerson, 1983). A figyelemi kapacitás elosztását a szándék, és az ingerek fontosságának megítélése szabályozza, valamint hatással vannak rá önkéntelen folyamatok is, mint például az új, vagy fontos ingerek felé történő orientáció (Moray, 1959). Szemben a korai szűrő elméletekkel, függetlenül a céloktól, a feladat szempontjából irreleváns ingerre fordított figyelem befolyásolhatja az ingerfeldolgozást. A feladat nehézsége, és a rendelkezésre álló kapacitás egyszerre határozzák meg a feldolgozásra kerülő elemek mennyiségét. Egyszerű (vagy gyakorlás miatt egyszerűvé váló) feladatból, ideális arousal szint mellett több oldható meg (Kahneman, 1973; Moray, 1967). Egy figyelemi feladat során tehát a személy saját szándéka és a feladat elvárásai alapján oszthatja szét a rendelkezésre álló kapacitást, azonban - ahogy ez a késői szűrő elméletben is már megjelent - bizonyos ingerek hatással lehetnek a figyelemi működésre, mert automatikus reakciót váltanak. Az elosztási mechanizmust részletesebben vizsgáló, szintén a kapacitás fogalmát használó elmélet szerint a szelektív figyelem fogalma több folyamatot foglal magába. Magas vizuális terhelés esetén bizonyos elemek már fizikai jellemzőik alapján kiszűrésre kerülnek, míg a kognitív terhelés növelése esetén ez a folyamat kevésbé kontrollálható, kevésbé sikeres, ezért a szelekció csak később megy végbe (Lavie et al., 2004). Ha magas a kognitív terhelés, a feladat szempontjából irreleváns ingerek jobban hatással vannak a célingerek feldolgozására, magas észlelési terhelés viszont csökkentheti a zavaró ingerek hatását. Ez alapján a szelekció megtörténhet már a perceptuális jellemzők szintjén is, de a kognitív és vizuális terhelés függvényében alakul, hogy pontosan mikor megy végbe. Így tehát a szelektív figyelem működését a feladat és az ingeranyag összetettsége határozza meg. Ezek alapján, a kapacitás fogalmát is felhasználva lehet bizonyos helyzeteket jobban magyarázni a szelektív figyelem különböző elméleteivel, a korai és késői szűrő modellekkel.

### **1.3. VIZUÁLIS KERESÉS**

A vizuális figyelem különböző elméleteinek vizsgálatára, és az ingerletapogatási mintázatok megfigyelésére az egyik legelterjedtebb módszer a vizuális keresési paradigma. A klasszikus feladat szerint a megfigyelőnek el kell döntenie, hogy egy képen szerepel-e egy előre meghatározott célinger, vagy azt minél gyorsabban meg kell találnia. A vizuális mező a célinger mellett zajt, zavaró ingereket is tartalmazhat (Müller & Krummenacher, 2006).

A vizuális keresés négy egymást követő lépésre osztható (Eimer, 2014). A feladat végrehajtása érdekében, szükség van a cél meghatározására. Ez az *előkészítési fázis* még a keresés megkezdése, a feladat megjelenése előtt kezdődik. Ebben a szakaszban szükség van a munkamemória működésére, hogy a cél a keresés végéig fenntartható legyen. A munkamemória szerepe a vizuális keresési feladatokban - annak későbbi szakaszaiban - vitatott. Egyes kutatók kiemelkedően nagy jelentőséget tulajdonítanak neki. Elméletük szerint ugyanis azon kívül, hogy a keresés célját tárolja, a munkamemóriának szerepe van a letapogatás szervezésében, egy terület ismételt átvizsgálásának elkerülésében (Peterson et al., 2001), valamint részt vesz minden elem feldolgozásában, melyre a figyelem összpontosul a feladat megoldása során. A célinger memóriában tárolt képének köszönhetően hasonlítható össze a keresendő elemmel minden inger és címkézhető zajként vagy célingerként (Bundesen, 1990; Duncan & Humphreys, 1989). A memória szerepét bizonyítja az is, hogy téri munkamemória terhelés esetén romlik a vizuális keresési feladatban mért teljesítmény (Oh & Kim, 2004). Az információk összehasonlítása, a célinger azonosítása azonban sok esetben gyorsabban történik, mint ami a memóriába való átkódolás folyamata alapján elvárható lenne (Woodman et al., 2001). Ez alapján feltételezhető, hogy a vizuális keresés minden elem tárolásánál kognitív szempontból gazdaságosabban történik az átvizsgált elemek tárolása nélkül, bár ennek következtében kialakulhat olyan hiba, hogy a megfigyelők többször vizsgálják át ugyanazokat az elemeket. Annak ellenére, hogy ez a működés így több felesleges lépést tartalmazhat, munkamemória terheléssel egybekötött vizuális keresési feladat alapján helytállóan tűnik az a feltételezés, mely szerint a munkamemóriának kisebb szerepe van a keresésben, főként a célinger fenntartásáért felelős (Woodman et al., 2001), különösen azokban az esetekben, ha a célinger minden bemutatás során változik, így annak képe nem kerül a hosszútávú tárbá (Woodman & Chun, 2006).

A keresésben résztvevő agyterületeket a cél határozza meg. A feladat irányulhat különböző jellemzőkre, színre, alakra, mozgásra, vagy akár a tárgy jelentésére is. Ennek megfelelően változik a neurális aktivitás is (Eimer, 2014).

Az ingermező megjelenítésével megkezdődik a következő szakasz, az *irányítás*, melyben megfigyelőnek a figyelmét a vizuális mező lényeges tulajdonságaira kell fókuszálnia. Ezt a folyamatot irányíthatják az inger fizikai jellemzői, valamint top-down hatások is, mint a célinger és a vizuális mezőben megjelenő kép jelentése vagy a keresés során kapott feladat (Navalpakkam & Itti, 2005). A megfigyelők más módszerekkel vizsgálják át a vizuális mezőt szabad letapogatás és valamely jellemzők szerepét hangsúlyozó instrukció

esetén (Borji & Itti, 2014). Amennyiben rendelkezésre áll információ a célinger feltételezhető helyére vonatkozóan, - tehát olyan, jelenetet ábrázoló képen kell a keresést végrehajtani, mely során a top-down információk használhatók - a figyelem elosztása a vizuális mező egyes pontjai között a megfigyelő tudásán alapszik. Amennyiben nincs ilyen információ, a figyelem a teljes vizuális mezőre kiterjed. A megfigyelő ebben az esetben a releváns jellemzőket és az ingeranyag többi elemének elkülönítését fizikai tulajdonságok alapján hajtja végre (Navalpakkam & Itti, 2005). Annak ellenére, hogy csak bizonyos esetekben jelenhet meg a figyelem elosztása top-down ingerek alapján, az ingerek fizikai tulajdonságai ilyen helyzetben is befolyásolhatják a fókusz helyét a keresés kezdeti szakaszaiban. A vizuális mező bemutatását követően először többnyire az ingerek által irányított bottom-up keresés figyelhető meg, mely során a keresési céloktól függetlenül az ingerek szembetűnő tulajdonságai határozzák meg a figyelem elosztását. Ezt követően azonban kialakulhat top-down információk, célok által vezérelt keresés (Van Zoest et al., 2004). Ennek alapján a figyelem elosztását kezdetben fizikai tulajdonságok határozzák meg, ezt követően azonban a figyelmi fókusz kijelölésében, váltásában meghatározó szerepe lehet az előzetes tudásnak, elvárásoknak, amennyiben konkrét jelentéssel bír a vizuális mezőn megjelenített kép.

A vizuális keresés harmadik szakaszának célja a *szelekció* elvégzése (Eimer, 2014). Ebben a szakaszban a megfigyelőnek egy, vagy több tulajdonság alapján kell végrehajtania a zavaró ingerek kiszűrését. A vizuális mező feltérképezését, a figyelem bizonyos területekre történő irányítását, nem csak a célinger jelentése, de releváns jellemzőinek száma is meghatározza. Kiugró célingerek esetén a megtalálendő inger egy jellemző tulajdonságában, például színében eltér a környezet többi ingerétől. Ekkor az adott tulajdonságért felelős neuronok aktivitásának növekedése a célinger megtalálását jelenti (J. Lee et al., 2018). Konjunkciós keresés során viszont a célinger és a környezet más elemeinek bizonyos, a célingert is meghatározó tulajdonsága megegyezik, így ennek a jellemzőnek jelenlétére szelektíven tüzelő neuronok aktivitása nem elegendő a feladat megoldásához, mert több tulajdonság együttes megléte szükséges a célinger és a zavaró ingerek elkülönítéséhez (Treisman & Gelade, 1980). Ilyen esetben a vizuális mező minden eleme több jellemzővel is rendelkezik, mint például szín és forma. Szintén konjunkciós keresésről beszélünk, ha minden ingernek azonos elemei vannak, csak azok egymáshoz való viszonya különböző, mint például L és T betűk esetén, ahol minden elem 2 (egy vízszintes és egy függőleges) vonalból áll, a különbség abban jelenik meg, hogy ez a két elem milyen elrendeződést mutat. Treisman vonásintegrációs elmélete alapján a

keresés során a releváns tulajdonságok mindegyikét mentális térképeken reprezentáljuk. Ez a folyamat párhuzamosan zajlik több tulajdonság esetén is. Minden, a térképeken regisztrált elem megjelöl egy helyet egy összetettebb mentális térképen is. A célinger felismeréséhez arra van szükség, hogy az arra jellemző tulajdonságok ezen a térképeken egy pontban jelenjenek meg. Ez a pont felel meg a keresés céljának (Treisman & Sato, 1990).

A következő, negyedik szakaszban történik a *célinger azonosítása*, melyhez a látott és a feladat elején meghatározott, majd a munkamemóriában tárolt ingerek vagy jellemzők összehasonlítására van szükség (Eimer, 2014). A neurális aktivitás ebben az azonosítási szakaszban szintén a célinger tulajdonságaitól függ. A pusztán vizuális jellemzők alapján azonosítható ingerek esetén - a releváns jellemzők számának függvényében - a vizuális feldolgozásért felelős területek több pontján is aktivitás mutatható ki ebben a szakaszban (Wolfe, 1994). Ezzel szemben ha a cél egy konkrét jelentéssel bíró inger, akkor a neurális aktivitás az agy azon területein figyelhető meg, melyek specifikus kategóriák feldolgozásáért felelősek, mint például arcok esetén a fusiform area (FFA) és az occipitális arc area (OFA), vagy konkrét jelentésű ingerek, tárgyak esetén a laterális occipitális terület (LOC) (Eger et al., 2008; Peelen & Downing, 2005).

#### **1.4. VIZUÁLIS KERESÉST BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK**

A vizuális keresési feladat során mérhető időt számos tényező befolyásolhatja. A feladat sikerességére és a keresés során használt stratégia kiválasztására hatással lehetnek az *ingermező jellemzői*, mint például a megtalálendő célinger és a zavaró ingerek számának aránya (Cameron et al., 2004); a *célingerek jellemzői*, vizuális tulajdonságaik (Wolfe, 2010; Su et al., 2014) vagy jelentésük (Hershler & Hochstein, 2005); a *keresés célja* (Navalpakkam & Itti, 2005; Castelhana et al., 2009) és a *megfigyelő jellemzői* is (Mogg & Bradley, 1998).

##### **1.4.1. INGEREK FIZIKAI JELLEMZŐI**

A szignáldetekciós elméleti alapján a jel-zaj aránynak szerepe van a feladatok során mért teljesítményben. Ennek megfelelően a résztvevők nagyobb eséllyel hagyják figyelmen kívül, illetve találják meg lassabban a célingert, ha nő a zavaró ingerek száma (Cameron et al., 2004). Ez az összefüggés azonban nem mindig mutatható ki a vizuális keresési feladatok során. Amennyiben a célinger egy jellemző tulajdonságában eltér a környezet

többi elemétől, a detektálandó inger kiugrónak tekinthető. Egy úgynevezett preattentív tulajdonság, mint a szín, a méret vagy a mozgás alapján elkülöníthető célinger használata esetén ezek, a tárgyak egészének vizsgálata nélkül, alkalmasak a figyelem irányítására, akár erre a jellemzőre vonatkozó instrukció nélkül is (Wolfe, 2010). Az ilyen keresési feladatokban a megoldásához szükséges időt nem befolyásolja a mező összetettsége (Huang & Pashler, 2005). Amennyiben a vizuális mező tartalmaz a célingertől független kiugró ingereket, a feladat során mért reakcióidő megnőhet, abban az esetben is, ha a kapott instrukció nem erre a kiugró tulajdonságra utal. Ez az eredmény szintén megerősíti kiugró jegyeknek a figyelem irányítására gyakorolt jelentős hatását (Wolfe, 2010). Abban az esetben viszont, ha célinger és a zavaró ingerek e tulajdonságának különbsége kevésbé jelentős (például csak árnyalatában térnek el), vagy azonos elemek különböző kombinációja határozza meg a keresési feladat célját, a keresési idő az ingerek számával arányosan nő (Su et al., 2014). Ezt a kísérleti elrendezést nevezzük konjunkciós keresési feladatnak (Treisman & Sato, 1990). Ez alapján két féle keresési stratégiát különíthetünk el egymásól. Egy koncentrált figyelmet igénylő, a keresési halmaz méretére érzékeny lassabb keresést, melyben az elemek vizuális jegyeinek összehasonlítása történik. Valamint egy gyors, automatikus, párhuzamos folyamatokból álló keresést, melynek alapja lehet szintén vizuális különbség, amennyiben az meghaladja a diszkriminációs küszöböt, és nem igényli több jellemző együttes fenntartását, de akár lehet magasabb szintű jellemző, az inger jelentése is (Hochstein & Ahissar, 2002).

#### 1.4.2. INGEREK JELENTÉSE

A célinger kiugróságát nem csak fizikai jellemzői határozzák meg. Az észlelés klasszikus elméletei alapján az ingerfeldolgozás hierarchikus. Már az egyszerű és komplex sejtek szintjén is megfigyelhető ez a felépítés, illetve a vizuális kéregben is az látható, hogy először az egyszerű fizikai tulajdonságok feldolgozása történik, később ezek integrációja és a jelentés értelmezése (Hochstein & Ahissar, 2002). Ez alapján érthető, hogy jól látható jellemzőikben (például színükben) eltérő ingerek megtalálása zajos környezetben is gyorsan megtörténik, míg, ha a jelentést, vagy több tulajdonságok kell egyszerre vizsgálni, a keresési idő megnőhet (Treisman & Gelade, 1980). A fordított hierarchia elmélete (Reverse Hierarchy Theory) alapján viszont a gyors észlelés nem csak vizuális jellemzők különbsége miatt lehetséges (Hochstein & Ahissar, 2002). Az elmélet szerint, bár a kezdeti szakaszokban hierarchikus rendben történik a feldolgozás, az információk



egy része nem éri el a tudatosság szintjét. Ezért explicit érzékelés csak akkor lehetséges, mikor, a kéreg aktivitásának köszönhetően a top-down információk alapján megkezdődik a szükséges jegyek értékelése, összehasonlítása. Az elmélet nem zárja ki tehát az észlelés kezdetén az egyszerűbb jegyek feldolgozását, de szükségesnek tartja azok kiegészítését, annak érdekében, hogy az azok alapján fontosnak tartott ingereket részletesebben lehessen vizsgálni, azok szerepét a feladat megoldásában meg lehessen erősíteni (Hochstein & Ahissar, 2002). A látás során ennek megfelelően két folyamat különíthető el, az alacsonyabb kérgi működéstől függő, fizikai tulajdonságokon alapuló, valamint a gyors, jelentésem alapuló, számos kérgi területet érintő feldolgozás. És mivel a magas szintű reprezentációk férhetők hozzá közvetlenül a tudat számára, ezért az ingerek kiugróságát nem csak a fizikai tulajdonság eredményezi, hanem ennél összetettebb jellemzők is. Az inger kiugróságát az ökológiai relevancia jobban magyarázza, mint a vizuális jellemzők, valamint a fizikai tulajdonságokon alapuló gyors elkülönítés is ezekre az ökológiai szempontokra vezethető vissza (Ahissar & Hochstein, 2004). A megfigyelő feladata a fontos ingerek észlelése, kiemelése a környezetből, ezért azok az ingerek, melyek relevanciájuk miatt elkülönülnek más információktól, szintén kiugróvá válhatnak, függetlenül fizikai jellemzőiktől. Érzelmi töltet, vagy bizonyos jelentés esetén is megfigyelhető, hogy a környezeti ingerek számának növekedését, nem követi egyenes arányban a keresés során mérhető idő. Jelentésük miatt kiugróvá váló ingerek például az emberi arcok. Arcokról készült képek akkor is kiugróak lehetnek egy vizuális keresési feladatban, ha perceptuális jegyeikben, mint a szín vagy a méret, hasonlóak a mező többi eleméhez (Hershler & Hochstein, 2005). Bár ez a hatás semleges arcok esetén is megfigyelhető, a rajtuk megjelenő érzelm is hatással lehet a keresési feladatra. Különböző érzelmek különböző mértékben befolyásolják a vizuális keresést, vagy más kognitív feladatokat (Becker et al., 2011; Lundqvist, Juth, et al., 2014).

#### 1.4.3. ÉRZELMI TÖLTET

A valencián alapuló elméletek szerint mérges, félelmet keltő arcok észlelése gyorsabb, mint boldog, nem fenyegető arcoké (Lundqvist, Juth, et al., 2014). Más vizsgálatokban azonban ezzel ellentétes hatást kaptak, a boldog arcokat nem csak a semlegeshez képest, de a fenyegetőhöz viszonyítva is gyorsabban találták meg. (Becker et al., 2011). Az eltérő eredmények háttérében gyakran a különböző kísérleti helyzet áll. A dühös arcok például kiugrónak tekinthetők, és a boldognál gyorsabban detektálhatók azokban a feladatokban,

ahol a kísérleti személy számára nem volt meghatározva a célingerem látható érzelm, a keresés célja csak a többi képtől eltérő inger keresése volt. Ha viszont meghatározták, hogy vidám, vagy dühös ingert kell megtalálni, a két érzelmet megjelenítő arc kifejezés észleléséhez szükséges időben nem volt kimutatható különbség (Savage et al., 2013). A feladat mellett az eltérő ingeranyag is okozhatja az eredményekben megjelenő különbségeket. Arcok esetén ugyanis az érzelmi töltet mellett beszélhetünk intenzitásbeli különbségekről is, mint például, hogy látszanak-e a fogak mosolygás közben (Langeslag et al., 2018). Ez a példa is jól mutatja, hogy a valenciában vagy az arousalben megjelenő különbségek gyakran nehezen választhatók el egyszerűbb vizuális hatásoktól, melyek szintén befolyásolják a figyelem elosztását.

Az érzelmi ingerek osztályozása több módon is történhet. A semleges ingerektől elkülöníthetjük azokat *arousal* vagy *valencia* mentén (van Steenbergen et al., 2011), az érzelmi ingereken belül pedig különbség tehető *szociális és biológiai* (Schimmack, 2005; Sakaki et al., 2012), ez utóbbi, a túlélés szempontjából releváns ingerek esetén pedig *evolúciós és modern* fenyegető ingerek között (Zsido et al., 2020). Így az emocionális tartalom figyelemre gyakorolt hatása is változhat, a kép egyes jellemzői alapján.

Mivel a valencia és az arousal szint között leírható egyfajta kapcsolat, a megfelelő ingeranyag kiválasztásával a két hatás egyszerre vizsgálható. A semleges képek többségében alacsonyabb arousal szinttel jellemezhetők, mint a pozitív vagy negatív valenciájú képek. Ezért azonos, magas arousal választ eredményező pozitív és negatív tartalmú és alacsony arousalú semleges képeket is tartalmazó kísérleti elrendezéssel, a három típusú inger bemutatása során mért eredmények összehasonlításával elkülöníthető a képek e két jellemzőjének hatása (van Steenbergen et al., 2011). Egyes vizsgálatok szerint az arousal nagyobb mértékben befolyásolja a vizuális keresési feladatban mért reakcióidőt, mint a valencia (Lundqvist, Bruce, et al., 2014). Az arousal elméletet alátámasztó vizsgálatok szerint a kép témájától függetlenül a kísérleti személyek tovább nézik az érzelmi töltetű képeket (Schimmack, 2005), ezek az ingerek kevésbé ignorálhatók (például Stroop feladatban), és erősebb választ eredményeznek perifériás mérések, mint a bőrellenállás vagy a szívritmus mérések alapján (Lang et al., 1993).

Az érzelmi töltet hatással van a képek feldolgozására a semleges ingerekhez képest (van Steenbergen et al., 2011), ugyanakkor az érzelmi töltetű képek között is különbség tehető. Pratto és John elmélete alapján a nemkívánatos, jólétet fenyegető ingerek kiértékelése, illetve a figyelmi vigilancia növekedése automatikusan történik (Pratto & John, 1991). Ez alapján csak a negatívan értékelt képeknél mutatható ki a figyelem

irányítására gyakorolt hatás, a negatív kategóriába tartozó ingereknél azonban automatikusan, a valencia mértékétől függetlenül megjelenik. Az éberség növekedése a kategóriától függ, nem pedig az inger negativitásának mértékétől. (Schimmack, 2005; Estes & Adelman, 2008).

Az evolúciós fenyegetés hipotézise (evolutionary threat hypothesis) szerint a figyelemre leginkább azoknak az ingereknek van hatása melyek evolúciós szempontból, a túlélés érdekében relevánsak. Tehát a biológiai tartalmú, fenyegető képek jobban befolyásolják a figyelem elosztását, mint a szociális, emocionális ingerek (Schimmack, 2005; Sakaki et al., 2012). Valenciában és arousal szintben illesztett ingerek esetén is megfigyelhető, hogy a biológiai ingerek jobban hatnak a figyelmi folyamatokra (Sakaki et al., 2012), illetve ennek megfelelően, környezeti ingerként bemutatva nagyobb mértékben rontják egy figyelmi feladat megoldását, mint a szociális ingerek (Zsido et al., 2020). Ezzel együtt azonban a fenyegető ingerek hatása nem korlátozódik evolúciós ingerekre, a túlélést fenyegető modern célingereknél is megfigyelhető a keresési idő csökkenése (Blanchette, 2006).

A kép relevanciájának, a fenyegetés mértékének megítélésében egyéni különbségek is megfigyelhetők, a képek tartalmának figyelemre gyakorolt hatásában szerepe van a személy tapasztalatának is. Az evolúciós szempontból releváns fenyegető, nagy ökológiai validitású ingerekre, mint amilyenek a kígyók, vagy pókok, már a preverbális csecsemők is gyorsabban reagálnak. Modern fenyegető ingerek esetén viszont, mint például az injekciós tű, csak olyan gyerekeknél figyelhető meg figyelmi válasz, akik korábban már találkoztak az adott ingerekkel, így tapasztalatuk van arról, hogy azok számukra veszélyforrások lehetnek (Sulikowski, 2012).

#### 1.4.4. EGYÉNI KÜLÖNBSÉGEK

A keresés sikerességét, a feladat megoldása közben használt stratégiákat az ingeranyag és a feladat mellett a kereső személy is befolyásolhatja. A fent bemutatott gyermekvizsgálat is jó példa arra, hogy a személy tapasztalata hogyan befolyásolhatja az inger észlelt relevanciáját, így a vizuális keresési feladatot is. Az érzelmi töltet, az inger fontosságának megítélésére a tapasztalat, a tartós és az aktuális hangulat is hatással lehet (Mogg et al., 2004; Pflugshaupt et al., 2005; Grubert et al., 2012).

A fenyegető ingerek észlelése a fent bemutatott evolúciós fenyegetés és a valencia elmélet alapján is gyorsabb, mint a semleges ingereké. Az azonban, hogy melyik inger, mennyire

tekinthető fenyegetőnek személyenként eltérő lehet. A kígyó a fűben hatás (Snake-in-the-Grass Effect) kimutatta, hogy az evolúciós félelemkeltő ingerek, mint a kígyó, vagy a pók észlelése, elkülönítése a környezettől gyorsabb és pontosabb, mint a semleges ingereké. Ugyanakkor a semleges ingerek kiszűrése a fenyegetők közül lassabb, mint, ha a keresési feladat csak azonos valenciájú, semleges ingereket tartalmazna (Ohman et al., 2000). A modell az evolúciós ingerek szerepét vizsgálja, azonban a keresésre, reakcióidőre gyakorolt hatást leginkább a fenyegetés észlelt mértéke határozza meg. Így evolúciós és modern fenyegető ingerek egyaránt megváltoztathatják egy keresési feladat eredményét (Fox et al., 2007). A keresési idő annak függvényében változik, hogy a személy a célingert, vagy a környezeti ingereket mennyire találja fenyegetőnek. Kígyó vagy pók fóbiával rendelkező személyeknél az evolúciós félelemkeltő és semleges ingerek észlelése közti különbség kifejezettebb, mint a kontroll csoportnál (Ohman et al., 2000). Szociális fóbia esetén pedig a boldog, semleges és a mérges arcokat használó vizsgálatokban jelenik meg a negatív, fenyegető ingerek gyors detektálása (Mogg et al., 2004; Eastwood et al., 2005). Hasonló hatás figyelhető meg a kontrollcsoportnál is, a szorongás mértéke szubklinikai mintán is összefüggést mutat a fenyegető és egyéb ingerek észleléséhez szükséges keresési idő különbségével (Mogg et al., 2004). Számos vizsgálat kimutatta a fóbiák, vagy a szorongás mértéke és a feladatban mért idő közti negatív kapcsolatot (Mathews & MacLeod, 1986; Mogg & Bradley, 1998), azonban az eredmények a használt módszer függvényében változhatnak, a szorongás együttjárhat a keresési idő növekedésével is (Miltner et al., 2004). Ennek oka, hogy a szorongás két folyamatot indít el, a vigilancia növekedését, és a fóbia tárgyának elkerülését. A két folyamat időben egymást követően jelenik meg. A fenyegető inger bemutatása automatikusan együtt jár az éberség növekedésével, ez után azonban - a megjelenő intenzív negatív érzelmek csökkentése érdekében - a klika szorongást mutató személyek rendszerint kerülni próbálják az ingerrel való találkozást (Pflugshaupt et al., 2005).

Az aktuális hangulat szintén hatással van a keresési feladatra. A vizuális keresésnél mérhető reakcióidő semleges ingerek használata esetén megváltozhat hangulatindukciót követően (Grubert et al., 2012). Pozitív vagy semleges hangulatban a negatívhoz viszonyítva eltérő mélységű feldolgozás, különböző letapogatási stratégia és keresési idő figyelhető meg. Jó hangulat esetén a figyelmi fókusz a vizuális mező nagyobb területeire és leginkább a felszíni tulajdonságokra terjed ki, így a kísérleti személyek gyorsabban megtalálják a célingereket, különösen akkor, ha azok kiugróak, lényeges

tulajdonságaikban elkülönülnek a környezet elemeitől. Negatív hangulat esetén ezzel szemben, kisebb területre kiterjedő, több dimenziót magába foglaló elemzés figyelhető meg, mely együtt járhat a megnövekedett keresési idővel. A megfigyelők aktuális hangulatukat gyakran feladatreleváns információként kezelik, egyfajta visszajelzésként, mely a feladat elvégzésének sikerére vagy nehézségére utal (Clore et al., 2001). Az általánosan használt keresési, letapogatási stratégiák rendszerint globális jegyekre terjednek ki (Navon, 1977). A pozitív hangulat azt az érzetet kelti a személyekben, hogy az általuk használt stratégia megfelelő a feladat sikeres megoldásához (Gasper & Clore, 2002). Amennyiben egy vizuális keresési feladat célja a teljes mező letapogatása, és egy, valamely jelentős tulajdonságában eltérő inger megtalálása, a pozitív hangulat, és az ezzel együtt megjelenő globális feldolgozás a reakcióidő csökkenését eredményezi a negatív hangulatban történő feladatmegoldáshoz képest. Ehhez hasonlóan a tartós hangulat is hatással van a figyelemre. Depresszió, vagy szorongás esetén gyakrabban figyelhető meg lokális feldolgozás, míg a globális feldolgozás mértéke csökken (Basso et al., 2004; de Fockert & Cooper, 2014).

A kognitív stílus, mint a kereső személy tartós jellemzője szintén hatással lehet a vizuális keresés sikerességére. A mezőfüggőség fogalma, mely Witkin nevéhez köthető, a személyek közti azon különbségre utal, ahogy a környezet ingereit észlelik és elkülönítik a kontextustól (Witkin, 1961). A mezőfüggő személyekre jobban hatással van a környezet, melyben az inger megjelenik, nehezebben vonatkoztatnak el attól, így számukra nagyobb problémát okoz az információ egyes jellemzőinek szelektív kezelése. Ezzel szemben a mezőfüggetlen személyek sikeresebben oldják meg azokat a feladatokat, melyben figyelmüket a vizuális mező egy bizonyos tulajdonságai felé kell irányítaniuk, mint például a vizuális keresésben (Guisande et al., 2007).

#### 1.4.5. JELZŐINGEREK

A környezetben megjelenő váratlan ingerek orientációs reakciót váltanak ki. Az orientációs reakció hozzásegíti a megfigyelőt az aktív, változó környezet elemeinek megismeréséhez (Sokolov, 1990). Az orientáció lehet nyílt, mint például a szem vagy fejmozgás, de ilyen jól megfigyelhető jelek nélkül is kialakulhat reakció, rejtett orientáció, mely mérhető többek között reakcióidő, vagy az észlelési küszöb vizsgálatával (Posner, 1980).

Kiváltott potenciál vizsgálatok is megerősítik Sokolov kétlépcsős modelljét, mely szerint, amennyiben az aktuális környezet és annak belső modellje között eltérés figyelhető meg, megkezdődik a különbséget okozó inger részletesebb feldolgozása (Kenemans et al., 1992).

Azok az ingerek tehát, melyek újak, vagy feltételezhetően fontosak, még akkor is, ha a megfigyelő eredeti céljától függetlenek, hatással vannak a figyelem elosztására, így a vizuális keresési feladatra is. Posner vizsgálata alapján egy jelzőingerral jelölt területen megjelenő inger észlelése gyorsabb, mint a nem jelölt helyen lévő célingereké (Posner & Cohen, 1984). A klasszikus eljárásban a kísérleti személyeknek a képernyő közepére fixálva reagálniuk kellett egy célinger megjelenésére. Amennyiben a képernyő jobb, vagy bal oldalán, a célinger lehetséges helyén, annak megjelenése előtt egy jelzőinger látható, a megjelölt oldallal azonos oldali ingerek esetén a kísérleti személyek reakciója gyorsabb. Ez akkor is megfigyelhető, ha az inkongruens helyzetek száma - tehát az olyan bemutatásoké, ahol a célinger és a jelzőinger különböző helyen jelenik meg - magas, annak ellenére, hogy ebben az esetben a jelzőingerek prediktív értéke alacsony (Posner & Cohen, 1984). A kísérletet azóta számos módon változtatták (Filoteo et al., 1997; Mossbridge et al., 2011). E vizsgálatok mindegyikének célja a jelzőingerek figyelemre gyakorolt hatásának megfigyelése volt. A jelzőingerek ezekben a vizsgálatokban két nagy csoportba oszthatók. Az *endogén jelek* térben nem egyeznek meg a célinger helyével, hanem valamilyen szimbólum, például egy nyíl segítségével utalnak arra. Ezzel szemben a téri vagy *exogén jelek* megjelenési helyével a célinger térben is megegyező. Ilyen jelzés lehet, például, ha a detektálandó ingerek két meghatározott területen (például négyzetben) jelenhetnek meg, és bemutatásuk előtt a területek színe megváltozik, vagy azokon valamilyen más, a célingertől eltérő szimbólum jelenik meg (Filoteo et al., 1997). Mivel az endogén jelek magukban hordoznak egy jelentést, melyet értelmezni kell ahhoz, hogy hatással legyenek a figyelem téri elosztására, ezek hatása a téri jegyekhez viszonyítva kevésbé meghatározó, illetve kevésbé tartós. Az endogén jelek más jelzésekkel könnyebben elfedhetőek és figyelmen kívül hagyhatók arra vonatkozó instrukciók esetén (Berger et al., 2005; Filoteo et al., 1997).

Figyelmi feladat, például detekció vagy vizuális keresés során bemutatott jelzőingerek nem csak a célinger helyére való utalással, vagy annak megjelölésével segíthetik a gyors feladatmegoldást. A korábban bemutatott kísérletekben információt adtak a célinger várható helyére vonatkozóan, de emellett kiugróvá is tehetnek ingereket. A való életben együtt megjelenő, különböző modalitású ingerek segítik a vizuális célinger észlelését

(Iordanescu et al., 2011). De jelentésükben, vagy tapasztalat alapján nem kapcsolódó ingerek esetén is megfigyelhető ez a hatás, amennyiben a célinger és a jelzőingerek valamely tulajdonsága megegyezik. Ez a kapcsolat figyelhető meg a térben azonos ingereknél is (Posner & Cohen, 1984), emellett a közös tulajdonság lehet például az ingerek gyakorisága (Driver & Spence, 2000), időbeli közelsége (Van Der Burg et al., 2008). Ha a feladat a ritkán megjelenő célingerek jelzése, azok kiszűrése a gyakrabban bemutatott zajok közül, a válaszadás gyorsabbá és pontosabbá tehető egy, a feladat közben adott megfelelő hangjelzéssel. Ha a detekciós feladat során kétféle akusztikus inger kerül bemutatása, melyeknek gyakorisága hasonló eloszlást mutat, mint a vizuális célinger és a zaj aránya, a célinger észlelését segíti, ha megjelenésével egyidőben hallható a ritkábban használt hangjelzés, akkor is, ha azok között sem a forrás helyében sem pedig jelentésükben nincs kapcsolat (Driver & Spence, 2000). A célinger megjelenésével egyszerre bemutatott hanginger pedig minden más kapcsolat hiányában is segíti a célinger detektálását. Egy vizsgálatban például egy folyamatosan változó vizuális mezőn kellett egy eseményt detektálni. Különböző irányú, véletlenszerű sorrendben és időközönként változó színű szakaszok közül, két előre meghatározott orientációjú inger valamelyikének színének változását kellett észrevenni. Egy annak megjelenését jelző akusztikus inger esetén gyorsabban találták meg a célingert, mint unimodális helyzetben, akkor is, ha a rövid hangjelzés nem utalt a célinger orientációjára, melyet válaszukban meg kellett határozniuk a résztvevőknek (Van Der Burg et al., 2008).

Összefoglalva azt mondhatjuk, hogy a bemutatásra került kísérletek alapján a jelzőingerek, amennyiben valamely releváns tulajdonságukban megegyeznek a célingerrel, hatással lehetnek a figyelem elosztására, illetve kongruens kondíció esetén segíthetik a feladatok megoldását.

### **1.5. SZEMMOZGÁS VIZSGÁLATA**

A vizuális keresési feladat során a reakcióidőn túl - a figyelmi folyamatok pontos mérése érdekében – fontos lehet a vizuális mező letapogatása során használt stratégia, illetve annak változásának elemzése az ingerek és a feladat függvényében. Ennek egy lehetséges módszere a szemmozgás rögzítése a célinger keresése közben. Mivel a releváns ingerek gyors megtalálása, és pontos felismerése a túlélést segítette, kialakultak olyan szemmozgás mintázatok, melyek összetett környezetben a keresés sikerét eredményezik (Najemnik & Geisler, 2005). Szemkövetés (eye-tracking) vizsgálat segítségével rögzíthető és elemezhető a fixációk sorrendje és ideje, a köztük lévő szakkádok hossza

tehát a tekintet útja egy kép vagy szöveg letapogatása során (Steklács, 2014). Egy hipotetikus letapogatási mintázattól, mely során a megfigyelő figyelembe venné a környezet, a célinger, a keresési célok és a megfigyelés során nyert tapasztalatok minden aspektusát, és ehhez alakítaná pillanatról-pillanatra a szemmozgását, a keresési feladatok során nyert valós eredmények csak kismértékben térnek el. A megfigyelők az ideális letapogatáshoz viszonyítva kevésbé változtatják a fixációkból származó információk hatására a későbbi stratégiákat (Najemnik & Geisler, 2005).

A feltételezett optimális letapogatási mintázat, és a vizuális keresés során megfigyelhető szemmozgások alapján is elmondható, hogy a használt stratégiákra hatással van vizuális mező összetettsége, a célinger fizikai jellemzői, annak láthatósága, környezettől való elkülöníthetősége (Najemnik & Geisler, 2005), ugyanakkor a feladattól független, egyénre jellemző mintázatok is megfigyelhetők. A másodpercenkénti átlagos szemmozgások száma alapján nyílt és rejtett keresési stratégiák különíthetők el (Boot et al., 2009). Konjunkciós keresési feladat során a nyílt, sok szemmozgást tartalmazó stratégia hatékonyabbnak bizonyul, a célinger gyorsabb megtalálását eredményezi. Amennyiben azonban a célinger kiugró, a szemmozgások száma, illetve a fixációs pontok közti váltás gyakorisága nem függ össze a feladat során mért teljesítménnyel. Annak ellenére, hogy a stratégiák hatékonysága befolyásolhatja a feladat megoldásának sikerességét, a nyílt és rejtett működés viszonylag tartósnak tekinthető, az aktuális keresési helyzettől független (Boot et al., 2009).

Szintén viszonylagos állandóság figyelhető meg a letapogatási irányokban (Amor et al., 2016). A megfigyelők olvasásszerű mintázatokat mutatnak a vizuális keresési feladatokban. A szemmozgások során rögzített szakkádok iránya két mutatóval jellemezhető. Egyrészt vizsgálható, hogy a vízszintessel, a vizuális mező horizontális síkjával milyen szöveget zárnak be, illetve, hogy a korábbi fixáció váltáshoz képest milyen irányú az elmozdulás. Ez alapján elmondható, hogy nem olvasási feladatban is a résztvevőknél leginkább a horizontális síkkal párhuzamos szakkádok figyelhetők meg. Ez azt jelenti, hogy 0 vagy 180 fokot bezáró elmozdulások, tehát vízszintesen, jobbra vagy balra (például a mező bal szélére) áthelyezett fixációk a leggyakoribbak. A szakkádok egymáshoz viszonyított értéke alapján szintén az látható, hogy egy szakkád iránya az azt megelőzőhöz gyakran nagyon hasonló. Ez alapján a szisztematikus, előre meghatározott stratégiát követő letapogatás nem csak olvasás, hanem vizuális keresés során is megfigyelhető (Amor et al., 2016).



Egy vizsgálatban, ha az ismétlések során hasonló vizuális jellemzőkkel rendelkező ingerek kerülnek bemutatásra, akkor a szemmozgások egyéb jellemzői - mint a fixációk hossza, és a fixációs pontok távolsága - szintén viszonylag állandóak. A megfigyelők az első ingerek tapasztalata alapján alakítják ki a letapogatási stratégiákat, melyeket tárolnak a memóriájukban majd előhívják és felhasználják a következő inger megjelenésekor (Over et al., 2007). Ez azonban csak akkor lehetséges, ha a célinger láthatósága, a mező összetettsége és az inger-zaj elkülönítés szempontjai, tehát a feladat nehézsége nem mutat nagy eltéréseket a próbák között. Ebből következik az is, hogy a keresési stratégiák viszonylagos állandósága ellenére a feladat során mért szemmozgás mintázat a vizuális mező összetettségének és a feladat típusának függvényében változhat. A vizuális mező összetettsége, az ingerek hasonlósága, tehát a keresés hatékonysága befolyásolhatja a szemmozgás idői és téri jegyeit is, a fixációk és a szakkádok hosszát. (Jacobs & O'Regan, 1987). Egyszerű feladat esetén gyors fixációk és nagy szakkádok jellemzik a megfigyelőt, míg egy hosszabb, nehezebb feladat megoldása során a fixációk időtartamának növekedése, és kisebb szakkádok rögzíthetők (Over et al., 2007). A két jellemző kontrollálása egymástól függetlenül történik, így nem szükséges, hogy a különböző vizuális mezők mindkettőben változást eredményezzenek. A szakkádok száma például nem változik, ha a megfigyelő és az inger távolsága nő (vagy abban az esetben, ha kisebb, kevésbé éles, kevésbé jól látható ingerek kerülnek bemutatásra). A szakkádok közti fixációk hossza nő ebben az esetben, így kompenzálva a beérkező információk hiányosságát. Más, szintén a láthatóságot nehezítő tényezők esetén, mint a sűrű ingermező, tehát az ingerek közti kis távolság (olvasás esetén a betűk távolsága), a megfigyelők a szakkádok méretének csökkentésével növelik az észlelés pontosságát. Ha pedig a célinger és a zaj hasonlósága nehezíti a keresést, mindkét paraméterben változás figyelhető meg az egyszerűbb feladatokhoz képest (Jacobs & O'Regan, 1987). Az észlelési tartomány, tehát az a terület, melyről egy fixáció alatt információkat gyűjtünk, szintén csökken abban az esetben, ha a célinger és a zavaró ingerek megjelenése egymáshoz nagyon hasonló, vagyis a zaj elkülönítése a jeltől nehezebb (Pomplun et al., 2001). Ennek az észlelési ablaknak, tehát annak a távolságnak a mérete, mely megadja, hogy a fixációs ponttól milyen messze lévő ingerek észlelhetők és azonosíthatók, nagyban függ a vizuális tényezőktől, például, hogy milyen messze van a megfigyelő és a megfigyelt inger, milyen nagyok az ingerek. Ugyanakkor a szemmozgások és a észlelési ablak között nincs tökéletes együttjárás, ami arra utal, hogy a fizikai jellemzőkön túl figyelmi, illetve akár nyelvi tényezők is befolyásolhatják a szemmozgást (Jacobs, 1986).

Kisebbségi észlelési tartomány figyelhető meg nehezebb feladatok esetén, mely jelentheti az ingerek hasonlóságát, a feladat típusát, vagy az ingerforrások számát is. Az vizuális terjedelemben változásában is jól látható a különbség például a vizuális keresés, tehát az egy képen történő keresés, és két kép összehasonlításával történő különbségkeresés, illetve az egyszerű (simple) és a multitask feladat között, függetlenül attól, hogy ez utóbbi mennyire összetett vizuálisan. A hatás akkor is megjelenik, ha a másodlagos feladat más modalitáshoz köthető és nem terheli a látórendszert (Pomplun et al., 2001).

A keresés célja, illetve - amennyiben rendelkezésre állnak - a top-down információk szintén befolyásolhatják a képek letapogatása során rögzített szemmozgás vizsgálatok eredményét (Navalpakkam & Itti, 2005). Számos vizsgálat alapszik Yarbus megfigyelésén, melyben kimutatta a különbséget a szabad és a célvezérelt letapogatási mintázatok között (Yarbus, 1967). A klasszikus vizsgálat egyetlen megfigyelő szemmozgását írja le, de eredményeit nagyobb mintán, precízebb műszerekkel többször megismételték. Yarbus eredményei részben alátámasztást nyertek. Egy kép vizsgálata előtt adott feladat valóban képes módosítani a személyre jellemző szemmozgás mintázatok egyes jellemzőit, mint a fixációk számát, hosszát, helyét és sorrendjét (Castelhano et al., 2009), de az így rögzített eredmények alapján nem lehet következtetni a keresés céljára (Greene et al., 2012).

## **1.6. MULTIMODÁLIS ÉSZLELÉS**

Az észlelési folyamatok klasszikus elméletei a szenzoros modalitásokat az inputok forrása alapján különítik el (Bertelson & de Gelder, 2004). Minden modalitás egyféle ingerre érzékeny, az alapján beszélhetünk látásról, hallásról, szaglásról, tapintásról vagy ízérzékelésről, hogy a megfigyelő a fényeket, a hangokat, a levegő molekuláit, a bőrét ért ingereket, vagy a szájüregbe került oldott anyagokat érzékeli. Bár természetesen igaz, hogy ha hanghullámok érik az arra érzékeny receptor sejteket, és azok feldolgozása megtörténik, akkor a megfigyelő hallani fog ingereket, tehát ilyen esetben hallás során megtörténik a hanghullámok szenzoros átalakítása, azonban már a 19. század első felében megkérdőjelezték, hogy csak ez a folyamat minden esetben magyarázza-e a modalitásonként eltérő érzetek kialakulását. A specifikus idegenergia tana szerint az észlelet modalitását az határozza meg, hogy az érző idegek mely agyterületeket ingerlik, az érzékszervi élmény attól ellenben független, hogy az idegeket milyen módon, milyen forrásból érik ingerek (Berrios, 2005; Finger & Wade, 2002). Esettanulmányok (Mocellin et al., 2006), agyi elektromos ingerléses vizsgálatok is alátámasztják, hogy az érzet

független lehet az ingertől. Egy adott modalitású élmény kialakulhat akár az észleletet a klasszikus elméletek szerint kiváltó inger hiányában is, tehát például hallás élménye akusztikus input nélkül (Moseley et al., 2016). Az occipitális kéreg elektromos ingerlése a látás élményéhez vezet, a látott kép jellemzői pedig az ingerelt terület feladatától függően lehetnek egyszerű formák, színek, de akár összetettebb, mozgást megjelenítő illúziók is (Lee et al., 2000; Richer et al., 1991). Specifikus inger bemutatása és elektromos ingerlés nélkül is létrejöhetnek különböző modalitású észleletek. Skizofréniánál, bipoláris zavarnál is gyakran kialakulnak akusztikus hallucinációk (Brunelin et al., 2012). Ilyen élmények akár pszichiátriai diagnózis nélkül is megjelenhetnek. Ennek oka elektromos aktivitás olyan agyterületen, mint a bal féltekei superior temporális gyrus (Moseley et al., 2016), mely terület a magasabb rendű, asszociatív hallókéreg része, a beszédészlelésért, a hangsúly, artikuláció és a jelentés feldolgozásáért felelős (Yi et al., 2019).

Az észlelt élményt tehát a neurális aktivitás határozza meg, mely származhat közvetlen ingerlésből, vagy az észlelés klasszikus elméleteinek megfelelően a megfigyelőt érő ingerekből. Ezek a különböző tulajdonságú ingerek jelenlétükre specifikusan reagáló receptorokat ingerelnek, majd innen kiindulva különböző pályákon jutnak el a feldolgozásukért felelős agyterületekhez. E területek aktivitása - függetlenül attól, hogy a folyamatot egy fizikai inger, vagy agyi stimuláció indította el - specifikus érzékszervi élmények kialakulásához vezet (Finger & Wade, 2002), melyek egymástól jól elkülöníthető modalitásokhoz kapcsolódnak, így elkülöníthetőek például a látott és hallott információk (Bertelson & de Gelder, 2004).

Mindennapjaink során azonban nem egymástól elszeparált, monomodális ingerek érik a megfigyelőt, így a környezet pontos megismeréséhez szükség van a specifikus agyterületek által feldolgozott információk, tehát az ingerek egyes jellemzőinek, valamint a különböző modalitások ingereinek integrálására. Ennek az illesztési folyamatnak köszönhetően az input egyes részei egy egységes észlelet alkotnak, egy új reprezentációt alakítanak ki a tárgy azonos érzékszervi forrásból származó (mint a szín, alak), és más modalitású (textúra, keménység, szag) elemeiből (Mudrik et al., 2014). Mivel minden érzékszerv az információ csak bizonyos aspektusát képes feldolgozni, és azokat is csak bizonyos körülmények között, ezért a környezet pontos feltérképezését segíti a különböző modalitások egységként való észlelése, sőt egyes esetekben az azonosításhoz elengedhetetlen, hogy egy szenzoros rendszer pótolja a másik hiányosságait. Például a téri jegyek észlelése, melyhez alapvetően elegendő csak a vizuális rendszer, pusztán látás

segítségével csak megfelelő fényviszonyok között lehetséges. Sötétben, vagy perifériára érkező ingerek esetén azonban ezt a folyamatot segítheti a hallott információ, a pontos detektálás ilyen esetekben más modalitásból származó jegyek nélkül nem lehetséges (Bulkin & Groh, 2006). A modalitások közti integráció tehát jelentős szerepet játszik az ingerek pontos detektálásában. Fontosságát mutatja, hogy evolúciós környezetben a modalitásokat összekötő egységes információ a túlélést is segítette, mely bizonyítható a túlélés szempontjából releváns, és azt nem befolyásoló ingerek integrációjának vizsgálatával. A távolság észlelését a megfigyelő és egy tárgy között például bizonyos kondíciók esetén nagymértékben befolyásolhatja az ingerbemutatás közben hallható hang. Statikus vizuális inger bemutatása esetén is igaz, hogy fenyegető, egyre hangosodó hang hatására az inger fizikai tulajdonságaihoz képest az észlelet nagyobb és fényesebb. Ezek a jellemzők monomodális megfigyelés esetén a tárgy közelségére utaltak. Az erősödő hang tehát megváltoztatta az észlelt távolságot a megfigyelő és az inger között, halkuló vagy statikus hang azonban nem befolyásolta azt (Sutherland et al., 2014). Ez az integráció tehát csak akkor alakult ki, ha a bimodális bemutatás hatására nőtt az inger észlelt fontossága, közeledő ingerek pontos felmérése ugyanis a túlélés szempontjából jelentősebb, mint a személytől távolabb lévő vagy távolodó ingereké.

#### 1.6.1. A MULTIMODÁLIS ÉSZLELÉS IDEGI ALAPJAI

Az uni- és bimodális észlelés kezdetben azonos módon történik (Hommel & Zmigrod, 2013), ugyanazok a receptorok reagálnak például egy adott hullámhosszú fényre, ha azok hangokkal együtt kerülnek bemutatásra, mint más modalitást nem tartalmazó helyzetben. A látás esetén jól megfigyelhető a fent leírt integrációs folyamat, kezdetben a fizikai jellemzők feldolgozása, majd ezek közös, jelentéssel bíró észleletté történő integrálása (Goebel et al., 2011). A receptorok szintjén ingerspecifikusság jellemzi a látás folyamatát, különböző fotoreceptorokból vezethető el aktivitás annak függvényében, hogy a retinát milyen hullámhosszú fény éri. Gyenge fényenél, rossz látási körülmények között a pálcikák indítják el a látás folyamatát, míg megfelelő fényviszonyok között a különböző hullámhosszokra szelektíven reagáló csapok segítségével érzékeljük a színeket (Macleod, 1972). Ezt követően már a retinán is megfigyelhető a konvergencia, a különböző receptorokból származó információk összesítése, majd a látórendszer későbbi szakaszaiban is jelenlévő szelektív működés és integráció következtében válik lehetővé a látott ingerek csoportosítása, azonosítása (Goebel et al., 2011). Bi- vagy multimodális

észlelésnél hasonló folyamat játszódik le a perceptuális jegyek és a jelentés feldolgozása érdekében. Audio-vizuális ingerek esetén a retinális receptorsejtek és a fül receptorai, szőrsejtjei kezdik meg az információk impulzussá alakítását. A modalitások közti integráció ezt követően az úgynevezett multiszenzoros sejtekben történik, melyek receptív mezője különböző ingerekre érzékeny. Ezek a sejtek lehetnek bimodálisak, de akár három modalitás integrálására alkalmasak is (Alais & Burr, 2004). Ezekben a sejtekben unimodális inger esetén is megfigyelhető aktivitás, ugyanakkor időben és vagy térben kongruens különböző modalitások esetén aktivitás növekedés, míg késleltetve, vagy különböző helyen bemutatott ingerek esetén csökkenés alakul ki (Alais & Burr, 2004; Lewald et al., 2001). Az idegsejtek, melyek különböző modalitású receptoroktól kapnak bemenetet, több pontján is megtalálhatók az agynak. Ezek közül az egyik leggyakrabban vizsgált bimodális sejt (és ezzel együtt az egyik legtöbbet kutatott integráció) az akusztikus és vizuális ingerekre reagáló colliculus superior (Lewald et al., 2001). Ennek a közepagy-i régióknak nagy szerepe van a vizuális információk észlelésében, lokalizációjában és az orientáció kialakításában, a fejmozgás irányításában (Gharaei et al., 2020; Stein & Rowland, 2020), ugyanakkor aktivitása nagyobb multiszenzoros ingerek esetén, így segítségével pontosabban feltérképezhetőek a csak látással nehezen vizsgálható területek. A periféria érkező vizuális, és a látótéren kívül eső forrású akusztikus ingerek is aktivitást váltanak ki a colliculus superiorban – annak kaudális részén – ezzel kiváltva az orientációs mozgásokat (Stein & Rowland, 2020), melynek következtében az inger a későbbiekben a látórendszer segítségével is részletesebben feldolgozható.

A bi- vagy multimodális ingerbemutatás nem csak az észlelést segíti elő, hatással van a tárgyazonosításra is. Például a laterális occipitális cortex (LOC), mely a tárgyazonosításért felelős, aktivitást mutat akusztikus ingerek esetén is, illetve olyan haptikus inputok esetén is, melyek szintén a tárgyak azonosítását segítik, szemben az olyan információkkal, mint például a haptikus textúra azonosítás (Shams & Kim, 2010). Így a bi- és multimodális sejteknek köszönhetően a megfelelő körülmények között megjelenő, különböző forrásból származó információk feldolgozása az unimodális helyzethez képest gyorsabb, pontosabb, a célingerek alacsonyabb küszöbértékkel észlelhetők, illetve azok azonosítása is könnyebb.

## 1.7. AZ INTEGRÁCIÓ FELTÉTELEI

Különböző modalitásból származó információk egy eseményhez kapcsolása gyakran automatikusan történik, akár olyan esetben is, ha az egyik modalitásból származó inger figyelmen kívül hagyására szólítják fel a megfigyelőt (Mossbridge et al., 2011). Ennek ellenére nem jelenik meg bármely két inger esetén, számos tényező befolyásolja, hogy kialakul-e az integráció.

### 1.7.1. TÉRI ÉS IDŐI FELTÉTELEK

Mivel a környezetben egy forráshoz tartozó információk megjelenése időben egyszerre történik, ezért az integrációnak fontos feltétele az időzítés. Kísérletek tanúsága alapján a megfigyelők akkor kapcsolnak legnagyobb eséllyel egy akusztikus és egy vizuális ingert azonos forráshoz, ha azok bemutatása időben egyszerre történik, vagy a képi ingerlés kismértékben megelőzi a vizsgálat során bemutatott hangot (Lewald et al., 2001; Vroomen & Keetels, 2010; Recanzone, 2009). Az integráció valószínűsége tehát függ az idői különbségtől és a sorrendtől is. 50 ms időkülönbséggel még a résztvevők több, mint 80% úgy gondolta, hogy a két inger egyszerre lett bemutatva, 100 ms különbség esetén, olyan elrendezésben, ahol a kép megelőzte a hangot ez az arány 60% volt, tehát a résztvevők többségénél még mindig létrejött az integráció. Amennyiben azonban az akusztikus inger bemutatását követte a vizuális inger (ugyanúgy 100 ms-mal), szignifikánsan kevesebb résztvevő, a minta kevesebb, mint fele gondolta úgy, hogy a két inger azonos modalitásból származik (Recanzone, 2009). Ennek oka, hogy a való életben egyszerre megjelenő, különböző modalitású információk terjedési sebessége eltérő, ezért azok valójában nem egyszerre érik el az észlelőt. Ezért feltételezhető, hogy egy rövid idői ablakban megjelenő ingereket az észlelés során az agy rugalmasan tud kezelni, hozzávetőleg 100 ms-os idői különbséget figyelmen kívül képes hagyni, illetve annak ellenére az információkat egy eseményhez tudja kötni (Lewald et al., 2001; Vroomen & Keetels, 2010). Az ingerek integrációját, illetve szeparálhatóságát tehát sorrendjük, és a köztük lévő idő nagymértékben befolyásolja. A mindennapi tapasztalatoknak megfelelő egyidejű bemutatás, illetve az az elrendezés, melynek köszönhetően az ingerek feldolgozása egyszerre kezdődik meg, növeli az ingerek összekapcsolásának valószínűségét, akár kis idői vagy téri különbségek esetén is (Lewald et al., 2001). Mivel a fény gyorsabban terjed, mint a hang, az egyszerre történő bemutatás esetén (mely megfelel a valós, azonos forrású ingereknek) a fény előbb éri el az észlelőt, illetve

egyidőben kezdődik meg a feldolgozás, ha a lassabban terjedő akusztikus inger bemutatása megelőzi a vizuális ingerét. Az ingerek feldolgozási sebessége ezzel szemben éppen fordított, a vizuális információké lassabb (Vroomen & Keetels, 2010). Figyelembe véve a terjedéshez és a feldolgozáshoz szükséges időkülönbségeket, a különböző modalitású információk feldolgozása az elsődleges szenzoros területeken akkor történik egyszerre, ha a megfigyelő és az ingerforrások között nagyjából 12 méteres különbség van (Pöppel, 1997). Azonban az ettől a távolságtól eltérő helyről érkező, az úgynevezett egyidejűségi horizonton kívül eső tárgyak esetén is képesek vagyunk integrálni az információkat, mely szintén bizonyítja a folyamat rugalmasságát a bi- és multimodális ingerek bemutatása során (Vroomen & Keetels, 2010).

Mivel az időkülönbségek kompenzálhatók (Lewald et al., 2001; Vroomen & Keetels, 2010), ezért az integráció kialakulásában az inger és a megfigyelő távolsága kevésbé jelentős, ennél sokkal fontosabb a különböző modalitású ingerek forrásának téri egyezése. Az egyidejűség megítélésében – melynek fontos szerepe van az integrációban - a megfigyelők döntését befolyásolja, hogy a hang és a kép térben azonos forrásból származik-e, illetve, hogy mekkora különbség van köztük. Nagyobb eséllyel tulajdonítunk két eseményt egyidőben megjelenőnek, amennyiben azok forrása térben megegyezik. A két modalitás bemutatásának helyében lévő különbség növekedése pedig együtt jár az egy eseménybe integrálás valószínűségének csökkenésével (Zampini et al., 2005).

Az ingerbemutatás idői és téri jellemzői együttesen fejtik ki hatásukat (Vroomen & Keetels, 2010). A fent leírtaknak megfelelően elmondható, hogy minél kisebb az idői vagy téri különbség, annál nagyobb a valószínűsége annak, hogy a megfigyelő egy összetett eseményként értelmezi a bemutatott ingereket. Illetve az egyik faktorban való egyezés (vagy kisebb különbség) csökkenti a másik faktorban az észlelt különbséget. Azonos időben bemutatott különböző modalitások térben azonos forrásból származó ingerekként reprezentálódnak (Lewald et al., 2001), illetve térben átfedő ingerek esetén kisebb az észlelt idői különbség (Zampini et al., 2005) és annak a valószínűsége, hogy a megfigyelők aszinkron ingerlésről számolnak be. Így az egyik jellemzőben való egyezés jelentős szerepet játszik az észlelésben, akkor is, ha a megfigyelők feladata éppen a másik jellemző értékelése. Összességében, vizsgálatok alapján úgy tűnik, hogy az akusztikus és vizuális modalitás integrálásához szükséges, hogy az ingerek egy szűk idői-téri ablakban jelenjenek meg, melynek idői határa nagyjából 100 ms, míg a téri  $3^\circ$  (Lewald et al., 2001). Az egyik jellemzőben, ezeken a kereteken belüli kisebb eltéréseket kompenzálja a másik

jellemző egyezése miatt észlelt szinkronicitás, valamint a fény és hangingerek terjedési és feldolgozási sebessége miatt kialakult érzékeltlenség a kis különbségekkel szemben (Vroomen & Keetels, 2010). Ez az integráció, ahogy az már korábban is bemutatásra került, segítheti az ingerek gyors és pontos észlelését, azonban, többek között emiatt a kompenzációs mechanizmus miatt, illúziók kialakulásához is vezethet.

### 1.7.2. TUDATOSSÁG

Széli helyzetben megjelenő akusztikus ingerek észlelt helyét a velük egy időben megjelenő képi információ a vizuális modalitás irányába torzíthatja (tehát növelheti vagy csökkentheti az észlelt távolságot a középponttól), akkor is, ha a megfigyelőket az akusztikus inger megítélésére kérték. Ez a hatás azonban idői aszinkronitás esetén eltűnik (Bertelson & Aschersleben, 1998). A két kondícióban csupán az idői jellemzők térnek el egymástól, a vizuális ingerekre vonatkozó instrukció, annak várható szerepe a feladat megoldásában azonos. Ennek ellenére változik az egy eseményhez való kapcsolás valószínűsége. Ez a példa is mutatja, hogy megfelelő idői és téri feltételek mellett a modalitásközi integráció akkor is létrejöhethet, ha az ingerek illesztése nem feladata a résztvevőknek. Ez a kapcsolat ráadásul akkor is kialakul, ha a kísérleti személyek tájékoztatást kapnak arról, hogy a vizsgálat során egy másodlagos modalitás is észlelhető lesz, az azonban független a feladattól, nem hordoz többletinformációt, így a feladat megoldásához célszerű azokat figyelmen kívül hagyni. Ilyen körülmények között is megfigyelhető, hogy emelkedő hangsorok esetén a résztvevők nagyobb figyelmet szenteltek a vizuális mező felső részének, míg ereszkedő hangsor bemutatása mellett hamarabb észlelték a vizuális mező alján megjelenő ingereket. A megfigyelők az akusztikus ingerek által hordozott, térre vonatkozó információkat automatikusan felhasználták a vizuális keresés során (Mossbridge et al., 2011). A másodlagos modalitás hatása a figyelmi feladatokra nem csak a vizuális mező valamely pontjának kiemelésével lehetséges. Ha a résztvevők feladata egy - hasonló hangzású ingerek között megjelenő - ritkán hallható szótag jelzése, bimodális kondícióban, ahol a szótag kiejtése közben látható szájmozgás is bemutatásra kerül, nem csak a reakcióidő csökken, de az elvárás negatívát is nő (Winkler et al., 2009). Ez alapján, ha két modalitás azonos információkat hordoz, közös forráshoz köthető, akkor a megfigyelők gyorsabban detektálják a bimodális célingert, akkor is, ha a feladatban kapott instrukció alapján csak az egyik modalitásra kell figyelniük. Elmondható tehát, hogy sem a modalitások integrálásához, sem pedig a



figyelem irányításához nem kell tudatosság vagy szándék azok illesztésére. Emellett az integráció akkor is létrejöhet, ha nem csak a két inger kapcsolata nem szándékolt, de olyan esetben is, ha valamelyik inger nem tudatosul (Dufour et al., 2008; Faivre et al., 2014). Szubliminális ingerek bemutatásakor egységes audio-vizuális észlelet nem alakulhat ki, hiszen a résztvevők csak egy ingerforrásról tudnak beszámolni, ugyanakkor ilyen esetben is megfigyelhető az ingerfeldolgozás megváltozása, a másodlagos modalitás hatása az figyelmi és észlelési folyamatokra. Ha például a feladat egy szupraliminális vizuális inger értelmezése, annak megítélése, hogy két vizuális inger egymás mögött elhaladt, vagy ütközött, a kísérlet során szubliminálisan bemutatott akusztikus ingerek növelték annak az esélyét, hogy a résztvevők ütközésről számolnak be. A vizuális inger, két, helyüket, és mozgásuk irányát leszámítva azonos megjelenésű kör alakú inger volt, melyek a képernyő két ellentétes oldaláról, vagy sarkából a képernyő közepe felé tartottak, a képernyő közepén egymás takarásába kerültek, majd a megkezdett egyenes mentén folytatták mozgásukat a képernyő átellenes részébe. Így a vizuális információ, egymás előtt elhaladásként, és ütközés következtében történő visszapattanásként, irányváltásként egyaránt értelmezhető. Az akusztikus ingerek azonban, annak ellenére, hogy a résztvevők annak bemutatásáról nem tudtak beszámolni, azt a jelentést erősítették meg, mely a való életben is hanghatással jár. Nagyobb százalékban számoltak be arról, hogy két, egymással ütköző korongot láttak, mint abban az esetben, ha a hanginger nem került bemutatásra (Dufour et al., 2008). Hasonló hatás fordítva is megfigyelhető. Nem csak az észlelési küszöb alatt bemutatott akusztikus inger lehet hatással a vizuális információ feldolgozására, de szubliminális képek is integrálhatók szupraliminális hangokkal, sőt, a kísérleti személyek olyan helyzetben is tudtak döntést hozni az audio-vizuális kongruenciáról vagy inkongruenciáról, ha mindkét inger bemutatása szubliminálisan, vagy maszkolva történt (Faivre et al., 2014). Ezek alapján elmondható, hogy két inger összekapcsolásához, az észlelés megváltozásához nem szükséges tudatos erőfeszítés, illetve, hogy az egyik (például akusztikus) rendszer aktivitása akkor is hatással lehet egy másik (például vizuális) rendszerre, ha nem mindkét modalitás esetén jelenik meg tudatos észlelés. Ugyanakkor ez nem jelenti azt, hogy a tudatosságnak nincs szerepe az integráció sikerességében. Faivre és munkatársai vizsgálatában a két szubliminális ingert tartalmazó kísérleti helyzetben a bimodális kapcsolat akkor alakult ki, ha előtte a résztvevők egy tudatos kísérleti fázisban vettek részt, tehát szupraliminális ingerekkel korábban több alkalommal megoldották a feladatot. Amennyiben a tudatos és a szubliminális kondíciók

sorrendjét felcserélték, az integráció az első, küszöb alatti ingereket bemutató kondícióban nem volt megfigyelhető (Faivre et al., 2014).

Az észlelhető ingerek megléte vagy hiánya önmagában nem elegendő annak meghatározásához, hogy kialakul-e az integráció. Ebben nagy szerepe van a feladat összetettségének is (Palmer & Ramsey, 2012). Valamint különbség figyelhető meg annak függvényében is, hogy a bimodális helyzet milyen módon hat a feladatra. A megoldást segítheti a figyelem irányítása (például a tér bizonyos pontjára) egy másodlagos modalitás használatával (Mossbridge et al., 2011), más esetekben pedig a feladathoz látszólag nem kapcsolódó modalitás úgy egyszerűsíti a válaszadást, hogy egyértelműbbé válik a bemutatott információ (Dufour et al., 2008; Winkler et al., 2009). Ekkor a válasz meghozatala azért egyszerűbb, mert a két inger közös forráshoz kapcsolható, a hiányos információk más forrásból kiegészíthetők vagy kialakítható egy közös jelentés az ingerek integrálásával. Azokban a vizsgálatokban, ahol az ingerek jelentését kell meghatározni a tudatosság szerepére vonatkozó eredmények nem egyértelműek. Szubliminális inger irányba is történhet torzítás, de más esetekben ez a hatás csak látható és hallható ingereknél jelenik meg (Palmer & Ramsey, 2012). Ezeknél a feladatoknál is elmondható azonban, hogy az ingerek feladatban való szerepéről betöltött információ és tudatos törekvés a modalitások összekapcsolására nem feltétlenül szükséges a másodlagos ingerek hatásának megjelenéséhez.

### 1.7.3. TANULÁS

A tanulás szerepe hasonlóan érvényesül az integrációban, mint a tudatosságé. Egyes kutatások alapján a tanulás segíti az ingerek összekapcsolását, a bennük rejlő információk egymáshoz igazítását, sőt a köztük lévő kapcsolat gyakorlása akár feltétele is lehet az integráció kialakulásának (Iordanescu et al., 2011). Ugyanakkor csecsemőkkel végzett megfigyelések tanúsága szerint a modalitások közti megfeleltetés, a bi-vagy multimodális reprezentáció kialakítása tanulás nélkül is létrejöhet (Meltzoff & Borton, 1979).

A modalitások közti integráció csecsemőkori leírása korán megjelent a pszichológia történetében, de körültekintő vizsgálatok hiányában gyakran egymással össze nem egyeztethető elméletek mutatták be a modalitások közti illesztés fejlődését (Pick et al., 1967). Montessori, Berkeley és a Moszkvai Pszichológiai Intézetben folyó kutatások a tapintásnak a vizuális információfeldolgozás fejlődésében betöltött szerepével foglalkoztak. Elméletüket azonban, mely szerint a tapintás tanítja a látást, kísérleti

eredmények nem tudták megerősíteni. Inkongruens vizuális és taktilis ingereket bemutató vizsgálatok esetén többnyire az figyelhető meg, hogy az észlelő a látott információk irányába torzítja az észlelést (McGurk & Power, 1980), és életkortól függetlenül a látott információk diszkriminációja pontosabb, mint a tapintás (Pick et al., 1967). Az azonban már a klasszikus vizsgálatokban is megfigyelhető, hogy az azonos forrásból származó, különböző inputok integrálása segíti a környezet megismerését. A csecsemők valóban képesek az ingerek modalitásközi azonosítására, a tapintott tárgyak felismerésére látás alapján. Meltzoff és Borton kimutatták, hogy a csecsemők felismerték azt a cumit, amit korábban csak tapintással tudtak megvizsgálni (Meltzoff & Borton, 1979). Vizsgálatukban kétféle, egy érdes és egy sima felszínű cumit adtak egy hónapnál fiatalabb csecsemőknek, majd azok képét mutatták nekik. Függetlenül attól, hogy a gyermekek melyik cumit használták korábban, tovább nézték az annak megfelelő képet, ami arra utal, hogy nem a vizuális összetettség alapján választották valamelyik képet, hanem felismerték a taktilis információk vizuális megjelenítését. Ezek alapján már az egy hónapnál fiatalabb csecsemők is képesek voltak egy tárgy megtapasztalt jellemzőinek felismerésére egy másik modalitású bemutatás segítségével is, tehát összekapcsolták, és egy forráshoz kötötték a vizuális és taktilis információkat.

Annak ellenére, hogy a korai elméletek nagy szerepet tulajdonítottak a tapintásnak és a látásnak (Pick et al., 1967), az integrálás nem csak e két modalitás között alakulhat ki. Karen Wynn módszerén alapuló vizsgálatokban például kapcsolat figyelhető meg a vizuális és akusztikus forrásból származó ingerek észlelése között (Kobayashi et al., 2004; Kobayashi et al., 2005). A kutatás eredeti célja a csecsemők számfogalmának vizsgálata volt, ugyanakkor a vizsgálati helyzet kismértékű módosításával bizonyítható az intermodális észlelés is. Az eredeti vizsgálat alapján fél évesnél fiatalabb gyermekek is képesek alapvető matematikai fogalmak megértésére (mint az összeadás, kivonás) és műveletek elvégzésére négyénél kisebb mennyiségek esetén. Erre utal, hogy a kísérletben meglepőnek találták azokat a helyzeteket, melyek nem feleltek meg egyszerű matematikai műveleteknek. A gyermekek egy játékfigurát láttak, melyet később egy paravánnal eltakartak. Ha jól láthatóan a paraván mögé helyeztek még egy figurát, a vizsgálatban résztvevők - reakcióik alapján - arra számítottak, hogy a paraván eltűnésekor 2 figurát fognak látni. Ugyanez az eredmény volt megfigyelhető, ha nem növelték, hanem csökkentették a játékok számát. A különböző reakció a lehetséges és lehetetlen helyzetekre akkor volt megfigyelhető, ha a vizsgálat során használt figurák száma maximum 4 volt (Wynn, 1992). A kísérlet módosításával az is kimutatható volt, hogy a

gyermek nem csak a számosságra érzékeny, de megértik a különböző modalitások feladatban betöltött szerepét, és azok számát is képesek összegezni. Wynn vizsgálatához hasonlóan adott számú figurát mutattak be a gyerekeknek, melyeket egy időre eltakartak. Ezt követően azonban nem vizuális úton jelezték a játékok számának változását. A résztvevők nem látták, ahogy a paraván mögé tesznek, vagy onnan kivesznek figurákat, hanem különböző számú hangjelzést hallottak. A paraván eltűnését követő válaszokat elemezve úgy tűnik, hogy a 5-6 hónapos csecsemők képesek egymásnak megfeleltetni, egy eseményhez kapcsolni az akusztikus és vizuális jelzéseket, és az egyik (például vizuális) modalitás hiányában, a másik (például akusztikus) modalitás információit felhasználva képesek a szituációkat értelmezni. Két, paraván mögé helyezett figura majd egy hangjelzés bemutatását követően például meglepődtek, ha a paraván eltűnését követően nem egy (kivonásos kondíció) vagy három (összeadásos kondíció) játékfigurát láttak. A kísérlet alapján a hang és a kép megfelelő tulajdonságát, azok számosságát használták fel a feladat során (Kobayashi et al., 2004). Akkor is jól párosították a mennyiségeket, ha a hangingerek bemutatásának összesített hossza két és három inger esetén (a hangok közti szünet növelésének vagy csökkentésének köszönhetően) azonos volt (Kobayashi et al., 2005). Tehát azon kívül, hogy integrálták a két modalitást, annak lényeges tulajdonságát vették csak figyelembe, míg a feladat szempontjából irreleváns részletek (például a bemutatás hosszának) változtatása nem volt jelentős hatással az eredményekre.

A multimodális integráció magában foglalja a figyelem irányítását egy (akár a feladathoz nem köthető) másodlagos modalitással, valamint a két információ egy eseményhez való kapcsolását, annak értelmezését minden bejövő inger fényében (Palmer & Ramsey, 2012). Ez utóbbi gyermekkori megjelenését jól példázzák a fent bemutatott vizsgálatok. Emellett a bi vagy multimodális ingerbemutatás figyelemre gyakorolt hatása szintén megfigyelhető már gyermekkorban is. 8-11 hónapos gyermekek képesek megérteni más modalitásból származó jelzőingerek szerepét, és tekintetüket azoknak megfelelően a célinger várható helyére irányítani. Egy vizsgálatban a csecsemők feladat a vizuális inger takarás mögötti mozgásának bejósolása volt, vagyis annak a helynek a meghatározása, amelyen feltételezhetően meg fog jelenni a célinger (ter Schure et al., 2014). Ehhez kétfél jelzést kaptak. Vizuális jelzés esetén a mozgó inger alakja hordozott információt, míg akusztikus jelzések esetén eltérő hang tartozott a balra és jobbra mozgó ingerekhez. Szemkövetés vizsgálat eredményei alapján, bár a csak vizuális unimodális helyzeteket a csecsemők gyorsabban megértették, a tanulási folyamatot követően a két jelzőingert

egyszerre tartalmazó bimodális kondícióban pontosabban tudták előre jelezni a vizuális inger mozgását. Ez a vizsgálat nem bizonyítja az automatikus integráció veleszületettségét, csak az összekapcsolásra való képesség korai megjelenését.

Csecsemő és kisgyermek vizsgálatok alapján úgy tűnik, hogy az integráció automatikusan, tanulás nélkül is megjelenhet (Meltzoff & Borton, 1979; Kobayashi et al., 2004), de már a legutóbb idézett vizsgálatban is látható a gyakorlás szerepe. A multimodális integrációra emellett hatással lehet az érés (Hugenschmidt et al., 2009; Mahoney et al., 2012) és a tanulás is (Herholz & Zatorre, 2012). Előbbi hatása nem csak gyerekek és felnőttek összehasonlításával figyelhető meg, de eltérő korú felnőtteknél is más lehet az uni- és bimodális helyzetek különbsége. Idősebb személyeknél nagyobb előnyt jelent a bi- vagy multimodális ingerbemutató, mint fiatal felnőtteknél, annak ellenére, hogy reakcióideje mindkét csoportnak csökken abban az esetben, ha az információt két különböző modalitású inger egyidőben mutatja be (de Dieuleveult et al., 2017; Laurienti et al., 2006)

Felnőtteknél és gyermekeknél is egyaránt megfigyelhető a multimodális integráció folyamata, és annak előnye az ingerek detektálása során, azonban a korcsoportokat összehasonlítva különbségek mutatkoznak a teljesítményben a feladat, és a használt ingerek modalitásának fényében. Fiatal felnőtteknél és idős személyeknél is gyorsabb reakcióidő mérhető bimodális ingerekre, azonban saját unimodális időeredményeikhez képest (tehát nem a korból származó reakcióidő különbségeket vizsgálva), az idősebb csoportban jelentősebb mértékben gyorsult a válasz szomatoszenzoros és vizuális információk együttes bemutatása során. Ezzel szemben fiatal felnőttek esetén az akusztikus inger is tartalmazó bimodális helyzetek (szomatoszenzoros vagy vizuális információval együtt) csökkentették leginkább a reakcióidőt (Mahoney et al., 2011). Az akusztikus ingerek felhasználásának előnye a fiatal csoportban akkor volt kimutatható, ha egy egyszerű reakcióidőt mérő feladatban a két modalitás egyidejű bemutatása történt. A célingertől eltérő modalitású, azt időben megelőző jelzőingereket tartalmazó feladatban viszont a csoportközi összehasonlítás alapján az audio-vizuális helyzet nagyobb mértékben növelte az idősök teljesítményét. Bár ebben az esetben is, csoportokon belül vizsgálva az eredményeket a bimodális helyzetekben rövidebb reakcióidő volt mérhető az unimodálishoz képest, függetlenül az ingerek modalitásától (Mahoney et al., 2012). Bár az egyes modalitások különböző hatással vannak életkori csoportok figyelmi feladataira, a reakcióidő eredmények változása alapján idősebb személyek jobban integrálják a multimodális információkat, mint a fiatalabbak. Ez a hatás akkor is igaz, ha

a feladatban valamely modalitás figyelmen kívül hagyására szólítják fel a résztvevőket. Idős személyeknél is kisebb reakcióidő különbség mérhető ebben az esetben a uni- és multimodális bemutatás között, de a fiatal felnőttekhez viszonyított eredmények alapján ilyen esetben is nagyobb náluk az integráció reakcióidőre gyakorolt hatása, kevésbé sikeresen zárják ki a más modalitásból érkező információkat (Hugenschmidt et al., 2009). A különböző modalitások integrációja már csecsemőknél, és egymáshoz csak térben és időben (de nem jelentésében) kapcsolódó ingerek esetén is kialakulhat (Kobayashi et al., 2004; ter Schure et al., 2014). Ez azonban nem jelenti ezt, hogy az integráció gyakorlása, vagy az ingerek közti összefüggés megtapasztalása nem segíti a kapcsolat kialakítását. A képekhez jelentésükben is kapcsolódó hangok például jobban segítik a vizuális keresési feladatot, mint az attól függetlenek (Iordanescu et al., 2011). Ebben az esetben az ingerek közti jelentésbeli kapcsolat, és az arról szerzett tudás okozza az integráció sikerét. Emellett gyakorolható maga az integrációs folyamat is. Ez figyelhető meg például hangszeres képzés során, melyben a motoros és tapintási élmény együtt jár akusztikus és vizuális jegyekkel. A zenészek így az integráció terén szakértőnek tekinthetők. E tudás hatása az integrációra kimutatható zenét tanuló és azt csak hallgató személyek összehasonlítása esetén. A zenei képzés hatással van az akusztikus és motoros rendszerre, valamint azok integrálására is, mely nem csak viselkedéses feladatokban, de hosszútávú zenei képzést követően képalkotó eljárásokkal is megfigyelhető. A hangszerhasználat az agy plaszticitásának köszönhetően képes változásokat eredményezni a zenetanulás során érintett (akusztikus, motoros) területeken, valamint erősíti a köztük lévő kapcsolatot (Herholz & Zatorre, 2012).

#### 1.7.4. DOMINÁNS MODALITÁS

A multimodális integráció kialakulása esetén az egyik forrásból származó információ nem csak a figyelem elosztását befolyásolja, de hatással van egy másik inger feldolgozására, értelmezésére is (Palmer & Ramsey, 2012). Feladatonként eltérő azonban, hogy melyik inger hatása érvényesül e tekintetben inkább, melyik irányába történik az észlelés torzulása. Bimodális helyzetekben, főleg illúziók esetén kimutatható, hogy a kísérleti elrendezésben történő kismértékű változás következtében az illúzió, az integráció, illetve annak figyelemre gyakorolt hatása elmarad, ugyanazon két inger használata esetén is. Valamint megfigyelhető, hogy egy, a feladatban szereplő inger mellett bemutatott másodlagos modalitás torzító hatása a modalitások felcserélése esetén

nem jelenik meg (Shams et al., 2002). Tehát például, ha a kísérleti helyzetben a vizuális információk értelmezésre hatással volt a közben hallott akusztikus inger, ugyanezeket az ingereket használva fordított hatás nem feltétlenül érhető el, a képeken szereplő információk miatt nem fog megváltozni a hangok feldolgozása. Jó példa erre az úgynevezett hasadási illúzió. Ebben a bimodális illúzióban a vizuális ingerek számát kell meghatározniuk a megfigyelőknek, miközben változó számú hangingeret hallanak. Ezeknek a rövid akusztikus ingereknek a száma befolyásolhatja a vizuális ingerek észlelt számát. Amennyiben például egy rövid időre megjelenő kép közben két alkalommal mutattak be hangokat, a megfigyelők jelentős része két alkalommal felvillanó vizuális ingerrel számolt be. Azonban ez a hatás fordítva nem mutatható ki. Egy hangingerrel nem váltható ki többszöri vizuális ingerbemutató esetén azok észlelt számában való csökkenés (Shams et al., 2002). Ebből az eredményből is látható, hogy a modalitások egymásra gyakorolt hatásában aszimmetria van, valamint, hogy az észlelet torzulása nagyban függ a kísérleti elrendezéstől. Ingerek integrálása esetén általában az egyik modalitás domináns. Ennek hatása fog érvényesülni a másik forrásból származó információ feldolgozására, értelmezésére.

A domináns modalitás meghatározására több különböző elmélet alapján lehetséges (Lukas et al., 2014; Shams et al., 2002; Andersen et al., 2004; Shams & Kim, 2010). Ezek használhatóságát befolyásolja a kísérleti elrendezés, valamint egyes esetekben a megfigyelő személy jellemzői is. Elterjedt elképzelés, hogy a vizuális információk jelentősebb hatást gyakorolnak az észlelőre, mint más ingerek, így ez tekinthető domináns modalitásnak. Azonban már a fenti példában látható, hogy ez nem minden helyzetben helytálló.

#### *1.7.4.1. ÉLETKOR*

Multimodális feladatban egy modalitás jelzőingerként való felhasználása függ az életkortól. Amennyiben adott két modalitású, ellentétes információt hordozó inger, 4 évesnél fiatalabb gyermekek nagyobb eséllyel választják az akusztikus információkat. Ha a feladat például a célinger várható helyének bejósolása, és az akusztikus inger (egy korábbi gyakorlófázis alapján) jobb oldalra, míg a vizuális bal oldalra utal, 4 éves korig a megfigyelők többsége jobb oldalon megjelenő célingerre számít (Robinson & Sloutsky, 2004). Ennél idősebb gyerekek, amennyiben instrukciót kapnak rá, képesek az általuk kevésbé preferált ingerre figyelni.

Felnőttekre - külön utasítás nélkül - nagyobb hatással van a vizuális modalitás. A vizuális inger dominanciáját mutató Colavita hatás szerint amennyiben a megfigyelőknek az inger modalitását kell meghatározni, bimodális ingerek esetén nagyobb valószínűséggel címkézik azt unimodális vizuális ingernek, mint akusztikusnak, tehát a hibák legnagyobb százalékban a nem vizuális modalitás figyelmen kívül hagyásából származnak (Colavita, 1974). Unimodális ingerek esetén a résztvevők felismerték, és a kísérlet elvárásainak megfelelően jelezni tudták a bemutatott modalitást. Bimodális helyzetben azonban megnőtt a hibák száma. A vizuális inger dominanciája akkor is megjelent, ha növelték a bimodális ingerek gyakoriságát. Az eredeti kísérletben az ingerek 80% unimodális volt (azonos arányban akusztikus és vizuális), így a résztvevőkben kialakulhatott egy elvárás az unimodális ingerekre, mely magyarázhatja a bimodális helyzetben valamelyik inger figyelmen kívül hagyását. A Colavita hatás azonban csak kismértékben függ az egyes modalitások megjelenésére vonatkozó elvárásoktól, a vizuális ingerek irányába történő hatás csak akkor tűnik el, ha a bemutatások 90%-a bimodális (Koppen & Spence, 2007). A vizuális ingerek dominanciáját mutatja emellett, hogy a hatás akkor is megmarad, ha egy további feladattal kiemelték valamely modalitás szerepét, vagy változtatták az ingerek intenzitását (Colavita, 1974). 9-12 éves gyerekeknél már szintén megfigyelhető a Colavita hatás, 6-7 éves korban a hibák viszont még főleg az akusztikus inger dominanciájából fakadnak. A fent bemutatott hasadási illúzió is erősebb ebben a korosztályban. Bár annak ellenére, hogy idősebbeknél már megjelenik a vizuális inger dominanciája, az akusztikus ingerek irányába torzult észlelés a hasadási illúzió során nem csak a legfiatalabb korosztályban mutatható ki (Nava & Pavani, 2013).

#### *1.7.4.2. MODALITÁS ALKALMASSÁGA*

A fent leírtak alapján a vizuális inger dominanciája kor (Mahoney et al., 2011; Robinson & Sloutsky, 2004) és feladat függő is (Shams et al., 2002). Ez utóbbit írja le a modalitás alkalmasságának, vagy megfelelésének hipotézise. Az akusztikus és vizuális információk jelentősége eltérő olyan feladatokban, ahol a célinger helyére vonatkozó döntést kell hozni, mint azokban az esetekben, ahol a résztvevőknek a bemutatott ingerek hosszát kell megítélni. Tehát a modalitások különböző mértékben alkalmasak idői és téri jellemzőkre vonatkozó kérdések megválaszolására. Amennyiben a bimodális feladat bemutatása előtt jelezték a résztvevőknek, hogy a vizuális vagy akusztikus ingerek alapján válaszoljanak, a kísérleti személyek könnyebben, kisebb hibaszámmal és gyorsabban válaszoltak



inkongruens jelzések esetén, ha a feladat az ingerforrás helyének (jobb vagy bal oldal) jelzése volt, és a feladat alapján a releváns inger a vizuális volt (Lukas et al., 2010). A leglassabb döntés abban az esetben volt mérhető, ha a téri információkra vonatkozóan az akusztikus jelzés alapján kellett döntést hozniuk, mely a vizuálissal ellentétes oldalon került bemutatásra. Míg a kép megjelenési helyének meghatározása, azzal ellenkező oldalon bemutatott akusztikus inger esetén sokkal kevésbé nehezítette a feladat. Ez arra utal, hogy ebben a helyzetben a vizuális inger dominanciája érvényesült, gyorsabban válaszoltak a kísérleti személyek abban az esetben, ha a bimodális ingerek közül arra kellett figyelniük, és annak a kért választól ellentétes jelentése nehezítette leginkább a feladat megoldását. Ezzel szemben, ha a feladat egy bimodális inger egyik összetevőjének idői jellemzőjének értékelése volt, tehát, az, hogy az adott modalitást hosszan vagy röviden mutatták be, az előző eredményekkel ellentétes hatás volt megfigyelhető. A kísérleti személyek gyorsabban adtak választ, ha az akusztikus ingerre vonatkozó kérdést kaptak, illetve inkongruens kondíció esetén, jobban nehezítette a válaszadást, ha a vizuális információknak megfelelően kellett reagálniuk (Lukas et al., 2014). Az akusztikus inger dominanciáját az idői jegyek meghatározásában bizonyítják azok a feladatok is, ahol a résztvevőknek válaszadásukat, tehát saját mozgásukat szinkronizálniuk kellett valamilyen modalitású ingerhez. Ennek sikerességére ugyan hatással van a résztvevők feladatban való jártassága, illetve szakértelmük valamely modalitás feldolgozásában (Hove et al., 2013), a vizsgálat szempontjából képzetlen személyeknél azonban akusztikus dominancia figyelhető meg. A saját mozgás igazítása adott ritmusban érkező akusztikus ingerekhez sikeresebb, mint ugyanilyen időközönként felvillanó vizuális ingerekhez (Iversen et al., 2015), bár mozgó vizuális ingerek (például egy pattogó labda bemutatása, adott időközönként felvillanó inger helyett) segíthetik a képi információk felhasználását. Gyakorlás hatására ez a különbség eltűnhet, illetve ezzel ellentétes lehet (Hove et al., 2013).

#### *1.7.4.3. GYAKORLÁS*

Zenészeket, mint akusztikus és gamereket, és labdajátékosokat (például kosárlabdázókat), mint vizuális szakértőket összehasonlítva az látható, hogy a számukra relevánsabb inger nagyobb mértékben befolyásolta a másik modalitáshoz való igazodási próbálkozásukat. Zenészek számára nehezebb volt mozgásukat egy pattogó labdához igazítani, ha ezzel aszinkron akusztikus ingerlést hallottak, míg vizuális szakértők esetén

a metronóm, mint zavaró inger kevésbé befolyásolta a feladat megoldását, mint az elvárt mozgástól eltérő ritmusban pattogó labda. Mindkét csoportra igaz tehát, hogy nehezebben hagyták figyelmen kívül azt a modalitást, melyhez való szinkronizációban gyakorlottabbak voltak. Bár mindkét csoportnak idői jegyekre kellett figyelniük, a vizuális szakértő csoportnál az akusztikus ingerek dominanciája nem volt kimutatható (Hove et al., 2013).

Az inger észlelt szerepének hatása megfigyelhető siket kísérleti személyeknél is. A modalitás alkalmasságának hipotézise csoporton belül az ő esetükben nem vizsgálható, eredményeiket halló kísérleti személyekkel összevetve viszont az látható, hogy vizuális szinkronizációs feladatban jobb teljesítményt nyújtanak, mint az ép hallású vizsgálati személyek. Annak ellenére, hogy a hallásnak nagyobb szerepe van az idő szinkronizáció kialakításában, annak hiánya nem vezet e képesség romlásához akusztikus ingert nem tartalmazó helyzetben, sőt a látott információk kizárólagos használata, így ezek észlelt jelentőségének növekedése miatt javul a vizuo-motoros időzítés képessége (Iversen et al., 2015).

#### *1.7.4.4. RELIABILITÁS HIPOTÉZISE*

Az, hogy unimodális információk elemzésében való jártasság befolyásolja a bimodális illesztést, jól mutatja azt, hogy ilyen helyzetekben nagy jelentősége van egy-egy inger megbízhatóságának. Ez fakadhat korábbi tapasztalatokból, gyakorlásból, de ettől függetlenül is megjelenhet egy feladatban, kétértelmű ingerek, vagy zajos környezet használata esetén. A reliabilitás hipotézis alapján az az inger fogja kifejteni hatását a több modalitást tartalmazó bemutatásra, mely megbízhatóbb. A figyelmi folyamatok igazítása, valamint az észlelet torzulása is ennek az információnak irányába mutat, mely az ingerek bemutatásától, és a környezettől függően bármely modalitásból származhat (Andersen et al., 2004). Ha például zajos környezetben mutatunk be olyan mondatokat a résztvevőknek, melynek bizonyos szavai több jelentéssel bírnak, így két különböző értelmezését teszik lehetővé a mondatnak, az egyes jelentések választásának aránya valamely tartalmat megerősítő képek bemutatása esetén eltér a véletlenszerűtől. A megfigyelők a megbízható, egyértelműen értelmezhető vizuális ingerek megfelelő jelentést tulajdonítják a kétértelmű mondatoknak.

#### *1.7.4.5. DISZKONTINUITÁS HIPOTÉZISE*

A bemutatás jellemzői nem csak az egyértelműség miatt vannak hatással az ingerek között kialakuló aszimmetriára. A szakaszokban érkező ingerek nagyobb hatást fejtenek ki a statikus ingerekre, mint fordítva. Ez jól magyarázza a hasadási illúzióknak azt a sajátosságát, hogy a többször bemutatott akusztikus inger növeli az észlelt vizuális ingerek számát, míg több fényfelvillanás esetén az egyszeri hangjelzés nem jár együtt a képi információk észlelt számának csökkenésével. Ez az elmélet, mely a domináns modalitást az ingerek számosságával magyarázza a diszkontinuitás hipotézis (Shams & Kim, 2010).

#### *1.7.4.6. IRÁNYÍTOTT FIGYELEM HIPOTÉZISE*

Ezek a hatások felülírhatók, vagy kiegészíthetők a feladathoz kötött instrukciókkal, melyekkel szintén növelhető valamely modalitás észlelt szerepe. Az irányított figyelem hipotézise a reliabilitás hipotézishez hasonlóan hangsúlyozza az ingerek észlelt fontosságát, használhatóságát a feladat megoldásában. Ebben az elméletben azonban ezt nem az ingerek felismerhetősége, vagy a tapasztalat határozza meg, hanem az ingerbemutatást megelőző instrukció (Andersen et al., 2004).

A bemutatott ingeranyagtól, a hozzájuk kötődő feladattól és a megfigyelőtől függően ezen hipotézisek bármelyike meghatározhatja a feladatban a domináns modalitást, így a teljesítményt egy bimodális helyzetben.

### **1.8. AUDIO-VIZUÁLIS INGEREK**

Az általunk végzett kísérletsorozatban akusztikus és vizuális ingerek bemutatása történt. Ezért az integráció általános leírásán túl a következőkben ezeknek az ingereknek a kapcsolata, figyelemre gyakorolt hatása kerül bemutatásra. Ahogy bármely két modalitásból származó inger esetén képek és hangok egyidejű, megfelelő körülmények között történő megjelenítése az unimodális helyzettől eltérő észlelethez vezethet, mely jelentheti egy másodlagos modalitás hatását a figyelemre, annak téri elosztására (Mossbridge et al., 2011), vagy valamely jegyek fontosságának megítélésére, így az inger jelentésének, jellemzőinek feldolgozására (Sutherland et al., 2014). Annak függvényében pedig, hogy a különböző modalitások egymással kongruensek-e, e két ingertípus esetén is kialakulhat gyors és pontos észlelés, vagy akár az észlelet torzulása, illúziók megjelenése is.

### 1.8.1. BIMODÁLIS ILLÚZIÓK

A fent bemutatott hasadási illúzió, vagy a szinkronizációs feladatok sikertelensége is bizonyítja, hogy inkongruens vagy aszinkron ingerek esetén a bimodalitásból származó előnyök eltűnnek, észlelési illúziók alakulnak ki, valamint a másodlagos információ figyelmen kívül hagyásának nehézsége teljesítményromláshoz vezet. A feladatban nem szereplő, de közben bemutatott inger valamely tulajdonsága befolyásolhatja a célinger egyes jellemzőinek megítélését, például különböző frekvenciák bemutatása az ábrák észlelt színét. Magasabb hangokat hallva a látott képek világosabbnak tűnnek (Haryu & Kajikawa, 2012). Ilyen torzítások kialakulhatnak egyszerűbb, például téri jegyekre, de befolyásolhatják akár az ingerek észlelt jelentését is.

A hasbeszélő illúzió jó példa a hangforrás észlelt helyének megváltozására (Bruns, 2019). Ez a jelenség, ahogy az integráció maga, szintén mindennapi tapasztalatokból származik, annak következményében alakul ki, hogy a megfigyelők a hallott hangot, és a látott szájmozgást egy eseményhez kötik. A téri információk meghatározásában a vizuális ingereknek általában nagyobb szerepe van (Lukas et al., 2014), valamint az egyidőben bemutatott információk, gyakran kismértékű téri eltérés esetén is azonos forráshoz kapcsolódónak tűnnek (Lewald et al., 2001). Ez a két hatás egyszerre hozza létre az illúziót, mely során a hangforrás észlelt helye a vizuális információ hatására megváltozik, ahhoz közelebbinek hat (Bruns, 2019). Az illúzió nagyságát befolyásolhatják olyan korábbi tapasztalatok, melyek segítik a két inger egymáshoz való kapcsolását, de nevével ellentétben nem csak a beszédészlelésben, és nem csak egymáshoz jelentésükben szorosan kapcsolódó ingerek esetén alakul ki.

A hely észlelésén túl változhat az észlelt esemény bármely más jellemzője is. A hasbeszélő illúzió a modalitás megfelelési hipotézissel magyarázható integrációs jelenség. Emellett a diszkontinuitás hipotézisnek megfelelő illúziók is kialakulhatnak. A dinamikus inger irányába történő torzításnak megfelelően, statikus inger egyszeri bemutatása, mozgó, vagy többször megjelenő ingerek látszatát keltheti, attól függően, hogy a domináns modalitású másodlagos inger mely jellemzője nem statikus, tehát, hogy mozog, vagy szakaszokban, több alkalommal érkezik. Mint ahogy az már korábban is bemutatásra került egy vizuális inger egyszeri bemutatása közben adott ismétlődő hangjelzés hatására a megfigyelőben a fizikai információknak megfelelő észlelet, tehát a kép megjelenése és eltűnése helyett, az akusztikus ingerrel egyező számban felvillanó inger képzelet alakul ki (Shams et al., 2002). Az illúzió miatt létrejövő kép, és a valóban

bemutatott inger a továbbiakban megkülönböztethetetlenek egymástól, fizikai jellemzőikben, így például színükben megegyezőek. Az illuzórikus második felvillanás színe az első detektált színével azonos, abban az esetben is, ha azt valamilyen torzító tényező, utóhatás befolyásolta. Ha a hasadási illúzió során piros színt, és 2 hangingeret használunk, akkor a megfigyelők két piros fény felvillanásáról fognak beszámolni. Amennyiben egy zöld fény bemutatását gyors egymásutánban követi egy piros fény felvillanása, akkor a résztvevők narancssárga fény észleléséről számolnak be. Ha ilyen helyzetben történik, a piros fény bemutatásával egyidőben a két hanginger lejátszása, akkor a hasadási illúzióban látott fényfelvillanások, szintén narancssárgának tűnnek (Haryu & Kajikawa, 2012). A bemutatott és az illuzórikus kép ilyen mértékű hasonlósága, a két szín integrációjának megjelenése az illúzióban arra utal, hogy a válaszadást megelőzően végbement a vizuális inger feldolgozása. Ez alapján a több felvillanásról való beszámolás nem a válasz szintjén jelenik meg az akusztikus ingerek számára való reakcióként, hanem a megfigyelők valóban a látott ingerek észlelt számára reflektálnak. Ezt bizonyítja, hogy összetettebb ábráknál kevésbé váltható ki a hasadási illúzió. Amennyiben az időkülönbség a kép és a második hanginger bemutatása között nő, egyszerű és összetett képek esetén is kimutatható az akusztikus ingerek hatása. A hasadási illúzió tehát valóban azért - és csak azokban az esetekben - jelenik meg, mert a vizuális inger és az első akusztikus inger is feldolgozásra került, köztük kapcsolat alakult ki, így az egyikben történő változás (újbóli bemutatás) hatással volt a másik észlelésére is (Takeshima & Gyoba, 2013).

Még abban az esetben is, ha a kép több alkalommal kerül bemutatása, a szintén ismételt megjelenésű hanginger, amennyiben emellett mozog is, domináns lesz a bimodális helyzetben, és hatással lesz az inger észlelésére. Állandó helyen többször megjelenő vizuális inger mozgó kép látszatát kelti abban az esetben, ha vele egy időben különböző helyű hangforrásokból váltakozva érkezik az akusztikus inger (Teramoto et al., 2010). Az észlelt mozgás megfelel a hangforrás helyének változásával, vertikálisan elhelyezett hangfalak esetén felfelé, vagy lefelé történik a vizuális inger észlelt torzítása, míg horizontális hangforrások esetén oldalirányba. Ellentétes irányba mozgó akusztikus és vizuális ingerek esetén pedig azonos helyen megjelenőnek hatnak a képek, szintén az azzal ellentétes pozíciókban megjelenő akusztikus inger irányába történő torzítás hatására. Mivel mind a mozgást kiváltó, mind pedig az azt megszüntető hatás jobban érvényesül magasabb retinális excernicitással, vagyis perifériára érkező, tehát kevésbé

éles képeknél, az eredményeket jól magyarázzák a reliabilitás hipotézisben leírt összefüggések is.

A mozgó inger nem csak a statikus-dinamikus döntésre lehet hatással, de az integráció - a két információ összekapcsolása - befolyásolhatja a mozgó ingerek észlelt útját is. Vertikálisan mozgó vizuális ingerek bal és jobb oldalon váltakozó hangforrás esetén, valamint horizontálisan mozgó kép felső és alsó hangszórók esetén átlósan mozgó ingerek látszatát keltették (Teramoto et al., 2012). Bár mindkét inger mozgott, az akusztikus inger emellett szakaszokban is érkezett, felváltva jelent meg két különböző pozícióban. Az eltérés a valós és az észlelt pályák között a perifériára eső ingereknél volt a legnagyobb, így ebben az esetben is érvényesült a reliabilitás és a diszkontinuitás hipotézis is.

Egy második modalitás által hordozott információ hatására megváltozhat az észlelet. Ez a hatás akár időben elhúzódva is megjelenhet (Sweeny et al., 2012). A gyakran vizsgált McGurk illúziói esetén például tartós ingerlés hatására a később, unimodálisan bemutatott ingerek észlelése is torzulhat, igazodva a korábbi, más modalitásból származó információhoz. McGurk és Macdonald tanulmánya jól mutatja a látszólag (idő és téri egyezés miatt) egy forráshoz köthető ingerek integrációját, valamint az általuk hordozott információk torzítását, egymáshoz igazítását. Az illúzió során a megfigyelők szájmozgásról készült videót néztek, miközben egy szótag kimondott hangalakjának ismétlését hallgatták egyidejűleg. A videófelvétel azonban manipulálva volt. A bemutatások egy részében a hang és a kép között valójában nem volt kapcsolat, nem a szájmozgáshoz tartozó hang volt hallható, például a „ba” szótag kimondását mutató felvétel közben a „ga” szótag volt hallható. Ebben az inkongreus esetben a megfigyelők arról számoltak be, hogy a videó során a „da” szótagot hallották (McGurk & Macdonald, 1976). Bár ez a fajta torzítás a kísérletben használt szótagpárok nem mindegyikénél volt megfigyelhető, az akusztikus és vizuális információk egymáshoz közelítéséből fakadó hasonló illúzió egyszerűbb, egymástól könnyebben elválasztható ingerek esetén is kialakulhat. Amennyiben egy hang bemutatása közben a megfigyelők egy mássalhangzó kimondása esetén jellemző szájtartás stilizált, geometria formákkal történő ábrázolását látták, az ingerek ugyanúgy hatással voltak egymásra. Ezzel a kísérleti elrendezéssel a fordított kapcsolat, az akusztikus ingerek vizuális észlelést torzító hatása is kimutatható volt. Egy ellipszis észlelt nyújtottságát növelte, ha a bemutatása során a megfigyelők olyan szótagokat hallottak, melyek kiejtéséhez az ellipszis alakjához hasonló szájtartás szükséges (Sweeny et al., 2012). Például az „í” hang kiejtése során az ajkak egy

oldalirányban, míg az „á” hang esetén függőleges irányban nyújtott ellipszist formáznak. Ezért egy olyan ellipszisznél, melynek vízszintes átlója hosszabb, a két átló különbsége nagyobbak tűnik, az ezzel a formával kapcsolatba hozható „í” hang bemutatásának hatására. Fontos megjegyezni, hogy a klasszikus vizsgálatban a résztvevőknek azt kellett megmondaniuk, hogy mit hallanak a videón, a második esetben viszont a feladatban szereplő kérdés az ellipsziszre, tehát a vizuális ingerre vonatkozott. Így ezeknél az illúzióknál is megfigyelhető a modalitások közti aszimmetria, mely ebben az esetben az irányított figyelem hipotézisével magyarázható. A McGurk által végzett vizsgálatban az instrukció az akusztikus ingerek szerepét emeli ki (McGurk & Macdonald, 1976), így ezen keresztül figyelhető meg a vizuális inger, mint másodlagos modalitás hatása. A kísérlet módosításával ezzel éppen ellentétes hatás érhető el, és megfigyelhető a látszólag feladattól független akusztikus ingernek a vizuális észlelést torzító hatása. Ez utóbbi vizsgálatban kimutatták azt is, hogy nem csak a bimodális bemutatás, de az ahhoz való adaptáció is hatással van az észlelésre (Sweeny et al., 2012). Unimodális helyzet esetén a tartós ingerlés torzíthatja egy később bemutatott inger észlelt jellemzőit. Ugyanez a hatás megfigyelhető bimodális helyzetben is. A torzítás iránya azonos, mint az vizuális adaptáció esetén, de a torzítás mértéke nagyobb, mint az unimodális bemutatásnál. Így az utóhatás nem magyarázható pusztán csak a vizuális, vagy akusztikus ingerekkel. Egy ellipszis és a hozzá kapcsolható akusztikus inger (tehát hosszanti nyúló forma és „í” betű hangalakja, vagy függőlegesen nyújtott ellipszis és „á” betű hangalakja) egyidejű bemutatásához való adaptáció jobban torzítja a tesztingerként bemutatott kör észlelését, mint csupán az ellipszissel történő tartót ingerlés. A vizuális utóhatások a specifikusan az adott ingerre reagáló sejtek működésétől függenek. Erősebb aktiváció az adaptálódás során jelentősebb utóhatást eredményez. A perceptuális utóhatások neurális háttére alapján a bimodális utóhatás úgy értelmezhető, hogy a hangok hatással voltak az akusztikus ingerek bizonyos jellemzőire szelektíven reagáló sejtek aktivitására, így az adaptációt követő utóhatás mértékére is (Sweeny et al., 2012).

#### 1.8.2. FIGYELEM ÉS INGERDETEKCIÓ

Amennyiben két inger közös forráshoz kapcsolódik - vagy ennek érzetét kelti - vagy a feladathoz nem kapcsolódó inger jelzőingerként használható, akkor reakcióidőt mérő feladatokban, vagy döntési helyzetekben segítheti a gyors és pontos válaszadást. Ehhez szükséges a megfelelő bemutatási körülmények megléte (lásd: 1.7. Az integráció

feltételei), illetve egyes esetekben fontos, hogy a feladat szempontjából releváns tulajdonságukban a másodlagos ingerek a célingerrel megegyezzenek. Ez a tulajdonság a feladat függvényében változhat, lehet az ingerek jelentése (Iordanescu et al., 2011), de ennél alacsonyabb szintű feldolgozást igénylő jegy is. Így például a gyakoriság. Amennyiben a célinger ritkán jelenik meg, annak bemutatásakor hallható, szintén ritkán bemutatott hang, megjelenésének gyakoriságában azonos tulajdonsággal rendelkezik, mint a célinger, így segítheti annak észlelését. Egy vizuális feladatban fekete négyzetek különböző mintázataiból álló ingert mutatnak be a résztvevőknek, úgy, hogy a négyzetek kombinációjának megváltozását minden alkalommal ugyanaz a hang kíséri. Azonban ha a célinger - egy előre meghatározott mintázat - megjelenésekor ez a hang is megváltozik a résztvevők gyorsabban detektálják a célingert, mint unimodális helyzetben, annak ellenére, hogy a hang jelentésében nem kapcsolódik a feladathoz (Driver & Spence, 2000).

Mivel a szinesztézia képességével nem rendelkező személyek esetén is automatikus létrejön asszociáció bizonyos jellemzők, mint például a hangmagasság és méret, vagy a frekvencia és szín között (Marks, 1987), ezért egy másodlagos modalitás ezen tulajdonságainak változtatása, és a célingerrel kongruens helyzet kialakítása, segítheti az elsődleges modalitás kapcsolódó tulajdonságára vonatkozó döntéshozatalt. Ha például a vizuális célinger méretét egy korábban bemutatott tesztíngerrel kell összevetni, a döntést gyorsítja a válasszal kongruens információt hordozó hang. A magas hangokat többnyire a megfigyelők kisebb tárgyakkal hozzák összefüggésbe, ezért egy magas hang akusztikus ingerként történő használata esetén könnyebben döntenek a résztvevők, ha a célinger kisebb volt a korábban látottnál, míg nagyobb célinger esetén ez a hang lassítja a válaszadást (Gallace & Spence, 2006). Fontos azonban megjegyezni, hogy ezek a hatások leginkább akkor figyelhetők meg, ha kialakul a kapcsolat a két inger, vagy azok bizonyos jellemzői között. Amennyiben ez automatikusan nem jön létre, kevésbé használható információként a másodlagos modalitás. Szinesztézia képességével rendelkező és kontroll személyeket összehasonlítva az látható, hogy a kontroll csoport is képes hang-szín asszociációk kialakítására, ha arra feladatot kapnak. Ugyanakkor ez a folyamat kevésbé pontos, mint a szinesztéziával rendelkezők csoportjánál, és nem jön létre automatikusan, így nem tudják a feladat során hallott hangokat, pontosabban azok színre utaló tulajdonságát jelzőingerként felhasználni. Egy vizsgálatban, a Posner feladat módosított elrendezésében jelként használtak színeket. A célinger két különböző színnel jelölt hely valamelyikén jelenhet meg. Ha annak bemutatása előtt a célhellyel ellentétes



oldal színére utaló hangot hallottak a megfigyelők, a szinesztéziás csoport lassabban jelezte a célinger megjelenését, mint kongruens helyzetben, a kontroll csoportnál viszont nem volt jelentős különbség a két kondíció között (Ward et al., 2006). Ez a vizsgálat egyben azt is mutatja, hogy amennyiben kialakul kapcsolat a két inger között, a másodlagos modalitásból származó információk automatikusan felhasználásra kerülnek egy figyelmi helyzetben. Amennyiben az egyik modalitás valamely jellemzőjéről kell döntést hozni (például egy árnyalat sötétsége), a közben bemutatott kongruens, automatikusan kapcsolódó tulajdonságú másik modalitás (például mély hang) rövidebb reakcióidőhöz vezet. Ilyen - kongruens bemutatás esetén - döntést segítő kapcsolat, automatikus reakció figyelhető meg a hangmagasság és a sötét-világos árnyalatok, a hang és fényerősség, valamint a hangmagasság és a formák kerekése-élessége között (Marks, 1987). Ezekben a feladatokban a figyelem bizonyos jellemzőkre irányul, azok észlelése a két forrásból származó információ alapján könnyebbé válik, így alacsonyabb reakcióidő alakul ki.

A figyelem irányítása történhet valamely téri pozícióba is. Ez figyelhető meg a klasszikus Posner feladatnál (lásd: 1.4.5. Jelzőingerek), melynek kis módosításával - más modalitásból származó jelzőingert bemutató elrendezésével - vizsgálható a bimodális helyzet hatása a figyelem téri elosztására. Ezekből a feladatokból kiderül, hogy az akusztikus (Bolognini et al., 2005) és a vizuális (Chillemi et al., 2019) jelzések is alkalmasak egy másik modalitáshoz kapcsolódó feladatban mért teljesítmény megváltoztatására. Amennyiben a jelzőinger, vagy a feladat közben bemutatott másodlagos modalitás és a célinger helye megegyezik, javul a teljesítmény az inkongruens helyzethez képest, a megfigyelők gyorsabban, és alacsonyabb küszöbérték mellett észlelik a bemutatott ingereket.

Mind az illúzióknál mind pedig az észlelést segítő kísérleti kondíciók esetén gyakran vizsgált kérdés a térészlelés és a téri jellemzők változása, a téri figyelem elosztása, illetve a hangok téri jegyei. Kísérletek tanúsága alapján úgy tűnik ugyanis, hogy nem csupán a hang és képforrás helyének egyezése okozza az integrációt és téri figyelmi folyamatok megváltozását (Connell et al., 2013). Az akusztikus ingerek egy konkrét hely, vagy irány megjelenítésén túl is utalhatnak téri pozíciókra.

### 1.8.3. HANGOK TÉRI JEGYEI

Ahogy az már bemutatásra került az akusztikus ingerek bizonyos jellemzői gyakran kapcsolódnak a vizuális információkhoz (Marks, 1987). A fent bemutatottakon kívül ez megjelenik a térrel kapcsolatos jelzések esetén is, nem csak a hangforrás egyezésekor, de a hangmagasság, hangerősség változásával összefüggésben is. Bár a téri információk megbízhatóbban nyerhetők ki a vizuális ingerekből (Lukas et al., 2010), a téri információkkal kapcsolatos észlelési feladatban a két modalitás egymásra gyakorolt hatása (feladatonként eltérően) mindkét irányba megjelenhet. A vizuális információk akusztikus ingerekre gyakorolt hatását mutatja például az a kísérleti eredmény, mely kimondja, hogy egy adott frekvenciájú hang észlelését befolyásolja a hang hallgatása közben látható kézmozdulat. Két hang megkülönböztetését (azok egymáshoz viszonyított relatív hangmagasságának meghatározását) befolyásolja az egyik inger során látható felfelé vagy lefelé mutató kézmozdulat. A megfigyelők színészeket néztek, akik azonos vagy különböző hangmagasságokat tartottak ki, miközben az esetek egy részében felfelé vagy lefelé mozgatták a kezüket. Ezekben az esetekben a célinger a mozdulatoknak megfelelően magasabbnak vagy mélyebbnek tűnt, mint az először bemutatott referencia hang. Eltérő hangmagasság esetén pedig az észlelt különbség eltűnhetett, ha a kézmozdulat a különbség irányával ellentétes volt, tehát például a célinger magasabb hang volt, de közben a színész gesztikulációja a mélyebb jelentést erősítette meg (Connell et al., 2013). Ehhez hasonlóan a modalitások között fordított hatás is megfigyelhető, az akusztikus inger lokalizációban vagy frekvenciában történő változása befolyásolja a vizuális inger észlelt téri jegyeit. Színdiszkriminációs Go-NoGo feladatban a résztvevők gyorsabban vetették össze a célingert egy, a képernyő közepén bemutatott referenciaingerrel, ha a bemutatás során emelkedő vagy ereszkedő hangot hallottak, és a célinger a képernyő tetején vagy alján helyezkedett el, megfelelően a hang által hordozott információnak (Mossbridge et al., 2011). A hatás nem csak oldalirányba (hangforrás változás esetén), vagy vertikálisan (frekvenciaváltozás esetén) működik, a 3 dimenziós tér minden irányába történhet változás valamely modalításban a másik hatására. Hangos, vagy hangosodó hangok megváltoztatják az észlelt képet azok mentén a tulajdonságok mentén melyek a távolságra utalnak (Sutherland et al., 2014). Így a vizuális ingerek nagyobbak és világosabbnak tűnnek a téri információk összekapcsolása miatt.

A hangok bizonyos jellemzői akár címkézés útján is összekapcsolódhatnak a vizuális ingerekkel. Gyakran használjuk például a mély, vagy magas hang (vagy nem téri jegyek

esetén az éles hang) kifejezést. Ezzel szemben azonban a verbális munkamemóriát érintő terhelés növekedése nem szünteti meg az ingerek közti kapcsolatot, mely arra utal, hogy nem a verbális kifejezéseken keresztül közvetítve alakul ki az integráció. Térí munkamemória feladat és az audio-vizuális feladat egyidőben történő végrehajtása során a vizuális ingereknek az akusztikus ingerek észlelt hangmagasságára való hatása nem mutatható ki. Ezek alapján a hangok reprezentációja az akusztikus mellett téri jegyeket is tartalmaz, így azok hatása a vizuális téri információfeldolgozásra (vagy fordítva, a képek hatása a hangmagasság megítélésére) nem asszociációkkal jön létre, hanem azok térre vonatkozó információinak közös letérképezéséből fakad (Connell et al., 2013).

A hangok téri jegyeinek feldolgozása azért is kiemelten fontos, mert a látás során nyerhető információ rendkívül korlátozott, a személy a téri pozíció megítélésére csak az előtte elhelyezkedő tárgyak esetén képes, azonban az oldalt, vagy a megfigyelő mögött lévő vagy onnan érkező ingerek feldolgozása is fontos. Így bár a téri információk feldolgozásában kiemelkedőek a vizuális ingerek, az akusztikus ingerekkel együtt alkotott reprezentációk segítik a tér pontos megismerését. A hangoknak nagy szerepe van a figyelmi fókusz áthelyezésében, így segítik a vizuális feldolgozást is azzal, hogy elindítják a mozgásos választ olyan ingerforrások felé, mely orientáció nélkül nem látható (Campos et al., 2013). Az oldalról érkező hangok odafordulást váltanak ki a megfigyelőkből. Ezek reprezentációja kevésbé pontos, mint a szemből érkező hangoké, mert ezek célja egy további letapogatási folyamat elindítása, melyhez elegendő csak az oldal meghatározása. A közös reprezentációra való törekvést bizonyítja, hogy látó személyek az oldalról érkező hangokat kevésbé pontosan lokalizálják, még olyan esetben is, ahol a kísérleti elrendezés (például szem bekötése) miatt nem számíthatnak vizuális inputra. Vak kísérleti személyek esetén viszont, akiknél a látás nem segíti a lokalizáció pontosságát, az oldalról érkező hangok detekciója ugyanolyan pontos, hiszen az ő esetükben ezek szerepe a forrás helyének meghatározása, nem pedig az információ szerzése közvetve, más modalitások hozzáférhetőségének növelésével. Látó kísérleti személyeknél a különböző modalitásból szerzett információk, ha mindkét forrás hozzáférhető, közös reprezentációt alkotnak, de a hallás lokalizációs pontossága vizuális bemenet nélkül is magasabb azokon a területeken, amelynek letapogatásához általában bimodális ingereket használnak fel (Velten et al., 2014). Ezekről a területekről érkező hangforrások helyének diszkriminációja kisebb különbség esetén is pontosabb, mint az oldalról érkező hangoké, mely bizonyítja, hogy a téri információk meghatározása során az akusztikus és vizuális információk együttes reprezentálására törekednek a

megfigyelők. Amellett, hogy perifériáról érkező ingerek esetén a hallás segít kiegészíteni a hiányos vizuális információkat, elindítja egy olyan helyzet létrehozását, melyben mindkét ingertípust felhasználható, és pontos megismerés érdekében kialakulhat egy közös reprezentáció.

#### 1.8.4. AKUSZTIKUS INGEREK HATÁSA A VIZUÁLIS ÉSZLEÉSRE

Összefoglalva elmondható, hogy ahogy két más modalitás esetén is, auditoros és vizuális ingereket tartalmazó vizsgálati helyzetek gyorsabb és pontosabb ingerdetekciót tesznek lehetővé (Mossbridge et al., 2011), segítik az ingerek feldolgozását, értelmezését abban az esetben is, ha az instrukcióban szereplő modalitásból nem nyerhető ki elég információ, vagy kétértelmű (Dufour et al., 2008), illetve segítik ezek felismerését (Winkler et al., 2009), ugyanakkor az észlelés torzulásához, illúziók kialakításához vezetnek (Shams et al., 2002; McGurk & Power, 1980). A két hatás háttere rendkívül hasonló. Mindkét esetben az ingerek egy eseményhez való kapcsolása, közös jelentés kialakítása okozza az egy modalitást bemutató helyzettől való eltérést. Mindkét esetben az információgyűjtés kiegészítése a cél, amennyiben azonban az ingerek eltérő információt hordoznak, eltérő jellemzőkkel bírnak, úgy a kettőből kialakított észlelet eltér az eredetileg bemutatott fizikai jegyeitől. Ha azonban az ingerek kongruensek egymással, segíthetik a pontos megismerést és a gyors döntéshozatalt. Az észlelést torzító és a feladatmegoldást segítő folyamatok közös forrása megfigyelhető az osztályzási feladatokban (speeded classification paradigm), ahol bizonyos jellemzőkről kell egy dimenzió, vagy két kategória mentén döntést hozni (például világos/ sötét szín, vagy világosabb/sötétebb, mint egy korábbi). Ezekben a helyzetekben a kongruens ingerek segítik a döntést, ugyanakkor a feladattól eltekintve ezek az észlelés megváltozását eredményezik, mely során egy szín a fizikai bemenettől eltérő árnyalatként reprezentálódik a megfigyelőben (Gallace & Spence, 2006). A bi- vagy multimodális helyzetek tehát képesek a figyelmet irányítani bizonyos téri pozícióra, vagy jellemzőkre, a lényeges információkat az ingerekből kiszűrni, annak jelentőségét, vagy különbségét más ingerektől felnagyítani. Amennyiben a feladat erre a tulajdonságra vonatkozik, növelhetik a teljesítményt. Így a megfigyelő céljától, a feladattól és az információk egyezésétől függően kialakulhat kongruencia hatás, vagy az úgynevezett Garner interferencia (Garner, 1976).

Garner elmélete alapján, ha egy inger két jellemzővel rendelkezik, az egyikben történő változás hatással van a másik jellemző megítélésére során mért reakcióidőkre. Például, ha

egy inger színét (piros vagy zöld) kell meghatározniuk a megfigyelőknek, lassabban adnak a választ abban az esetben, ha az ingereknek nem csak a színe, hanem formája is többféle lehet (például kör és négyzet), annak ellenére, hogy a formának nincs szerepe a feladat megoldásában (Garner, 1976). Ezt az elméletet alkalmazva bimodális helyzetekre feltételezhető, hogy az unimodális helyzethez képest megfigyelhető teljesítményromlás abból adódik, hogy a megfigyelők képtelenek a két modalitásból származó ingert egymástól elválasztani, és a feladat szempontjából irreleváns modalitás ingereit figyelmen kívül hagyni. Ugyanígy a facilitált teljesítmény is a kialakult kapcsolatra utal, amennyiben átfedő, vagy egymást kiegészítő információt hordoz a két inger (Patching & Quinlan, 2002). Ilyen helyzet lehet az előző unimodális példa szerint, ha egy vizsgálatban csak piros köröket és zöld négyzeteket használnak, így a forma és a szín is utal a helyes válaszra. A redundáns inger hatás alapján az ezt az elrendezési elvet követő audio-vizuális bemutatás (például bal oldali hangforrás és egy kör, valamint jobb oldali hangforrás és vele egy időben megjelenő négyzet) gyorsabb feladatmegoldást tesz lehetővé, mint az unimodális. Ha két modalitásból származó ingerre ugyanúgy kell reagálni, akkor a válasz nem függ az inger típusától, így az egyidőben prezentált bimodális inger redundáns információt hordoz, melynek a hatása a reakcióidőben is megfigyelhető (Gondan et al., 2005).

A redundanciából fakadó előny több lehetséges módon is magyarázható, melyek közül nem mindegyik foglalkozik a modalitások közti integrációval. A versengés elmélet alapján két inger egymással párhuzamosan, de egymástól függetlenül, külön pályákon kerül feldolgozásra, és közülük az egyik, a gyorsabb indítja el a válasz kivitelezését. Ebben az értelmezésben a rövidebb reakcióidő csak statisztikai jellegű, nagyobb, vagy legalább ugyanakkora a valószínűsége annak, hogy ha két inger bármelyike kiválthatja a választ, akkor a reakcióidő gyorsabb lesz, mint ha a válaszadás csak egyik ingertől függene. Más modellek szerint viszont ez a magyarázat nem kielégítő, mert a reakcióidő csökkenéséhez az ingerek integrációja szükséges (Forster et al., 2002; Gondan et al., 2005). A különböző modalitások együttes, teljesítményt facilitáló szerepét mutatja, hogy bár a redundancia előny megfigyelhető unimodális ingereknél is - például bilaterális bemutatásnál unilaterálissal szemben - ahol mindkét látótérbe érkező inger ugyanazt az információt hordozza (Corballis, 2002), de az egyedüli és ismételt ingerek bemutatásánál mérhető reakcióidő különbség jelentősebb, ha a redundáns információ különböző modalitásokból származik (Forster et al., 2002). Míg az előbbi eredmény a versenymodell alapján jól értelmezhető, a bi- és unimodális ingerek különbsége bizonyítja az integráció

jelentőségét a reakcióidőben. Így - a korábban leírtakkal összhangban - elmondható, hogy a bi- vagy multimodális ingerek segítik egy célinger gyors és pontos észlelését abban az esetben is, ha az egyik információ is elégséges egy feladat megoldásához (Patching & Quinlan, 2002). Emellett ki is egészítik az összetett mondalitású ingerek az egyikből származó információt (Campos et al., 2013; Dufour et al., 2008), vagy kiemelhetik annak jelentőségét (Gallace & Spence, 2006), mely szintén jobb teljesítményt eredményezhet egy feladatban. Ugyanakkor az is megfigyelhető, hogy bár például a téri feladatok alapján az integráció célja a környezet pontos, részletes letapogatásának elősegítése (Velten et al., 2014), a vizsgálati eredmények nagy többsége rövid idejű, detekciós vagy ingerdiszkriminációs helyzetből származik. Ezek alapján kiderül, hogy egy másodlagos modalitás növelheti egy jellemző észlelt szerepét, így elősegítve annak észlelését, vagy feldolgozását, illetve, hogy az akusztikus jelzőingerek segítik a figyelem irányítását a tér bizonyos pontjaira, mely az információ szűrése okán szintén hozzájárul a figyelmi vizsgálatokban mérhető teljesítményjavuláshoz, vagy egy inger megtalálásához. Azonban az kevésbé vizsgált, hogy milyen hatása van a másodlagos modalitásnak olyan helyzetekben, ahol a környezet összetett, a feladat megoldásához a figyelem hosszabb idejű fenntartása szükséges. Az integráció és a figyelem irányítása a detekciós feladatok többségében automatikusan történik, nem egyértelmű azonban, hogy fókuszált figyelmi helyzetben milyen feltételek szükségesek az integráció, illetve annak figyelemre gyakorolt hatásának megjelenéséhez, illetve a más forrásból származó információk felhasználásához.

### **1.9. AUTOMATIKUS ÉS KONTROLLÁLT FIGYELEM**

A figyelem irányítása több módszerrel is lehetséges. Ahogy az már kifejtésre került, ezek egy része független a megfigyelő szándékától. Exogénnek, vagyis automatikusnak nevezzük azokat a folyamatokat, melyek reflexszerűek, a feladattól függetlenül megjelennek, és a megfigyelőnek nincs tudatos kontrollja felettük. Ezzel szemben az endogén orientáció során a figyelem elosztását különböző pontok, vagy jellemzők között a személy határozza meg (Turatto et al., 2000). Automatikus folyamatról beszélünk akkor, ha egy inger feldolgozása *kötelező jellegű*, tehát minden helyzetben hatást vált ki; *autonóm*, tehát az ingerfeldolgozás teljes egészében végbemegy, addig tart, amíg a megfigyelőt érő inputból egy output létre nem jön, a megfigyelő ezt a folyamatot nem tudja leállítani. Az automatikusság harmadik kritériuma pedig, hogy az ingerek feldolgozása, azok sebessége és pontossága *nem függ a kapacitáskorlátokról* (Brown et

al., 2001). A figyelem irányítás automatikusságának értékelése nem csak dichotóm kategória mentén lehetséges. Az előzőekben részben átfedő szempontok alapján 3 szint határozható meg annak függvényében, hogy az orientációra az intencionalitás (megfigyelőtől való függetlenség) és a terhelési érzéketlenség (load-insensitivity, feladattól való függetlenség) kritériumai közül hány jellemző. Amennyiben mindkettő igaz, erősen automatikus folyamatokról beszélünk, azonban automatikusnak tekinthető az a működés is, mely során csak az egyik kritérium teljesül (Yantis & Jonides, 1990). Ilyen részben automatikus folyamat esetén a feladat szempontjából irreleváns ingerek hatással vannak a figyelmi folyamatokra, de a résztvevő tudatos kontrollja is befolyásolhatja a figyelmi fókuszot, így az automatikus orientációt ellensúlyozva (vagy kongruens jegyek esetén kiegészítve) segítheti a feladat megoldását.

Kontrollált folyamatokról akkor beszélünk, ha a résztvevők figyelmét nem az exogén jelek irányítják, hanem a céljaik, a feladat elvárásai, vagy az endogén jelzőingerekből kinyerhető információk alapján fókuszálják figyelmüket a tér egy pontjára, vagy az ingerek bizonyos tulajdonságaira (Juola et al., 2000).

Az automatikus és kontrollált figyelmi folyamatok összeütközése jelenik meg például a Stroop feladat esetén. Az eljárás során a résztvevők feladata különböző színnevek bemutatásakor annak megnevezése, hogy a szavak milyen színnel íródtak. A megfigyelő célját, a pontos és gyors feladatmegoldást azonban gátolhatják olyan automatikus, vagy részben automatikus folyamatok, mint a szó jelentésének értelmezése. A szavak jelentésének feldolgozása ugyanis a megfigyelő szándékától és a feladattól függetlenül is végbemehet (Brown et al., 2001), a szavak jelentése pedig esetenként a megnevezendő színnel eltérő jelentést hordoz. A Stroop feladat során a figyelmi működés részben automatikus (Yantis & Jonides, 1990), mert bár az exogén folyamatoknak is hatása van a teljesítményre, a kongruens és inkongruens helyzetek közti különbség mértéke változhat a feladat függvényében, például, ha jelzőingerekkel kiemelik a színek szerepét, így a szavak helyett tudatosan a színekre helyezik a figyelmi fókuszot a személyek (Brown et al., 2001).

A nem kontrollált figyelmi folyamatok vizsgálata már korán megjelent a pszichológiában. Pavlov figyelte meg a kondicionálás során, hogy egy korábban kialakított válasz kisebb valószínűséggel jelenik meg, ha az inger bemutatása során valamilyen váratlan esemény történik. Ekkor az állat az új, nem várt inger irányába fordul, arra figyel, így a tanult reakció elmarad. Pavlov ezt a jelenséget „mi ez” reflexnek nevezte, majd később Szokolov munkájában orientációs reakcióként szerepelt (Sokolov, 1990). Orientációs

reakció hatására az érzékszervek észlelési küszöbe csökken (Lynn & Eysenck, 1966), így amennyiben akár egy feladattól független inger reakciót vált ki és a figyelmet a tér bizonyos pontja felé irányítja, az onnan érkező jelzések észlelése könnyebb lesz. Természetesen nem minden inger függeszti fel az eredeti folyamatot. Ahhoz, hogy az orientáció egy ingerre megjelenjen rendelkezni-e kell olyan tulajdonsággal, mely automatikus odafordulást eredményez. Ilyen jellemző lehet, az inger újszerűsége, váratlansága (Sokolov, 1990) vagy fizikai tulajdonsága, mint az intenzitás, szín vagy komplexitás (Lynn & Eysenck, 1966).

Fontos megjegyezni, hogy az orientációs reakció új ingerekre jelenik meg leginkább, így a gyakori bemutatás, vagy a helyzet megtanulása során csökken a reakció (Lynn & Eysenck, 1966), ugyanakkor egy feladathoz nem köthető jelzőinger használata fennmarad az ismétlések során. Ezt az eredményt a számos korábban idézett, jelzőingereket tartalmazó vizsgálat mellett, egy általunk végzett korábbi kutatás is bizonyította. 40 személy bevonásával végzett vizsgálatunk alapján a kongruens jelzőingerek használata a célingerek gyorsabb detektálásához vezet. A résztvevőknek választásos reakcióidő feladat keretén belül a jobb vagy bal kurzormozgató billentyű lenyomásával jelezniük kellett egy célinger megjelenését, illetve annak helyét. Az ingerek megjelenésével egyidőben jobb vagy baloldali hangforrásból egy akusztikus ingert hallottak a kísérleti személyek. Bár a célingerek egyszerű geometria formák voltak, tehát nem kapcsolódtak az akusztikus ingerekhez, valamint az akusztikus ingerek az esetek felében kerültek a célinger helyével azonos oldalon bemutatásra, eredményeink alapján mégis az látható, hogy a kongruens inger segítette a feladat gyors megoldását ( $t(39)=-3,749$ ;  $p<0,05$ ; Cohen's  $d=0,603$ ).

Összefoglalva a széli pozícióban lévő hangok, tehát orientációs reakciót válthatnak ki, emellett a modalitások közti illesztés és a hangok téri jegyei miatt is hatással vannak a figyelem elosztására, így befolyásolhatják egy célinger megtalálásának idejét. Az akusztikus inger jelzésének, és a célinger helyében lévő kongruenciának megfelelően csökkenhet vagy nőhet a bemutatás során mérhető reakcióidő.

A feladatok nehézsége azonban befolyásolhatja, hogy a feladatban lévő endogén vagy exogén jelzőingerek milyen mértékben képesek irányítani a figyelmet. Posner feladatot használva kimutatható, hogy ha egy inger előre jelzi a célinger várható helyét, pontos jelzés esetén csökken a reakcióidő és nő a felismerés pontossága, míg téves jelzések esetén a hatás ezzel ellentétes, a teljesítmény romlik (Posner & Cohen, 1984). Bár az endogén, szimbolikus jelek értelmezése kognitív feldolgozást is igényel és az exogén



jelzések automatikus reakciót váltanak ki, ennek ellenére mindkét típus segíti - vagy inkongruens ingerek esetén nehezíti - a válaszadást (Lee et al., 2009). Az elterelő vagy jelző ingerek hatékonysága azonban nem csak attól függ, hogy milyen módon utalnak a célinger várható helyére, hanem attól is, hogy milyen nehézségű feladat közben, vagy előtt kerültek bemutatásra. Lavie a perceptuális terhelés és a jelzőingerek sikerességének kapcsolatát leíró elméletének bizonyítására Eriksen paradigma segítségével vizsgálta a reakcióidőt különböző perceptuális mezők esetén (Lavie, 1995). A célinger minden vizsgálatban a képernyő közepén jelent meg, a kísérleti személyeknek erre kellett reagálniuk, valamint figyelmen kívül kellett hagyniuk a mező más pontjain elhelyezkedő zavaró ingereket. Ezek az ingerek lehettek a célingerrel azonos, azzal ellentétes információt hordozók, vagy attól teljesen függetlenek. A vizsgálat sorozatban minden feladatban ugyanolyan zavaró ingereket használtak, így vizsgálhatóvá vált, hogy a releváns információk összetettsége hogyan befolyásolja az irreleváns ingerek feldolgozásra gyakorolt hatását, függetlenül a környezeti ingerek fizikai tulajdonságaitól. A feladat során azt kellett eldönteni, hogy a célinger helyén szerepel-e egy előre meghatározott betű. A perceptuális terhelést a célpozícióban lévő karakterlánc hosszának változtatásával érték el, például egy vagy hat betűről kellett eldönteni, hogy szerepel-e köztük a célinger. Emellett vizsgálták a kognitív terhelés szerepét is, melynél az igen-nem válasz elkülönítésének szempontjainak számát változtatták. Például, a célinger a piros szín, vagy a célinger a piros kör és a kék négyzet. Mindkét kísérleti manipuláció azt bizonyítja, hogy a zavaró ingerek hatása alacsony terhelés esetén jelentkezik, magas terhelés esetén nem figyelhető meg az inkongruens információk válaszadást lassító hatása (Lavie, 1995). A figyelmi szelekció terheléshez kötött elmélete alapján a kognitív terhelés növekedése csökkenti a feladat szempontjából irreleváns jelzések gátlására fordítható kapacitást, ha azonban a vizuális terhelés jelentős, abban az esetben a környezeti ingerek feldolgozása kevésbé alaposan vagy egyáltalán nem történik meg (Lavie et al., 2004). Ez alapján a kísérlet összetettségének növelése nem azonos módon befolyásolja az endogén és exogén jelzőingerek feladatra gyakorolt hatását. Magasabb kognitív, vagy a perceptuális terhelés esetén is igaz, hogy az endogén jelzőingerek felhasználási valószínűsége csökken. Egyszerűbb kísérletekben kimutatható a valid és invalid jelzések hatása közti különbség, a kísérleti személyek gyorsabban és pontosabban reagálnak azokra a célingerekre, melyek megjelenését előre jelezték. Ez a hatás azonban a feladat összetettségének növelésével eltűnik (Lavie, 1995). Exogén jelzések esetén viszont az feltételezhető, hogy magas kognitív terhelés esetén ezek hatása jobban érvényesül, mint

az endogén jeleké, melynek feldolgozása további kapacitást igényel. Kísérletileg alátámasztott, hogy a feladat nehézsége, az ingeranyag összetettsége egyaránt csökkenti a feladat szempontjából releváns, és irreleváns, endogén jelek felhasználásának valószínűségét (Lee et al., 2009). Emellett elmondható, hogy szemben az exogén jelzőingerekkel, endogén jelzések figyelmet irányító hatása akár egy másik jelzőinger miatt is csökkenhet. Amennyiben egy központi, endogén jelzés közben a célinger várható helyét megjelelő téri jelzőinger is bemutatásra kerül, ez utóbbi sokkal nagyobb valószínűséggel befolyásolja a megfigyelő figyelmének elosztását, mint az endogén jelek, melyek ilyen esetben nem kerülnek feldolgozásra (Müller & Rabbitt, 1989). Összefoglalva, az exogén ingerek a figyelmi folyamatokat kevésbé kontrollálhatóan és az ingerbemutatás jellemzőitől inkább független módon befolyásolják, mint az endogén jelzések, azzal együtt, hogy a kognitív és perceptuális terhelés egyidejű növelésekor akár mindkét jeltípus hatása is csökkenhet (Lee et al., 2009).

Az jelzőingerek felhasználását egy összetett vizuális mezőben az is nehezíti, hogy az észlelt kongruencia, valamint a bemutatásuk és a célinger megjelenése között eltelt idő között kapcsolat van. Kongruens jelzőingerek segítségével a célinger detektálásához szükséges idő csökkenthető, ugyanakkor, ha nő a két inger bemutatása közti időintervallum, akkor ez a hatás nem csak, hogy eltűnik, de ellenkezőjére is fordulhat. Ennek oka a visszatérési gátlás, mely akkor alakul ki, ha a célinger megjelenése azután történik, hogy az automatikus orientációt követően a megfigyelő a célinger hiányában figyelmét a vizuális mező más pontjaira irányította. Ez az idő hozzávetőleg 300 ms (Posner & Cohen, 1984). Amennyiben a jelző és célinger megjelenése között ennél több idő telik el, például egy Posner feladatban, a kongruens ingerek a reakcióidő növekedéséhez vezetnek. Ez az idő függhet a feladat típusától is. A kongruens jelzőingerek facilitáló hatása összetettebb feladat, például választásos reakcióidő esetén hosszabb stimulusok közti időkülönbség esetén is megfigyelhető. 400 ms esetén még hozzájárulnak a feladat gyors megoldásához, 700 ms-os intervallumnál azonban már növelik a reakcióidőt (Lupiáñez et al., 1997). Összetett vizuális mezőben történő keresés során szintén megfigyelhető ez a fajta gátlás. Egy vizsgálatban a kísérleti személyek feladata egy, a környezeti ingerekhez rendkívül hasonló célinger megtalálása volt. Eközben másodlagos feladatként a keresés során több alkalommal megjelent egy, a fizikai tulajdonságaiban jól elkülöníthető inger, melynek észlelését jelezniük kellett oly módon, hogy arra fixáltak, annak eltűnéséig. A másodlagos feladat célingerének detektálása lassabb volt, ha olyan ponton jelent meg, melyet az elsődleges feladat során korábban

már átvizsgáltak a megfigyelők. Valamint a másodlagos inger eltűnését követően a kép letapogatása nem a korábbi fixáció helyén folytatódott, hanem a keresési feladat utolsó fixációja, és a másodlagos célinger helye közti szemmozgással azonos irányba történt az újabb fixációváltás. Tehát a kísérleti személyek összetett vizuális környezetben történő multitask feladat során, a korábban megvizsgált területhez nehezebben tértek vissza, az ott bemutatott, bármelyik feladathoz kapcsolódó jeleket lassabban észlelték, mint az új helyen bemutatottakat (Klein & MacInnes, 1999). A visszatérési gátlás lényege, hogy arra ösztönzi a megfigyelőt, hogy amennyiben a célinger egy adott helyen nem található meg, úgy a vizuális mező többi pontját is letapogassa (Klein, 2000). Így bár hatásuk különböző lehet, az orientációs reakció és a visszatérési gátlás is segítheti az ingerek észlelését. Amennyiben egy feladathoz nem köthető inger a figyelemi fókusz áthelyezését eredményezi egy olyan területre, ahol a célinger nem található, a feladat szempontjából előnyösebb a figyelemi fókusz újbóli megváltoztatása. Ez azt is jelenti, hogy bár a széli helyzetben megjelenő ingerek akár automatikusan, rájuk vonatkozó utasítás nélkül is vezethetik a figyelmet, nehezebb feladat, összetettebb vizuális környezet esetén nem feltétlenül segítik a keresést. A figyelmet ezek az ingerek bizonyos pontra irányítják, az azonban kevésbé vizsgált, hogy milyen feltételek mellett tartják adott helyen a fókuszt. Ez azonban nem jelenti azt, hogy hosszabb feladat esetén, például konjunkciós keresés során nem lehetnek a jelzőingerek, illetve a más modalitásból származó információk hatással a megfigyelők stratégiáira és teljesítményükre.

### **1.10. FIGYELEM FENNTARTÁSA**

A figyelem fenntartásának képessége meghatározza a figyelemhez kötődő egyéb folyamatok, mint például a szelektív figyelem működését is (Sarter et al., 2001). Egy hosszabb feladat során a teljesítményben változás figyelhető meg, mellyel vizsgálhatók a figyelemnek további jellemzői is, melyek nem a korábban bemutatott olyan téri szempontokat elemzik, mint például a figyelem téri elosztása, a fixációs pont, vagy annak változásai. Különböző feladatokkal vizsgálhatók tehát a figyelem főbb aspektusai. Míg az egyszerűbb vizuális keresési, téri-vizuális orientációs és detekciós feladatok jól mérik a - téri vagy más jellemzőkre irányuló - szelektivitást, a dual-taskok segítségével vizsgálható a célirányos viselkedés, a váltás képessége és a végrehajtó funkciók. Ezekben a feladatokban a teljesítmény azonban az idővel változhat (McAvinue et al., 2012).

Annak a képességnek vizsgálatára, mely lehetővé teszi a figyelemi fókusz, és a figyelem, mint célirányos viselkedés hosszú távú fenntartását, egyik legkorábbi és legelterjedtebb

módszer a Mackworth féle óra teszt, vigilancia feladat. A teszt során a megfigyelőknek ritkán megjelenő ingereket kell jelezniük. A kísérlet klasszikus változatában a résztvevők feladata az volt, hogy egy óra számlapját nézve egy előre meghatározott választ adjanak azokban az esetekben, amikor a mutató egységnyi idő alatt 2 egységnyit ugrott. A célingerek ritkán érkeztek, az óraszerű eszköz mutatója minden másodpercben ugrott, azonban a szabálytalan jelzés csak nagyjából másfél percenként került bemutatásra. A vizsgálat hosszú ideig tartott, rendkívül monoton volt, valamint a cél és környezeti ingerek közti kis különbség is nehezítette a feladat megoldását (Mackworth, 1948). Azonos elven összeállított ingeranyagot tartalmazó kísérletek tanúsága alapján a megfigyelők teljesítménye az első fél óra után csökkent, majd ezt követően ezen a megváltozott alacsony szinten stagnált a 2 órás vizsgálat végéig (Canisius & Penzel, 2007). Az idő előrehaladtával nőtt a kihagyások, tehát azon esetek száma amikor megjelent inger, de nem történt meg ennek jelzése, illetve ezzel együtt csökkent a jó válaszok, a találatok száma. Mackworth vizsgálatában nem elemezte, és egyes kutatások alapján sem jelent meg a feladat későbbi szakaszaiban a téves riasztások számának változása. Ez azt jelenti, hogy a megfigyelők nem reagáltak többször a válaszgomb megnyomásával olyan ingerekre, melyek szabályosan egy egységnyit ugrottak, de a jó és rossz válaszok alapján számolható érzékenység értékének csökkenését több vizsgálat is alátámasztotta (Lichstein et al., 2000; Canisius & Penzel, 2007; Hancock, 2017). A szenzitivitás, vagy érzékenység a megfigyelők figyelmi teljesítményére utal, arra, hogy milyen pontossággal különítik el a jeleket a zajtól (Lichstein et al., 2000). A szenzitivitás és ezzel együtt a teljesítmény csökkenésének több magyarázata is lehet, ilyen a megfigyelés során használt kritériumszint (Czigler, 1994), mely alapján a jelek és zajok elkülöníthetőek, valamint az éberség (Head, 1923; Rozenek et al., 2019). Magas, szigorú *kritériumszint* esetén a megfigyelők csak az egyértelmű esetekben tudják pontosan elkülöníteni a jeleket a zajoktól, ezért ugyan csökken a téves riasztások száma, hiszen ritkán adnak választ olyan esetekben, ahol nem lenne szükséges, ugyanakkor a találati arány is alacsony, ha nincs jelentős különbség a célingerek és más jelzések között. Hosszú ideig tartó folyamat esetén változhat a kritériumszint, és ezzel együtt a helyes válaszok és elutasítások száma is. Szigorú kritériumszint ritkán érkező jelzések esetén még szigorúbbá válhat, míg a nagyobb jelgyakoriság megengedőbb kritériumszintet eredményezhet, melynek köszönhetően a megfigyelők többször jelzik a célinger jelenlétét (Czigler, 1994).

Az eredetileg Henry Head által leírt fogalom az *éberség*, vagy *vigilancia* a megfigyelő azon képességét mutatja, mely lehetővé teszi számára a megfelelő válaszadást az őt ért ingerekre (Head, 1923). Ahhoz, hogy egy személy a figyelmét képes legyen fenntartani, tehát szelektálni tudjon inputok között, és azokra célirányos, adekvát módon reagálni tudjon, szükséges pszichológiai és fiziológia válaszkészség is (Hancock, 2017). Az aktivációs szint változása kapcsolatba hozható az érzékenység csökkenésével, azonban a két fogalom között nem lineáris a kapcsolat. A Yerkes-Dodson törvény alapján a két mutató összefüggése egy fordított U alakú görbével írható le. Az arousal szint növekedése segítheti a figyelem fenntartását és növelheti a teljesítményt egyszerű feladat esetén, azonban túl magas szint, vagy összetett feladat esetén ez a hatás éppen ellenkező lehet, és a teljesítmény romlásához vezethet. Az optimális arousal szintet a feladat nehézsége határozza meg, de minden esetben igaz, hogy egy bizonyos határig az arousal szint növekedése, vagy a kellően magas szint fenntartása jobb eredményekkel járhat együtt (Rozenek et al., 2019).

Az arousal szint, illetve ennek következtében a feladatban megfigyelhető éberség, *vigilancia* kialakulásában nagy szerepe van az úgynevezet ARAS (ascending reticular activating system) rendszernek (Moruzzi & Magoun, 1949). Az agytörzsi formáció retikulárisból induló rendszer ingerlése aktivációt hoz létre a sub- és hipotalamuszban, a talamuszban és az agykéregben is. Hatással van olyan automatikus folyamatokra, mint a légzés és a szívverés. Különböző monoaminerg és kolinerg neurotranszmitterek segítségével szabályozza az ébrenlétet (Wijdicks, 2019). Az ARAS rendszer első leírása Moruzzi és Magoun nevéhez köthető. EEG vizsgálatuk alapján az ingerekre adott kortikális izgalmi reakció mértékét, tehát az arousal szintet befolyásolják az agytörzsből induló afferens útvonalak (Moruzzi & Magoun, 1949). A középagy e része bemeneteket kap különböző ingerekre reagáló receptorokból. A formáció retikuláris mediális területén található neuronok jelentős része reagál szenzoros modalitásokra, állatkísérletek alapján e terület idegsejteinek 57 százaléka több mint egy modalitás ingerei érzékeny (Siegel, 1979). E területet érintő megfigyelések alapján amellet, hogy a szenzoros ingerek specifikus pályákon keresztül kerülnek feldolgozásra, ezen pályák kollaterálisai közvetlenül is eljutnak a retikuláris állományba, ahol a specificitás megszűnik (Czigler, 1994), az ARAS hatását az éberségre és a figyelemre a beérkező információk modalitásától, vagy kognitív kontrolltól függetlenül fejt ki. Ez alapján a feladathoz nem kapcsolódó, más forrásból származó ingerek is befolyásolják az arousal szintet (Mesulam, 2000). A különböző modalitásokból érkező, bi- vagy multimodális ingerek így nagyobb

mértékben növelhetik az ARAS aktivitását, és ezzel együtt az éberséget, mint az unimodális ingerek. Ezért, függetlenül az ingerek jelentésbeli kapcsolatától feltételezhető, hogy egy feladat közben bemutatott más modalitás segítheti a figyelem fenntartását a feladat megoldása során, mert csökkentheti az éberség csökkenését, valamint hozzájárulhat az optimális szint fenntartásához. Az ARAS rendszer működése két fő pályára osztható (Cavanna et al., 2011). A reticulo-thalamo-kortikális pálya működése a kéreg aktivitását, az arousal szintet közvetve növeli, úgy, hogy elősegíti a különböző modalitású információk kéregbe jutását.

## **2. ÖSSZEFOGLALÁS, KUTATÓ KÉRDÉS**

Az akusztikus ingerek hatással lehetnek a vizuális ingerek feldolgozására több módon is. Egyrészt befolyásolhatják a figyelem téri elosztását, valamint az ingerek szelekcióját azzal, hogy a tér valamely pontját (Mossbridge et al., 2011; Campos et al., 2013), vagy az ingerek bizonyos tulajdonságait kiemelik (Sutherland et al., 2014; Haryu & Kajikawa, 2012; Marks, 1987), kongruens ingerek esetén ezzel segítve a detekciót. Emellett hosszabb távon is kifejthetik hatásukat, hiszen a jelzőingerekre adott reakció detekciós feladatok alapján nem csökken többszöri bemutatás esetén sem. Bár ez az eredmény ismételt és nem egyszeri tartós ingerlésre vonatkozik, ez utóbbira is látható példa a fent idézett szakirodalomban. A bimodális helyzet utóhatásokat is eredményezhet (Sweeny et al., 2012), amely alapján elmondható, hogy a másodlagos modalitások tartósan befolyásolják az észlelési folyamatokat, felerősítik az unimodális helyzetben megfigyelhető hatásokat, illetve torzíthatják új, a bimodális helyzet megszűnését követően bemutatott ingerek feldolgozását is. Ezek mellett a feladatmegoldás sikerességét az éberség csökkenésén keresztül, közvetve is befolyásolhatja egy, a feladat szempontjából irrelevánsnak tűnő modalitás (Mesulam, 2000). Tehát egy másodlagos inger, hatással lehet a figyelem fenntartására és elosztására is.

Annak ellenére, hogy a figyelmi működést hosszabb távon is befolyásolhatják az akusztikus ingerek, a fent idézett irodalomban is látható, hogy ezek a tartós hatások leginkább az észlelés megváltozását eredményezték, míg a figyelem téri elosztásának megváltozása csak szűk idői korlátok között lehetséges. Összetett vizuális mező esetén ez az idői ablak nagyobb, de még így is kérdéses, hogy egy, a feladathoz nem kapcsolódó inger képes-e a figyelem fókuszpontjának megváltoztatására úgy, hogy nem csak az adott területre tereli, de ott is tartja figyelmet a célinger megtalálásáig.

Egy bimodális helyzetben a feladatmegoldásra nagyobb hatást gyakorol az az inger, amelyből egyértelműbb információk szűrhetők le, vagy azok könnyebben hozzáférhetők (Andersen et al., 2004). Ez alapján feltételezhető, hogy az összetett vizuális környezet esetén a megfigyelők jobban támaszkodnak egyszerű, a tér egy pontját kiemelő akusztikus ingerekre. Ugyanakkor fókuszált figyelmi feladatokban a jelzőingerek felhasználásának valószínűségét csökkenthetik tudatos stratégiák (Brown et al., 2001). Így az idői korlátok mellett e két, egymással szemben álló hatás alapján is megkérdőjelezhető, hogy a rövid idejű, detekciós vagy ingerdiszkriminációs helyzetekre és egy összetett vizuális környezetben történő keresésre azonos módon hatnak-e az akusztikus ingerek.

Illetve kérdés lehet az is, - különösen abban az esetben, ha a bimodális környezet hatása a detekció során látottaktól valamilyen mértékben eltérő - hogy milyen jellegű jelzőingerek befolyásolják leginkább a vizuális keresési feladatot. Több vizsgálat azt mutatja, hogy az akusztikus ingerek kiegészítik a vizuális információkat és hatással vannak azok megtalálására, feldolgozására, ha valamilyen releváns tulajdonságukban kapcsolódnak a célingerhez (Driver & Spence, 2000; Iordanescu et al., 2011). Ugyanakkor más tanulmányok azt mutatják, hogy csak idői (Van Der Burg et al., 2008) vagy téri egyezések (Mossbridge et al., 2011) esetén is megjelenik a figyelmi folyamatok változása. És bár a jelentésbeli kapcsolat miatt az akusztikus inger hatással lehet a figyelmi folyamatokra, a mező összetettsége miatt feltételezhető, hogy főleg az ilyen, a célinger jelentésére, vagy tulajdonságaira utaló endogén jelzések felhasználási valószínűsége csökken (Lee et al., 2009).

A következő kísérletsorozat célja a figyelem és a multimodális észlelés elméleteire alapozva azoknak a feltételeknek a megtalálása melyek segítik az akusztikus ingerek figyelemre gyakorolt hatásának megjelenését összetett vizuális mezőben. Azt vizsgáljuk, hogy vizuális keresési feladatok során milyen feltételek mellett lehet hatással egy más modalitásból származó elsődleges inger a letapogatásra tartósan, a célinger megtalálásáig. Tehát arra kerestük a választ, hogy milyen körülmények, és a modalitások közti milyen mértékű kapcsolat szükséges ahhoz, hogy az akusztikus inger ne csak a fókusz helyének megváltoztatását eredményezze, hanem egy terület részletes átvizsgálását is. Összetett vizuális környezetben történő keresési feladatok során vizsgáltuk azokat a fent bemutatott elméleteket melyek - főleg egyszerűbb ingereket tartalmazó detekciós feladatok alapján - segítik az ingerek integrációját, valamint a bi- vagy multimodális ingerbemutatás figyelemre gyakorolt hatásának megjelenését.

Vizsgálatainkban felhasználtuk a domináns modalitás elméleteit szintén abból a célból, hogy olyan kísérleti helyzetet állítsunk össze, melyben a feladat szempontjából lényegtelen információ lesz hatással egy másik forrásból származó ingeren történő keresésre. Majd az ingerek kapcsolatának és az akusztikus inger feladatban betöltött szerepének változtatásával vizsgáltunk, hogy a bimodális környezet, pontosabban az akusztikus inger hogyan hat a vizuális téri figyelemre.

### **3. ELSŐ VIZSGÁLAT**

#### **3.1. ELMÉLETI HÁTTÉR**

A vizsgálat során összetett vizuális mezőn figyeltük a téri figyelem elosztását, a személyekre jellemző letapogatási stratégiákat, illetve, hogy ezek változnak-e egy másodlagos modalitás esetén. A kísérletben a diszkontinuitás hipotézise került vizsgálatra. A feltételezés szerint két modalitás egymásra gyakorolt hatásában megfigyelhető aszimmetriát az ingerek statikusságában lévő különbség magyarázza. A szakaszokban érkező, vagy dinamikusan mozgó információk befolyásolják inkább a statikus ingerek észlelését, feldolgozását (Shams & Kim, 2010). Ennek vizsgálatára statikus képi ingereket, illetve három különböző típusú akusztikus ingert használtunk, és azt vizsgáltuk, hogy a hipotézisnek megfelelően ezek az auditoros információk eltérő mértékben hatnak-e a vizuális figyelmi folyamatokra. Az elmélet vizsgálatára az ingeranyagot úgy alakítottuk ki, hogy a hipotézis alapján az akusztikus inger befolyásolja az elsődleges, jelen esetben vizuális információk feldolgozását. Az eredményeket, illetve az ingerek közti aszimmetriát jelen vizsgálatban a diszkontinuitás mellett a feladat leírása is befolyásolhatja. Mivel azonban instrukció hiányában a figyelem viselkedéses válaszokon keresztül csak közvetve vizsgálható, ennek hatását nem az instrukció elhagyásával, hanem annak a feladatra gyakorolt szerepének egységesítésével szűrtük ki. Minden keresés során a résztvevők feladat egy előre meghatározott vizuális célinger megtalálása volt, a hangokra, azok fontosságára vonatkozó utasítást nem kaptak. Továbbá annak érdekében, hogy az instrukciónak a figyelem elosztására gyakorolt szerepe minél kevésbé érvényesüljön, az ingeranyagot úgy állítottuk össze, hogy a megkeresendő célinger megnevezése miatt ne legyenek a képeknek részletesebben vizsgált területei. A top-down információk ugyanis befolyásolhatják egy vizuális keresési feladat eredményét, függetlenül más, például egy másodlagos modalitásból származó információktól. A bemutatott ingerek nem konkrét jelentéssel bíró eseményt ábrázoló képek voltak. A



kísérleti személyeknek konjunkciós keresést kellett végrehajtaniuk, ahol a cél- és környezeti ingerek minden tulajdonsága megegyező volt, csupán azok elemeinek egymáshoz való viszonya, együttes megjelenése volt eltérő (Su et al., 2014). A céltárgyak így nem voltak kiugróak, valamint a résztvevők előzetes, a célok helyére vonatkozó elvárásai nem befolyásolhatták a keresés során használt stratégiát.

A diszkontinuitás hipotézis alapján feltételezhető, hogy amennyiben a két inger hatást gyakorol egymás feldolgozására, a képek értelmezésében történik változás az akusztikus ingerek függvényében. Így bár az instrukció továbbra is hatással lehet a figyelmi folyamatokra, a domináns modalitás fent említett hipotézise szerint ez éppen az általunk feltételezett multimodális hatás létrejöttét segíti elő. Mivel a célingerek helyét kellett megkeresni, a modalitás alkalmasság hipotézise alapján a vizuális inger nagyobb mértékben befolyásolja a keresés eredményét, mint az akusztikus (Lukas et al., 2010). Azonban korábbi vizsgálatok kimutatták, hogy amennyiben a diszkontinuitás alapján dominánssá válik az akusztikus inger, az hatással lesz a vizuális információ téri jellemzőinek megítélésére (Teramoto et al., 2012). Emellett az akusztikus ingerek szerepének kiemelését segítheti az is, hogy a térre utaló jelzései egyértelműbbek, így a domináns modalitás hipotézise alapján megbízhatóbbak (Andersen et al., 2004), mint a vizuális inger. Ez alapján feltételeztük, hogy a dinamikusán változó akusztikus ingerek esetén nagyobb eséllyel jelenik meg a vizuális téri figyelem változása.

### **3.2. HIPOTÉZISEK**

1. Vizuális keresési feladat eredményére hatással lehet a célinger pozícióját jelző inger bemutatása (Posner & Cohen, 1984), abban az esetben is, ha az a feladattól és a megfigyelő céljától független, vagy más modalitásból származik, mint a célinger (Bolognini et al., 2005, Chillemi et al., 2019)

I. Predikció: Feltételezzük, hogy a kísérleti személyek gyorsabban találják meg azokat a célingereket, amelyek az akusztikus jelzéseknek megfelelő oldalon találhatóak.

II. Predikció: Feltételezzük, hogy a kísérleti személyek nagyobb valószínűséggel találják meg az akusztikus ingerekkel jelölt vizuális célingereket, tehát amennyiben egy kép két célingert tartalmaz, a résztvevők nagyobb arányban jelzik a hanggal kongruens célingert, és kevesebben találják meg azt az ellenkező oldalon.

III. Predikció: Feltételezzük továbbá, hogy a két célingert tartalmazó kondícióban azok a személyek, akik a jelölt vizuális ingert észlelték, gyorsabban jelezték annak a helyét, mint azok, akik a hanggal ellentétes oldalon lévő ingert találták meg.

2. A domináns modalitás hipotézisei alapján az ingerek közti integráció sikeressége, valamint a hatásukban lévő aszimmetria függ az ingerek diszkontinuitásától. Az az inger fogja befolyásolni a másik feldolgozását, amely dinamikusan változik (Shams & Kim, 2010). Ez alapján feltételezzük, hogy:

I. Predikció: A vizuális keresési feladatban mérhető keresési időt jobban csökkenti a szakaszokban érkező, vagy a célinger helye felé mozgó akusztikus inger, mint a keresés során folyamatosan, a célingerrel azonos helyen bemutatott hang.

II. Predikció: Inkongruens akusztikus és vizuális ingerek esetén kisebb mértékben romlik a teljesítmény a statikus akusztikus ingerek bemutatásakor.

III. Predikció: Az első két predikcióból következik, hogy statikus akusztikus ingereket tartalmazó kongruens és inkongruens bemutatások között kisebb különbség várható a kereséshez szükséges időben, mint mozgó, vagy szakaszokban érkező hangok esetén.

### **3.3. MÓDSZERTAN**

#### **3.3.1. RÉSZTVEVŐK**

A kísérletben 35 fő vett részt, köztük 9 férfi és 26 nő adatait rögzítettük (átlagéletkor: 20,06 év. Szórás: 2,53 év). A bimodális feladat igényeinek megfelelően a résztvevők mindegyike ép látású és hallású volt. A vizsgálatban önként vettek részt.

Technikai problémák miatt két személy esetén az egyik típusú (kattogó, vagyis szakaszokban érkező) hangot tartalmazó bemutatásoknál nem rögzítettünk reakcióidő adatokat, így az ő eredményeiket nem minden hipotézis vizsgálatánál tudtuk figyelembe venni.

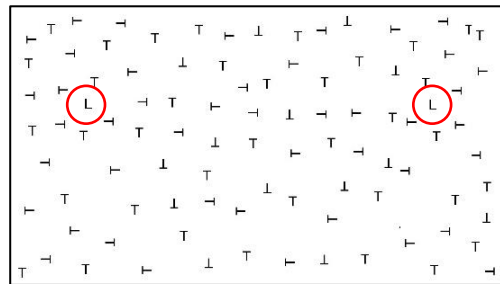
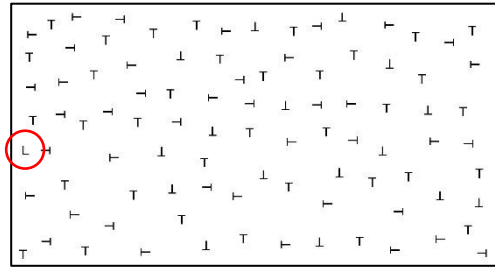
A vizsgálat helyszínét a vizsgálat követelményeinek megfelelően alakítottuk ki. Így csendes szobában, egyénileg történt a tesztfelvétel.

#### **3.3.2. INGERANYAG**

A 1. számú vizsgálatban egy bimodális helyzetben bemutatott vizuális keresési feladatot hajtottak végre a résztvevők. A feladat egy L betű megkeresése volt a T betűk között, tehát minden inger két egymást metsző, páronként azonos hosszúságú elemből állt, melyeknek metszéspontja különbözött csupán. A T betűk állása különböző volt, így az L betűt orientációja sem tette kiugróvá. A vizsgálat során egyrészt 10 olyan képet használtunk, melyeken egy célinger volt, 5 esetben jobb, míg 5 képen bal oldalon. A jobb, illetve bal oldali képek páronként egymás tükörképei voltak (az L betűket a tükrözés után

visszaforgattuk), így a céltárgyak a vizuális mező közepétől egyenlő távolságra, és egyenlő mértékben zajos környezetben voltak megtalálhatók.

További 3 képen pedig két célingert helyeztünk el, melyeknek a középponttól mért távolsága és környezete szintén megegyező volt egy képen belül. Ennek célja az volt, hogy vizsgálni tudjuk, hogy ugyanazon kép esetén különböző oldalt megjelölő hangokat hallva a résztvevők milyen arányban keresik jobb, illetve bal oldalon a célingereket. Az egy L betűt tartalmazó ábrák esetén csak a mért időeredményeken keresztül hasonlítható össze a két keresési kondíció, az mérhető, hogy gyorsabban oldják-e meg a feladatot a kísérleti személyek kongruens helyzetben. Mivel a két

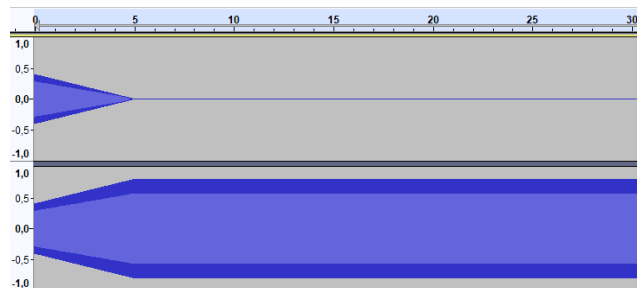


1. ábra: 1. vizsgálatban használt ingeranyag, egy (felső kép) és két (alsó kép) célingert tartalmazó kép. Az L betűket az ábrán piros körrel megjelöltük. Ez a jelölés nem része az eredeti ingeranyagoknak

L betűt tartalmazó képeken is csak egy célingert kellett megkeresniük a résztvevőknek, ez az elrendezés kiegészítheti a vizsgálatot azzal az információval, hogy többen találják-e meg a hangforrással azonos helyen lévő célingereket.

A kísérlet során 13 különböző képet használtunk. Minden vizuális ingert hatszor mutattunk be különböző helyre utaló akusztikus ingerekkel. A hangforrás helyén túl az akusztikus ingerek további 3 csoportba voltak sorolhatók. Egy esetben a vizsgálat során végig valamelyik oldalon volt hallható egy 250 Hz frekvenciájú hang.

A következő vizsgálati részben a hangforrás helye a keresés közben is változott, a fixációs kereszt helyétől, a vizuális mező valamelyik széle felé mozgott. A mozgó hangforráshoz az Audacity nevű programot használtuk, melyen létrehoztunk egy olyan sztereó sávot, mely kezdetben azonos hangerővel szólt mindkét oldalhoz tartozó hangsávon, majd az egyik fokozatosan halkult, végül teljesen megszűnt, a másikon pedig ugyanilyen ütemben és léptékkel hangosodott, majd a keresés végig



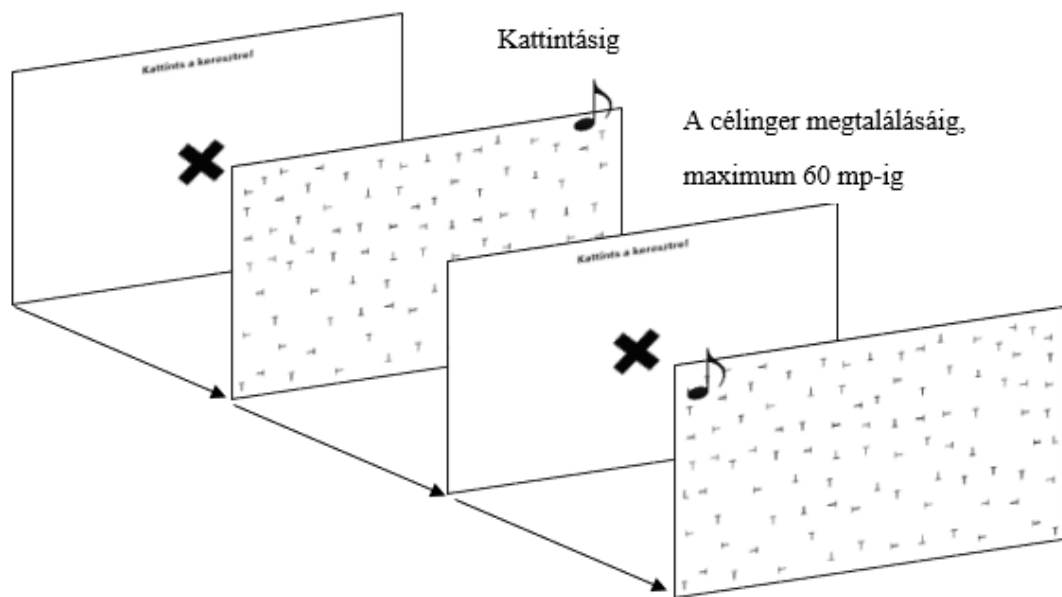
2. ábra: Balról jobbra mozgó hang. A felső sáv a baloldali hangszóró, az első pedig a jobb oldali hangszóró hangerejét mutatja

szólt, a másik sáv megszűnése után olyan hangerővel, mint a középén szóló inger két hangsávja (lásd: 2. ábra). Az akusztikus inger hangereje így nem változott a keresés során, de a sávokon belüli hangerő változás mozgó inger érzetét keltette. Előzetes vizsgálataink alapján az általunk használt képeken a célinger megtalálásához átlagosan 5 másodperc szükséges, így az akusztikus inger ennyi idő alatt került át a szélső hangforrásba, ahol ezután a keresés végéig folyamatosan szólt.

A harmadik helyzetben pedig a résztvevőknek jobb vagy bal oldalon kattogó hangokat mutattunk be a keresés végéig. A kísérlet során használt ingeranyagokat PsychoPy programmal mutattuk be.

### 3.3.3. VIZSGÁLAT MENETE

A vizsgálat az instrukció szóbeli ismertetésével kezdődött. A résztvevők a hangokra vonatkozó információt nem kaptak, valamint arról sem tájékoztattuk őket, hogy bizonyos képeken két L betűt is elhelyeztünk. Az instrukciót - „Keresd meg az L betűt, és kattints rá!” - 3 mp-ig a képernyőn is megjelenítettük, majd ezt követően egy fixációs kereszttel indult az ingeranyag bemutatása. Mivel a kurzor látható volt a keresés során, hogy ennek helye ne befolyásolja a képek letapogatását, a résztvevők a fixációs keresztre kattintva kezdhették el a feladatot. Így, bár ennek a vizuális információnak a szerepét nem tudtuk kiszűrni, azt egységesítettük, minden esetben ugyanott volt látható a kurzor a vizuális és akusztikus ingerek megjelenésekor. A képernyő közepére kattintva ezt követően egyidőben megjelent a két különböző modalitású inger. A hangingerek alapján elkülöníthető 3 szakasz mindegyikében 13 kép került bemutatásra véletlenszerű sorrendben, 2-2 alkalommal (jobb és bal oldali hanggal). Így a keresési feladatot az 1. számú kísérlet során összesen 78 alkalommal – kép (13)\* hang típusa (3)\* hangforrás helye (2) - hajtották fejenként végre a résztvevők, melyek közül 60 ingeren egy, 18 képen pedig 2 célinger volt látható. Minden bemutatás a célinger megtalálásáig, vagy maximum 60 másodpercig tartott. Az ingerek megtalálását kattintással kellett a résztvevőknek jelezniük. A vizsgálat során a keresési időközön túl a megtalált célinger koordinátáit is rögzítettük a hibás válaszok kiszűrése, valamint a két célingert tartalmazó képek esetében az eredmények értelmezése érdekében. Ez alapján látható ugyanis, hogy a jobb vagy bal oldali L betűre kattintottak a résztvevők.



3. ábra: 1. 2. és 3. vizsgálat tesztfázisának menete. A képen a fixációs kereszt (első és harmadik kép látható), valamint két példa a vizuális ingerből. A hangjegyek a hangforrás 2 lehetséges helyét (jobb és bal oldal) szimbolizálják.

### 3.4. EREDMÉNYEK

A kísérlet során nyert eredményeken a hipotézisek vizsgálatát megelőzően SPSS program segítségével elvégeztük az adatok szűrését. Ez a folyamat két lépésben zajlott. Először ellenőriztük a koordinátákat, hogy megállapítsuk, hogy a kísérleti személyek valóban a célíngerek helyét jelezték-e. Ezt követően minden adaton folytattuk a vizsgálatot, mert nem volt olyan koordináta, mely hibás választ jelzett volna. Az adatok rendezésének második lépéseként outlier szűrést végeztünk. Minden ingerbemutatás esetén kiugrónak tekintettük azt az adatot, amely az azonos kondíciójú, tehát azonos kép-hang párosítású ingereknél mért keresési idők átlagától több, mint két szórásnyival eltér. Az egy célíngert tartalmazó képek esetén összesen 2060 adatot rögzítettünk (33 személy esetén fejenként 60 válasz, illetve két személynél, technikai problémák miatt, a szakaszokban érkező hangokat tartalmazó kondíció hiányában fejenként 40 válasz). Ezek közül 135 időeredmény volt kiugró, ami a rögzített adatok minta 6,55 százaléka. A két célíngert tartalmazó képeknél 33 résztvevő esetében fejenként 18, két személy esetében fejenként 12 keresési időt rögzítettünk. Ezek közül kiugró érték volt a minta 4,85 százaléka, 30 inger a rögzített 618-ból. Ezt követően a szűrt adatbázis eredményeiből új változókat képeztünk, ahol átlagoltuk az azonos jellemzőkkel rendelkező képeket. Az átlagolás során figyelembe vettük, hogy milyen típusú hangot hallottak a résztvevők, melyik oldalon, illetve, hogy melyik oldalon volt a célíngér. Ez alapján a résztvevők adataiból 18 változót

hoztunk létre (egy célingeres képek esetén 12 eredmény: hangtípus (3)\* hangforrás helye (2)\* célingert tartalmazó képek esetén további 6 eredmény: hang típusa (3)\*hangforrás helye (2)).

A kísérlet változóit, és az ezekhez tartozó átlagos keresési időket a 1. számú táblázatban foglaltuk össze.

| Célingert helye | Hangforrás helye | Hang típusa         | Átlag (mp) | Szórás (mp) |
|-----------------|------------------|---------------------|------------|-------------|
| Bal oldal       | Bal oldal        | Statikus            | 5,21       | 1,52        |
|                 |                  | Mozgó               | 6,95       | 3,04        |
|                 |                  | Szakaszokban érkező | 4,61       | 1,51        |
|                 | Jobb oldal       | Statikus            | 6,18       | 2,79        |
|                 |                  | Mozgó               | 6,44       | 2,27        |
|                 |                  | Szakaszokban érkező | 5,75       | 2,23        |
| Jobb oldal      | Bal oldal        | Statikus            | 6,61       | 2,45        |
|                 |                  | Mozgó               | 6,74       | 2,30        |
|                 |                  | Szakaszokban érkező | 4,61       | 1,51        |
|                 | Jobb oldal       | Statikus            | 6,18       | 2,79        |
|                 |                  | Mozgó               | 6,44       | 2,27        |
|                 |                  | Szakaszokban érkező | 5,75       | 2,23        |
| Két célingert   | Bal oldal        | Statikus            | 3,87       | 2,70        |
|                 |                  | Mozgó               | 3,91       | 2,68        |
|                 |                  | Szakaszokban érkező | 3,50       | 2,95        |
|                 | Jobb oldal       | Statikus            | 3,63       | 2,73        |
|                 |                  | Mozgó               | 4,21       | 2,72        |
|                 |                  | Szakaszokban érkező | 3,23       | 2,38        |

1. táblázat: 1. vizsgálat leíró adatai

Az adatbázis szűrését és rendezését követően Jamovi program segítségével azt vizsgáltuk, hogy van-e különbség a célingert megtalálásához szükséges időben, annak függvényében, hogy az akusztikus inger és a megtalálendő L betű helye megegyezik-e, vagy ellentétes oldalon található a két különböző modalitású inger.

Továbbá a két célingert tartalmazó képek segítségével vizsgáltuk azt is, hogy a kísérleti személyek milyen arányban találták meg a hang által jelzett, illetve azzal ellentétes oldalon a célingert, amennyiben azok a középponttól egyenlő távolságra, és azonos mértékben zajos környezetben jelentek meg. Ennek vizsgálatára  $\chi^2$  próbát használtunk. A

kereséshez szükséges idő mellett ez az eredmény is mutatja, hogy a kísérleti személyek a mező mely (a hanggal kongruens, vagy inkongruens) oldalát vizsgálják át részletesebben. Ennek vizsgálatához a fent leírt változók közül két célingert tartalmazó vizsgálati eredményeket a későbbiekben képenként tovább bontottuk az alapján, hogy az adott ingeren a résztvevő a hang által jelölt oldali célingert találta-e meg, vagy az azzal ellentétes oldalon lévő.

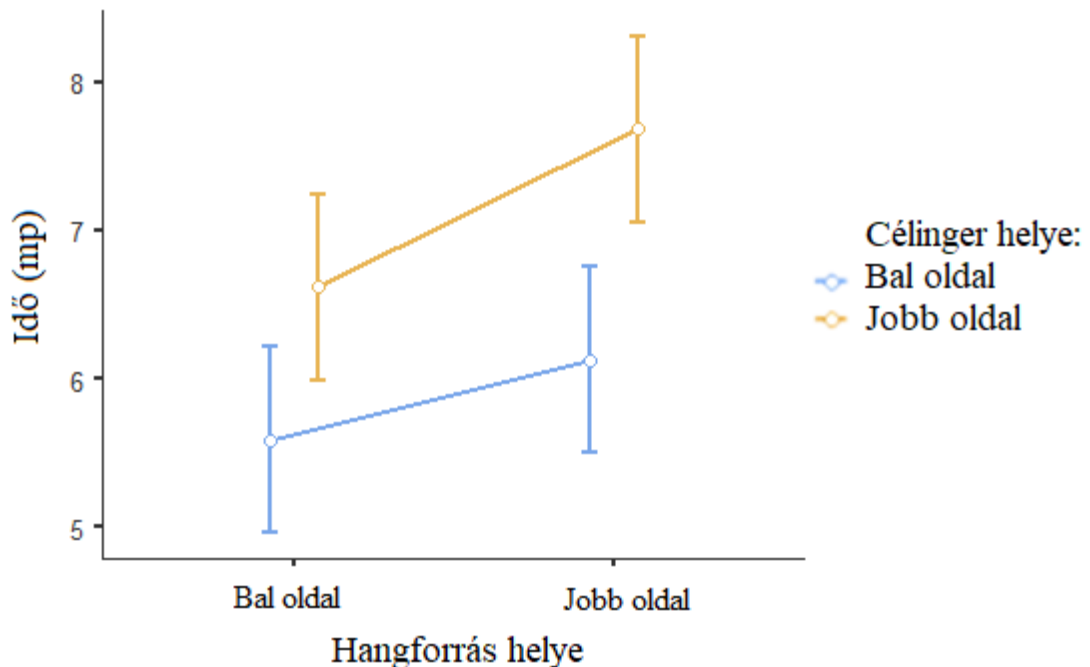
A hipotézisek vizsgálatát az egy célingert tartalmazó keresés során mért eredmények elemzésével kezdtük, melyhez többszemponos összetartozó mintás varianciaanalízist használtunk. Az elemzés főhatásai a fent bemutatott szempontok, tehát a hangforrás típusa (mozgó, statikus és szakaszokban érkező), a hangforrás, valamint a célinger oldala. A vizsgálat során mindhárom főhatásnál szignifikáns eredményt kaptunk. A hangforrás típusa, függetlenül a bemutatás más jellemzőitől hatással volt a keresés során mérhető időkre ( $F(2,64)=9,901$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,236$ ). Szignifikáns különbséget a kattogó (átlag=5,9 mp; szórás=2,35 mp) és a mozgó (átlag=7,08 mp; szórás=2,62 mp) hangforrás között találtunk, valamint tendenciaszintű különbség volt a statikus, valamelyik oldalon tartósan szóló hangokat tartalmazó kondícióhoz tartozó keresési idő (átlag=6,53 mp; szórás=2,86 mp) és a kattogó hangokhoz tartozó érték között.

A célinger helye, függetlenül a hangforrás helyétől szintén befolyásolta a mért keresési időket ( $F(1,32)=18,248$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,363$ ). A bal oldalon található betűk megtalálásához kevesebb időre volt szükségük a résztvevőknek (átlag=5,86 mp; szórás=2,40 mp), mint a jobb oldali célingerekhez (átlag=7,15 mp; szórás=2,74 mp).

A hangforrás helye, mint főhatás szintén szignifikáns különbséget mutatott ( $F(1,32)=12,896$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,287$ ). Ez alapján a kísérleti személyek gyorsabban oldották meg a feladatot abban az esetben, ha az akusztikus inger a bal oldalról volt hallható (átlag=6,10 mp; szórás=2,37 mp), míg rosszabb teljesítményt értek el jobb oldali hangforrások esetén (átlag=6,90 mp; szórás=2,87 mp). Ez az eredmény azonban szintén független a további kondícióktól, így a hipotézisek vizsgálatához az interakciók elemzése szükséges. Ezek mutatják ugyanis, hogy az ingerek kongruenciája hogyan hatott a keresési eredményekre, és ezt befolyásolta-e az akusztikus inger statikussága.

Mindhárom hangtípust együttesen kezelő, a kép és a hangforrás helyét mutató kétszeres interakció vizsgálatunkban nem hozott szignifikáns eredményt ( $F(1,32)=1,388$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,042$ ). Ez alapján a kísérleti személyek keresési idejét a fent bemutatott főhatásoknak megfelelően befolyásolta a célinger és hangforrás helye, ugyanakkor ezek kongruenciája nem segítette a feladat megoldását. Mindkét hangforrás esetén gyorsabban

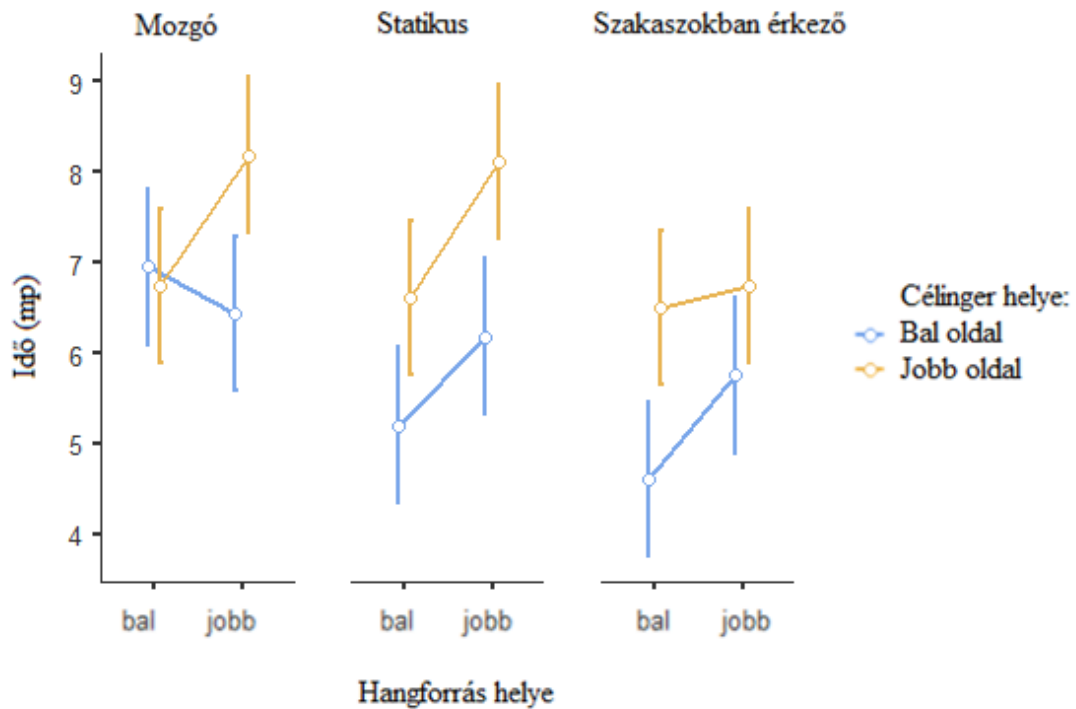
találták meg a bal oldali célingereket, mint a jobb oldaliakat, és függetlenül ezek helyétől minden esetben kevesebb idő volt szükséges a feladat megoldásához, ha a hang a bal oldali hangforrásból szólt.



4. ábra: 1. vizsgálat eredményei. A grafikon a kép és hangforrás helyének együttes hatását jeleníti meg. Az y tengelyen az adott kondícióhoz tartozó átlagos keresési látható

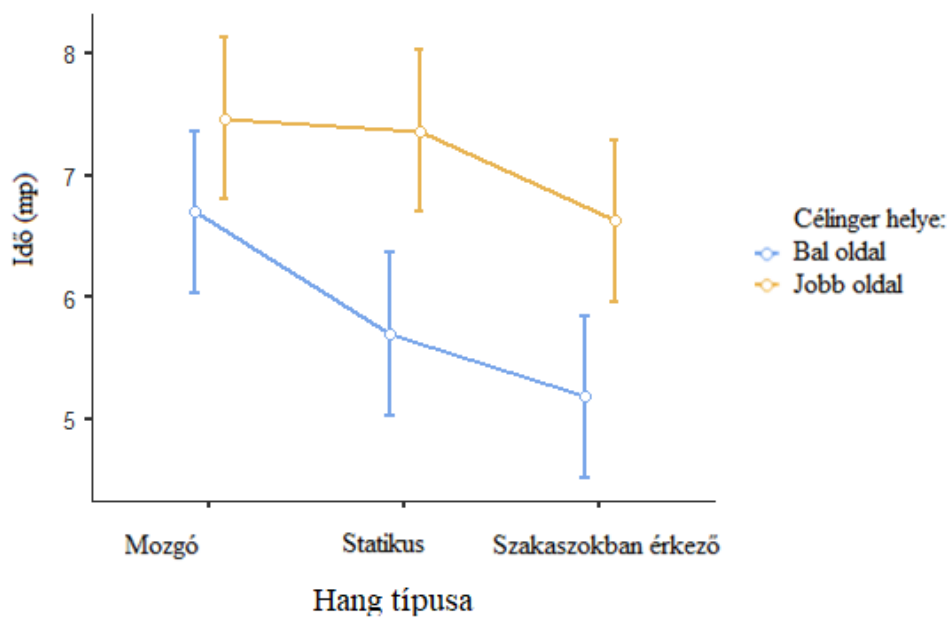
Ugyanakkor, ha a hang típusa alapján csoportosítottuk az eredményeket, szignifikáns hármasszinterakciót találtunk ( $F(2,64)=3,45$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,097$ ). Páros összehasonlítások alapján azt mondhatjuk, hogy mozgó hangforrás esetén a 4 adat között nem volt jelentős különbség. Statikus hangok esetén a jobb oldali hangforrások mellett megmaradt a teljes mintára jellemző eredmény, a résztvevők gyorsabban találták meg a bal oldali célingereket. Valamint a térben kongruens kondíció esetén gyorsabban végeztek a feladattal, ha a célinger és az hangforrás bal oldalon található. Kattogó hangoknál a bal oldali hangforrások esetén szignifikáns különbséget találtunk a két ellentétes oldali célinger keresési idejében. Valamint ennél a hangtípusnál a kongruens kondíciók között szignifikáns különbség volt megfigyelhető, a bal oldali célinger és hang páros esetén rövidebbek voltak a keresési idők. A szignifikáns eredmények az átlagolt adatokhoz hasonlóan függetlenek voltak az ingerek kongruenciájától, az keresési idők csökkenése a bal oldali ingerforrásokkal volt kapcsolatban (a mért keresési idők átlaga és szórása teljes bontásban a 1. táblázatban látható).





5. ábra: 1. vizsgálat eredményei hangtípus alapján történő bontásban. A grafikonon az átlagos keresési idő látható mozgó, statikus, és szakaszokban érkező (kattogó) hangok esetén

Ezt bizonyítja az is, hogy, bár mozgó ingerek esetén nem figyelhető meg a bal oldali fölény, a célinger helyét és a hang típusát vizsgáló interakció nem volt szignifikáns ( $F(2,64)=2,362$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,069$ ). Ezek alapján a bal oldali célingerekhez tartozó gyors keresési idő nem függött össze a hang dinamikusságával.



6. ábra: 1. vizsgálatban mért átlagos keresési idők jobb és bal oldali célingerek, mozgó, statikus, és szakaszokban érkező (kattogó) hangok esetén

Míg a mozgó hangok esetén a fent leírtaknak megfelelően nem volt különbség, a statikus hangoknál, hasonlóan az ezt a szempontot figyelmen kívül hagyó eredményekhez, a bal oldali hangforrások segítették a célingert gyors észlelését (átlag=5,98 mp; szórás=2,34 mp), míg a jobb oldaliaknál lassabb keresési idő (átlag=7,21 mp; szórás=3,40 mp) volt mérhető (a különbség ebben az esetben tendenciaszintű volt). Kattogó, szakaszokban érkező hangoknál ez esetben nem volt szignifikáns különbség.

A két célingert tartalmazó keresési feladatok eredményein összesen 9  $\chi^2$  próbát végeztünk, a három szakaszban bemutatott 3-3 képen, mellyel vizsgáltuk, hogy ugyanazon kép különböző oldalon szóló, de azonos típusú hanggal egyidőben történő bemutatásai esetén melyik oldalon hányan keresték a célingereket. Szignifikáns különbséget egyik esetben sem találtunk. Tehát a résztvevők nem találták meg nagyon számban a hang által jelölt célingert. Tendenciaszintű különbség is csupán egy próbánál jelent meg. Ezeknél a képeknél az általunk feltételezett hatás volt megfigyelhető, oldalra mozgó hangnál a kísérleti személyek nagyobb arányban jelezték a jobb oldali célingert jobb oldali hangnál, a bal oldalt pedig az azzal azonos hangforrásnál, mint inkongruens helyzetben. ( $\chi^2=2,842$ ;  $p<0,1$ ).

Ezt követően szintén a koordináták alapján csoportokba osztottuk a résztvevőket. Mivel válaszaik - az, hogy a hangnak megfelelő, vagy azzal ellentétes oldalon találták meg a célingert - különbözhetnek ingerbemutatásonként, ezért a csoportba sorolás, illetve az időeredmények megfelelő próbával történő elemzése képenként történt, így 18 db, független mintás próbát futtattunk. A próbák során egy esetben szignifikáns, és egy bemutatásnál pedig tendenciaszintű különbséget kaptunk a kongruens és inkongruens csoport eredményei között. Ebben a két esetben a hipotéziseinknek megfelelő hatás volt kimutatható. A különbséget mutató eredményeket az 2.számú táblázatban foglaltuk össze. Mindkét esetben normáeloszlású, de különböző varianciájú adataink voltak, ezért Welch féle t-próbát futtattunk. Fontos megjegyezni, hogy a próbák nagyobb részénél nem találtunk szignifikáns különbséget, azok a kísérleti személyek, akik az akusztikus inger által jelölt oldalon keresték a célingert, nem találták meg azt gyorsabban, mint a másik csoport. Valamint, mivel a csoportosítás bemutatásonként történt, így nem volt lehetőség az azonos kondíciójú bemutatások átlagolására. Ezért ezek az eredmények kevésbé megbízhatók. Illetve ezek az eredmények nem csak a hipotézisünknek, de azoknak a korábban kapott eredményeknek is megfelelnek, ami szerint a bal oldalon található ingerek észlelése gyorsabb, így nincsenek feltételül kapcsolatban az akusztikus ingerek

hatásával. Az outlier szűrés, valamint a fent említett technikai probléma miatt a két csoport összlétszáma bemutatásonként eltérő.

| hang típus          | megtalált célinger helye | létszáma | keresési idő átlaga          | próba hivatkozása                          |
|---------------------|--------------------------|----------|------------------------------|--|
| balra mozgó         | bal (kongruens)          | 16 fő    | 3,67 mp<br>(szórás= 1,6 mp)  | t(25,5)=-1,95; p<0,1;<br>Cohen's d=-0,645  |
|                     | jobb                     | 18 fő    | 5,34 mp<br>(szórás= 3,23 mp) |  |
| bal oldalon kattogó | bal (kongruens)          | 12 fő    | 2,63 mp<br>(szórás= 1,22 mp) | t(26,7)= -3,26; p<0,05<br>Cohen's d=-0,982 |
|                     | jobb                     | 20 fő    | 5,02 mp<br>(szórás= 3,18 mp) |  |

2. táblázat: Az 1. vizsgálat két célingert tartalmazó bemutatásai során kapott szignifikáns és tendenciaszintű eredmények.

### 3.5. MEGVITATÁS

A 1. számú vizsgálatban egy, a detekciós feladatokban gyakran kimutatott hatást vizsgáltunk egy fenntartott figyelmi helyzetben, vizuális keresési feladatban. A kísérlet összeállításakor arra törekedtünk, hogy amennyiben megfigyelhető a bimodális helyzet hatása a feladat megoldásra, az a vizuális feladaton legyen kimutatható. Tehát azt vártuk, hogy a keresés közben bemutatott akusztikus ingerek befolyásolják a vizuális mező letapogatását, így a célinger helyével való egyezés vagy attól való távolság függvényében segítik annak megtalálását, vagy éppen növelik a kereséshez szükséges időt. Mivel célunk a vizuális feladatban mért teljesítmény vizsgálata volt, az ingeranyag összeállításakor az ingerek egymásra gyakorolt hatásának aszimmetriáját magyarázó domináns modalitás hipotéziseket vettük alapul, melyek közül első lépésként a diszkontinuitás elméletet vizsgáltuk. A kísérlet során a résztvevők konjunkciós vizuális keresési feladatot hajtottak végre egy összetett, statikus képen, miközben szintén statikus, állandóan szóló, vagy változó (mozgó vagy szakaszokban érkező) akusztikus ingereket mutattunk be, a célingerrel egyező, vagy azzal ellentétes oldalon.

Azt feltételeztük, hogy a kísérleti személyek nagyobb számban keresik és gyorsabban találják meg a célingereket a hang által jelölt oldalon. Az 1. vizsgálat eredményei alapján konjunkciós keresésnél, szemben a detekcióval, nem jelenik meg az akusztikus ingereknek a téri vizuális figyelem elosztására gyakorolt hatása. Az ingerek

kongruenciájára vonatkozó hipotéziseink nem teljesültek. A kísérleti személyek nem oldották meg hamarabb a feladatot, ha a célinger helyét az akusztikus inger jelölte. Az eredmények tanúsága szerint a kísérleti személyek gyorsabban találták meg a bal oldali célingereket, mint a jobb oldaliakat. Bár a szemmozgások ellenőrzése nélkül nem bizonyítható, de feltételezésünk szerint ez az eredmény összefüggésbe hozható az átlagos, a bemutatás jellemzőitől független keresési stratégiákkal, mint a balról jobbra történő letapogatás.

A domináns modalitás, diszkontinuitás hipotézisére alapozott feltételezéseink szerint a nem statikus ingerek nagyobb eséllyel és jelentősebb mértékű hatást fejtenek ki a vizuális keresési feladatra. Ez alapján feltételeztük, hogy a kongruens és inkongruens feladatokban mért keresési idők különbsége legnagyobb valószínűséggel (vagy legnagyobb mértékben) a dinamikus változó akusztikus ingerek esetén lesz megfigyelhető. Eredményeink alapján azonban az ingerek közti integráció – bár detekciós feladatokban automatikusan létrejön – nem alakult ki a feladat során egyik kondícióban sem. A két inger integrációját ez esetben nem segítette, ha a kísérlet feltételeit a diszkontinuitás hipotézisnek megfelelően módosítottuk, a mozgó, vagy szakaszokban érkező hang sem gyakorolt hatást a vizuális mező letapogására.

Eredményeink alapján azonban mégis feltételezhető, hogy a bimodális helyzet hatással volt a keresési időkre. A feladat megoldása gyorsabb volt a bal oldali hangforrásból szóló hangok esetén. Annak ellenére, hogy az eredmények nem támasztják alá a kongruencia keresést könnyítő hatását, a bal oldalról szóló akusztikus ingerek ezen hatása mégis utalhat a hangok keresésben betöltött szerepére. Ezek a hangok ugyanis megfelelnek a balról jobbra történő haladási iránynak, így amennyiben azokat jelzőingernek tekintjük, vagy orientációs reakciót váltanak ki, a figyelem fókusza az automatikus folyamatok, és a megfigyelő szándéka, az általa használni kívánt stratégia alapján is egybeesik.

Ezen kívül az eredményekből az is látható akusztikus és vizuális inger kongruenciája és a keresési idő kapcsolata nem minden hangtípusnál volt azonos. Feltételeztük, hogy a mért eredményekre a mozgó, vagy a szakaszokban érkező inger lesz leginkább hatással. Ezzel szemben éppen a mozgó ingereknél nem láttunk szignifikáns különbséget a kísérleti kondíciók között. Azonban, ha a fenti, olvasási iránnyal összefüggő feltevésünk helytálló, ez az adat - a jobb és bal oldali célingerek megtalálásához szükséges idő különbségének hiánya - részben magyarázható a dinamikus akusztikus ingerrel. Hiszen, bár a kongruencia hatása nem érvényesült ebben a helyzetben sem, de a jobb és bal oldali vizuális ingerek különbsége sem jelent meg, mely alapján ebben a helyzetben a gyakran

használt stratégiák kevésbé érvényesültek. Ez azonban szintén csak közvetett eredmény, valamint a kiindulási pontja, a letapogatási irány szerepe is csak feltételezhető jelen vizsgálatunkból, így az akusztikus ingerek vizuális feladatban betöltött szerepére további kutatások szükségesek.

A vizsgálatot, a kongruencia hatásának elmaradását, számos egyéb tényező is befolyásolhatta. Ilyen például az ingeranyag összetettsége, a feladat nehézsége, mellyel egyidőben csökken a jelzőinger figyelmet irányító szerepe (Lee et al., 2009). Azok figyelmen kívül hagyását segíthette az is, hogy a vizsgálat során használt ingerek között jelentésbeli kapcsolat nem volt, betűket tartalmazó vizuális ingereket, és Audacity nevű programmal generált hangokat használtunk. Bár számos fent idézett kutatási eredmény bizonyította, hogy a hangok, abban az esetben is, ha függetlenek a feladattól, vagy azok figyelmen kívül hagyására szólítják fel a résztvevőket, orientációs reakciót váltanak ki, így befolyásolják a figyelem téri elosztását. Ez a hatás jelen vizsgálatban sem zárható ki, az összetett ingeranyag használata miatt azonban feltételezhetően ez az információ nem volt elég a feladat megoldásához, a résztvevők a teljes vizuális mező részletes letapogatásával találhatták meg a célingert. A kísérlet alapján elmondható, hogy a valamely oldalon szóló, vagy egy adott irányba mozgó hangok nem határozták meg a figyelmi fókusz helyét az adott oldal részletes átvizsgálásáig, illetve a résztvevők nem használták fel a másodlagos modalitás információt a feladat során.

Jelen esetben, még a dinamikus hangok is tartósan szóltak a keresés alatt így automatikus figyelmet kiváltó hatásuk is alacsonyabb lehetett (bár hasonló hangingerek esetén a detekciós feladatokban mért reakcióidő megváltozik). Emellett mivel nem kapcsolódtak a célingerhez, és annak helyére csak az esetek 50%-ban utaltak, feltételezhető, hogy a feladat sikeres és gyors megoldásához célravezetőbb volt a környezeti ingerek jelzésének követése helyett más stratégiák használata, a mező részletes letapogatásához. Ilyen lehet a korábbi tapasztalatok alapján megszokott balról jobbra (valamint ezen túl fentről lefelé) történő haladási irány követése. Az automatikusan kialakuló kapcsolat nem volt megfigyelhető jelen vizsgálatunkban. Ennek ellenére, mint fent említettük, a szemmozgás elemzésének hiányában, csak viselkedéses eredmények alapján nem zárható ki, hogy az orientációs reakció kialakult a résztvevőknél, az látható viszont, hogy ez nem volt hatással a fenntartott figyelmi feladat megoldására. Ezért érdemes megvizsgálni, hogy milyen körülmények között alakítható ki az ingerek közti kapcsolat, hiszen amennyiben az akusztikus inger, tapasztalatok alapján valóban segíti egy inger megtalálását, annak figyelemre gyakorolt hatása jobban kimutatható lehet, illetve feltételezhetően nehezebben

írható felül olyan tanult stratégiákkal, mint egy kép bizonyos mintázat alapján történő letapogatása.

## **4. MÁSODIK VIZSGÁLAT**

### **4.1. ELMÉLETI HÁTTÉR**

A következőkben a tapasztalat, gyakorlás szerepét vizsgáltuk. Szakértőkkel, gyakorlottabb kísérleti személyekkel végzett vizsgálatok igazolták, hogy két inger jelentésbeli, vagy tapasztal alapján kialakított kapcsolata segíti az integrációt (Iordanescu és mtsai., 2011) illetve, hogy a másodlagos modalitás leginkább szakértőknél gyakorolhatást az ingerek feldolgozására (Hodges et al., 2005). Emellett több kísérlet bizonyítja, hogy azok a személyek, akiknek több tapasztalatuk van az akusztikus és vizuális információk együttes megjelenéséről, könnyebben integrálják a két modalitást, és igazítják az egyik inger feldolgozását a másiktól származó információkhoz. Annak ellenére például, hogy az idői feldolgozást igénylő feladatokban általában az akusztikus információknak nagyobb szerepe van, mint a vizuálisnak, szakértők esetén ez a különbség a két modalitás észlelt fontossága között eltűnhet, sőt akár meg is fordulhat. (Hove és mtsai., 2013). Videójátékosok (vizuális szakértők) és zenészek (akusztikus szakértők) teljesítményét összehasonlítva egy feladatban, melyben mozgásukat szinkronizálni kellett egy szakaszosan érkező képi (pattogó labdát ábrázoló videó) vagy hang (pattogás hangja) ingerrel, úgy, hogy figyelmen kívül hagyják a másik modalitásból származó, a célingerrel a szinkronban érkező információkat, megfigyelhető volt, hogy a kísérleti személyek a szakértelmüknek megfelelő zavaró ingereket sokkal nehezebben ignorálták. Vizuális szakértőknél inkább a labda pattogásának képének, míg zenészeknél annak hangjának elterelő, aszinkron ingerként való bemutatása hatott a feladat megoldására, rontotta az elsődleges modalitással való szinkronizáció pontosságát. Az, hogy a gyakorlott személyekből álló csoportok, vagy szakértők érzékenyebbek a különböző modalitású információk eltéréseire (Petrini és mtsai., 2009; Bishop és Goebel, 2014) szintén a gyakorlás szerepét hangsúlyozza, annak ellenére, hogy ez akár az integráció kialakítását nehezíti. Kis idői, vagy téri eltérés esetén is hajlamosak vagyunk a két modalitást egy eseményhez kötni, azonban az elfogadható különbség maximális mértéke csökkenhet, amennyiben egy személy valamely modalitás (idői és téri) jellemzőinek pontos észlelésében gyakorlott. Így bár szakértők esetén nagyobb a valószínűsége annak, hogy észlelik az ingerek közti különbséget, ezért azokat nem kapcsolják össze,

ugyanakkor a gyakorlás, tapasztalatszerzés befolyásolja a bimodális inger feldolgozását. Képzett személyek nem csak pontosabban észlelik a számukra jelentős modalitás tulajdonságait (például hangmagasság, hangforrás helye), de azoknak nagyobb jelentőséget tulajdonítanak, könnyebben használják fel az azokból származó információkat egy bimodális helyzetben, így nem csak unimodális, de bimodális helyzetben is jobb teljesítményt mutatnak. Könnyebben észlelik a számukra jelentős ingert, illetve könnyebben integrálják a különböző modalitásokat, így náluk nagyobb mértékben segíti a bimodális helyzet a célinger észlelését (Landry & Champoux, 2017). Vizuális ingerek idői különbségének észlelése könnyebbnek bizonyult olyan feladatnál, ahol az ingerek megjelenésével egyidőben, vagy kis időkülönbséggel (100 ms késéssel), akusztikus ingereket hallottak a résztvevők. A másodlagos modalitás hatása megjelent a kontroll csoportnál is, de a szakértő csoportban jobban érvényesült (Hodges et al., 2005). Amellett, hogy fejleszthető valamely modalitás észlelésének pontossága, így növelhető annak szerepe az információfeldolgozásban, a bi- vagy multimodális integráció is gyakorolható. Zenészekkel végzett vizsgálatok esetén például fontos megjegyezni, hogy hosszútávú képzés hatására nem csupán az akusztikus ingerek észlelése, elkülönítése fejlődik, de a hangszeres játék, annak megtanulása és gyakorlása, akusztikus, vizuális és taktilis információk együttes kezelését igényli (Paraskevopoulos et al., 2012). Gyakorlott személyek képesek egyik modalitás szegényes információit, a másiktól pótolni, így például pusztán az ujjak mozgását bemutató videó alapján képesek felismerni egy hangszeren játszott zeneművet (Hasegawa et al., 2004).

Ennek megfelelően azt vizsgáltuk, hogy a modalitások közti kapcsolat gyakorlása segíti-e az akusztikus ingerek vizuális figyelemre gyakorolt hatásának megjelenését egy vizuális keresési feladatban. A kísérletet úgy alakítottuk ki, hogy a domináns modalitás többi hipotézise alapján az akusztikus információnak a vizuális ingerre gyakorolt hatása legyen feltételezhető, mivel ezeket a hatásokat nem tudtuk teljesen kiszűrni a vizsgálatból (nem hagyható el például az instrukció), ugyanakkor megfigyelésük jelen esetben nem volt cél. Ennek megfelelően összetett, statikus vizuális ingert, és középről valamelyik oldalra mozgó hangot használtunk. Az instrukció ez esetben is a vizuális ingerek szerepét emelte ki, ugyanakkor nem utalt a céltárgy helyére.

## **4.2. HIPOTÉZISEK**

1. Akusztikus ingerek hatással lehetnek a vizuális keresési feladatra. A két modalitás kapcsolatának kialakulását a gyakorlás segíti.

I. Predikció: A gyakorló fázist követően a kísérleti személyek gyorsabb találják meg az vizuális célingert, ha annak helye a hangforrással megegyezik

II. Predikció: A kísérleti személyek több olyan célingert találnak meg, melyek az akusztikus ingerrel azonos oldalon vannak.

### **4.3. MÓDSZERTAN**

#### 4.3.1. RÉSZTVEVŐK

A vizsgálatban 45 személy, 20 férfi és 25 nő vett részt (átlagéletkor: 20,73 év; szórás: 1,47 év). A kiválogatás kritériumai az előző vizsgálatokkal megegyezően voltak, minden személy betöltötte a 18 évet, illetve ép (vagy korrigált) látású és hallású volt. A vizsgálatban önként vettek részt.

#### 4.3.2. INGERANYAG

A résztvevők feladat a 1. vizsgálathoz hasonlóan ebben az esetben is egy vizuális keresési feladat volt. Az ehhez használt vizuális ingerek a fent leírtakkal megegyezőek voltak. A résztvevőknek 13 különböző képet mutattunk be, melyek közül 3 képen két célinger volt (mindkét oldalon egy), 10 képen pedig egy L betűt kellett megtalálniuk a T betűk között (5 képen jobb, 5 képen pedig bal oldalon volt a célinger). A kísérlet minden képét két alkalommal mutattuk be, két különböző oldalon szóló akusztikus ingerrel. A második vizsgálatban az előzőek során bemutatottak közül egyféle hangot használtunk. A 250 Hz-es akusztikus ingerek ez esetben középről a vizuális mező valamelyik széle felé mozogtak, majd 5 másodperc után az adott oldalon szóltak a keresési feladat végéig.

A jelen feladat célja annak vizsgálata volt, hogy a tapasztalat során a vizuális ingerhez kapcsolt akusztikus jelzések mennyiben befolyásolják a figyelem téri elosztását, és a keresés során használt stratégiákat. Ennek érdekében az előzőekben leírt vizsgálatot egy gyakorló fázis előzte meg, ahol a résztvevők megtapasztalták a két inger közti kapcsolatot.

A gyakorló fázisban szintén egy keresési feladatot oldottak meg a résztvevők, mely sokkal egyszerűbb volt. A célingerek egyértelműen elkülönültek a környezet ingereitől, illetve kevésbé zajos környezetben kerültek bemutatásra. Ebben a szakaszban a fixációs kereszt megjelenése után a résztvevők A-tól H-ig felsorolt betűket láttak egyvonalban, melyek közül az egyik inger piros vonallal be volt keretezve. A fixációs kereszt és a betűk magassága egyaránt 65 képpont volt, a betűk szélessége pedig 36 és 56 képpont közti



méretű, átlagosan 45,36 képpont nagyságú volt. A célíngert minden esetben egy 101\*101 képpont nagyságú négyzet jelölte. A kísérleti személyek feladata az volt, hogy a bekeretezett betűre kattintsanak. Ezt egy újra szerelhető egérrel oldották meg, amelyet a feladat során egy letakart táblagépen mozgattak. Ez az eszköz volt felelős a hangforrás helyének változtatásáért. Az érintőképernyős eszköz - melyen a hangfalak balance beállítása volt megnyitva - érzékelte az egér mozgását, és ez alapján változtatta a hangfalak beállítását. A hangfalakból a későbbi keresési feladatban is használt, 250 Hz-es hanginger volt hallható. Ahogy a résztvevők végrehajtották a feladatot, az egér és a kurzor mozgásával egyezően változott a hangforrás helye is, így a vizuális és akusztikus ingerek helyének változása irányában és mértékében teljesen megegyező volt. A gyakorló feladat során a kísérleti személyek megtapasztalhatták az akusztikus és a vizuális ingerek kapcsolatát - illetve mivel a hangok követték a kezük mozgását - azt is, hogy az akusztikus inger minden alkalommal a célínger irányába mozgott.

**A B C D + E F G H**

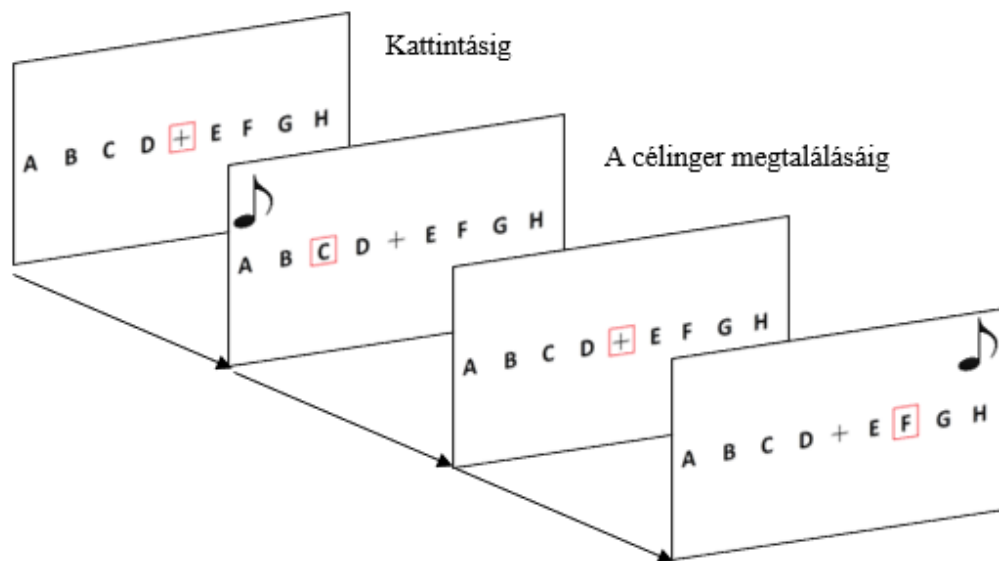
*7. ábra: 2. vizsgálat gyakorló fázisában használt ingeranyag. A célínger a piros színnel bekeretezett betű. Ez a jelölés a vizsgálat során is látható volt*

#### 4.3.3. VIZSGÁLAT MENETE

A feladat ismertetését követően a vizsgálat tehát egy gyakorló fázissal indult. Ebben a részben minden bimodális inger egy fixációs kereszt után jelent meg, erre kattintva indíthatták el a gyakorló keresési feladatot. Mivel a vizuális mező közepére kellett állítaniuk a kurzort a feladat megkezdése előtt, és mivel a hangforrás helye a kurzor állásának megfelelő volt, minden bemutatás során a hanginger kezdetben közepén volt hallható. Az ingerek bemutatása a célínger megtalálásáig történt. A feladatmegoldás sikerességét a célíngerre való kattintással kellett jelezni, mellyel egyben a következő fixációs keresztet is megjelenítették.

A gyakorló fázist követően a teszt fázis szintén az instrukció ismertetésével indult. Ebben a szakaszban is minden keresési feladatot egy fixációs kereszt előzött meg, melyre a résztvevőknek rá kellett kattintaniuk. A kísérleti szakaszban minden képet 2 alkalommal mutattunk be egyszer jobbra, egyszer pedig balra mozgó hang mellett. Az ingerek

bemutatásának sorrendje, így a hangforrás változása is véletlenszerű volt, már nem követte a résztvevők kézmozgását. A keresést ugyanúgy a lefedett táblagépen végezték, a két feladatrész feltételei így azonosak voltak, a hangfalak azonban ebben a szakaszban már nem a táblagéphez, hanem az asztali számítógéphez voltak kötve. PsychoPy nevű program segítségével mutattuk be az ingereket, valamint mértük a feladatok megoldásához szükséges időt, illetve a célingerek jelölt helyét, az 1. számú vizsgálathoz hasonlóan a hibás adatok kiszűrése, valamint a két célingert tartalmazó ingerek adatainak elemzése céljából.



8. ábra: 2. vizsgálat gyakorló fázisának menete. A piros jelölések a fixációs kereszt és a célingerek, tehát a kattintások elvárt helyét mutatják. Ezek a jelölések a használt ingereken is láthatóak voltak. A hangjegyek a hangforrás mozgásának irányát szimbolizálják, amennyiben a kísérleti személy a jelölt célinger felé mozgatta az egerét. A 2. vizsgálat tesztfázisának menetéhez lásd: 3. ábra.

#### 4.4. EREDMÉNYEK

Első lépésként az vizsgálat során nyert keresési idők szűrése történt SPSS 22 programmal. A kiugró adatok határértékeit ingerenként határoztuk meg, az adatbázisból töröltük azokat az adatokat, melyek egy keresési feltétel, tehát egy bimodális kép-hang pár időeredményeinek átlagától legalább két szórásnyira voltak. A vizsgálat során összesen rögzített 1170 adatból - 45 résztvevő, fejenként 26 inger: kép (13)\* hangforrás helye (2) - 80 eredményt, tehát a teljes minta 6,84 százalékát töröltük. Ezt követően a keresési feladat jellemzői alapján a szűrt adatbázisból átlageredményeket hoztunk létre. Az eredmények csoportosításánál figyelembe vettünk a célingerek helyét, számát, és az akusztikus inger mozgásának irányát.

A vizsgálat változóit, és az ezekhez tartozó átlag keresési időket a 3. számú táblázatban foglaltuk össze.

| Célinger helye | Hangforrás helye | Átlag (mp) | Szórás (mp) |
|----------------|------------------|------------|-------------|
| Bal oldal      | Bal oldal        | 6,82       | 2,87        |
|                | Jobb oldal       | 6,90       | 2,73        |
| Jobb oldal     | Bal oldal        | 8,26       | 3,44        |
|                | Jobb oldal       | 8,42       | 3,01        |
| Két célinger   | Bal oldal        | 5,09       | 1,77        |
|                | Jobb oldal       | 4,98       | 1,94        |

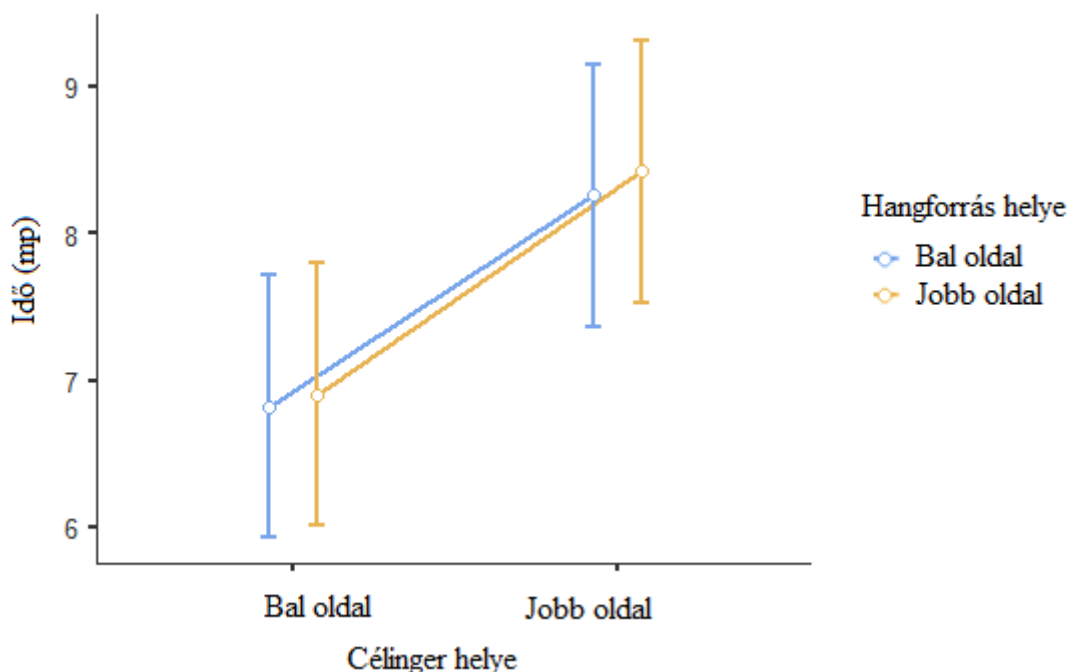
3. táblázat: 2. vizsgálat leíró adatai

Annak vizsgálatára, hogy az akusztikus és vizuális inger téri egyezése esetén megfigyelhető-e a célingerek gyorsabb észlelése, a keresési feladat azon képeit vizsgáltuk, melyek egy célingert tartalmaztak. Ebben az esetben 4 kondíciót hasonlítottunk össze, jobb és bal oldali betűk jobb és bal oldali hangok bemutatása esetén. Valamint a két főhatás mellett egy interakció, a célinger és a hangforrás egyezésének a keresési időre gyakorolt szerepét vizsgáltuk. Az adatok elemzéséhez többszemponos összetartozó mintás varianciaanalízist használtunk.

A főhatások közül szignifikáns különbséget a kép helyét jelölő szempontban kaptunk ( $F(1,44)=17,53$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,285$ ). A bal oldali célingereket (átlag=6,86 mp; szórás=2,79 mp) a kísérleti személyek gyorsabban találták meg, mint a jobb oldaliakat (átlag=8,34 mp; szórás=3,21 mp).

A hangforrás, a célingerrel helyével való kongruenciától függetlenül vizsgálva ebben a vizsgálatban nem befolyásolta a feladat megoldását ( $F(1,44)=0,13$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,003$ ). Az első vizsgálat eredményeivel ellentétben a középről bal oldalra mozgó hang, illetve bal oldali hangforrás esetén (átlag=7,54 mp; szórás=3,23 mp) a kísérleti személyek keresési ideje nem volt gyorsabb, mint jobb oldalra mozgó, majd jobb oldalon szóló akusztikus ingerek esetén (átlag=7,66 mp; szórás=2,96 mp)

A két hatás együttes vizsgálata során, korábbi eredményeinkhez, hasonlóan nem találtunk szignifikáns interakciót, tehát a jobb és bal oldalon található célingerek keresési idejében mért különbség független az akusztikus ingerforrás helyétől ( $F(1,44)=0,015$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,00$ ). Mind jobb, mind pedig bal oldali hangforrás esetén a résztvevők gyorsabban találták meg a bal célingert.



9. ábra: 2. vizsgálat tesztfázisának eredményei. Az átlagos keresési idők bal és jobb oldali célinger, valamint balra és jobbra mozgó hangforrás esetén.

Ezt követően azokat a képeket vizsgáltuk melyeken két célinger található. Itt egyrészt a rögzített koordináták alapján elemeztük azt, hogy a keresés során hallott hangingerek befolyásolják-e azt, hogy a résztvevők melyik oldalon keresik, illetve találják meg a céltárgyat. Valamint megvizsgáltuk, hogy csoportosítva az adatokat az alapján, hogy a hangforrás a megtalált inger oldalát jelölte-e, a feladat megoldásához szükséges időkben található-e szignifikáns különbség.

Az első kérdést mindhárom kép esetén összetartozó mintás  $\chi^2$  próbával vizsgáltuk. Ezzel az eljárással tehát összehasonlítottuk ugyanazon képen, különböző hangingerek mellett történő keresési feladat eredményét. A második kép esetén szignifikáns különbséget találtunk ( $\chi^2=5,26$ ;  $p<0,05$ ). Ennél a keresési feladatnál bal oldali hangforrás esetén a résztvevők nagyobb számban találták meg a bal oldali, tehát az akusztikus ingerrel jelzett célingereket, mint a jobb oldaliakat. A másik két inger esetén nem volt hatással a hangforrás helye a megtalált célingerre. A képek száma nem a vizsgálatban való megjelenésük sorszámának felel meg, az ingerek bemutatása véletlenszerű sorrendben történt.

Ezt követően független mintás elrendezésben minden keresési eredményen megvizsgáltuk, hogy azok a kísérleti személyek, akik a hanggal jelölt oldalon találták meg a célingert, hamarabb fejezték-e be a feladatot, mint azok, akik azzal ellentétes

oldalon keresték. Az adatok nem voltak normáeloszlásúak ezért nonparametrikus tesztet, Mann-Whitney próbát használtunk. Mivel a csoportba sorolás az adott képek válaszai alapján történt, ennél az eljárásnál a hat próba eredményeit külön kellett kezelniük, átlagolásra nem volt lehetőség. Minden képen minden résztvevő elvégezte a feladatot, az adatok szűrése miatt azonban egyes képeknél az elemzett időeredmények száma (tehát a két csoport összesített létszáma) eltérő lehet.

Szignifikáns különbséget találtunk a keresési időkben az első kép bal oldalon szóló hanggal történő bemutatása során ( $U=157$ ;  $p<0,05$ ; Cohen's  $d=0,559$ ). Ebben az esetben a bal oldalt jelölő csoportnál, tehát azoknál, akik a hang által kiemelt helyen találták meg a célingert, alacsonyabb keresési idő volt mérhető (átlag=3,44 mp; szórás=2,32 mp), mint a jobb oldali L betűt megtalálóknál (átlag=5,0 mp; szórás=3,22 mp). Szintén szignifikáns különbség mutatható ki a 2. képnél a hangforrással megegyező és azzal ellentétes oldali célingert megtalálók keresési idejében, bal oldali hangforrás esetén ( $U=139$ ;  $p<0,05$ ; Cohen's  $d=-0,569$ ). Ennél a feladatnál azonban a jobb oldali célingert megtaláló csoport teljesített jobban (átlag=4,87 mp; szórás=2,67 mp), mint azon személyek, akik a hangforrással egyező oldalon találták meg a célingert (átlag=6,33 mp; szórás=2,18 mp).

| kép    | hangforrás helye | megtalálás helye    | csoport létszáma | eredmény           |
|--------|------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| 1. kép | baloldal         | baloldal (egyező)   | 23               | $U=157$ ; $p<0,05$ |
|        |                  | jobb oldal          | 21               | Cohen's $d=0,559$  |
| 1. kép | jobb oldal       | baloldal            | 26               | $U=168$ ; $p>0,05$ |
|        |                  | jobb oldal (egyező) | 16               | Cohen's $d=-0,324$ |
| 2. kép | baloldal         | baloldal (egyező)   | 22               | $U=139$ ; $p<0,05$ |
|        |                  | jobb oldal          | 22               | Cohen's $d=-0,596$ |
| 2. kép | jobb oldal       | baloldal            | 20               | $U=223$ ; $p>0,05$ |
|        |                  | jobb oldal (egyező) | 24               | Cohen's $d=0,061$  |
| 3. kép | baloldal         | baloldal (egyező)   | 30               | $U=179$ ; $p>0,05$ |
|        |                  | jobb oldal          | 13               | Cohen's $d=-0,137$ |
| 3. kép | jobb oldal       | baloldal            | 24               | $U=185$ ; $p>0,05$ |
|        |                  | jobb oldal (egyező) | 17               | Cohen's $d=-0,035$ |

4. táblázat: 2. vizsgálat két célingert tartalmazó bemutatások eredményei

#### 4.5. MEGVITATÁS

Jelen vizsgálatban arra törekedtünk, hogy egy, a keresési feladat előtti gyakorló fázisban, a résztvevők tapasztalatot szerezzenek a különböző modalitású információk kapcsolatáról, és ilyen helyzetben tudjuk vizsgálni az akusztikus ingerek vizuális figyelemre gyakorolt hatását egy bimodális keresési feladatban. A kísérleti elrendezés feltételezésünk alapján segítette az integrációt. Feltételeztük, hogy a gyakorlást követően megjelenik az akusztikus ingerek figyelemre gyakorolt hatása, és ennek megfelelően a kísérleti személyek gyorsabban találják meg a célingereket kongruens kondícióban, mint inkongruens bemutatás során.

Eredményeink alapján a hangok nem voltak hatással a vizuális figyelem elosztására a mező egyes pontjai között. A kísérleti személyek a bemutatott képek közül csak egy esetben keresték a célingert nagyobb számban az akusztikus információ által jelölt helyen. Független mintás próbát használva, azok a személyek, akik a hangforrás oldalán található célingert észlelték, az esetek többségében nem voltak gyorsabbak, mint akik a másik oldalon találták meg azt. Ez alapján a helyüket tekintve kongruens ingereket tartalmazó elrendezés nem bizonyult könnyebbnek, mint az inkongruens. A résztvevők nem vették figyelembe a keresés során az akusztikus információkat, és nem találták meg gyorsabban a célingereket. Valamint az összetartozó mintás elrendezés alapján is látható, hogy az akusztikus inger nem volt hatással a keresési időkre. A 2. számú vizsgálat hipotézisei - melyekben feltételeztük, hogy a résztvevők gyorsabban megtalálják az akusztikus inger által jelölt célingereket - annak ellenére nem igazolódtak meg, hogy korábbi vizsgálatunkkal ellentétben a két modalitás kapcsolódott egymáshoz. Az akusztikus inger szerepét a vizuális keresési feladatban a kísérleti személyek a gyakorló fázisban megtapasztalhatták, a korábbi elrendezésben azonban (ahogy jelen vizsgálat teszt fázisában is) az akusztikus inger csak az esetek felében utalt a célinger helyére. A gyakorló szakaszban az egér célinger felé mozgását a hangforrás helyének változása követte irányában és sebességében egyaránt. A többszemponos összetartozó mintás varianciaanalízisben kapott eredmények, a bal oldali célingereknél mért gyorsabb keresési idő, valamint az interakció hiánya alapján a résztvevők nem vették figyelembe az akusztikus ingerekből nyerhető információt. Erre utal, hogy jelen vizsgálatban a bal és jobb oldalról szóló akusztikus ingerek nem voltak hatással a keresés során mért időeredményekre különböző oldalon található célingerek esetén.

Az általunk feltételezett, az akusztikus ingerektől függő keresési idők helyett azt láttuk, hogy a kísérleti személyek balról jobbra tapogatóják le a vizuális mezőt. A résztvevők, függetlenül a modalitások kapcsolatától, jobb teljesítményt mutattak azoknál a képeknél, ahol a célinger a bal oldalon volt megtalálható. Ez az eredmény megfelel az 1. vizsgálatban kapott összefüggéseknek, valamint korábbi, egyszerűbb ingeranyagot tartalmazó bimodális vizsgálatunknak, melyben szintén megfigyelhető volt, hogy bal oldali ingerek észlelése könnyebb, gyorsabb. Ennek ellenére az eredmények általánosításánál figyelembe kell venni, hogy a keresési időket vizsgálva a vizuális keresés során használt stratégiákat csak közvetve tudtuk megfigyelni, így ez a magyarázat is csak hipotetikus lehet. A pontos letapogatósi mintázat megfigyeléséhez a kutatást szemkövetés vizsgálattal kellene kiegészíteni, így az is vizsgálható lenne, hogy a bal oldal, mint a keresés kiinduló pontja mennyire általános jellemző, mennyire szervezett. Kérdés lehet, hogy a vizuális mező egészen megjelenik, vagy a kiinduló pont a kezdeti fixáció helyétől függ, és csak a letapogatósi irány halad ettől a ponttól a jobb oldal felé. Eredményeinkben annak ellenére jelent meg a keresési idők különbsége, hogy a résztvevők a feladat elején a fixációs kereset miatt a képernyő közepét figyelték. Amennyiben tehát a bal oldali ingerek gyorsabb megtalálása a balról- jobbra történő haladás miatt történt, abban az esetben feltételezhető, hogy függetlenül a korábbi fixáció helyétől bal oldalról (bal felső sarokból) indították a keresést, akkor is, ha ez a fixációs pont áthelyezését igényli, még a keresés megkezdése előtt.

A hipotéziseinket alátámasztó eredmények elmaradásának oka lehet, hogy ebben a vizsgálatban nem volt jelentésbeli, vagy hétköznapi tapasztalatok alapján kialakult kapcsolat a modalitások között. Az akusztikus inger jelentését csak a gyakorló fázis határozta meg. Feltételezhető, hogy a feladatban megtapasztalt kongruencia hatása nem volt elegendő az akusztikus inger vizuális figyelemre gyakorolt hatásának megjelenéséhez.

A gyakorlás mértéke összefüggésbe hozható a bimodális jelzések észlelésének pontosságával (Proverbio et al., 2015). Hosszútávú tréning esetén az egyes modalitások feldolgozásáért, és a köztük lévő kapcsolat kialakításáért felelős területeken agyi aktivitásbeli különbség figyelhető meg bimodális ingerlés esetén (Paraskevopoulos et al., 2015; Paraskevopoulos et al., 2012), vagy olyan helyzetekben ahol szükség van az egyik modalitás kiegészítésére a másiktól gyűjthető információkkal (Hasegawa et al., 2004). Jelen esetben viszont nem beszélhetünk hosszútávú gyakorlásról, illetve akusztikus vagy vizuális szakértőkről. A résztvevők csak a két modalitás együttjárását tapasztalhatták meg

a gyakorló feladat során. Továbbá a szakértőkkel végzett vizsgálatok során kapott eredmények gyakran nem egységesek egy modalitáson belül, csak a gyakorlott, a szakértelem tárgyát képző ingerek esetén jelennek meg. Zenészeket és kontroll személyeket összehasonlítva például kimutatható beszédészlelés esetén, - mely mindkét csoport számára azonos mértékben ismert és jelentős inger – hogy az audio-vizuális aszinkron ingerek bemutatása során mért agyi aktivitásban nincs különbség a csoportok között. Hasonló elrendezésű, de zenéhez kapcsolódó, zongorajátékot bemutató képi és hang ingerek esetén jelentős eltérés figyelhető meg. A szakértő csoport ez utóbbi helyzetben érzékenyebb volt az két modalitású inger idői különbségére, valamint a kontroll csoporthoz képest jelentős agyi aktivitás mutatkozott a superior temporális sulcus (STS) és a középső temporális gyrus (MTG) területén (Lee & Noppeney, 2011). A két csoport közti különbség az agyterületek aktivitásában nem volt kimutatható szájmozgás és a hallott beszéd észlelése közben. Aszinkron ingerlés esetén, mindkét csoportnál aktivitás jelentkezett. Illetve szakértő csoporton, zenészeken belül is megfigyelhető különbség. Zongoristák jobb teljesítményt mutatnak, érzékenyebbek az aszinkronitásra, mint hegedűn vagy klarinéton játszó, ha a feladat során zongora hangját és a használatát mutató videó volt az ingeranyag.

Első két vizsgálatunk eredményeit összefoglalva az látható, hogy míg tehát detekciós feladatban az ingerek egymásra gyakorolt hatása automatikusan létrejött, fenntartott figyelmi feladatban az ilyen mértékű kapcsolat az ingerek között nem volt elegendő az általánosan használt keresési stratégia, a balról jobbra történő letapogatás felülírására, vagy kiegészítésére.

## **5. HARMADIK VIZSGÁLAT**

### **5.1. ELMÉLETI HÁTTÉR**

A kutatás célja a gyakorlás szerepének részletesebb vizsgálata volt. A résztvevők ebben az esetben is a vizuális ingeranyaghoz jelentésében nem kapcsolódó hangokat hallottak, melyekről a gyakorló fázis alapján tudhatták, hogy azok a célinger helyére utalnak-e. Jelen esetben két különböző hangot mutattunk be, melyek közül az egyikről azt tapasztalták, hogy az utal a célinger helyére, míg a másik hang a gyakorló fázisban éppen ellenkezőleg, a célingerrel ellentétes oldalon volt hallható. Ilyen körülmények között vizsgáltuk, hogy az akusztikus információ, mint másodlagos inger, hatással van-e a vizuális keresési feladat során használt stratégiákra.



Korábbi vizsgálatok bizonyították, hogy az előzetes tudás a különböző modalitású ingerek kapcsolatáról, segítheti azok integrációját, akkor is, ha jelentésükben nem kapcsolódnak egymáshoz, illetve, ha a feladat csak az egyik inger jelentőségét emeli ki (Liu et al., 2011). A megfigyelők annál nagyobb eséllyel integrálják az ingereket, minél erősebb kapcsolatot tapasztaltak korábban, például egy gyakorló fázis során. Abban az esetben, ha a másodlagos modalitású inger utal a célinger helyére, a kísérleti személyek gyorsabban és pontosabban észlelték azt. Ez a hatás olyan helyzetekben jelentkezik leginkább, ahol a két inger az esetek jelentős részében térben és időben kongruens. Ha a másodlagos modalitás kevésbé megbízható jelzőinger, kongruens ingerek esetén is csökken a pontosság, illetve nő a reakcióidő (Van Wanrooij et al., 2010). Liu és munkatársai vizsgálatában kongruens és inkongruens akusztikus (egy betű kimondott hangalakja) és vizuális ingereket (egy betű leírt alakja) mutattak be kísérleti személyeknek, akiknek feladat a vizuális inger megjelenésének jelzése volt egy választásos reakcióidő feladatban. A kísérleti fázis során a betűk zöld és kék színnel kerültek bemutatásra, melyek közül az egyik szín esetén nagyobb eséllyel volt tapasztalható kongruens akusztikus és vizuális inger. Bár a résztvevőket erről nem tájékoztatták, reakcióidejük alapján gyorsabban észlelték a kongruens helyzetben bemutatott ingereket, mindkét (szín) kondíció esetén, mint az inkongruens ingereket, ugyanakkor, miután megtapasztalták a színek jelzőértékét is, különbség volt megfigyelhető e jellemző mentén. Kongruens ingereknél gyorsabban észlelték a célingert, ha azt a magasabb prediktív értéket jelző színnel írták (Liu et al., 2011). A kísérleti személyek figyelmét az ingerbemutatás során nyert tapasztalataik alapján tehát különböző mértékben irányította egy másodlagos modalitásból származó jelzőinger. Minél magasabb a kongruens jelzőingerek aránya egy feladat során, annál nagyobb különbség mérhető a kongruens és inkongruens helyzetek között (Arjona et al., 2016). A reakcióidőn kívül ERP vizsgálatok is bizonyítják a különböző jelzőingereknek a gyakorló fázis, vagy az ismételt ingerbemutatások során megtapasztalható szerepét az ingerfeldolgozásban. Amennyiben a jelzőingerek nagy arányban utalnak pontosan a célinger helyére, azok bemutatásakor nagyobb amplitúdójú várakozási negativitás (CNV) mérhető (Arjona et al., 2016), mely arra utal, hogy ilyen esetekben a személyeknél elvárás alakult ki a célinger megjelenésére, valamint annak helyére vonatkozóan. Tehát jobban felkészültek a célinger érkezésére (Brunia et al., 2012), mint azoknál a kísérleti helyzeteknél, ahol a jelzőinger az esetek többségében a célingerral ellentétes oldalon jelent meg.

Ezek alapján feltételeztük, hogy egy gyakorló fázist követően a résztvevők képesek az akusztikus ingert felhasználni a vizuális keresési feladat során, továbbá, hogy megtanulják a különböző hangok jelentését, és azokat is figyelembe veszik a tesztfázisban, nem csak a hang és a kép téri egyezését.

## **5.2. HIPOTÉZISEK**

1. Egy másodlagos modalitás hatást gyakorolhat a vizuális figyelemre, abban az esetben is, ha a két különböző modalitás jelentésében nem kapcsolódik egymáshoz (Liu et al., 2011).

I. Predikció: A kísérleti személyek gyorsabban találják meg a célingereket a kongruens ingerbemutatók során, tehát azokban az esetekben, ahol a hanginger utal a megtalálendő vizuális inger téri pozíciójára.

II. Predikció: A kísérleti személyek nagyobb arányban találják meg azokat a célingereket, melyek a hangforrással megegyező oldalon vannak.

2. A gyakorlási fázis során a résztvevők megtapasztalják az akusztikus ingerek jelzőértékét. Ezt a tudást korábbi kutatások alapján (Arjona et al., 2016, Brunia et al., 2012, Van Wanrooij et al., 2010) képesek felhasználni a vizuális keresési feladat során. Ez alapján feltételezzük, hogy:

I. Predikció: A gyakorló fázist követően, azok a hangok, melyről a kísérleti személyek megtapasztalták, hogy a célinger helyére utalnak, gyorsabb feladatmegoldást eredményeznek, abban az esetben, ha a hangforrás és a célinger helye megegyezik.

II. Predikció: A kongruens és inkongruens helyzetek között nagyobb különbség tapasztalható azokban az esetekben, ahol a vizuális keresés során a magas jelzőértékű akusztikus inger hallható.

## **5.3. MÓDSZERTAN**

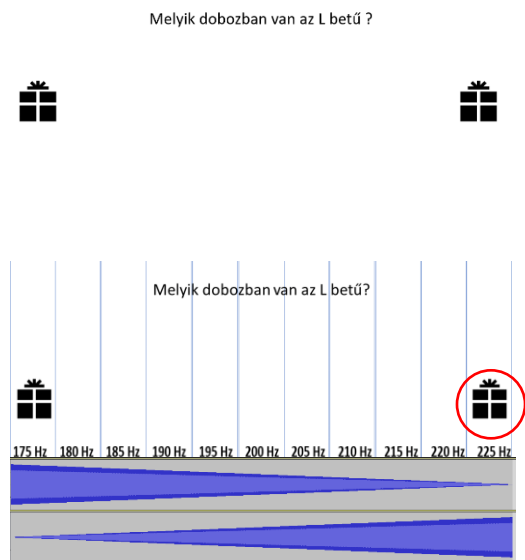
### **5.3.1. RÉSZTVEVŐK**

A vizsgálat során 30 fő (átlagéletkor: 21,9 év. Szórás: 3,22 év), 14 férfi (átlagéletkor: 21,2 év. Szórás: 3,36 év) és 16 nő (átlagéletkor: 22,4 év. Szórás: 3,1 év) adatait rögzítettük. A kísérleti személyek mindegyike ép vagy szemüveggel korrigált látású és ép hallású volt.

### 5.3.2. INGERANYAG

A kísérleti személyek egy két részből, vizsgálati szakaszból és azt megelőző gyakorló fázisból álló vizsgálatban vettek részt. Az ingeranyag bemutatása a gyakorló fázisban Power Point, a vizsgálati szakaszban pedig PsychoPy programmal történt, egy 14” méretű, 1366\*768 felbontású képernyőn. Az akusztikus ingereket a résztvevők fejhallgatón keresztül hallották.

A gyakorló fázis célja az akusztikus ingerek jelentésének megtanítása volt. A résztvevők feladata az volt, hogy a képernyő két szélén elhelyezett megegyező kinézetű inger közül kiválasszák a célingert. A vizuális inger két ajándékcsomag képét tartalmazta, a kísérleti személyeknek ezek közül kellett azt megjelölniük, amelyikben az L betű található. A



10. ábra: 3. vizsgálat gyakorló fázisának ingeranyaga. A felső képen a kísérleti személynek bemutatott inger látható. Az alsó képen jelöltük a célingert, az egérmozgással aktiválható sávokhoz tartozó hangmagasságot, és jobb és bal oldali hangforrás hangerejét.

keresést vizuális információk nem segítették, azonban az akusztikus inger utalt a megfelelő dobozra. A résztvevők a feladat során emelkedő és ereszkedő hangsorokat hallottak 175 és 225 Hz között. A hangmagasság változása az egér mozgását követte. Amennyiben a kísérleti személyek a célingert tartalmazó doboz felé közelítették az egeret a hang emelkedett, a dobozra kattintva pedig megjelent a célingert és jó választ jelző 225 Hz-es hang. Ellenkező esetben, ha a másik dobozt választották a személyek, ereszkedő hangsort hallottak, az ingerre kattintva pedig egy T betű jelent meg, valamint a 175 Hz-es hang került bemutatásra.

Emellett a hangforrás helye is követte az egérmozgást. A vizsgálatban bemutatott dia a résztvevők számára nem látható módon 11 egységre volt felosztva. Minden feladat megkezdése előtt a kurzor a középső, 6-os számú sávban állt, a két doboz pedig a szélső 1-es és 11-es cellában. Minden cellához tartozott egy hang, melyet az egér mozgás áthaladással indított el, és a következő hanginger megjelenése állított le. Így a hang változása az egér mozgását irányában és sebességében is követte.

Az akusztikus ingerek létrehozása ebben az esetben is az Audacity nevű programmal történt. A vizsgálat során 175 Hz és 225 Hz közötti hangmagasságú ingereket

használtunk, ebben a tartományban 5 Hz-es különbségekkel. Az így kapott 11 különböző ingert felhasználva a korábban is bemutatott módszer alapján egy balról jobbra, és egy jobbról balra mozgó akusztikus ingert hoztunk létre. Balról induló hangsor esetén például két, azonos módon változó hangmagasságú mono sávot használtunk, melyek közül a bal hangforrásból szóló teljes hangerőről indulva folyamatosan halkult, míg a jobb oldalon szóló hangosodott. Az így létrejött sztereó hangsáv egy balról jobbra mozgó hang érzetét keltette. Az ingerek mindegyikét a hangforrás helye alapján 11 részre bontottuk. Ezután a diasorokat úgy állítottuk össze, hogy mindegyik sávhoz különböző helyről megszólaló, és eltérő hangmagasságú hangot rendeltünk hozzá úgy, hogy azok felett az egeret mozgatva egy annak megfelelő irányba mozgó hang legyen hallható, amely balról jobbra haladva a célinger helyének függvényében emelkedik vagy ereszkedik. Tehát például, ha a célinger bal oldalon volt megtalálható, akkor a bal szélső, 1-es sávban a legmagasabb, 225 Hz-es hang szólt a bal oldali hangforrásból teljes hangerővel, a 2-es sávhoz 220 Hz-es hangot rendeltünk hozzá, melyben a bal hangsáv kis mértékben halkabb, a jobb pedig ugyanennyivel hangosabb volt, mint az előző esetben. Ugyanebben a példában 11-es sávban volt hallható a 175 Hz-es hang, a jobb oldali hangforrásból. Jobb oldali célinger esetén a használt hangok elrendezése éppen fordítva történt. A középső, 6-os sávban minden esetben 200 Hz-es hang szólt, mindkét mono sávon egyenlő hangerővel. Az így kialakított ingeranyagban tehát a hangforrás helye követte az eger mozgását, az éppen hallható hangmagasság pedig annak függvényében változott, hogy a személy közeledett a célingerhez (ebben az esetben emelkedett), vagy távolodott attól. A kísérleti személyek így megtanulhatták, hogy hangmagasságnak jelentése van, és egy bizonyos frekvencia utal a célinger helyére.

A gyakorlófázis emellett tartalmazott még egy típusú diát. Ebben a részben azt vizsgáltuk, hogy a kísérleti személyek elsajátították-e a képek és a hangok kapcsolatát. Ennek bizonyítására egy egyszerűsített inger kerül bemutatásra, amelyen a képernyő közepén egymás alatt két (az előzőeknél nagyobb méretű) doboz volt látható. A személyek csak akkor hallották az akusztikus ingert, ha a kurzort valamelyik dobozra állították. Amennyiben ez a célinger helye volt, akkor a 225

Melyik dobozban van az L betű?

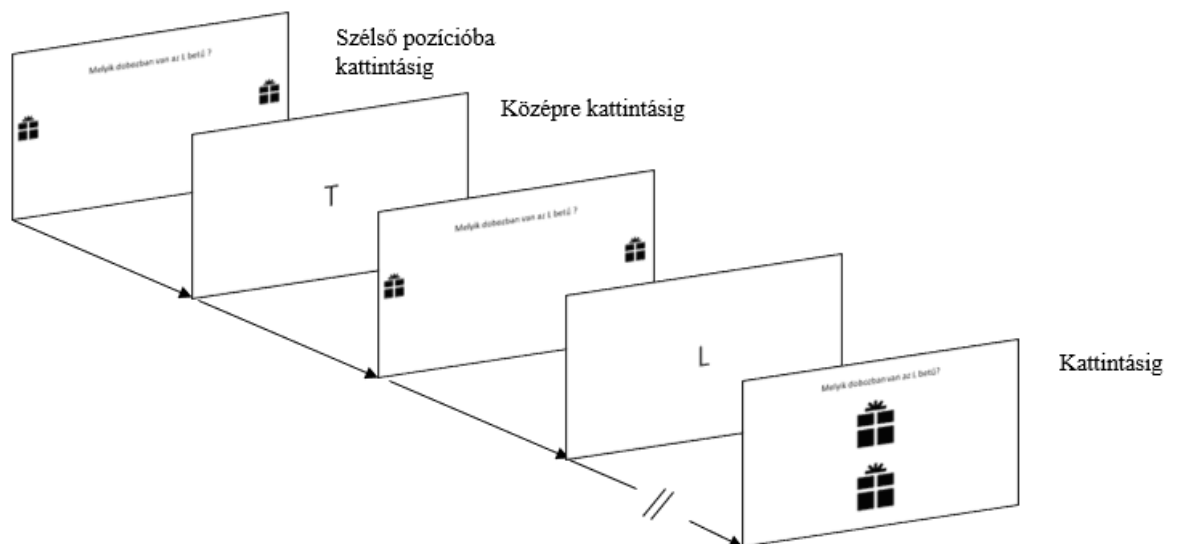


11. ábra: 3. vizsgálat gyakorló fázisban használt ellenőrző feladat

H<sub>z</sub>-es, ellenkező esetben a 175 Hz-es hangot hallották. A két doboz vizuális különbségeinek hiányában ennek segítségével tudták kiválasztani a célingert.

### 5.3.3. VIZSGÁLAT MENETE

A vizsgálat a gyakorló fázissal kezdődött, ahol 10 kép került bemutatásra. A résztvevők feladata a célinger helyének megtalálása volt a két lehetséges pozíció egyikén, az akusztikus ingerek alapján. A kísérleti személyek a hangok szerepére vonatkozó instrukciót nem kaptak, az azokban hordozott információt az egér mozgatása során hallható hang, és a visszajelzések alapján tapasztalhatták meg. A gyakorló fázis során bemutatott képeket egy 5 képből álló ellenőrző fázis követte, még a vizsgálati szakaszt megelőzően. A kísérleti személyek feladata ugyanaz volt, ki kellett választaniuk a megfelelő csomagot az akusztikus ingerek alapján, úgy, hogy a kurzort valamelyik ingerre állították. A hangok az egér mozgására aktiválódtak, így a válasz meghozatala előtt meg tudták hallgatni mindkét ingerhez tartozó jelzést. Az akusztikus ingerek segítségével így ki tudták választani a megfelelő csomagot. Ha a tesztfázis alapján a kísérleti személyek megtanulták a hangok jelentését, elkezdhették a vizsgálati szakaszt, ha pedig válaszaik alapján még nem értették meg a kapcsolatot a két inger között, akkor újra bemutatásra kerültek a gyakorló fázis diái.



12. ábra: 3. vizsgálat gyakorló fázisának menete. A vizsgálati fázis menetéhez lásd: 3. ábra

A kísérlet következő szakaszában a résztvevőknek az előző vizsgálatokhoz hasonlóan T betűk között kellett megtalálniuk az L betűt, mint célingert. A vizuális ingerek összeállítása a korábbi vizsgálatokkal megegyező volt, a feladat a használt akusztikus ingerekben különbözött az első és második számú vizsgálattól. Ebben a kísérletben a

keresési feladat során jobbról balra, vagy balról jobbra mozgó hangokat hallottak a kísérleti személyek, két különböző hangmagasságban (225 Hz és 175 Hz). A gyakorló fázis alapján feltételezhető, hogy a résztvevők megtanulták, hogy ezek közül csak a magasabb hang utal a célinger helyére, az azonban minden alkalommal. Annak követeése tehát a kísérleti személyek tapasztalatai alapján segíti a feladat megoldását. Ebben a fázisban a magasabb és mélyebb hang is az esetek felében mozgott a célinger felé.

A vizsgálatban 5-5 képet használtunk jobb és bal oldali célingerrel, valamint további 3 képet melyeken (a középpontól azonos távolságra) mindkét oldalon volt L betű. Minden kép 2 különböző hangmagassággal és két ellentétes irányba mozgó hanggal került bemutatásra, tehát összesen 4 hangingerrel. A különböző hangok, illetve kongruens-inkongruens helyzetek bemutatása véletlenszerű sorrendben történt. Így összesen 52 ingert használtunk a vizsgálat során (egy célingert tartalmazó ingerek: kép (5)\* célinger helye (2)\* hangforrás helye (2)\*hangmagasság (2) + két célingert tartalmazó ingerek: kép (3)\* hangforrás helye (2)\* hangmagasság (2)). Ezek mindegyikét kétszer látták a résztvevők. A 104 keresési feladat mindegyike a célinger megtalálásáig, vagy maximum 60 másodpercig tartott.

A feladat során rögzítettük a célinger megtalálásához szükséges időt, valamint a koordinátákat, annak érdekében, hogy ellenőrizzük a résztvevők választát.

#### **5.4. EREDMÉNYEK**

A vizsgálat során azt feltételeztük, hogy amennyiben a kísérleti személyek megtanulják az akusztikus ingerek jelentését, és megtapasztalják azok kapcsolatát a vizuális ingerrel, használni fogják azokat a vizuális keresési feladat során. Ennek vizsgálatára összehasonlítottuk a keresési időket a két információ helyének kongruenciája, valamint a keresés során hallott hangok függvényében. Ezen kívül az elemzés során figyelembe vettük a célinger helyét is.

Ennek megfelelően 3 szempont alapján 8 csoport jött létre (célinger helye(2)\* hangforrás helye(2)\* hangmagasság(2)).

A 3. vizsgálat változóit és az ezekhez tartozó átlag keresési időket a 5. számú táblázatban foglaltuk össze.

| Célinger helye | Hangforrás helye | Hangmagasság | Átlag (mp) | Szórás (mp) |
|----------------|------------------|--------------|------------|-------------|
| Bal oldal      | Bal oldal        | 225 Hz       | 5,35       | 1,29        |
|                |                  | 175 Hz       | 5,47       | 1,35        |
|                | Jobb oldal       | 225 Hz       | 5,67       | 1,39        |
|                |                  | 175 Hz       | 6,13       | 1,80        |
| Jobb oldal     | Bal oldal        | 225 Hz       | 6,68       | 2,08        |
|                |                  | 175 Hz       | 7,32       | 3,00        |
|                | Jobb oldal       | 225 Hz       | 6,53       | 1,68        |
|                |                  | 175 Hz       | 7,12       | 2,16        |
| Két célinger   | Bal oldal        | 225 Hz       | 4,16       | 1,12        |
|                |                  | 175 Hz       | 3,87       | 0,96        |
|                | Jobb oldal       | 225 Hz       | 4,06       | 1,05        |
|                |                  | 175 Hz       | 4,21       | 1,30        |

5. táblázat: 3. vizsgálat leíró adatai

Az adatok vizsgálatára többszemponos összetartozó mintás varianciaanalízist használtunk, melyben tehát a főhatások, a vizuális célinger és az akusztikus inger helye, valamint a használt hanginger voltak.

A vizsgált mintán a főhatások közül a kép helye ( $F(1,29)=29,406$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,503$ ) és a hallott hangmagasság ( $F(1,29)=6,122$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,174$ ) volt szignifikáns hatással az eredményekre. A kísérleti személyek gyorsabban találták meg a bal oldali célingereket (átlag=5,65 mp; szórás=1,43 mp), mint a jobb oldaliakat (átlag=6,91 mp; szórás=2,20 mp). Amennyiben a kísérleti személyek a keresés során azt a hangot hallották, mely a gyakorló fázis alapján a célinger helyére utalt gyorsabban találták meg a célingert (átlag=6,06 mp; szórás=1,72 mp), mint a mély hang esetén (átlag=6,51 mp; szórás=2,15 mp). A hangforrás helyét, mint főhatást vizsgálva nem kaptunk szignifikáns különbséget a bal és jobb oldalon szóló hangok között ( $F(1,29)=0,503$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,017$ ).

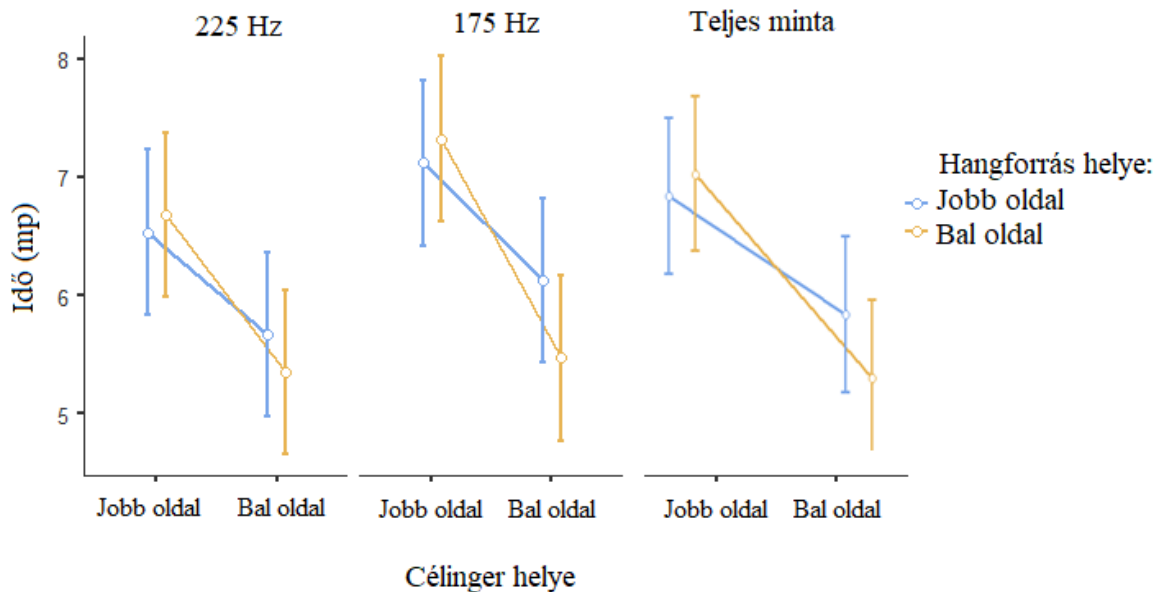
A főhatások mellett az akusztikus ingerek vizuális keresésre gyakorolt hatása ebben az esetben leginkább az interakciókból látható. A cél és a hanginger helye alapján képzett változók között tendenciaszintű eltérés volt, közepes, közel magas hatáserősség mellett ( $F(1,29)=4,042$ ;  $p=0,054$ ;  $\eta^2_p=0,122$ ). Mindkét oldalon szóló akusztikus inger esetén gyorsabban találták meg a bal oldali célingereket a résztvevők, a legjobb eredményeket abban az esetben érték el, hogy ha az akusztikus és vizuális inger is bal oldalon volt. A leghosszabb keresési időket pedig jobb oldali kép, és azzal inkongruens oldalról szóló bal

oldali hangforrás esetén mértük. A keresési időket a különböző kondíciókban a 6. táblázatban foglaltuk össze

|                |            | Hangforrás helye      |                       |
|----------------|------------|-----------------------|-----------------------|
|                |            | Jobb oldal            | Baloldal              |
| Célinger helye | Jobb oldal | 6,82<br>(szórás=1,94) | 7,0<br>(szórás=2,58)  |
|                | Baloldal   | 5,9<br>(szórás=1,61)  | 5,41<br>(szórás=1,31) |

6. táblázat: 3. vizsgálat vizsgálati szakaszának eredményei. Másodpercben mért keresési idők átlaga jobb és bal oldali célinger, illetve jobbra és balra mozgó hangforrás esetén

A kép és a hangforrás téri kongruenciájának a vizuális keresésre gyakorolt hatását azonban jelen vizsgálatban nem befolyásolta a hangmagasság, tehát a kísérleti személyek korábbi tapasztalata az akusztikus inger feladatban betöltött szerepéről ( $F(1,29)= 0561$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,019$ ).



13. ábra: 3. vizsgálat eredményei. Az átlagos keresési idők bal és jobb oldali célinger esetén, 225 Hz-es, 175 Hz-es ingerbemutatóknál, és a hangmagasságtól független elemzésben.

A két célingert tartalmazó képek összehasonlításához első lépésként a kísérlet során rögzített x koordináták alapján megvizsgáltuk, hogy a résztvevők melyik oldali célingert találták meg. Majd a keresés során hallott hangok alapján a jobb és bal oldali válaszokat, azonos, illetve ellentétes kategóriákba soroltuk. A 720 keresési eredmény közül - résztvevők száma (30)\* kép (3)\* hangmagasság (2)\* hangforrás helye (2)\* ismétlés(2) -



408 alkalommal találták meg a résztvevők a bal oldali célingert, míg 312 esetben jelezték, hogy a keresett inger a jobb oldalon van. Figyelembe véve a keresés során bemutatott hangforrások helyét 378-szor az akusztikus ingerrel azonos, míg 342-szer az azzal ellentétes oldali célingerre kattintottak. A két típusú hangot is figyelembe vevő csoportosítás a 7. számú táblázatban látható.

|                    |            | Akusztikus inger típusa |           |
|--------------------|------------|-------------------------|-----------|
|                    |            | Magas hang              | Mély hang |
| Megtalált célinger | Azonos     | 181                     | 197       |
|                    | Ellentétes | 179                     | 163       |

7. táblázat: 3. vizsgálat vizsgálati szakaszának eredményei. A hangmozgás irányával azonos és ellentétes oldalon megtalált célingerek száma, a magas, 225 Hz-es és mély, 175 Hz-es hangok mellett.

Azt, hogy a hangforrás helye, és az akusztikus inger befolyásolta-e azt, hogy a kísérleti személyek melyik célingert találták meg, illetve milyen gyorsan, képenként külön vizsgáltuk. A keresési eredmények átlagolására nem volt lehetőség, hiszen ugyanaz a személy különböző csoportba kerülhetett 2 kép esetén. Az így kapott csoportok időeredményeit független mintás T-próbákkal hasonlítottuk össze, melyekkel azt vizsgáltuk minden kép esetén, hogy azok a személyek, akik a hanggal jelölt oldalon találták meg a célingert, gyorsabban oldották-e meg a feladatot, mint a másik csoport. A kérdés megválaszolására futtatott 24 elemzés - kép (3)\* megtalált célinger helye (2)\* hangmagasság (2) \* ismétlés (2) - alapján elmondható, hogy a vizuális célinger helyének hanggal történő jelölése nem segítette a feladat gyors megoldását, a két csoport időeredményeit összehasonlítva nem találtunk szignifikáns különbséget.

Ezt követően megvizsgáltuk, hogy a kísérleti személyek ugyanazon kép esetén, a keresés során hallott jobb és bal oldali hangok mellett, eltérő arányban jelezték-e a két oldalon található vizuális ingert. Ehhez összetartozó mintás  $\chi^2$  próbával megvizsgáltuk a 12 esetet, - kép (3)\* hangmagasság (2)\* ismétlés (2) - melyek között nem volt szignifikáns eltérés. Ez alapján a kísérleti személyek nem keresték nagyobb arányban a hangforrással azonos helyen a célingereket, illetve nem befolyásolta a keresés közben bemutatott hang azt, hogy melyik oldalon jelezték a célinger helyét.

## 5.5. MEGVITATÁS

A 3. számú kutatásban a gyakorlás, valamint az ingerek kapcsolatának szerepét vizsgáltuk. Hasonlóan az előző vizsgálathoz itt is egy gyakorlási fázis során ismerték meg a kísérleti személyek a hangok és a célinger helyének kapcsolatát. Ezen kívül

azonban ebben a kísérletben az akusztikus ingerek jelentését is megtanulták. A gyakorló fázis ellenőrző kérdései alapján különbséget tudtak tenni a feladat szempontjából releváns, és a megoldást nehezítő ingerek között. Ezek alapján azt feltételeztük, hogy a tanulást eredményező gyakorlási fázist követően a kísérleti személyek használni fogják a képeken történő vizuális keresés során a megfelelő (225 Hz-es) akusztikus ingereket, a célingereket gyorsabban találják meg, ha annak helye a hangforrással megegyező. A kísérlet összeállítása ebben az esetben is a domináns modalitás elméletei alapján történt. A vizuális információ összetett és statikus, míg az akusztikus inger változó (valamely oldal felé mozog), illetve az instrukció is a képekhez kapcsolódik. Ezek alapján tehát feltételezhető, hogy az elsődleges modalitás a vizuális lesz, így várhatóan erre fog hatást gyakorolni a dinamikus változó, tehát ebből a szempontból domináns akusztikus információ.

Első hipotézisünket a téri kongruenciára vonatkozóan fogalmaztuk meg, függetlenül a hangok jelentésétől. Feltételeztük, hogy mivel a résztvevők megtapasztalták a bimodális helyzetet, illetve azt, hogy a hangok segítik a feladat megoldását, a figyelmi folyamatokra hatással lesz az akusztikus ingerforrás helye. Vizsgálati eredményeink nem egyértelműen erősítik meg a téri kongruencia hatását.

A két célingert tartalmazó képek adatait vizsgálva úgy tűnik, hogy a kísérleti személyek feladatmegoldására nem voltak hatással a vizsgálat során bemutatott különböző hangok. A kísérleti személyek hasonló arányban találták meg mindkét oldalon a célingereket, függetlenül a hangforrás helyétől. Illetve azok a személyek, akik az akusztikus inger által jelölt oldalon keresték a célingert, nem oldották meg gyorsabban a feladatot, mint azok, akik a hangforrással ellentétes oldali ingerre kattintottak.

Az egy célingert tartalmazó képek alapján azonban a tanulási fázist követően a hangingerrel jelölt célingereket gyorsabban találták meg a kísérleti személyek, mint azokat az ingereket, melyek az akusztikus ingerrel ellentétes oldalon kerültek bemutatásra. A kongruens és inkongruens helyzetek között tendenciaszintű, de közepes hatáserősségű különbség volt. Ezekben a feladatokban tehát hipotéziseink beigazolódtak. Második hipotézisünkben feltételeztük, hogy a gyakorló fázis során a résztvevők megtanulják a hangok jelentését, így magas hangok esetén megfigyelhető lesz a téri kongruencia hatása. És mivel a 225 Hz-es ingerek prediktív értéke magasabb, feltételeztünk, hogy a kongruens és inkongruens kondíciók különbsége ebben az esetben jobban érvényesül. A vizsgálat eredményei azonban nem bizonyítják a tanulás hatását az integráció sikerességében. Mert bár a hanggal jelölt ingerek esetén rövidebb keresési időt

mértünk, ugyanakkor ez a hatás nem különbözött a gyakorló fázis alapján a keresést segítő és attól független hangingerek használata esetén. Ezek alapján feltételezhető, hogy a hangok feladatban betöltött szerepének megismerése után befolyásolta, illetve kiegészítette a résztvevők letapogatási stratégiáját az akusztikus inger, de hangok megtanult jelentését nem használták fel a célinger megtalálása során. A kongruenciától függetlenül az átlagos keresési időket összehasonlítva ezzel szemben azt látjuk, hogy a résztvevők teljesítménye eltérő volt a különböző hangok esetén, 225 Hz-es hangokat hallva jobb volt a 175 Hz-es kondícióhoz viszonyítva.

Eredményeink tehát megerősítették a kongruencia hatását, melynek megjelenésében feltételezhetően szerepe volt a gyakorló fázisnak. Azonban mégsem mondható ki egyértelműen a tanulás sikeressége. Ezzel kapcsolatban fontos azonban megjegyezni, hogy Liu és mtsai (2011) fent idézett vizsgálatában a kísérleti személyek 5 blokkban oldották meg a feladatot, melyek közül csak az utolsó két szakaszban volt szignifikáns különbség a két különböző színű megjelenítés között. Ez az eredmény arra utal, hogy a kísérleti személyek képesek voltak megtanulni a feladathoz az instrukció alapján nem kapcsolódó információk szerepét, és azokat használni a későbbi feladatmegoldás során. Ez alapján jelen vizsgálatban is feltételezhető, hogy a résztvevők különbséget tettek a két hanginger között, és a gyakorló fázis során bemutatott hangokat a vizuális keresési feladatban betöltött szerepük szerint használták fel a célinger megtalálásához. Ugyanakkor, mivel a vizsgálati fázisban mindkét hang azonos valószínűséggel jelezte a célinger helyét, a kísérlet során a résztvevők ezt a változást észlelhetnék, e tapasztalatok alapján a feladat közben is változtathatták a keresési stratégiákat (Arjona et al., 2016).

Értelmezésünk szerint a hangok jelentésének elsajátítására utalhat a két hangtípus bemutatása során mért átlagos, téri pozíciótól független keresési idő. A két különböző hangmagasságú inger tartalmazó feladat keresési idejét összehasonlítva látható, hogy azok a hangok, melyek a gyakorló fázisban a célinger helyét jelezték, a feladat gyorsabb megoldását eredményezték a vizsgálati szakaszban. Ez az előbbi eredménnyel ellentétben arra utal, hogy eltérő módon befolyásolta a figyelmet a két különböző jelentésű akusztikus inger. Amennyiben a résztvevők megtanulták a hangok feladatban betöltött szerepét, és azokat a keresés során használták volna, feltételezhetően a következő módszerrel tapogatták volna a le a vizuális mezőt: Magas (225 Hz-es) hanginger esetén a keresést a hang által jelölt oldalon kezdik, míg a mélyebb hangot hallva azzal ellentétes oldalon. Mondat, illetve mondat-kép verifikációs döntések esetén a leggyorsabb reakcióidő állító, igaz mondatoknál mérhető, míg a mondatban lévő tagadás lassítja a

döntést (Hald et al., 2011, Bernáth, 2006). Jelen feladatban a kísérleti személyeknek hasonló döntést kellene hozniuk az akusztikus információkra támaszkodva. Magas hang esetén a hangforrás és a célinger kapcsolata állító mondatként fogalmazható meg (az L betű a hang által jelölt helyen van), míg mélyebb hangnál tagadó formával írható le a kapcsolat (az L betű nem a hang által jelölt helyen van). Ez a különbség a két helyzet között magyarázhatja a megnövekedett reakcióidőt a 175 Hz-es hangok esetén. A feladat során mért keresési időkben valóban megfigyelhető a két hangmagasság („állító” és „tagadó” helyzet), valamint a kongruens és inkongruens („igaz” és „hamis” állítás) helyzetek közti különbség, azonban a két helyzetet együttes vizsgálata során a négy kísérleti helyzet között nincs szignifikáns különbség (8. táblázat)

|             | Magas hang            | Mély hang             |
|-------------|-----------------------|-----------------------|
| Kongruens   | 5,94<br>(szórás=1,6)  | 6,29<br>(szórás=1,97) |
| Inkongruens | 6,17<br>(szórás=1,83) | 6,72<br>(szórás=2,52) |

8. táblázat: Azonos (kongruens) és ellentétes (inkongruens) oldali akusztikus és vizuális ingerek megtalálásához tartozó átlagos keresési idő (másodpercben mérve), magas, 225 Hz-es, és mély, 175 Hz-es bemutatása mellett.

Összefoglalva tehát a kísérlet során azt tapasztaltuk, hogy a kísérleti személyekre a feladatmegoldás során hatással volt az akusztikus inger, gyorsabban találták meg a célingereket azokban a kongruens esetekben, ahol a hang jelezte a vizuális célinger helyét. Emellett különbséget tudtak tenni a két hangmagasság között. Erre utal, hogy sikeresen oldották meg a teszt feladatot, illetve, hogy csökkent a reakcióidejük a magasabb, tehát a keresést segítő hangok esetén. Ugyanakkor az eredmények nem bizonyítják egyértelműen, hogy megtanulták a hangok jelentését, és annak megfelelően használták fel az akusztikus ingereket a keresés során, hiszen a magasabb hang esetén nem volt nagyobb különbség mérhető a kongruens és inkongruens helyzet között, a mindkét szempontot figyelembe véve képzett helyzetek időeredményei között nem volt szignifikáns különbség.

## 6. NEGYEDIK VIZSGÁLAT

### 6.1. ELMÉLETI HÁTTÉR

Jelen vizsgálatban a gyakorlás, tapasztalás és az ingerek közti jelentésbeli kapcsolat szerepét vizsgáltuk részletesebben. Ebben a helyzetben olyan ingereket mutattunk be,

melyek közös forráshoz kapcsolásához nem volt szükséges egy gyakorló fázis, a résztvevők az ingerek kapcsolatát már a vizsgálat megkezdése előtt ismerték.

A fent bemutatott vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a vizuális keresési feladatban a másodlagos modalitások vizuális figyelemre gyakorolt hatása nem jön létre automatikusan. A 3. számú vizsgálat alapján bár a kísérleti személyek megtanulták a hangok jelentését, azonban azokat mégsem használták fel a feladat megoldása során. Iordanescu és mtsai (2011) eredményei alapján a vizuális ingerek megtalálását segíti a hozzá jelentésében kapcsolódó hangok hallgatása, abban az esetben, ha azok a mindennapokban gyakran jelennek meg egyszerre. Tehát akkor jelenik meg ez a hatás, ha nem csak a két inger jelentése egyezik meg, vagy kapcsolódik ugyanahhoz a tárgyhoz, hanem a megfigyelőnek tapasztalata lehet olyan helyzetekről, amikor a két (vagy több) modalitásból származó információ egyszerre fordul elő. Ezért a vizsgálatban a kapcsolódó-nem kapcsolódó ingerek elkülönítésének szempontja az azonos jelentés mellett az együttes megjelenés gyakorisága is volt. Egy leírt szóhoz például a szó kimondott hangalakja jelentésében is köthető, és azzal a vizsgálati helyzeten kívül is gyakran egyszerre jelenik meg, ugyanakkor egy állat nevének leírását ritkán kíséri az állat által kiadott hang, mint akusztikus inger. Amennyiben viszont a bemutatott vizuális inger nem egy szó, hanem az állat képe, úgy az állat neve és az állat hangja is jelentésében és tapasztalatok alapján is kapcsolódó hanginger (Iordanescu et al., 2011). Ennek megfelelően a jelen vizsgálatban kongruens ingernek olyan hangokat választottunk, melyek mindkét feltételnek megfelelnek. A vizuális célinger egy dob képe volt, melyhez akusztikus ingerként dob vagy - inkongruens kísérleti kondícióként - harang hangját használtuk.

Továbbá vizsgáltuk azt is, hogy az akusztikus ingerek észlelt relevanciája befolyásolja-e az általuk kifejtett hatást. A szakértőkkel végzett, fent idézett források alapján látható, hogy az ingerek észlelt fontossága nagymértékben befolyásolja azt, hogy azokat milyen valószínűséggel veszik figyelembe egy feladat megoldása során. Vizsgálatunkban értesítések hangját használtuk, melyről feltételeztük, hogy a személyek számára fontos ingerek lehetnek. Egy, a feladattól független telefonos hangokat tartalmazó vizsgálat kimutatta, hogy a résztvevők fő feladatban nyújtott teljesítménye akkor is romlik ezeknek a hangoknak a hatására, ha azok ellenőrzése, például az üzenetek olvasása miatt nem függesztik fel a feladat megoldását, tehát nem vonnak el időt az elsődleges inger feldolgozásától (Stothart et al., 2015). Ezek az eredmények bizonyítják az általunk is használt hangok észlelt jelentőségét, és figyelemre gyakorolt hatását. Vizsgálatunkban

ezeket az ingereket is széli pozícióban jelenítettük meg, így hasonlítottuk össze a személy számára különböző mértékben fontos ingerek hatását a figyelem téri elosztására.

## **6.2. HIPOTÉZISEK**

1. Vizuális környezetünk vizsgálata top-down információk hiányában balról jobbra történik. A vizuális mező letapogatása során használt stratégiát, így a keresési feladatban mért reakcióidőt befolyásolhatja a feladat során bemutatott akusztikus információ. Ez alapján feltételezhető, hogy:

I. Predikció: Bal oldalon található céltárgyak esetén a kísérleti személyek gyorsabban oldják meg a vizuális keresési feladatot.

II. Predikció: A célinger és hangforrás helyének egyezése gyorsabb feladatmegoldást eredményez.

2. Az egy időben bemutatott ingerek közti kapcsolat ismerete, azok együttes előfordulásáról való tapasztalat valószínűsíti az akusztikus információk felhasználását a vizuális feladat során. Iordanescu és mtsai (2011) fent bemutatott eredményei alapján feltételezzük, hogy a másodlagos modalitás vizuális keresési feladatra gyakorolt hatása abban a helyzetben jelentkezik leginkább, amelyekben a résztvevőknek a két modalitás együttes észleléséről korábbi tapasztalata van.

I. Predikció. Feltételezzük, hogy a vizuális célingerhez kapcsolódó (dob) hangot bemutató kísérleti elrendezésben a céltárgy helyére utaló akusztikus ingerek nagyobb mértékben csökkentik a keresési időt, mint a célinger helyével egyező hangforrású harang hang.

II. Predikció. Feltételezzük, hogy a kísérleti személy számára fontos ingerek jobban befolyásolják a mért időeredményeket, mint azok, amik sem a feladat szempontjából, sem pedig a személy számára nem relevánsak.

## **6.3. MÓDSZERTAN**

### **6.3.1. RÉSZTVEVŐK**

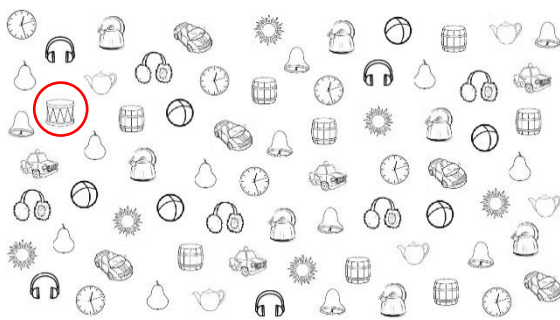
Az akusztikus ingerek vizuális figyelemre gyakorolt hatásának vizsgálatára jelen kutatásban 58 fő (átlagéletkor= 23,38 év, szórás=2,89 év), köztük 30 férfi és 28 nő adatait rögzítettük. A résztvevők mindegyike a kísérlet elvárásainak megfelelően ép hallású és ép vagy szemüveggel korrigált látású volt. A részvétel ebben az esetben is önkéntes és anonim volt. A vizsgálat helyszíne két helyen történt. Mindkettő kiválasztásánál

szempont volt a csendes környezet. A vizsgálat minden esetben egyénileg történt, a vizsgálat helyszínén egy résztvevő és a kísérletvezető tartózkodott.

### 6.3.2. INGERANYAG

A résztvevők feladata ebben az esetben is egy célinger megtalálása volt. Jelen vizsgálatban viszont mind a célinger, mind pedig a közben bemutatott akusztikus inger konkrét jelentéssel bírt. A vizsgálat során különböző tárgyak között kellett megkeresni egy dobot. A vizsgálatban két különböző laptopot használtunk, egy 1366\*768 és egy 1920\*1080-as felbontásút. Az ingeranyag bemutatása PsychoPy nevű programmal történt, a képernyők felbontásának megfelelő beállítással. Az akusztikus ingereket fejhallgatón keresztül mutattuk be.

A kísérlet során használt képek mindegyike egy 70x65 pixel nagyságú fekete- fehér vonalrajzos dobot ábrázoló célingert tartalmazott, melyek helyét két koncentrikus körrel



14. ábra: 4. vizsgálatban használt ingeranyag. Az ábrán a célingert (dob) piros kör jelzi, ez a jelölés a vizsgálat során nem volt látható.

határoztuk meg. Így egy belső és egy külső kört alakítottunk ki, melyeken a célingerek távolsága a vizuális mező középpontjától egyenlő. A belső kör átmérője 690 pixel volt, míg a külső köré 1135 pixel. A körök középpontja, minden esetben a kép középpontjával megegyező volt. Mindkét körön oldalanként 8-8 helyet jelöltünk ki. A

célingerén kívül, a bemutatott képeken szerepeltek további tárgyak, szintén fekete-fehér vonalrajzos ábrázolással. A képen minden ábrának volt egy alakjában hasonló párja, a dob esetében ez a hordó, a zavaró akusztikus ingerhez tartozó harang esetében pedig a körte volt. Így bár a résztvevők nem konjunkciós keresést hajtottak létre, a célingerek mégsem voltak alakjuk miatt kiugróak a környezeti ingerek közül. A jobb oldali célingert tartalmazó képek tengelyes tükrözésével alakítottuk ki a további képeket, így a keresés során a résztvevőknek bemutatott ingerek páronként azonos összetettségek voltak, és azokon a célingerek helye (középponttól való távolsága és vertikális elhelyezkedése) megegyezett. Ezzel a módszerrel létrehoztunk 32 különböző képet (célinger oldala (2)\* kör (2)\* pozíció (8)). Ezeket a képeket mutattuk be véletlenszerű sorrendben, mindegyiket 4 alkalommal. A 4 bemutatás a keresés során hallott akusztikus ingerekben

tért el egymástól. A vizsgálatban a célingerhez kapcsolódó és attól független akusztikus ingereket, dob és harang hangokat használtunk, melyeket jobb és bal oldalon is bemutattunk. Így minden kép látható volt a célingerrel azonos és ellentétes oldalon szóló dob és harang hanggal is. Az akusztikus ingerek összeállítása során arra törekedtünk, hogy azok csak jellegükben különbözzenek egymástól, más tulajdonságukban viszont ne. Így mindkét ingert azonos hosszúságban, azonos időközönként és azonos hangerővel mutattuk be.

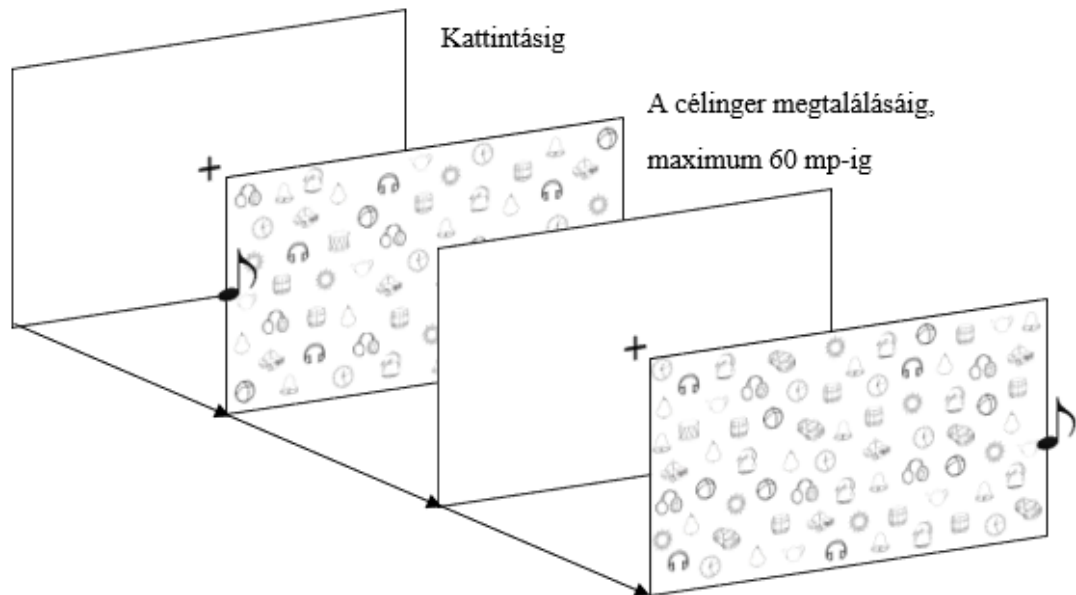
A vizsgálat során a fent leírt 128 ingeren túl 16 további inger is bemutatásra került. Ezek a képeken a résztvevők feladata azonos volt, egy dob képét kellett megtalálniuk különböző tárgyak között. A keresés során viszont nem csak dob vagy harang hangját hallották, hanem ezen kívül még egy akusztikus ingert, melynek segítségével a személyes relevanciára vonatkozó hipotézisünket vizsgáltuk. Ezek az akusztikus ingerek tehát csak ritkán, összesen 16 alkalommal, a teljes vizsgálat 11 százalékában voltak hallhatóak, és lehettek a személy számára fontosak, vagy kevésbé jelentősek. Egyenlő számban 8-8 alkalommal került bemutatásra a Facebook értesítés hangja, és a PlayStation játék bekapcsolásakor hallható hang. A két típusú bemutatás (a ritkán hallható hangot tartalmazó és nem tartalmazó) nem különült el egymástól, az ingerek bemutatása véletlenszerű sorrendben történt. A vizsgálat során tehát összesen a kísérleti személyek 144 képek láttak, melyek mindegyikén egy célinger (dob) volt látható, a kép jobb vagy bal oldalán, a kör középpontjától két lehetséges távolságban. A feladat közben akusztikus ingereket mutattunk be, melyek szólhattak jobb és bal oldalon, kapcsolódhattak a célingerhez, vagy lehettek attól függetlenek, illetve 16 alkalommal a dob és harang hangok mellett egy további rövid (számukra fontos, vagy kevésbé jelentős) hangingert is hallottak, melyek szintén egyenlő arányban bal és jobb oldalon kerültek bemutatásra.

### 6.3.3. VIZSGÁLAT MENETE

A vizsgálat menete a következő felépítést követte: A kísérleti személyek hozzávetőleg 60 cm-re ültek a monitortól. A résztvevők az instrukció elolvasása után egy fixációs keresztet láttak, melyre rá kellett kattintaniuk, annak érdekében, hogy a keresés során a kurzor helye ne befolyásolja a figyelmi fókusz helyét, illetve ez a hatás ne a korábban megtalált inger helyétől függjön. Ezt követően megjelent a kép, illetve vele egy időben a hang. A bimodális ingerpárok bemutatásának sorrendje véletlenszerűen történt. Mindkét inger bemutatása a célinger megtalálásáig tartott, vagy maximum 60 másodpercig. A



célinger megtalálását kattintással kellett jelezni, melyhez a résztvevők egeret használtak. Ezt követően újabb fixációs kereszt, majd keresési feladat jelent meg, a vizsgálat végét pedig egy a részvételt megköszönő üzenet jelezte.



15. ábra: 4. vizsgálat menete. Az ábrán a vizuális inger mellett látható hangjegy a hangforrás lehetséges helyét (jobb vagy bal oldal) szimbolizálja.

A kísérlet során rögzítésre került a kereséshez szükséges idő, valamint a kattintás helye (koordinátái) is, melyek a feladat elvégzésének ellenőrzésére használhatók. Ezeket feldolgozva kiszűrhetők azok a személyek, akik valójában nem találták meg a célingert mégis tovább léptették a feladatot. A vizsgálat során ilyen okból nem kellett kizárni senkit. Emellett természetesen minden alkalommal rögzítettük a kísérlet kondíciójának minden adatát, a célinger helyét (oldal, illetve külső vagy belső kör), ennek kongruenciáját az akusztikus ingerrel, valamint a hanginger típusát.

#### 6.4. EREDMÉNYEK

A vizsgálat során személyenként 144 időeredményt rögzítettünk. Az adatok elemzése során külön kezeltük a ritka ingereket tartalmazó bemutatások eredményeit. A kapott összefüggések bemutatása szintén az elemzés módszertanát követi, első lépésként a 128, csak dob vagy harang hangot tartalmazó inger adatait vizsgáljuk, majd ezt követően mutatjuk be a 16 további inger eredményeit.

Az adatok elemzésének megkezdése előtt, azokon outlier szűrést végeztünk SPSS program segítségével. Kiugró értéknek tekintettük minden kép esetén azt az adatot, mely az összes résztvevőnél az adott képen történő keresés során mért időeredmények átlagától legalább két szórásnyira eltért. Ezeket az értékeket (a teljes minta 6,6 százaléka) nem használtuk a hipotézisek vizsgálata során.

A 128 képhez tartozó válaszokat tartalmazó tisztított adatbázis időeredményeiből a kongruenciát (ingerek helyének megfelelése) a relevanciát (ingerek jelentésbeli egyezése), valamint a célinger helyét (oldalát, és a középponttól való távolságát) figyelembe véve számoltunk átlagokat. Ezek összehasonlítása Jamovi program használatával, többszemponos összetartozó mintás varianciaanalízissel történt. Az átlagos keresési időket a vizsgálat változói szerinti bontásban a 9. táblázatban foglaltuk össze.

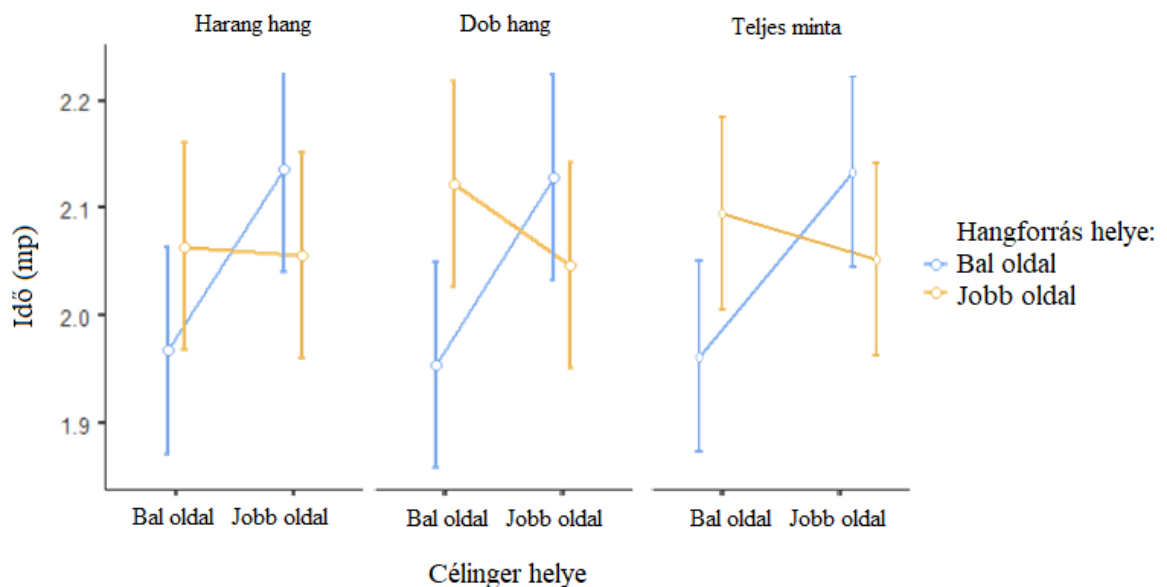
| Célinger helye |           | Hangforrás helye | Akusztikus inger | Átlag (mp) | Szórás (mp) |
|----------------|-----------|------------------|------------------|------------|-------------|
| Bal oldal      | Külső kör | Bal oldal        | Dob              | 2,18       | 0,43        |
|                |           |                  | Harang           | 2,17       | 0,40        |
|                |           | Jobb oldal       | Dob              | 2,33       | 0,44        |
|                |           |                  | Harang           | 2,33       | 0,45        |
|                | Belső Kör | Bal oldal        | Dob              | 1,72       | 0,33        |
|                |           |                  | Harang           | 1,77       | 0,41        |
|                |           | Jobb oldal       | Dob              | 1,91       | 0,42        |
|                |           |                  | Harang           | 1,80       | 0,36        |
| Jobb oldal     | Külső kör | Bal oldal        | Dob              | 2,36       | 0,47        |
|                |           |                  | Harang           | 2,36       | 0,43        |
|                |           | Jobb oldal       | Dob              | 2,29       | 0,51        |
|                |           |                  | Harang           | 2,22       | 0,46        |
|                | Belső Kör | Bal oldal        | Dob              | 1,90       | 0,39        |
|                |           |                  | Harang           | 1,91       | 0,41        |
|                |           | Jobb oldal       | Dob              | 1,80       | 0,37        |
|                |           |                  | Harang           | 1,89       | 0,40        |

9. táblázat: 4. vizsgálat leíró adatai

A vizsgált főhatások közül a célinger helyét meghatározó szempontokban tendenciaszintű különbségeket találtunk ( $F(1,56)=3,18$ ;  $p<0,1$ ;  $\eta^2_p=0,054$ ). A kísérleti személyek gyorsabban találták meg a bal ábrákat (átlag=2,03 mp; szórás=0,48 mp), mint a jobb

oldaliakat (átlag=2,09 mp; szórás=0,48 mp). Valamint a külső körön elhelyezkedő ábrákhoz viszonyítva (átlag=2,28 mp; szórás=0,45 mp) szignifikánsan jobb teljesítmény volt megfigyelhető azokban az esetekben, ahol a célinger a belső körön (átlag=1,84 mp; szórás=0,39 mp) volt ( $F(1,56)=310,02$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,847$ ).

Továbbá szignifikáns interakció volt megfigyelhető a célinger és a hangforrás tekintetében ( $F(1,56)=24,54$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,305$ ). A kísérleti személyek gyorsabban találták meg a bal oldali ábrákat bal oldali hangforrás esetén (átlag=1,96 mp; szórás=0,45 mp), mint ugyanilyen helyzetben a jobb oldali célingereket (átlag=2,13 mp; szórás=0,48 mp). Illetve szintén a kép és hangforrás helyének kongruenciája esetén találtunk jobb teljesítményt a jobb oldali célingerek keresési idejében, eltérő hangforrásokat összehasonlítva (bal oldali hangforrás: átlag=2,09 mp; szórás=0,48 mp. Jobb oldali hangforrás: átlag=2,05 mp; szórás=0,48 mp). A használt hanginger önmagában nem volt hatással a keresési eredményre, illetve más interakciókat sem találtunk a vizsgált mintán. A hang típusát, mint szempontot vizsgáló elrendezéseknél az interakció hiánya arra utal, hogy az akusztikus ingerek vizuális figyelemre gyakorolt hatását, illetve a keresési stratégiát nem befolyásolta eltérő módon a képhez kapcsolódó hang, mint az attól független.



16. ábra: 4. vizsgálat eredményei. Az átlagos keresési idők bal és jobb oldali célingereknél, harang és dob hangot tartalmazó ingerbemutatóknál, és a hangtípustól független elemzésben.

A 16 ritka ingert tartalmazó képre adott válaszokat elemezve összehasonlítottuk a két csoportot (releváns vagy nem jelentős hangot hallók), és a teljesítményük változását az egyes kísérleti kondíciók között. Azt vizsgáltuk tehát, hogy a releváns hangot hallók keresés során használt stratégiáját, illetve ennek megfelelően a feladat megoldásához

szükséges idejét eltérő módon befolyásolta-e a hang és a célinger téri kongruenciája, mint a másik csoport eredményeit. Valamint, hogy megfigyelhető-e bármelyik csoportban a reakcióidőkben különbség a kongruens és inkongruens helyzetek között, illetve ez a különbség csak az egyik csoportra korlátozódik-e. A fontosnak tekinthető Facebook hangot 30 fő hallotta, míg a másik, a PlayStation hangot hallók csoportjába 27 fő került. Az adatok elemzését ebben az esetben is az adatbázis tisztítása előzte meg. A kiugró, tehát a minta átlagától legalább két szórással eltérő adatok a vizsgálat e szakaszában a rögzített 912 időeredmény (57 fő, 16 inger) 4,7 százalékát tették ki. Az adatok vizsgálatára jelen esetben kevert mintás varianciaanalízist futtatunk, ahol az összetartozó mintás próba eseteit több szempont szerint határoztuk meg. Ilyen szempontok voltak a célinger, a folyamatosan hallható akusztikus inger, valamint a ritka akusztikus inger helye. A független mintás faktorunk pedig a két csoport, tehát az ingerek relevanciájában lévő különbség volt. Az előző vizsgálat tanúsága alapján a dob és a harang hangokat tartalmazó helyzeteket nem kezeltük külön, hiszen azok között szignifikáns különbség nem volt kimutatható. A vizsgálat ezen szakaszának leíró adatai a 10. táblázatban láthatók.

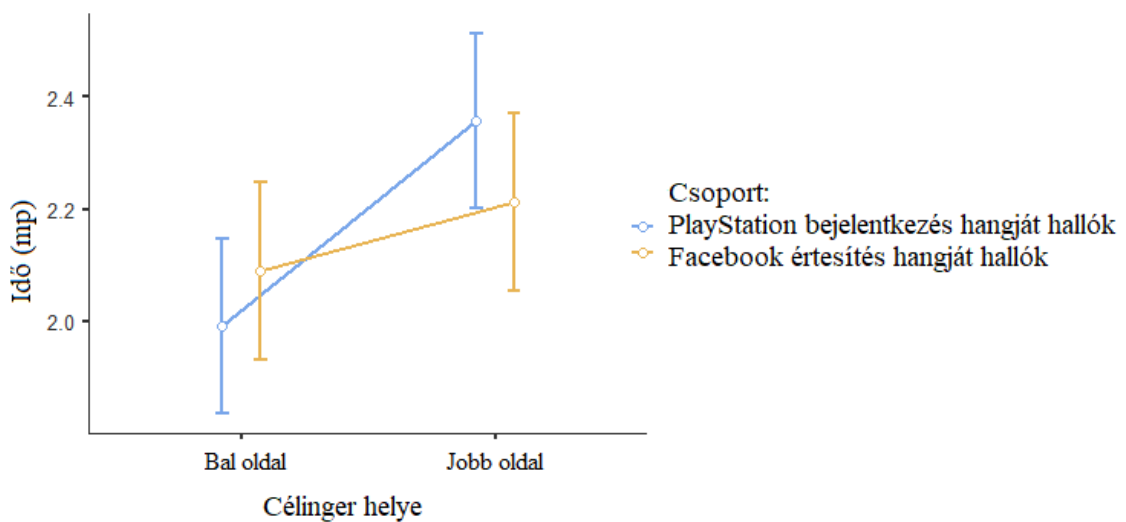
| Célinger helye | Hangforrás helye |            | 1. csoport (PlayStation) |             | 2. csoport (Facebook) |             |
|----------------|------------------|------------|--------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
|                | Gyakori hang     | Ritka hang | Átlag (mp)               | Szórás (mp) | Átlag (mp)            | Szórás (mp) |
| Bal oldal      | Bal oldal        | Bal oldal  | 2,03                     | 0,73        | 1,95                  | 0,65        |
|                |                  | Jobb oldal | 1,98                     | 0,62        | 2,22                  | 0,60        |
|                | Jobb oldal       | Bal oldal  | 1,97                     | 0,55        | 1,98                  | 0,48        |
|                |                  | Jobb oldal | 2,08                     | 0,72        | 2,13                  | 0,58        |
| Jobb oldal     | Bal oldal        | Bal oldal  | 2,37                     | 0,63        | 2,40                  | 0,72        |
|                |                  | Jobb oldal | 2,37                     | 0,54        | 2,29                  | 0,74        |
|                | Jobb oldal       | Bal oldal  | 2,36                     | 0,63        | 2,02                  | 0,53        |
|                |                  | Jobb oldal | 2,41                     | 0,63        | 2,16                  | 0,71        |

10. táblázat: 4. vizsgálat ritkán megjelenő akusztikus ingereket tartalmazó helyzeteinek leíró adatai

A főhatások közül egyedül a jobb és bal oldali célingerek között találtunk szignifikáns különbséget ( $F(1,53)=19,638$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,27$ ). A kísérleti személyek, függetlenül a csoportba sorolástól és az ingerek kongruenciájától, gyorsabban találták meg a bal oldali célingereket (átlag=2,04 mp; szórás=0,62 mp), mint a jobb oldalon lévőket (átlag=2,30

mp; szórás=0,64 mp). A keresés során mért időben nem találtunk különbségeket az akusztikus inger tulajdonságait vizsgálva.

Szignifikáns interakciót egy esetben találtunk ( $F(1,53)=4,925$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,085$ ). A két csoport (Facebook és PlayStation hangját hallók) kereséshez szükséges idejében sem a jobb, sem pedig a bal oldali ábrák között nem volt különbség, azonban, míg utóbbi csoporton belül a megfigyelők gyorsabban találták meg a bal oldali célingereket (átlag=2,01 mp; szórás=0,65 mp), mint a jobb oldaliakat (átlag=2,38 mp; szórás=0,6 mp), a számukra fontos hangot hallóknál nem jelentkezett ez a különbség.



17. ábra: 4. vizsgálat ritka akusztikus ingereket bemutató helyzeteiben, jobb és bal oldali célingerek keresése során mért időeredmények csoportközi összehasonlítása.

További eredményeink alapján a feladat megoldását nem segítette az akusztikus inger és a célinger téri kongruenciája, sem a folyamatosan hallható hang ( $F(1,53)=1,11$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,021$ ), sem a ritka akusztikus ingerek esetén ( $F(1,53)=1,06$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,02$ ). Illetve a két típusú hang hangforrásának egyezése, valamint ezek kongruenciája a célinger helyével sem befolyásolta a célinger megtalálásához szükséges időket ( $F(1,53)=0,8$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,015$ ). Csoportok közti különbség sem található az eredményekben, sem főhatásként ( $F(1,53)=0,05$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,001$ ), sem pedig az összes szempontot figyelembe vevő elrendezésben ( $F(1,35)=0,73$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,014$ ).

## 6.5. MEGVITATÁS

A 4. számú vizsgálat célja az akusztikus és vizuális ingerek kapcsolatának az integrációra, és ennek függvényében a vizuális figyelemre gyakorolt hatásának részletesebb vizsgálata volt. Ebben a vizsgálatban ugyanis a használt ingerek jelentésükben is megfeleltek

egymásnak, azokat nem csak a feladat során gyűjtött tapasztalat kapcsolat össze. Azt vizsgáltuk, hogy ilyen esetben fenntartott figyelmi feladatban is megfigyelhető-e a detekció során kimutatható hatás, a teljesítmény javulása - tehát az inger gyorsabb, pontosabb észlelése - a különböző modalitások azonos helyű forrása esetén.

Első hipotézisünk alapja a korábbi vizsgálatainkban is jelentkező összefüggés a célinger helye és a keresési idő között. Ez alapján feltételeztük, hogy a bal oldali célingerek gyorsabb megtalálása kimutatható. A kísérlet során azt tapasztaltuk, hogy önmagában a célinger helye befolyásolja a keresés sikerességét. A bal oldalon található célingerek megtalálása gyorsabban történt, mint a jobb oldaliaké. Ez az eredmény a korábbi vizsgálatokhoz hasonlóan megerősíti haladási irány, illetve a letapogatás során használt stratégiák szerepét. Bár a fixációs kereszt minden alkalommal a kép közepén jelent meg, illetve a figyelmi fókusz beállítása érdekében arra rá is kellett kattintani, eredményeink alapján úgy tűnik, hogy a résztvevők ennek ellenére balról jobbra haladva próbálták megtalálni a célingert, így a bal oldali ábrákat gyorsabban találták meg. Ezt az eredményt azonban nem teljes mértékben erősíti meg a két kört összehasonlítva, tehát a középponttól való távolságot vizsgálva kapott összefüggés. A külső kör esetén a mért idők hosszabbak voltak, mely a jobb oldali ábrák esetén szintén a letapogatási iránnyal magyarázható. Bal oldali ábráknál viszont azzal éppen ellentétes eredményt tükröz, balról jobbra haladva a belső körön elhelyezkedő ábrák lassabb észlelése lenne elvárható.

Hipotézisünk második predikciójában feltételeztük, hogy a balról jobbra haladó stratégiát az akusztikus inger figyelemre gyakorolt hatása kiegészítheti, ami miatt rövidebb keresési idő mérhető, ha a célinger és a hangforrás helye azonos.

Eredményeink között szerepel egy szignifikáns interakció is, mely alapján a két különböző oldalon található hang eltérő módon befolyásolja a jobb, illetve bal oldali célingerek megtalálását. Ez a hatás bal oldali hangok esetén jelentkezett. Ebben a helyzetben a kongruens, tehát bal oldalon található célingereket gyorsabban találták meg a kísérleti személyek. Ez az eredmény szintén magyarázható az olvasási iránnyal, ugyanakkor jelezheti a modalitások közti integráció sikerességét, illetve az akusztikus inger vizuális figyelemre gyakorolt hatását is. Ez utóbbi összefüggés látható a jobb oldali célingerek jobb és bal oldali hangok bemutatásakor történő keresés során mért szignifikáns különbségben is. A kísérleti személyek a célingereket gyorsabban találták meg, ha azok helyét jelezte a keresés során hallható akusztikus inger. Eredményeink alapján tehát úgy tűnik, hogy a korábbi vizsgálataink egyes összefüggéseivel ellentétben

a kísérleti személyek figyelmének elosztását a mező egyes pontjai között jelen esetben befolyásolták a keresés során hallott hangok, első hipotézisünk beigazolódott.

Második hipotézisünk alapja Iordanescu és mtsai (2011) eredménye volt, mely alapján azt feltételeztünk, hogy a jelentésükben kapcsolódó ingerek esetén alakul ki leginkább a másodlagos modalitás feladatmegoldásra gyakorolt hatása. Ugyanakkor eredményeink alapján az akusztikus inger relevanciája nem befolyásolta a keresési időket, a kapott összefüggések csak a kép és a hang helyének kapcsolatát mutatják, függetlenül a használt hangtól. Illetve a relevancia tekintetében sem a főhatás, sem pedig az egyes interakciók nem voltak szignifikánsak. Nem mondható el tehát, hogy az adatok vizsgálata során kapott különbségeket a különböző modalitások jelentésbeli kapcsolata eredményezné.

Ezen kívül második hipotézisünk második predikciójában arra is kerestük a választ, hogy a másodlagos modalitás vizuális figyelemre gyakorolt hatását befolyásolja-e az inger relevanciája a személy számára. A kísérlet során összehasonlítottuk két csoport eredményeit, melyek közül az egyikben a Facebook értesítés hangját hallották a kísérleti személyek, míg a másikban a PlayStation bejelentkezés hangját. Az első csoport tagjai így a kísérlettől független, de számukra jelentős hangot hallottak a kísérletben egyes képek bemutatása során. Eredményeink alapján ezek a hangingerek nem befolyásolták a figyelem elosztását a vizuális mező egyes területei között. A résztvevők jelen esetben a balról jobbra haladó letapogatást használták, melyet a célinger helye alapján végzett összehasonlítás igazol, bár ez a különbség a Facebook értesítést hangját hallók csoportjában nem jelentkezett. Az első vizsgálatban leírt elemzésünk alapján a bal oldali előny elmaradásra utalhat az általános letapogatási mintázatok kiegészítésére, azonban jelen esetben ez az eredmény nem függött össze a célinger és a hangforrás helyének kongruenciával. Emellett fontos megjegyezni azt is, hogy annak érdekében, hogy az ingerek észlelt fontossága ne változzon, azokat ritkán mutattuk be, így ezeket a hatásokat összesen 16 képen vizsgáltuk mindkét csoportban.

Eredményeinkre tehát hatással volt egy általános, balról jobbra haladó letapogatás, melyet azonban ebben a helyzetben kiegészített az akusztikus ingerből származó téri információ. Ez az interakció abban az esetben is megfigyelhető volt, ha a hallott hang jelentésében nem kapcsolódott a célingerhez. Értelmezésünk szerint ez abból fakad, hogy a korábbi kutatásainktól eltérően a 4. számú vizsgálatban jelentéssel bíró akusztikus és vizuális ingereket használtunk. Feltételezhető, hogy függetlenül az ingerek konkrét jelentésétől is igaz, hogy ezek a hangok nehezebben választhatók el a feladattól, mint egy adott frekvencián szóló, de jelentéssel nem bíró hangok. Ezen eredmények alapján úgy tűnik,

hogy a vizuális keresés során használt stratégiákat, és ennek megfelelően a feladat végrehajtásához szükséges időt a letapogatási irány befolyásolja, melyet kiegészíthet a más modalitásból származó információ is, amennyiben az nehezen választható el a keresési feladattól. A 2. 3. és 4. számú vizsgálat alapján azonban nem jelenthető ki egyértelműen, hogy mi szükséges a kapcsolat kialakításához. A 2. vizsgálat alapján csupán a téri kongruencia megtapasztalása nem elég a letapogatási mintázat megváltozásához. A 3. vizsgálatban az volt látható, hogy a hangok feladatban betöltött szerepéről, az arról szerzett tapasztalat, hogy azok figyelembevételével tudják megoldani a (gyakorló) feladatot, befolyásolja a későbbi feladatmegoldást. Az utolsó vizsgálat alapján viszont, valamint a 3. feladat azon eredményéből mely szerint a résztvevők a vizsgálat során tanult összefüggést a modalitások között nem tudták átültetni a keresési feladatra, az látható, hogy a jelentésbeli egyezés nem szükséges feltétele annak, hogy az akusztikus inger vizuális keresésre gyakorolt hatása megfigyelhető legyen.

A kapott eredményeket, illetve a korábbi helyzetektől való eltérést a jelen vizsgálatban használt akusztikus ingerek mellett a vizuális mező összetettsége is magyarázhatja. Szembe állítva a fent kifejtett redundáns szignál hipotézist (Gondan et al., 2005) a kapacitás elmélettel elmondható, hogy a míg előbbi esetben az akusztikus ingerek függetlenül a keresési feladat összetettségétől segítik az ingerek megtalálást, utóbbi alapján a feladat komplexitása fogja meghatározni a megoldás sikerességét. Nehezebb feladat, vagy összetettebb ingeranyag esetén egy (akár a célinger helyére utaló) egyéb információ rosszabb teljesítményt eredményezhet. A korábbi vizsgálatokban azt láttuk, hogy a vizuális mező, bár egyszerű ingereket tartalmaz, rendkívül összetett, egyik eleme sem kiugró, emellett az akusztikus inger is – annak érdekében, hogy a diszkontinuitás hipotézisnek a kísérleti elrendezés megfeleljen – mozgó vagy szakaszokban érkező. A 2. számú vizsgálatban pedig ezen túl a válaszadás módjának újszerűsége, a résztvevők számára korábban ismeretlen eszköz használata is növelte a feladat összetettségét. Ezen hipotézisek alapján tehát feltételezhető az is, hogy a feladat egyszerűsége eredményezte azt, hogy a résztvevők figyelembe vették a képekhez a tapasztalat, vagy gyakorlás alapján nem kapcsolódó akusztikus ingerek hordozta jelentést is a keresés során, nem pedig (vagy nem kizárólag) a használt hangok miatt figyelhető meg a keresés során általában használt stratégiák megváltozása.

Összefoglalva a 4. vizsgálat első és második részének eredményeit elmondható, hogy a vizuális keresési feladatra a korábban rögzült stratégiák nagyobb hatást gyakorolnak, mint az akusztikus ingerek. Eredményeink, a korábbi vizsgálatok fényében nem



egyértelműek annak tekintetében, hogy a 128 képet tartalmazó szakaszban megfigyelhető interakciót - az akusztikus és vizuális ingerek helyének egyezésének hatását - valóban ez a kongruencia eredményezte-e, vagy pedig a feladat összetettsége. Amennyiben az előbbi, akkor eredményeinkből az látszik, hogy az ingerek közti kapcsolat kialakításához, illetve ahhoz, hogy a bimodális helyzet hatása érvényesüljön egy vizuális feladaton, szükséges a két inger közti szoros, rögzült kapcsolat. Vizsgálatainkból úgy tűnik, hogy a gyakorló fázisok során megtanított jelentés ehhez (legalább is az akusztikus ingerek közti szelekció megjelenéséhez) nem elegendő. Az természetesen nem zárható, hogy hosszabb tanulási folyamatot követően a csak a kísérletben használt kép-hang párok esetén is megfigyelhető lenne a vizuális stratégia és a feladat megoldásához szükséges idő megváltozása. Jelen esetben azonban a téri kongruencia hatása csak a korábbi tapasztalatok alapján, vizsgálati helyzettől függetlenül kapcsolódó ingereknél figyelhető meg gyakorlás nélkül. A hatás azonban ebben az esetben is független az ingerek konkrét jelentésétől, melyek között különbséget sem a gyakorolt, sem pedig a mindennapi tapasztalatoknak megfelelő helyzetben nem használták fel a résztvevők.

Amennyiben pedig eredményeinket a feladat összetettsége magyarázza, úgy szintén nem dönthető el, hogy az ingerek milyen mértékű összefüggése szükséges ahhoz, hogy az akusztikus információk is felhasználásra kerüljenek egy keresési feladat során.

Korábbi eredményeinkkel összefüggésben az látható, hogy amennyiben az ingerek tapasztalat, vagy gyakorlás alapján nehezebben választhatók el a feladattól vagy a vizuális ingerektől, a résztvevők nagyobb eséllyel alakítják ezeknek megfelelően a keresés során használt stratégiájukat. Összetett vizuális környezetben a széli helyzetben megjelenő hang automatikus, a figyelmi fókusz helyének befolyásoló hatása nem jelent meg a keresési idő segítségével mérhető mértékben, ehelyett korábban tanult, rendszeresen használt stratégia volt megfigyelhető. Az integrációt segítette, és a letapogatást módosította az ingerek közti kapcsolat kialakítása. Amennyiben ez tapasztalatok alapján ismert volt, gyakorlás nélkül is megmutatkozott az akusztikus ingerek vizuális figyelemre gyakorolt hatása. Más esetekben (3. vizsgálat) a gyakorló feladat segítette a téri kongruencia keresést gyorsító tulajdonságának megjelenését. Ez alapján a kapcsolat kialakítása a két inger között szükséges volt a letapogatási irány, mint rögzült stratégia kiegészítéséhez, ugyanakkor az eredmények alapján az integrációnak nem feltétele a közös jelentés, sőt az eltérő jelentésű, így eltérő prediktív értékű hangok között a keresési idők alapján nem is tettek különbséget a megfigyelők.

## 7. ÖTÖDIK VIZSGÁLAT

### 7.1. ELMÉLETI HÁTTÉR

A fent bemutatott vizsgálatok eredményei alapján a vizuális keresés során mérhető időt nagyban befolyásolja a célinger elhelyezkedése, az, hogy a keresett ábra a vizuális mező jobb vagy bal oldalán található. Mely alapján arra lehet következtetni, hogy a keresés során leginkább a balról jobbra történő letapogatási stratégia érvényesül. Bimodális helyzetben a feladat során bemutatott akusztikus információk megakaszthatják, illetve kiegészíthetik ezt, azonban úgy tűnik, hogy még a különböző modalitású ingerek kapcsolata esetén sem tudják felülírni ezt a tanult és a mindennapok során is gyakran használt módszert egy vizuális mező vizsgálata során. A következő kutatásban ezt a hipotézist ellenőriztük. Azt vizsgáltuk, hogy mennyire általános a balról jobbra haladó keresés, megjelenik-e már fiatalabb korban is, mikor a személyek még nem tudnak olvasni, tehát még nem tanulták meg ennek az iránynak a jelentőségét, így csak tapasztalataik lehetnek róla. Illetve, hogy amennyiben nem figyelhető meg a fiatalabb csoportban egy preferált letapogatási stratégia, tehát az nem írja felül az akusztikus ingerek figyelemre gyakorolt hatását, befolyásolja-e a vizuális feladatot egy másodlagos modalitásból származó információ fenntartott figyelmet igénylő keresés során. E kérdések megválaszolására bimodális keresési feladatban vizsgáltunk írni és olvasni nem tudó óvodásokat, és a náluk megfigyelhető ingerletapogatási sajátosságokat vetettük össze egyetemista kontrollcsoporttal. A kísérletnek a nagy életkori különbségek miatt nem volt célja a teljesítményben jelentkező különbségek összehasonlítása a két csoportban, csupán a keresési stratégiákat vizsgáltuk.

Az új információk feltárására, a környezet megismerésére irányuló törekvés születéstől kezdve megfigyelhető, a keresés során használt stratégiák pedig a tárgyállandóság kialakulásától válnak egyre inkább szervezetté, logikussá, célirányossá (Wright & Vlietstra, 1975). Megfigyelések alapján, formális oktatás előtt a gyerekeknél még nem jelentkezik olyan általános, gyakran használt stratégia, vagy mintázat, melyekkel a vizuális mezőt letapogatják, iskolás korban viszont egyre több ilyen szabályszerűség látható (Ferretti et al., 2008). Idősebb személyeknél több keresési stratégia is leírható a kép és a feladat függvényében. Amennyiben a vizuális mezőn az ingerek elrendeződése véletlenszerű (hasonlóan az általunk használt ingeranyaghoz), a nem szisztematikus letapogatáson kívül gyakran megfigyelhető mintázatok a balról jobbra, vagy fentről lefelé haladó, vagy több ilyen szervezett stratégia együttes használatából származó komplex

mintázat. Ilyen lehet például a balról jobbra induló, majd a kép szélén „visszaforduló” és jobbról balra folytatódó keresés (Elkind & Weiss, 1967). Az óvodáskorban leggyakrabban megjelenő véletlenszerű letapogatást 6 és 8 éves kor között folyamatosan váltják fel a fenti, szervezettebb stratégiák, köztük az olvasásnak is megfelelő balról jobbra haladás.

A szakirodalomban nincs elfogadott álláspont arra vonatkozóan, hogy mikor alakul ki egy preferált olvasási, letapogatási irány. Ráadásul különböző nyelvek esetén az oktatás hatása, illetve annak megjelenéséhez szükséges idő eltérő lehet. Több nyelvben ugyanis az olvasási irány, a graféma-fonéma átalakítás iránya, tehát az a folyamat, ahogy a leírt betűket hanggá alakítjuk, nem felel meg a betűzési, helyesírási iránynak, a fonéma-graféma átalakításnak. A két folyamat hasonlósága, az ortográfiai konzisztencia alapján egy skála mentén helyezhetők el a nyelvek. Egyes nyelvek esetén, mint például a magyar is, az írt és a kiejtett hangalak nagymértékben megfeleltethető egymásnak, míg például a magas ortográfiai összetettségű francia nyelv esetén azonos írásmódhoz több kiejtés is társulhat, vagy azonos kiejtés, hangalak, többféleképpen is leírható, a szó jelentésétől függően (Moll et al., 2014). Így az olvasás elsajátítása különböző kultúrákban részben különböző kognitív képességeket igényel, illetve az olvasás során különböző stratégiákat használnak eltérő nyelvekben. Az olvasás során rögzített szemmozgás mintázatok eltérőek, befolyásolja őket a nyelvre jellemző ortográfiai konzisztencia. A német anyanyelvű gyerekek például (magas konzisztencia, a magyarhoz képest alacsonyabb, de az angolnál lényegesen magasabb) kis távolságokra fixálódnak, és kevesebb olvasnak vissza, vagy fixálódnak egy soron belül az olvasással ellenkező irányba, mint az angol anyanyelvűek (Rau et al., 2016).

Egy keresztmetszeti vizsgálat alapján, vizuális keresési feladatban, ahol az ingerek vertikálisan, egy egyenes mentén helyezkednek el, a bal oldali célingerek megtalálásához szükséges idő csökken az életkorral, míg a jobb oldali célingerek esetén az előbbinél kisebb különbség figyelhető meg (Ferretti et al., 2008). Ennek oka, hogy az idősebb gyermekeknél jelentős különbség látható a jobb és bal oldali célingerek között, óvodásoknál a teljesítmény kiegyenlítettebb, így az iskolások által gyorsabban megtalált bal oldali célingerek esetén jelentősebb különbség figyelhető meg. Bár a feladat megoldásához szükséges idő (minden ingert figyelembe véve) és az életkor között negatív korreláció figyelhető meg, szignifikáns különbség óvodás, elsős és harmadikos gyerekek között csak a bal oldali ingereknél mutatható ki, míg azoknál a képeknél, ahol a célinger a jobb oldalon van, csak a legfiatalabb és legidősebb résztvevő csoportok reakcióideje tér

el egymástól. Ez az eredmény egyrészt arra utal, hogy az idősebb személyek gyorsabban vizsgálják át a vizuális mezőt, másrészt viszont azt is mutatja, hogy a balról jobbra haladó letapogatás folyamatosan fejlődik óvodás és iskolás kor között. Az oktatásnak a vizuális keresés során használt stratégiák változásában betöltött szerepét mutatja továbbá az is, hogy az átlagos keresési idő kortól függetlenül erős korrelációt mutat a gyerekek olvasási sebességével (Ferretti et al., 2008).

Az olvasási irány alapján kulturális különbségek találhatók a térészlelésben. Több különböző módszerrel kimutatott eredmény alapján a balról jobbra olvasó személyeknél balra tolódás figyelhető meg, míg jobbról balra olvasóknál nincs ilyen tendencia (Flath et al., 2019), vagy éppen ellenkező irányú a torzítás (Muayqil et al., 2019). Felnőtt kísérleti személyeknél az eltolódást a kezesség csak kismértékben befolyásolja, balkezeseknél a balra tolódás mértéke (jobbkezesekhez képest) nő, ugyanakkor iránya nem változik (Scarbrick et al., 1987). A kultúrára jellemző olvasási irány tehát kapcsolatban áll a térészlelési feladatokkal, például a vonalfelezéssel, más tényezők, mint a kezesség kevésbé befolyásolják. Fagard és Dahmen olyan feladatokat vizsgált olvasni nem tudó és tudó gyermekek között, melyet képet adhatnak az észlelt tér aszimmetriájáról és az iránytendenciák meglétéről. A kutatásban a korosztályi összehasonlítás mellett megfigyelték a kultúrák hatását is. A vizsgálatban francia, tehát balról-jobbra olvasó és arab, tehát jobbról balra olvasó iskolások és óvodások vettek részt. Írni nem tudó gyermekeknél, függetlenül a kultúrára jellemző olvasási iránytól bal irányú eltolódás figyelhető meg. Iskolai oktatás során viszont kulturális különbséget jelennek meg, az arab írásmódot tanuló gyerekeknél a balra tolódás eltűnt, francia gyerekeknél viszont az óvodások eredményeihez képest növekedett (Fagard & Dahmen, 2003). Felnőtt kísérleti személyeket vizsgálva is elmondható, hogy a tanult olvasási irány befolyásolja a térészlelést. A saját kultúrára jellemző letapogatási irányával ellentétes olvasási irányú nyelv elsajátítása módosítja térészlelést, illetve az ezt mérő tesztek eredményeit. Két eltérő olvasási irányú nyelvet beszélők vonalfelezési feladatokban a középponttól mindkét irányba kisebb eltérést mutatnak, mint az egynyelvűek. Velük ellentétben sem bal sem jobb irányú eltolódás nem figyelhető meg (Rinaldi et al., 2014). Ez alapján tehát az iskolai oktatás, az olvasás, és ezzel együtt a kultúrára jellemző olvasási irány elsajátítása befolyásolja a vonalfelezési feladat eredményét.

## **7.2. HIPOTÉZISEK**

1. A vizsgálat során feltételeztük, hogy a vizuális információk balról-jobbra irányú letapogatása kevésbé jellemző óvodás kísérleti személyeknél, mint felnőtteknél, illetve, hogy e stratégiák használatában kevésbé követhetők a fiatal csoport tagjai.

I. Predikció: A vonalfelezés során egyetemista személyeknél balra tolódás figyelhető meg.

II. Predikció: Óvodás, írni és olvasni nem tudó kísérleti személyek vonalfelezési adataiban mérhető eltolódás a felnőtt csoportétól eltérő.

III. Predikció: Az akusztikus ingerek vizuális figyelemre gyakorolt hatása jobban érvényesül azoknál a vizsgálati személyeknél, akiknél nincs kialakult letapogatási irány.

## **7.3. MÓDSZERTAN**

### **7.3.2. RÉSZTVEVŐK**

A vizsgálatban két csoport, összesen 39 fő vett részt. Az óvodás kísérleti személyek között 8 lány és 11 fiú adatait rögzítettük (átlagéletkor: 5,26 év, szórás: 0,65 év). A vizsgált óvodások egyike sem tudott írni vagy olvasni. A résztvevők 4 és 6 év közötti gyermekek voltak, ennek megfelelően mindannyian szülői engedéllyel vettek részt a vizsgálatban. Az egyetemista kontrollcsoport 20 főből (8 férfi és 12 nő) állt, az átlagéletkor 20,75 év volt (szórás: 1,51 év). Mindkét csoportban a résztvevők mindegyike ép vagy szemüveggel korrigált látású és ép hallású volt, mely feltétele volt a feladatok megoldásának. A vizsgálatban való részvétel önkéntes volt, az adatok kezelése anonim módon történt. A feladatok során mért eredményeken kívül csak a résztvevők neme, életkora és kezessége került rögzítésre. A kísérletben papír alapú tesztet (vonalfelezés) használtunk, melyeket sorszámok segítségével kapcsolunk a számítógépes vizsgálat eredményeihez.

### **7.3.3. INGERANYAG**

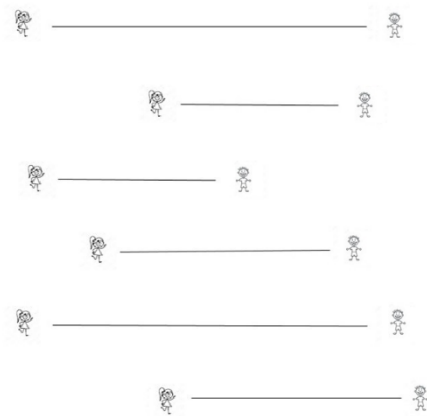
#### *7.3.3.1. VONALFELEZÉS*

A kutatás során egy bimodális keresési helyzetben vizsgálatuk a két csoportban a keresés során használt stratégiákat. Ezt a feladatot egy vonalfelezés teszt előzte meg. A könnyebb érthetőség érdekében a vonalak két végére egy-egy vonalrajz került, egy kisfiú és egy kislány. A résztvevők feladata az volt, hogy a vonalakon jelöljék meg a középpontot,

tehát azt a pontot, ahol a két gyerek találkozni fog. Az ábrák elhelyezésének célja az volt, hogy az óvodások számára - amennyiben erre szükséges volt - magyarázatot tudjunk adni a feladatról, hogy számukra is könnyen elképzelhető legyen.

A vonalfelezési feladatot befolyásolhatják a vonalak végpontjain elhelyezett ingerek. Amennyiben két számot összekötő szakaszt kell megfelelni, torzítás figyelhető meg a nagyobb szám irányába (De Hevia et al., 2006). Gyermek között ugyanígy a különböző mennyiségeket megjelenítő ingerek hatással lehetnek az észlelt felezőpont helyére. Ha eltérő számú ingert helyezünk el a vonal két oldalán, a matematikai jeleket használó vizsgálatokhoz hasonló eredmény figyelhető meg (de Hevia & Spelke, 2009). Bár vitatott, hogy ez a torzítás valóban a számossággal van-e összefüggésben vagy más vizuális jegyek eredményezik, például az ingerek méretében lévő különbségek (Gebuis & Gevers, 2011; Cleland & Bull, 2015), melyet az alkotóelemeik különböző száma is okozhat.

Kérdéses tehát, hogy a szimbolikusan ábrázolt értékek a vonal két végén közvetlenül vagy közvetve - vizuális jellemzőik miatt - befolyásolják a vonalfelezés eredményét, azt azonban számos vizsgálat igazolta, hogy a mennyiségre utaló, vagy akár nem matematikai szimbólumok használata esetén a vonalfelezési feladatban megfigyelhető bal irányú torzítás megváltozhat, vagy felerősödhet (Haslbeck et al., 2016). Ezt figyelembe véve az ábrák mérete (és természetesen száma is) megegyező volt, illetve



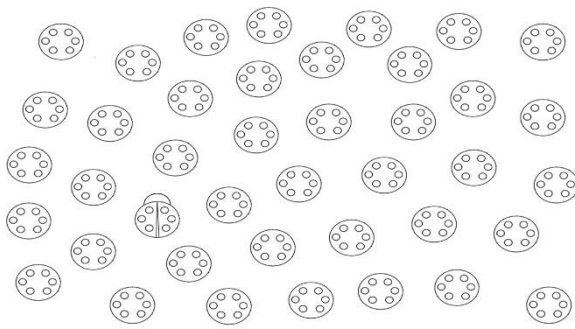
18. ábra: Vonalfelzési feladat

elmondtuk azt is, hogy a két gyerek középen találkozik. A vonalfelzési feladatban 6 db vonalat használtunk 3 különböző méretben (10.8 cm, 7,2 cm és 5,4 cm), mindegyikből 2-2 ábrát. A vonalakat egy lapon mutattuk be. A vonalak sem középre sem pedig az oldal valamelyik szélére nem voltak igazítva, így mindegyik ábra kezdő és végpontja, valamint felező pontja is különböző helyen volt.

### 7.3.3.2. VIZUÁLIS KERESÉS

A vonalfelzési feladat után következett a vizuális keresési feladat, mely során az ingerek bemutatása a PsychoPy nevű programmal történt. A kísérlet tartalmazta az instrukciót leírva is, ezt a szöveget óvodások esetén felolvastuk.

Az 5. számú vizsgálatban nem a korábban használt konjunkciós keresési feladatot

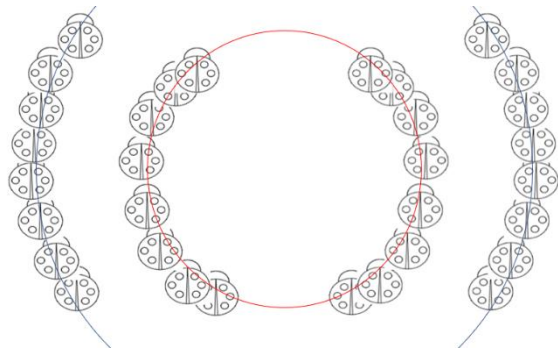


19. ábra: 5. vizsgálatban, a vizuális keresési feladat során használt kép.

mutattunk be, a minta életkorához igazodva az ingeranyag az előzőektől eltérő volt. A résztvevők feladat egy katicabogár megtalálása volt pöttyöslabdák között. Mind a célinger, mind pedig a zavaró ingerek fekete-fehér vonalrajzok voltak, hasonló összetettséggel és alkotóelemekkel. A labda ábrák létrehozása során a

katicabogarak rajzából töröltük ki a csak arra jellemző részleteket, melyek a labdán nem szerepeltek (a bogár feje, illetve a szárnyát jelképező két vonal). Az így készített kép szerepelt az ingereken, mint pöttyöslabda, így a két rajz a lehető legjobban hasonlított egymásra.

A célingerek ábrákon történő elhelyezése ez esetben is a korábban leírtaknak megfelelően történt. A vizuális mező középpontja körül kijelöltünk két koncentrikus kört. A különböző képeken minden célinger e körök sugarán helyezkedett el, 9-9 különböző magasságban. Így 18 olyan képet használtunk, ahol a célinger baloldalon volt, illetve e képek tükrözésével további 18-at hoztunk létre, melyek jobb oldali célingert tartalmaztak. Az előbbi vizsgálatokhoz hasonlóan ezzel a módszerrel értük el, hogy képek két csoportja összehasonlítható legyen, hiszen azok összetettsége és az inger elhelyezkedése, tehát azok középponttól és a vizuális mező széleitől (mindkét dimenzió) mért távolsága azonos volt.



20. ábra: 5. vizsgálat, a célinger lehetséges helye. Az ábrán kék vonal jelöli a külső, piros a belső kör körvonalát. A két kör középpontja azonos, a vizuális mező középpontja is egyben. A vizsgálatban minden ábrán egy célinger volt elhelyezve, a 19. ábrán is látható összetett vizuális környezetben.

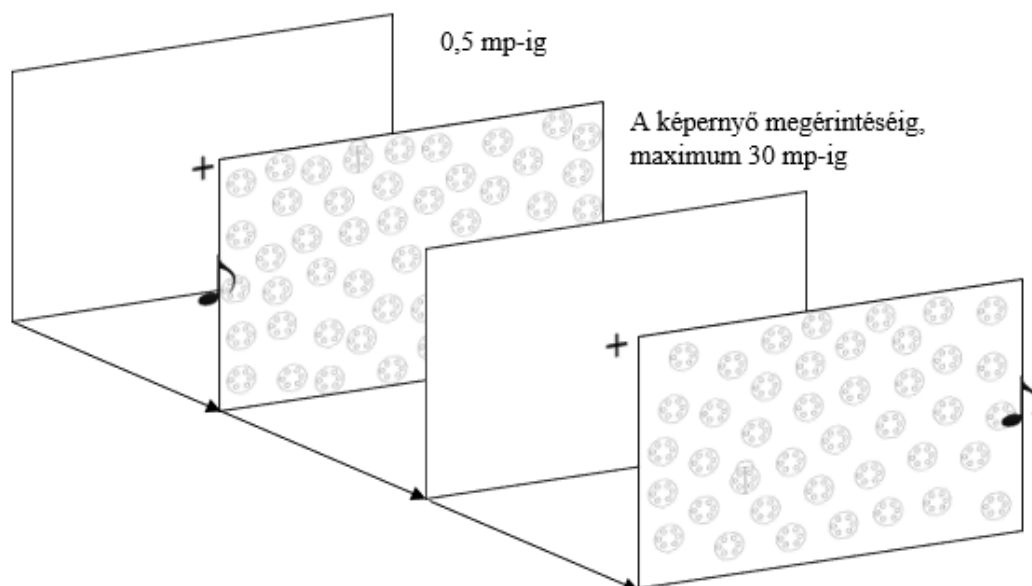
A képek bemutatása bimodális helyzetben történt, ennek megfelelőek akusztikus ingereket is használtunk a kísérlet során. A domináns modalitás hipotéziseket figyelembe véve egyszerű, szakaszokban érkező ingereket használtunk. A hanginger fejhallgatón keresztül volt hallható a célinger megtalálásáig, bal és jobb oldalon azonos arányban. Minden, a vizsgálat során használt kép bemutatásra került mindkét hangingerrel, így

összesen, figyelembe véve a célinger helyét, valamint annak a hangforrás oldalával való egyezését, 4 különböző kondíciót használtunk. A középponttól való távolság alapján pedig minden esetben további kettő, tehát összesen 8 helyzet vizsgálható. A kísérlet során ezeket 9 különböző képpel vizsgáltuk, így összesen 72 inger - célinger helye (2\*2)\* hangforrás helye (2)\* képek száma (9) - került bemutatásra.

#### 7.4.3. VIZSGÁLAT MENETE

A fent leírtaknak megfelelően a kutatás tehát két részből állt. Először papír alapon a résztvevők megoldották a vonalfelezési feladatot, majd ezt követte a számítógépes vizsgálat. Itt az instrukció olvasása vagy meghallgatása után minden inger előtt egy fixációs kereszt jelent meg. Ezután következett a bimodális keresési feladat, mely a célinger megtalálásáig, vagy maximum 30 másodpercig tartott, majd újabb fixációs kereszttel és keresési feladattal folytatódott az ingerbemutatás a vizsgálat végéig. A képek bemutatása véletlenszerű sorrendben történt.

Az egyszerűbb feladatmegoldás érdekében érintőképernyőt használtunk, hogy az óvodásoknak se okozzon problémát a válaszadás. Az érintőképernyő miatt a kurzor ebben a vizsgálatban nem volt látható, így az nem lehetett hatással a figyelem téri elosztására. Ezért jelen esetben a fixációs kereszt automatikusan eltűnt fél másodperces bemutatást követően, azt megérinteni nem kellett.



21. ábra: 5. vizsgálat menete. A hangjegyek az akusztikus ingerforrás lehetséges helyét szimbolizálják

A vizsgálat során rögzítésre kerültek az ingerek kondíciói, és a megtaláláshoz szükséges idő, valamint ellenőrzésképpen a megtalált célinger koordinátái.



## 7.4. EREDMÉNYEK

A mért adatok elemzése előtt outlier szűrést végeztünk. Jelen vizsgálatban is kizártuk azokat az adatokat, melyek, az adott kondíció esetén a minta átlagától legalább két szórásnyira voltak, ebben a kísérletben azonban az átlag és szórás meghatározása csoportonként történt. A teljesmintán 190 adatot, tehát a válaszok 6,77 százalékát szűrtük. Felnőtteknél ez az arány 6,53%, míg a gyerekeknél 7,02% volt. Ezt követően végeztük el az azonos kondícióhoz tartozó szűrt adatok átlagolását, majd ezek vizsgálatára első lépésként kevert mintás varianciaanalízist futtatunk. A vizsgálat változói és a mért keresési idők a 11. táblázatban láthatók.

| Csoport         | Célinger helye | Hangforrás helye | Átlag (mp) | Szórás (mp) |      |
|-----------------|----------------|------------------|------------|-------------|------|
| Felnőtt csoport | Bal oldal      | Külső kör        | Bal oldal  | 1,01        | 0,10 |
|                 |                |                  | Jobb oldal | 1,03        | 0,08 |
|                 |                | Belső kör        | Bal oldal  | 1,07        | 0,12 |
|                 |                |                  | Jobb oldal | 1,11        | 0,11 |
|                 | Jobb oldal     | Külső kör        | Bal oldal  | 1,15        | 0,17 |
|                 |                |                  | Jobb oldal | 1,11        | 0,15 |
|                 |                | Belső kör        | Bal oldal  | 1,22        | 0,17 |
|                 |                |                  | Jobb oldal | 1,20        | 0,20 |
| Gyerek csoport  | Bal oldal      | Külső kör        | Bal oldal  | 1,01        | 0,10 |
|                 |                |                  | Jobb oldal | 1,03        | 0,08 |
|                 |                | Belső kör        | Bal oldal  | 1,07        | 0,12 |
|                 |                |                  | Jobb oldal | 1,11        | 0,11 |
|                 | Jobb oldal     | Külső kör        | Bal oldal  | 1,15        | 0,17 |
|                 |                |                  | Jobb oldal | 1,11        | 0,15 |
|                 |                | Belső kör        | Bal oldal  | 1,22        | 0,17 |
|                 |                |                  | Jobb oldal | 1,20        | 0,20 |
| Teljes minta    | Bal oldal      | Külső kör        | Bal oldal  | 1,01        | 0,10 |
|                 |                |                  | Jobb oldal | 1,03        | 0,08 |
|                 |                | Belső kör        | Bal oldal  | 1,07        | 0,12 |
|                 |                |                  | Jobb oldal | 1,11        | 0,11 |
|                 | Jobb oldal     | Külső kör        | Bal oldal  | 1,15        | 0,17 |
|                 |                |                  | Jobb oldal | 1,11        | 0,15 |
|                 |                | Belső kör        | Bal oldal  | 1,22        | 0,17 |
|                 |                |                  | Jobb oldal | 1,20        | 0,20 |

11. táblázat: 5. vizsgálat leíró adatai

Az elemzés szempontjai az összetartozó mintás próbánál a célinger oldala és a középponttól való távolsága, az akusztikus ingerforrás helye voltak, valamint összehasonlítottuk a két csoportot. Az életkor tehát, mint független szempont szerepelt az elemzésben.

A főhatások közül szignifikáns különbséget találtunk egyetemisták és óvodások keresési idejében ( $F(1,37)=507$ ;  $p<0,001$ ;  $\eta^2_p=0,932$ ), az egyetemista csoport gyorsabban találta meg a célingereket. Ez az eredmény azonban nem volt része a hipotéziseinknek. Jelen vizsgálat célja a keresés során használt stratégia vizsgálata, tehát, annak megfigyelése, hogy a hangok vizuális keresésre gyakorolt hatása eltérő-e a két csoportban, nem pedig a két életkori csoport átlagos keresési idejének összehasonlítása.

Szintén szignifikáns eredményeket találtunk a célinger oldalát ( $F(1,37)=22,54$ ;  $p<0,001$ ;  $\eta^2_p=0,379$ ), valamint a középponttól való távolságát vizsgálva ( $F(1,37)=22,35$ ;  $p<0,001$ ;  $\eta^2_p=0,377$ ). A kutatásban résztvevők hamarabb végezték el a feladatot, ha a célinger bal oldalon, illetve a középponttól távolabb, tehát a vizuális mező szélén volt. A két főhatáshoz tartozó adatokat táblázatos formában foglaltuk össze (12. táblázat)

| Minta        | Jobb oldal            | Bal oldal             | Külső kör             | Belső kör             |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Óvodások     | 3,14<br>(szórás=0,45) | 2,86<br>(szórás=0,47) | 2,89<br>(szórás=0,53) | 3,11<br>(szórás=0,53) |
| Felnőttek    | 1,14<br>(szórás=0,15) | 1,03<br>(szórás=0,09) | 1,05<br>(szórás=0,14) | 1,13<br>(szórás=0,16) |
| Teljes minta | 2,14<br>(szórás=1,06) | 1,94<br>(szórás=0,98) | 1,97<br>(szórás=1,0)  | 2,12<br>(szórás=1,07) |

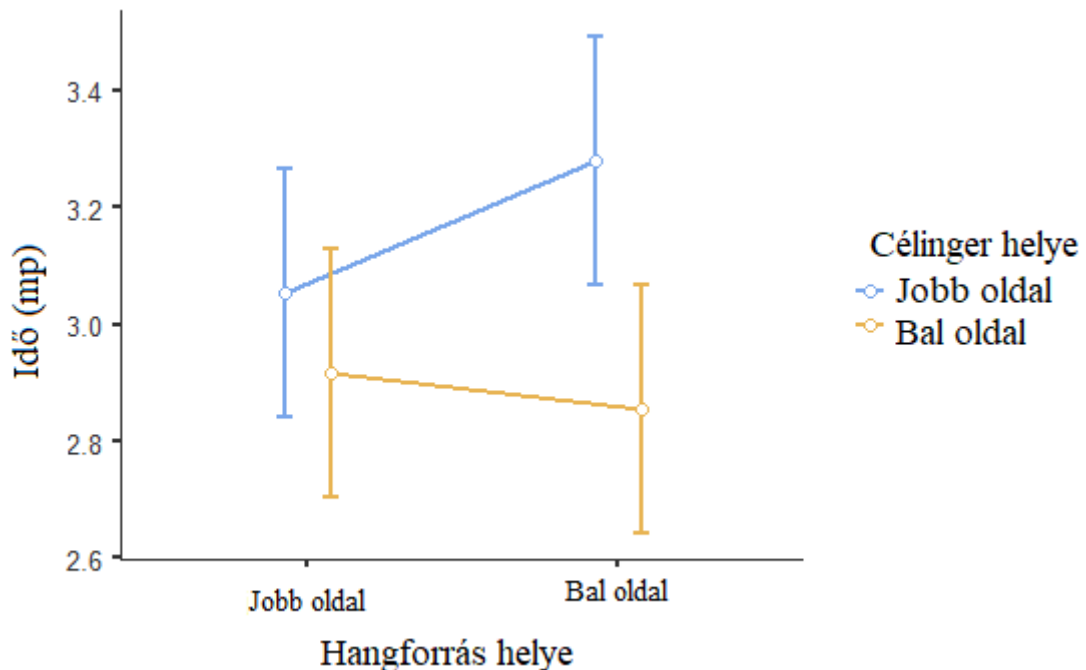
12. táblázat: 5. vizsgálat eredményei. Óvodások, felnőttek és a teljes minta, különböző helyen lévő célingernél mért átlagos keresési ideje (másodpercben mérve)

A hangforrás helye önmagában nem volt hatással a feladat megoldására ( $F(1,37)=1,43$ ;  $p>0,05$ ,  $\eta^2_p=0,037$ ), azonban a kísérleti személyek gyorsabban találták meg azokat a célingereket, melyek a hanggal jelölt oldalon voltak ( $F(1,37)=6,21$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,144$ ).

Ezen kívül háromszoros interakciókat találtunk. Míg a gyermekeknél szignifikáns különbség volt a külső és belső körön elhelyezkedő ingerek között, figyelmen kívül hagyva a célinger oldalát, a felnőtteknél ez az eredmény nem volt kimutatható ( $F(1,37)=5,26$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,124$ ). Az óvodás gyerekek lassabban találták meg a belső körön lévő célingereket. Ugyanakkor ez az eredmény nem függött össze a kép és hang helyének kongruenciájával, tehát nem utal arra, hogy a két csoport különböző, a hangforrás helye alapján változó stratégiát használt volna a képek letapogatása során.

Külön vizsgálva a két mintát összetartozó mintás varianciaanalízisekkel, a következő eredményeket kaptuk: Óvodásoknál a keresést befolyásolta a célinger helye, az oldal ( $F(1,18)=12,2$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,404$ ), és a középponttól való távolság is ( $F(1,18)=12,62$ ;

$p < 0,05$ ;  $\eta^2_p = 0,412$ ), valamint a hangforrás és a célinger helyének kongruenciája ( $F(1,18) = 4,5$ ;  $p < 0,05$ ;  $\eta^2_p = 0,2$ ).



22. ábra: 5. vizsgálat eredményei. Másodpercben mért átlagos reakcióidők a hangforrás és a célinger helye alapján történő bontásban óvodás kísérleti személyeknél.

Óvodás kísérleti személyek, azonos oldali célingerek közül a hangforrás helyével egyező helyen lévő ábrákat találták meg gyorsabban. Ez az eredmény azt mutatja, hogy figyelembe vették az akusztikus ingereket a keresés során. Ez az összefüggés azzal a megjegyzéssel kiegészítve igaz, hogy a bal oldali célingerek gyorsabb megtalálása náluk is megfigyelhető. A 4 kondíció bemutatása során mért átlagos keresési idők az alábbi táblázatban láthatók.

|                |            | Hangforrás helye        |                         |
|----------------|------------|-------------------------|-------------------------|
|                |            | Bal oldal               | Jobb oldal              |
| Célinger helye | Bal oldal  | 2,85<br>(szórás = 0,48) | 2,92<br>(szórás = 0,47) |
|                | Jobb oldal | 3,28<br>(szórás = 0,46) | 3,06<br>(szórás = 0,42) |

13. táblázat: Óvodások másodpercben mért átlagos keresési ideje, jobb és bal oldali hangforrások és célingerek esetén

Felnőtteknél a célinger helyét figyelembe véve hasonló összefüggések mutathatók ki. A jobb és bal oldali ( $F(1,19) = 16,98$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,472$ ), valamint a külső és belső körön lévő célinger megtalálásához szükséges idők között ( $F(1,19) = 21,24$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,528$ )

a minta ezen részén is szignifikáns különbség figyelhető meg (lásd:12. táblázat). Az egyetemista vizsgálati személyeknél azonban az hanginger és a vizuális célinger kongruenciája nem volt hatással a feladat megoldására ( $F(1,19)=2,44$ ;  $p<0,05$ ;  $\eta^2_p=0,114$ ). Ezek alapján tehát az látható, hogy az óvodás kísérleti személyeknél a hanginger, amennyiben az megfelelő helyre utalt, segítette a célinger gyors megtalálását, felnőtt kísérleti személyeknél viszont nem volt kimutatható a két modalitás közti kölcsönhatás. Ugyanakkor a teljes mintán végzett kevert mintás varianciaanalízis azon interakciója alapján, melyben a két inger kongruenciáját és a két csoportot (mint független szempontot) vizsgáltuk, csak tendenciaszerű különbség látható az eredményekben ( $F(1,37)=2,97$ ;  $p<0,1$ ;  $\eta^2_p=0,074$ ). Az elemzés Post Hoc tesztjéből a fent leírtaknak megfelelően látható, hogy egyetemistáknál nincs különbség az azonos és ellentétes oldali kondíciók között, szemben az óvodás csoporttal. Valamint a két csoport között is jelentős különbség figyelhető meg.

A keresés idő adatain túl feldolgozásra kerültek a vonalfelezési feladat eredményei is. Az adatok értelmezéséhez lemértük a jelölt felezőpont távolságát a szakasz bal szélétől, majd ebből az adatból kiszámoltuk, az észlelt és valós szakaszfelező pont távolságát, illetve az eltolódás irányát. A hat vonalon mért átlagos torzítás nem különbözött a két csoport között ( $U=134$ ;  $p>0,05$ ; Cohen's  $d=0,124$ ), a felnőtteknél az észlelt középpont a valós felezőponttól átlagosan 0,05 cm-rel (szórás=0,129 cm), míg a gyerekeknél 0,01 cm-rel (szórás=0,599 cm) tért el, mindkét csoport a középponttól balra jelölte a felezőpontokat. Fontos lehet azonban ennél az eredménynél figyelembe venni, hogy az egyetemista csoportnál sokkal kisebb volt a szórás mértéke, az óvodások mindkét irányban többit tévedtek, függetlenül attól, hogy kialakult-e már náluk a torzítás általános iránya. Figyelmen kívül hagyva a torzítás irányát, az óvodás csoport által jelölt felezőpont a valóstól átlagosan 0,62 cm-rel tért el (szórás=0,42 cm), míg felnőtteknél ez a szám 0,16 cm volt csak (szórás=0,13 cm), ami - a nem normál eloszlású adatok miatt használt - Mann-Whitney próba alapján szignifikáns eltérés ( $U=37$ ;  $p<0,05$ ; Cohen's  $d=1,55$ ). Ahogy a 14. táblázatban is látható a 6 vonalfelezésből kiszámolt átlag alapján a gyerekeknél 7, a felnőtteknél 12 ember torzított bal oldalra. Azonban, ha a nagyobb arányban balra jelölt középpontok számát nézzük (legalább 4 eset), ez a szám kismértékben ugyan, de változik, gyerekeknél 8, míg felnőtteknél 15 fő. Mindkét adat azt mutatja, hogy az egyetemistáknál nagyobb arányban történik balra torzítás (60, illetve 75%), mint az óvodásoknál (37, illetve 42%).

| Pontosan,<br>vagy bal oldalon jelölt<br>középpontok száma | gyerekek<br>(összesen 19 fő) | felnőttek<br>(összesen 20 fő) |
|---|------------------------------|-------------------------------|
| 0   | 1 fő                         | 1 fő                          |
| 1   | 2 fő                         | 0 fő                          |
| 2   | 6 fő                         | 3 fő                          |
| 3   | 3 fő                         | 1 fő                          |
| 4   | 3 fő                         | 7 fő                          |
| 5   | 3 fő                         | 4 fő                          |
| 6   | 2 fő                         | 4 fő                          |
| torzítás bal oldalra a 6<br>vonal átlaga alapján          | 7 fő                         | 12 fő                         |

14. táblázat: 5. vizsgálat vonalfelezési feladat eredményei. A táblázatból leolvasható, hogy a két csoportban hány fő volt, aki a vonal középpontját 0-6 alkalommal jelölte a (felnőttekre általában) jellemző módon középre, vagy balra tolódva, illetve, hogy a vonalakon cm-ben mért átlagos torzítás alapján hány fő jelölte inkább balra a felezőpontot.

Ezért, bár a torzítások irányát is figyelembe vevő átlagában nem találtunk szignifikáns különbséget, indokoltnak tartjuk a vonalfelezési adatok fényében vizsgálni a vizuális keresés eredményeit. Ehhez az átlagos torzítás mindkét meghatározása alapján csoportosítottuk a résztvevőket és a korábbi kevert mintás varianciaanalízist bővítettük egy újabb független mintás szemponttal. Ez az első vizsgálatban azt mutatta, hogy a kísérleti személyek a középpontól való távolságok átlaga alapján melyik irányba torzítanak, a második próba esetén pedig azt, hogy jobbra-és balra történő eltolódás száma alapján melyik irányú torzítás jellemző rájuk inkább. Azonban egyik esetben sem kaptunk a fent leírtakon kívül további összefüggéseket. A csoportosító változó sem főhatásként ( $F(1,34)=0,004$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,00$ .  $F(1,35)=0,037$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,001$ ), sem pedig interakcióként nem volt szignifikáns összefüggésben a mért időeredményekkel a teljes vizsgálatban, a teljes mintán ( $F(1,34)=0,518$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,078$ .  $F(1,35)=0,745$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,021$ ), illetve csoport és kondíciók alapján történő bontásban sem ( $F(1,34)=0,25$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,01$ .  $F(1,35)=0,469$ ;  $p>0,05$ ;  $\eta^2_p=0,013$ ). Ez alapján azoknál, akiknél, a vonalfelezési feladatban a felnőttekre inkább jellemző stratégia volt megfigyelhető, nem jelentkezett jobban a jobb és bal oldal különbsége, illetve ezek alapján nem hatott rájuk más mértékben a keresés során hallott akusztikus inger.

## 7.5. MEGVITATÁS

A 5. számú vizsgálatban az olvasási, letapogatási irány szerepét vizsgáltuk. Korábbi eredményeink alapján bimodális helyzetben is a balról-jobbra irányú letapogatási stratégia érvényesül. Ebben a vizsgálatban ezért ennek a feldolgozásnak az általánosságát vizsgáltuk. Óvodások bevonásával arra kerestük a választ, hogy az olvasás elsajátítása előtt is megfigyelhető-e ez a stratégia, illetve, hogy van-e különbség a vizuális keresés során mért eredményekben - az átlagos reakcióidőn túl - írni, olvasni nem tudó gyerekek és fiatal felnőtt kísérleti személyek között. Ennek vizsgálatára mindkét csoport ugyanazt, a gyermekek számára is érthető bimodális helyzetben bemutatott keresési feladatot hajtotta végre. Feltételeztük, hogy a letapogatási stratégia kevésbé kialakult még az óvodás korosztályban és, hogy ez a különbség megjelenik a vonalfelezési feladatban. Ennek eredményeit összegezve azt láttuk, hogy nincs különbség felnőttek és óvodás, írni, olvasni nem tudó gyerekek között, viszont a középponttól való eltérés átlagos mértéke és iránya is azt mutatja, hogy a fiatalabb csoportban még kevésbé kialakult stratégiák figyelhetők meg.

Feltételeztük, hogy a két korcsoport eltérő letapogatási mintázatokat használ (vagy különböző mértékben következetes ezeknek a megjelenése). Korábbi eredményeink pedig azt mutatták, hogy a balról jobbra történő haladás megjelenik a keresési feladatokban. Harmadik predikciónkat e két állításra alapozva fogalmazzuk meg. Ezek alapján azt vártuk, hogy a kialakult stratégia hiányában a bimodális környezet jobban befolyásolja az óvodások figyelmi folyamatait, mint a felnőttekét, akiknél nagyobb valószínűséggel jobban kontrollált feladatmegoldás figyelhető meg.

Ennek a feltételezésnek részben ellent mond, hogy eredményeink alapján jelen vizsgálatban is, a teljes mintán főleg a balról jobbra haladó iránynak megfelelő letapogatás történt. A kísérletben résztvevők gyorsabban találták meg a baloldali képeket, mint a jobb oldalon elhelyezetteket. Továbbá, a képek szélén (vagy ahhoz közelebb) elhelyezett célingerek megtalálása gyorsabb volt, mint a szélektől távolabb lévő ábráké. Ez az eredmény, ahogy a 4. számú vizsgálatban is bemutatásra került, részben - bal oldali célingerek esetén - magyarázható letapogatási iránnyal, bár ez az értelmezés nem állja meg a helyét jobb oldali célinger esetén.

Megfelel azonban predikciónknak a téri kongruenciát figyelembe vevő elemzés eredménye. A keresés eredményességét nem befolyásolta a kép és a (a vizuális ingerhez pozícióján kívül más módon nem kapcsolódó) hang téri egyezése felnőtt kísérleti

személyek között. Gyermeknél azonban a kongruens és inkongruens kondíciók között, a feladat megoldásához szükséges időeredményekben szignifikáns különbség volt mérhető. Kongruens hang-kép pár esetén az óvodás résztvevők gyorsabban találták meg a célingert, mint inkongruens bemutatás mellett.

Összefoglalva az olvasási irány szerepére vonatkozó eredményeink ebben a vizsgálatban ellentmondásosak, bár részben megfelelnek hipotéziseinknek. Látható az adatokból, hogy az óvodás személyeknél jelentkezett inkább az akusztikus ingerek hatása, a felnőtteknél a két modalitás közti téri kongruencia nem befolyásolta az eredményeket, szemben a célinger helyével. És bár így az olvasási irány és a letapogatási mintázat összefüggését leíró hipotézisünk elemei beigazolódtak, a térészlelés és az akusztikus ingerek vizuális figyelemre gyakorolt hatásának kapcsolata a vizsgálat mintán nem volt kimutatható.

## **8. ÖSSZEGZŐ MEGVITATÁS**

A fent bemutatott 5 vizsgálatban arra kerestük a választ, hogy az akusztikus ingerek milyen körülmények között, és milyen módon képesek befolyásolni a figyelem téri elosztását vizuális keresési feladatban. Kiinduló pontként szolgáltak azok az elméletek és megfigyelések, melyek főleg egyszerű vizuális ingerek esetén, detekciós feladatokban kimutatták a másodlagos modalitások hatását. Ezek alapján akusztikus ingerek használata esetén az unimodális kísérleti elrendezéshez képest, kongruens ingerek használatakor gyorsabb válasz figyelhető meg, valamint csökken az észlelési küszöb az elsődleges feladat szempontjából releváns ingereknél. Ezek a hatások több módon is magyarázhatók. Egyrészt a megfigyelés során megjelenő, ahhoz nem köthető ingerre való reakció hétköznapi helyzetben vagy evolúciós környezetben a pontos megismerést, a veszély elkerülését tette lehetővé. Mivel ez a reakció a túlélés szempontjából is releváns, reflexszerűen megjelenik orientációs odafordulás formájában (Sokolov, 1990). Laboratóriumi körülmények között is megfigyelhető, valamint az általunk végzett korábbi vizsgálat is azt az eredményt mutatja, hogy bimodális kongruens ingerbemutatás hatására a reakcióidő csökken, az inkongruens helyzet viszont lassabb válaszadást eredményez (Bertelson & Aschersleben, 1998; Mossbridge et al., 2011; Campos et al., 2013). Ez a romló teljesítmény is mutatja a reakció automatikusságát. Bár az akusztikus inger nincs kapcsolatban a feladattal, a megfigyelő céljával, és ebben az esetben nem is segíti egy célinger detektálását, mégis befolyásolja a figyelem téri eloszlását. A más modalitású másodlagos ingerek, nem csak a célingerrel egyidőben megjelenítve

segíthetik (vagy éppen nehezíthetik) a feladat megoldását, hanem ugyanúgy, mint az elsődleges modalitásból származó kiegészítő információk, utalhatnak a célinger várható helyére, vagyis jelzőingerként is használhatók. Ez a folyamat szintén lehet automatikus, bár az endogén jelzőingerek, főleg összetett környezetben könnyebben legátolhatóak (Lavie, 1995; Lee et al., 2009).

Az akusztikusok ingerek mellett téri jegyeik miatt is hatással lehetnek a vizuális feldolgozásra (Sutherland et al., 2014; Connell et al., 2013).

Az orientációs reakción, a fixáció váltásán kívül is megfigyelhető a bi és unimodális helyzet különbsége. A kongruencia nem csak téri egyezés esetén segíti az ingerek észlelését, de könnyebben detektálhatóvá (Winkler et al., 2009), akár kiugróvá is tehet jellemzőket (Marks, 1987), vagy a nem egyértelmű információk valamely jelentését kiemelheti (Dufour et al., 2008). Ez ugyan ez észlelés torzulásához is vezethet bizonyos esetekben, de általánosan elmondható, hogy segíti a gyors válaszadást. Valamint a másodlagos modalitások a hosszútávú észlelésre is hatással vannak, illetve segíthetik a figyelem fenntartását is, hiszen a kettős ingerléssel növelhető az ARAS rendszer aktivitása, így redukálható az éberség csökkenése (Mesulam, 2000).

A vizsgálataink kiindulópontja tehát az volt, hogy az akusztikus ingerek, akár abban az esetben is, ha a feladattól, és a megfigyelő szándékától függetlenek, hatással lehetnek a figyelem téri elosztására, azonos helyről származó ingerek esetén segítik a gyors detekciót, míg inkongruens bemutatásnál növelik a keresési időt. Valamint az is ismert korábbi kutatásokból, hogy hosszútávú hatás is kiváltható (Sweeny et al., 2012). A figyelmi fókusz megváltozása gyakran automatikusan történik, míg a hosszabb időre kiható változások már, a rendelkezésre álló keresési feladatok alapján, feltételhez kötöttek. Ezen túl, kialakított, hosszú ideig fennmaradó integráció hatása gyakrabban jelenik meg az ingerek értelmezése, jellemzése során, míg a figyelem téri folyamatainak megváltozása főleg a detekció során kutatott. Ezért a vizsgálatsorozatunkban megkíséreltük feltárni azokat a jellemzőket, melyek elősegítik az unimodális helyzetben használatos letapogatási stratégiák kiegészítését összetett vizuális környezetben is. Tehát azt vizsgáltuk, hogy milyen feltételek teljesülése szükséges ahhoz, hogy az akusztikus inger a célinger megtalálásáig (vagy egy adott terület részletes, kimerítő vizsgálatáig) a figyelmet egy adott területre irányítsa. Ehhez sorra vettük azokat a korábbi kutatásokat, melyek a - szűkebb és megengedőbb értelemben vett - integrációt segítő tényezőket vizsgálták.



Első lépésben a klasszikus laboratóriumi vizsgálatoknak megfelelő ingeranyagot állítottunk össze. Jelentéssel nem bíró akusztikus ingert, és olyan vizuális ingert használtunk, melynek elemei, a jelek és a zajok csupán részeinek konfigurációjában térnek el egymástól. Ilyen eszközökkel teszteltük, hogy az integrációt segítő környezetben nagyobb eséllyel megjelenik-e az akusztikus ingerek hatása a vizuális keresési feladatban. Ehhez a domináns modalitás hipotéziseit vettük alapul (Andersen et al., 2004; Shams & Kim, 2010; Iversen et al., 2015). Ezek az elméletek bimodális illúziók alapján íródtak, azokon a megfigyeléseken alapulnak, hogy különböző modalitásokból származó ingeranyag használata nem minden esetben eredményezi az észlelés megváltozását. Bizonyos ingerkombinációk jobban segítik a modalitások közös forráshoz kapcsolását és együttes értelmezését, mint mások. Mivel az illúziók, éppen úgy, mint a javuló teljesítmény egy keresési feladat során, az észlelés és a figyelem megváltozását mutatják, és mivel a két helyzet különbségét az ingerek által hordozott információ azonossága, vagy eltérősége okozza, feltételeztük, hogy a domináns modalitásokban leírt, integrálást segítő, és a hatások közti aszimmetriát magyarázó körülmények jelen esetben, vizuális keresési feladatban is jól használhatók. Ezért olyan ingereket állítottunk össze, melyekben, ha kialakul kapcsolat, az a vizuális feladaton, a keresési időn keresztül mérhető.

Az első vizsgálatban statikus, összetett vizuális ingereket használtunk, és mozgó, statikus, valamint szakaszokban érkező akusztikus ingereket. A résztvevők feladata a vizuális célingert megtalálása volt, így az instrukció is azok szerepét emelte ki. Ebben az elrendezésben vizsgáltuk, hogy ilyen összetett ingeranyagon is megfigyelhető-e az akusztikus ingerek hatása, szükséges-e bármilyen az integrációt segítő tényező, illetve, ha igen, akkor elegendő-e csak az akusztikus inger fizikai jellemzőinek megváltoztatása. Eredményeink nem voltak egyértelműek az első kísérletben. A résztvevők gyorsabban találták meg a bal oldali célingereket, mint a jobb oldalon lévőket, ami azt mutatná, hogy balról jobbra haladva keresték a célingert, függetlenül az akusztikus ingertől. Azonban az integrációt segítő helyzetekben, ahol mozgó hangforrást használtunk, bár a kongruencia hatása nem volt kimutatható, a célingert helyén alapuló különbségek eltűntek. Ez, bár csak hipotézisként, magyarázható az integrációval, ami alapján úgy tűnik, hogy az összetett környezetben nem jön létre automatikusan a figyelmi fókusz tartós megváltozása, de megfelelő körülmények között kiegészíthetők más, unimodális környezetben is használt stratégiákkal. Ezzel együtt azonban azt is láttuk, hogy a tudatos működés felülírásához nem

elegendőek ezek az ingerek, ezért a fizikai jellemzőkön túl további változtatásokat végeztünk az akusztikus ingeren.

A második és harmadik vizsgálatban a gyakorlást, mint integrációt segítő tényezőt vizsgáltuk. Korábbi kutatások alapján szakértőknél - tehát olyan személyeknél, akik két modalitás együttes megjelenését, és a másodlagos modalitás jelentőségét az átlagnál többször tapasztalták meg - nagyobb esélye van annak, hogy a figyelmüket, az észlelésüket, vagy a viselkedésüket az elsődleges feladattól látszólag független inger befolyásolja (Landry & Champoux, 2017; Hodges et al., 2005). Valamint kisebb valószínűséggel fordul viszont elő náluk, hogy figyelmen kívül hagyják valamely modalitásból származó információkat (Hove et al., 2013). Ezért a vizsgálati személyeink a tesztfázis megkezdése előtt gyakorolták az ingerek kapcsolatát két lépésben. A 2. vizsgálatban csak az ingerek együttjárását ismertettük meg a résztvevőkkel, de továbbra is jelentés nélküli hangokat használtunk. A gyakorló fázis során egy újra szerelhető egér segítségével biztosítottuk a teljes mértékű kongruenciát az egérmozgás, illetve a kurzor aktuális helye, valamint a hangforrás helye között. Így a megfigyelőkben kialakulhatott az a tapasztalat, hogy az akusztikus inger a célinger helyére mutat. Hiszen, ahogy a résztvevők közelítették a kurzort a célinger helyéhez, úgy változott meg, azonos irányba haladva az akusztikus inger is. A vizsgálati fázisban az első kutatáshoz hasonlóan kongruens és inkongruens helyzeteket is használtunk, aminek időeredményeit összehasonlítva azt láttuk, hogy a kongruens ingerek nem segítik a keresési feladat megoldását, a célinger megtalálásához szükséges idő nem függ a téri együttjárástól. Az első, gyakorlást nem tartalmazó elrendezéshez képest ebben a tekintetben nem volt különbség, valamint a bal oldali célingerek előnye még mindig megfigyelhető volt. Ez alapján úgy tűnik, hogy a 2. vizsgálatban használt gyakorló fázis nem segíti a másodlagos modalitás figyelmet irányító hatásának megjelenését.

A 3. vizsgálat gyakorló fázisában a hangok jelentését, feladatban betöltött szerepét is bemutattuk a résztvevőknek. Ebben a feladatban két típusú hangot használtunk, pontosabban két hangsort, az egyik a gyakorló fázisban utalt a célinger helyére, míg a másik minden esetben attól eltérő információt hordozott. A gyakorló fázisban a résztvevők nem látták a célingert, csak a hangok tulajdonságai alapján tudtak következtetni annak helyére. Ezzel szándékunk az volt, hogy ne csak az együttjárást tapasztalják meg, hanem a hangok feladatban betöltött jelentős szerepét is. A gyakorló fázis végén az erről kialakítottuk tudásukat ellenőriztük is. A résztvevők két ugyanolyan kinézetű tárgy közül, csupán a hallott hangmagasság alapján ki tudták választani, hogy

melyik a célinger, tehát különbséget tudtak tenni a két hang jelentése között. Ennek ellenére eredményeink nem támasztották alá ennek a tanult kapcsolatnak a későbbi felhasználását. A korábbi vizsgálattal ellentétben ez esetben kaptunk különbséget a kongruens és inkongruens helyzetet között, de továbbra is megfigyelhető volt a bal és jobb oldali célíngerek különbsége, illetve a téri kongruencia hatása független volt a hang típusától. A mély (nem informatív) és magas (keresést segítő) hangok hatásai között nem találtunk szignifikáns különbséget, bár a magas hangok esetén az átlagos, minden más szemponttól független keresési idő csökkent. Ezek alapján a gyakorló fázis hatással volt a keresésre, hiszen szemben az első két feladattal, látható volt az ingerek kongruenciájának szerepe, de mégsem mondható el, hogy a résztvevők a feladatban felhasználták azt a tudást, amit a gyakorló fázisban a hangok jelentéséről sajátítottak el. Ez az eredmény több dologra is utalhat. Egyrészt, annak ellenére, hogy a tanulás hatását ellenőriztük, elképzelhető, hogy valamelyik ingerről nem szereztek kellő tapasztalatot a résztvevők. Ha a gyakorló fázis elején jó felé indultak el, az emelkedő hangsort hallva megtalálták a célíngert, erre alapozva a következő keresések során, és az ellenőrző kérdésnél is ez alapján hajthatták végre a feladatot. Minél hamarabb találták meg a jó irányt, annál kevesebbszer hallották a mélyülő hangsort. Ráadásul a hangok nem mélyek vagy magasak voltak a gyakorló fázisban, hanem mélyültek, vagy emelkedtek. Tehát könnyen kialakulhatott olyan helyzet, hogy a tesztfázisban használt, 175 Hz-es hangot a gyakorlás során egyszer, vagy néhány alkalommal hallották, de akár olyan is, hogy egyszer sem. Hiszen azt, hogy rossz irányba haladnak, azt nem csak a szélső akusztikus ingerek jelezték, nem kellett odáig eljutni, ahhoz, hogy visszajelzést kapjanak.

Ezen kívül az eredmény úgy is értelmezhető, hogy a feladat nehézsége miatt az exogén és endogén jelek jelzőértéke elkülönült egymástól. A korábbi vizsgálatainkban egyértelműen a helyet jelölő, és nem csak arra utaló ingereket használtunk. Ebben az esetben viszont a hangmagasság tekinthető endogén jelnek, hiszen jelentésével jelzi a célinger helyét, tehát kognitív művelet szükséges az értelmezéséhez. Egyszerűbb feladatnál, vagy ha nincs más stratégia a feladat végrehajtására (mint például az ellenőrző feladat során, ahol az egyetlen támpont a hangmagasság volt), akkor ezek a jelek is hatással vannak a figyelem elosztására. Azonban több korábbi kutatás is alátámasztja, hogy az endogén jelek könnyebben ignorálhatók, mint az exogének, mint például a célinger helyén szóló akusztikus inger (Lavie, 1995; Lee et al., 2009). Így a hangforrás helye könnyebben befolyásolta a fókusz helyének meghatározását, mint a hangmagasság, egyrészt a konkrét, és átvitt jelentés miatt, másrészt, mert a hangmagasság esetén a két

jelentést együtt kellett vizsgálni, az oldalt megjelenő hangokra történő automatikus orientáció viszont ezekben az esetekben is feltételezhető.

Mégsem mondható az, hogy a jelentés tanulásának nem volt hatása a mért teljesítményre a 2. vizsgálat eredményének, valamint a két hangmagasság közti interakció hiányának ellenére sem. Szemben 2. vizsgálattal, a 3. feladat gyakorló fázisa során nem csak a téri együttjárást, valamint a bimodális helyzetet tapasztalták meg a résztvevők. A 3. feladat gyakorló fázisát, illetve az ellenőrző kérdéseket csak a hangok segítségével lehetett helyesen megoldani. Tehát nem csak a magas prediktív értékű hang segítette a két lehetőség közül a megfelelő kiválasztását, hiszen a 175 Hz-es hang is visszajelzést adott a résztvevőknek, utalt arra, hogy nem megfelelő irányba indultak el a keresés során. Így bár ez a hang csak közvetve, az előbbi értelmezés alapján „tagadó formában” utalt a célinger helyére, mégis segítette a megfigyelőket a helyes válaszadásban, így jelentős szerepük volt a feladat megoldásában. Ezzel szemben a 2. vizsgálatban csak a vizuális ingerekre támaszkodva is meg lehetett oldani a gyakorló feladatot, így abban a vizsgálatban, annak ellenére, hogy megismertettük a megfigyelőkkel, hogy a hangok a célinger helyére utalnak, szerepük a feladat megoldásában sokkal kevésbé volt jelentős, mint a 3. feladatban. Ez alapján a feladatban betöltött szerep megismerése befolyásolta a keresési stratégiákat.

Valamint ezen tudáson kívül is feltételezhető, hogy megtanulták a két hangmagasság közti különbséget, annak ellenére, hogy azok téri információt hasonlóan használták fel. A magas, tehát informatív hangok bemutatása esetén gyorsabban találták meg a célingereket, mind kongruens, mind pedig inkongruens helyzetekben. A hangmagasságok és a helyek kongruenciáját figyelembe vevő hármas interakció elmaradása nem azt jelenti, hogy a téri egyezés hatása nem volt megfigyelhető, hanem azt, hogy az inkongruens mély hangok nem úgy viselkedtek, mint a kongruens magas hangok, annak ellenére, hogy mindkettőről feltételezhető a keresést segítő hatásuk. Ennek értelmezéséhez a feladat közben azonban magasabb kognitív folyamat lett volna szükséges, ami nem jelent meg a vizsgálatban. Ezeknek a jelzéseknek az értelmezése csak tovább növeli az igényelt kapacitást, míg az exogén jelek a figyelem irányításával kijelölnek, kiemelnek bizonyos pontokat, így szűkítve, illetve rangsorolva a megvizsgálandó területeket, ami a terhelés csökkenéséhez vezethet. Ahogy fent is bemutattuk, hasonlóan mondatverifikációs vizsgálatok eredményéhez, a kapott összefüggés is értelmezhető az állító és tagadó, igaz és hamis mondatok feldolgozásához szükséges időkülönbségekhez hasonlóan. A hangforrás helye megjelöl egy pozíciót, mély hangok esetén azonban a hang jelentése

tagadó mondatként kezelendő. Tehát egy 175 Hz-es hang esetén a megfigyelő azt tudhatja, hogy a célinger nem ezen az oldalon van. Ezzel szemben 225 Hz-es hangot hallva azt feltételezheti, hogy a célinger valóban a hangforrás által jelölt helyen van. Ezért a mondat, vagy jelen esetben az akusztikus inger értelmezéséhez szükséges idő magyarázhatja a keresés során kapott eredményeket. Ez a magyarázat akkor lenne teljes, ha a megfigyelők valóban fel is használnák ezeket az információkat, azonban ezt a 3. számú vizsgálat eredményei nem támasztják alá egyértelműen, hiszen a mély inkongruens helyzet nem segítette a keresési feladatot.

Összefoglalva az első három vizsgálat eredményeit úgy tűnik, hogy a hangok feladatban való szerepének megtapasztalása segít kiváltani az ingerek közti kapcsolat kialakítását, így a bimodális környezet sajátosságainak megjelenését. Azonban nem egyértelmű az, hogy a hangok jelentése hogyan járul hozzá ehhez az eredményhez.

Ennek vizsgálatára végeztük a negyedik kutatásunkat, melyben a képhez jelentésében kapcsolódó, vagy a korábbiakhoz hasonlóan attól független hangokat használtunk, illetve olyan hangokat, melyekkel a személyes relevancia hatására figyelhető meg. Mivel a hangok és képek jelentésbeli kapcsolatát szeretnénk vizsgálni, ezért szükség volt nem csak az akusztikus, de a vizuális ingeranyag megváltoztatására is. A 4. vizsgálatban jelentéssel bíró vonalrajzokból összeállított ingeranyagot használtunk. A kiugróság és a top-down információk elkerülésének érdekében a vizuális mező nem egy jelenetet ábrázolt, csak képek halmazát, valamint az ábrák páronként szerepeltek. Minden képnek, nem csak a célingereknek, volt egy vizuálisan hasonló, de más jelentésű megfelelője (például fülhallgató és fülmelegítő). A keresések során a célinger jelentésének megfelelő (dob), és ahhoz nem kapcsolódó (harang) hangokat mutattunk be. A korábbi vizsgálatokhoz hasonlóan ebben az esetben is azt kaptuk, hogy a különböző hangok jelentése nem befolyásolta eltérően a keresési feladatot, azonban a téri kongruencia és inkongruencia hatása megfigyelhető volt. Jelen esetben a gyakorlás nem segíthette az integrációt, mert ez nem volt része a feladatnak. A mindennapi tapasztalatok kapcsolat kialakításának valószínűségét növelő magyarázatát pedig a harang hangokkal kapott eredmények megkérdőjelezzik. Fontos azonban megjegyezni, hogy bár nem voltak használható top-down információk, a keresés nem konjunkciós volt, így egyszerűbbnek tekinthető. Ez az elrendezés pedig növeli a másodlagos modalitások használatának valószínűségét. Emellett a korábbiakhoz hasonlóan azt kaptuk, hogy a konkrét jelentés nem szükséges az integráció kialakításához, illetve ez az információ nem került

felhasználásra a keresés során, valamint, hogy a balról jobbra történő letapogatást az akusztikus ingerek kiegészítik, de ez a fókuszált figyelmi stratégia továbbra is fennmarad. Szintén ebben a 4. feladatban vizsgálatuk az ingerek észlelt fontosságát, a személyes relevancia szerepét. Ezekkel az ingerekkel nem azt vizsgálatuk, hogy a modalitások között milyen mértékű kapcsolat kell, hanem azt, hogy az akusztikus inger milyen tulajdonságai esetén képes arra, hogy a figyelmet irányítsa. Ezek az ingerek ritkán érkeztek és nem volt jelentőségük a feladat megoldásában, viszont a személy számára fontosak lehetnek (Facebook értesítés hangja). Azonban a konkrét jelentés ebben az esetben sem volt hatással a mérhető keresési időkre. A kísérleti személyek keresési feladatban nyújtott teljesítményét nem rontotta (inkongruens helyzetben) vagy javította (téri egyezés esetén) egyik akusztikus inger sem. A fontos, és jelentéktelen hangok hatása között nem volt különbség. Ez az eredmény azonban nem zárja ki a relevancia szerepét, annak részletes feltárása további kutatásokat igényel. Bár az akusztikus inger a mindennapi tapasztalatok alapján jelentős lehetett a megfigyelő számára, a vizsgálat során azok - a téri egyezés megfigyelése céljából - azonos helyről származtak, mint a dob és harang hangok, így tudható volt, hogy nem saját értesítéseik hangját hallják a megfigyelők. Ezért, bár maga az akusztikus inger relevánsnak tekinthető, észlelt fontossága a kísérlet során csökkent, sőt, ha a kísérleti személyek valóban függetleníteni tudták saját értesítéseik hangjától, akkor jelentőségük kisebb, vagy maximum azonos, mint a feladatban használt más hangoké.

Mivel legtöbb vizsgálatunkban látható volt a bal oldali ingerek gyorsabb megtalálása, az ötödik kutatás során kísérletet tettünk ennek kiszűrésére. Egyes források szerint az olvasási irány és felnőttekre jellemző térészlelési sajátosságok már gyermekkorban megjelennek, de a formális oktatás több kutatás tanúsága szerint is hatással van ezekre (Fagard & Dahmen, 2003; Ferretti et al., 2008; Rinaldi et al., 2014). Ezért írni és olvasni nem tudó gyermekek, és kontrollként egyetemisták letapogatási stratégiáit hasonlítottuk össze. A módszer ebben az esetben is közvetett volt. Nem a konkrét mintázatokat elemeztük szemmozgás követés segítségével, hanem a vizuális keresés során mért időket használtuk a hipotéziseink ellenőrzésére. Mivel óvodás gyermekekről volt szó, egyszerűbb ingereket használtunk, de itt is törekedtünk arra, hogy a célinger és a környezet egyéb elemei hasonlóak legyenek, illetve, hogy az instrukció, a vizuális mező összetettsége és az ingerek statikussága alapján feltételezhető legyen az akusztikus inger vizuális feldolgozást befolyásoló hatása. A vizsgálatban kontrollként, a tanulás olvasási, letapogatási irányra gyakorolt hatásának ellenőrzése érdekében, egy (szintén

egyszerűsített) vonalfelezési feladatot használtunk, mely, a fent bemutatott irodalmak alapján kapcsolatba hozható a térészlelés és az ingerletapogatás jellemzőivel (Fagard & Dahmen, 2003).

A teljes mintán a korábbiakhoz hasonló összefüggéseket találtunk. A keresést segítette a bal oldalon elhelyezett célinger, illetve a két modalitás téri egyezése. Csoportonként vizsgálva az eredményeket azonban az látható, hogy ez utóbbi csak az óvodás csoportnál volt megfigyelhető. Ez alapján elmondható, hogy az ő válaszaikban jobban érvényesült az akusztikus és vizuális inger kongruenciája, míg egyetemistáknál inkább az olvasási iránynak megfelelő balról- jobbra haladó keresés volt jellemző. Ezt az értelmezést alátámasztja az is, hogy amellett, hogy a felnőttek általában pontosabbak voltak a vonalfelezés során, az ő esetükben sokkal kialakultabb, következetesebb volt a torzítás iránya, míg az óvodások ebben nagyobb szórást mutattak.

Az 5. vizsgálat eredménye, és annak fényében a korábban kapott összefüggések is azt mutatják, hogy a detekciós feladatokkal szemben a korábban kialakított, tudatos stratégiáknak, a vizuális mező valamilyen rendszer szerint történő letapogatásának nagy jelentősége van a keresés során. Ezzel együtt eredményeink azt is mutatják, hogy ezeket kiegészítheti az akusztikus inger, így azok - még jelentésbeli kapcsolat hiányában is - részben magyarázzák az egyes kondíciók közti különbségeket.

Összefoglalva az öt vizsgálat során kapott eredményeket azt mondhatjuk, hogy az akusztikus ingerek felhasználása a keresés során részben automatikus. Tartalmaz olyan információkat, melyek a keresés céljától és az ingerek jelentésbeli kapcsolatától függetlenül kifejtik hatásukat. Ezek azok a jellemzők, melyek a tér egy adott pontját jelölik. Természetesen ezek esetén is meg kell említeni, hogy a detekciós vizsgálatokban a jelzőingerek csak korlátozott ideig vannak pozitív hatással a teljesítményre (Posner & Cohen, 1984). Ez az időtartam függ a mező összetettségétől (Lupiáñez et al., 1997), tehát feltételezhetően a fenti feladatokban is hosszabb, mint a visszatérési gátlást kimutató kísérleti helyzetekben. Ennél hosszabb idő esetén viszont, szemkövetés vizsgálatok alapján is elmondható, hogy általánosan jellemző a megfigyelőkre, hogy korábban nem átvizsgált területen folytatják a keresést (Klein & MacInnes, 1999). A keresés pedig azért csak részben automatikus, mert ezek mellett a jegyek mellett a letapogatást olyan stratégiák irányítják, melyek a szisztematikus keresést teszik lehetővé. Vizsgálatainkban, a keresési idő eredmények alapján a résztvevők a vizuális mező részletes átvizsgálására törekednek (a célinger megtalálása érdekében). Ehhez - közvetett eredmények alapján - strukturált, egyszerű szabályokkal leírható mintázatot követnek, melyet kiegészítenek a

másodlagos modalitásból származó exogén jelzések. Az endogén információk értelmezése további kapacitást köthetne le, így azokat nagyobb valószínűséggel hagyják figyelmen kívül, főleg a feladat újszerűsége, vagy az ingeranyag összetettségének növelése esetén.

Ezeket a magyarázatokat és eredményeinket figyelembe véve úgy tűnik, hogy amennyiben a feladat összetettsége miatt a jelzőingerek által jelölt területekre helyezett fókusz mellett szükséges a mező részletes letapogatása (tehát, amennyiben keresési és nem detekciós feladatról van szó), a megfigyelők leginkább korábban kialakult stratégiák segítségével próbálják hatékonyan megoldani a feladatot. Ezek a stratégiák, mint a balról jobbra haladás, vagy más szisztematikus keresési mód, adaptívnak tekinthetők egy keresési feladatban, akár laboratóriumi, akár valós helyzetben. Ezek a stratégiák segítik a részletes, a célingerek megtalálásig minden elemet érintő keresést, anélkül, hogy felesleges lépéseket, már korábban megvizsgált elemek újbóli elemzését eredményeznék. Ezek mellett azonban – a hatékony feladatmegoldás érdekében - a jelentősnek tűnő, más modalitásból származó ingerek bizonyos jellemzői szintén felhasználásra kerülnek a keresés során. Fontos lehet egy inger, amelyben fizikai jellemzői kiemelkedőek, vagy ha a megfigyelő tapasztalatai alapján segítik a célinger megtalálását. Azonban a másodlagos modalitás részletes elemzése, és minden elemének felhasználása endogén folyamat, így lassíthatja a feladat megoldását. Így ezek az információk, bár segíthetik a célinger megtalálását, nem tekinthetők (automatikus hatást kiváltó) jelzőingerek összetett vizuális környezetben.

Bár eredményeink közvetettek, és a pontos letapogatási mintázatok elemzéséhez a szemmozgás követése lenne szükséges, vizsgálataink alapján - pontosan a szemkövetés hiányában más tényezőket nem kizárva - az látható, hogy a kísérletben résztvevők két jellemzővel leírható stratégiát használtak a célingerek gyors megtalálása érdekében. A feladat során részben automatikus működés figyelhető meg, melyre hatással voltak azon akusztikus információk téri jegyei, melyek valamilyen mértékben kötődtek a feladathoz. Ezen túl viszont más jellemzők - az inger prediktív értéke, a konkrét jelentése - nem befolyásolták a letapogatást irányító másik jellemzőt, a korábban tanult, rendszeresen használt és a részletes keresést lehetővé tevő strukturált, balról jobbra történő haladást.



## 9. LIMITÁCIÓK, KITEKINTÉS

Eredményeink értelmezésénél, a következtetések levonásánál figyelembe kell venni vizsgálatunk korlátait. Ezek egyrészt módszertani hiányosságokból származnak. Másrészt pedig általánosabb következtetések megfogalmazásához szükség lenne a vizsgált feltételek, kísérleti helyzetek számának növelésére. A következőkben ezeket a limitációkat vesszük sorra, kezdve az elvégzett kutatások elméleti, majd módszertani problémáival. Majd kitérünk azokra a lehetőségekre melyeket nem vizsgáltunk, de feltételezésünk szerint befolyásolhatják az akusztikus ingerek figyelemre gyakorolt hatását. Végül pedig ismertetjük eredményeink felhasználási lehetőségeit.

Kutatásaink elméleti alapja főleg detekciós vizsgálatokból ered. Bár a vizsgálati személyek ezekhez képest összetettebb környezetben oldották meg a keresési feladatot, de annak ellenére, hogy a kutatás egészét nézve hosszabb ideig kellett figyelmüket fenntartaniuk, a keresési feladatok rövidege miatt nem nevezhetők az általunk végzett vizsgálat fenntartott figyelmi feladatnak. A következtetések levonásához pontosítani kellene, hogy mi okozza a vizuális keresés és a detekciós feladatok során kapott eredmények különbségeit. Vizsgálni kellene hogyan hat a figyelmi feladatokra az akusztikus inger a feladat összetettségének (külön vizsgálva akár vizuális és kognitív összetettséget) és hosszának függvényében.

A dolgozat nagyban támaszkodik az integráció szakirodalmára. Ezt a kifejezést gyakran használják bimodális ingereket tartalmazó vizsgálatokban akkor is, ha közös jelentés kialakítása, azonos forráshoz kapcsolás nem történik a kísérleti helyzetben (Palmer & Ramsey, 2012). Azt vizsgáltuk, hogy az akusztikus ingerek milyen feltételek mellett gyakorolnak hatást a vizuális téri figyelem elosztására. Bár ez a folyamat egy megengedőbb értelmezés szerint része a bimodális integrációnak, érdemes lenne a szűkebb értelemben vett modalitásközi integráció (és ezzel az észlelet megváltozása) és a figyelmi folyamatokra gyakorolt hatás megjelenésének feltételeit részletesebben, egymástól elkülönítve is vizsgálni.

Első vizsgálatunk kiindulópontja a domináns modalitás, ezen belül is a diszkontinuitás hipotézis volt. Ennek vizsgálatára vizuális keresési feladatot használtunk, amiben a résztvevőknek a célinger helyét kellett jelezniük. Figyelembe kell venni azonban, hogy mivel a feladat téri jellemzőhöz kötődött, a modalitás alkalmasság hipotézise a vizuális ingerek hatásának megjelenését valószínűsíti. Bár a domináns akusztikus inger befolyásolhatja a téri jellemzők megítélését (Teramoto et al., 2010), általánosságban

mégis az mondható el, hogy a téri jellemzők észlelésében fontosabb a vizuális modalitás szerepe.

Kutatásaink során különböző akusztikus ingerek hatását hasonlítottuk össze, azonban unimodális kontrollhelyzetet nem használtunk. Bár a fent idézett szakirodalmak egy részében szintén megfigyelhető ez az elrendezés (Jordanescu et al., 2011; Mossbridge et al., 2011) a vizsgálatokat érdemes lenne bővíteni akusztikus ingert nem tartalmazó keresési feladattal annak érdekében, hogy az akusztikus ingerek keresésre gyakorolt hatásáról átfogóbb képet kapjunk. Vizsgálati módszerünk megfelelő lehet arra, hogy kongruens-inkongruens helyzeteket különbségét, illetve az akusztikus ingerek figyelmet irányító hatásának megjelenését elemezzük, azonban mivel csak vizuális ingereket tartalmazó helyzeteket nem vizsgáltunk, nem vonható le arra vonatkozó következtetés, hogy az akusztikus ingerek feladatba történő bevezetése milyen általános, kongruenciától független hatással van a figyelmi folyamatokra. Ennek meghatározására az ingeranyag bővítését követően össze kellene hasonlítani az unimodális, jelzőingerek nélkül mérhető keresési időket és a különböző bimodális helyzeteket. Kontroll helyzetet ebben az értelemben egyedül a 4. vizsgálat tartalmaz. Az ott kapott eredményekben összehasonlítható lenne a ritka ingert tartalmazó és nem tartalmazó kondíció. Azonban ebben az esetben sem unimodális egyik bemutatási helyzet sem. Így, bár az akusztikus ingerek száma nem egyezik meg a 4. vizsgálat minden bemutatásánál, a hangok keresésbe történő bevonása, az uni és bimodális környezet összehasonlítása itt sem végezhető el. Erre a vizsgálat azért sem alkalmas erre, mert mindkét típusú hang a tér egy pontján, széli helyzetben jelent meg. Ha feltételezzük, hogy az akusztikus ingerek hatással voltak a figyelem téri elosztására, az egyszerűbb, ritka ingereket nem tartalmazó helyzet sem feltétlenül az általános letapogatási mintázatot mutatja.

Szintén a kontroll helyzet, vagy kontroll csoport hiánya látható a gyakorlást is tartalmazó vizsgálatokban. Ezekben a feladatokban minden személy gyakorolta az ingerek kapcsolatát, ezért az eredményeinket csak az első feladattal összevetve értelmezhetjük a gyakorlás fényében. Attól a feladattól viszont a 2. és 3. vizsgálat nem csak a szakaszok számában tért el. A 2. vizsgálatban új, a résztvevők számára ismeretlen eszközt használtunk, a 3. feladat során pedig az akusztikus inger fizikai jellemzői tértek az első helyzettől. Ezért a gyakorlás szerepére vonatkozó feltételezéseink közvetettek, azok vizsgálatához az egyes feladatokat gyakorlás nélküli kondíciókkal, vagy nem gyakorló csoportok bevonásával kellene bővíteni.

Következtetéseinket minden alkalommal keresési idők alapján fogalmaztuk meg. A figyelemre gyakorolt hatást, kiemelten pedig a letapogatási irányt érintő értelmezésinknek így csak közvetett bizonyítékai vannak. Ezért a koordináták és időeredmények rögzítésén túl fontos lenne a megfigyelők szemmozgásának vizsgálata is. A balról jobbra történő keresés, mint lehetséges értelmezés nem csak a módszertani hiányok miatt vonható kétségbe. Az utolsó, óvodásokat és felnőtteket összehasonlító vizsgálatunk alapján azt feltételeztük, hogy a csoportok közti különbség oka a kialakult, szervezett stratégiák hiánya a gyermekeknél. Bár van kapcsolat a letapogatási irány és kultúrára jellemző olvasási irány; a térészlelés és az olvasási irány; illetve a térészlelés és a vonalfelezési paradigma között, a keresési stratégiák és a vonalfelezés kapcsolatát leíró hipotézisünk kiindulópontja is közvetett. Ráadásul a vonalfelezési feladat eredményei sem egyértelműek, a felnőtt és gyerek csoport térészlelési különbségeire csak a szórásokból tudunk következtetni. Értelmezésünk ebben a feladatban szintén alátámasztható, pontosítható lenne a szemkövetés vizsgálatával, illetve ilyen keretek közt a szabad letapogatás megfigyelésével. A legpontosabb eredményeket a letapogatási mintázatok változására vonatkozóan longitudinális vizsgálattal lehetne elérni, az általunk használt csoportközi, keresztmetszeti összehasonlítás helyett. Valamint, szintén a térészlelés és a letapogatási mintázat összefüggéseinek feltárására célszerű lenne a kísérleti személyeket kezességük alapján csoportba sorolni, illetve a mintát balkezes kontrollal kiegészíteni.

A vizsgálatok pontosítását, és kiegészítését követően célszerű lenne az akusztikus ingerek figyelmi folyamatokra gyakorolt hatását valós (vagy azt jobban modellező) körülmények között vizsgálni. Úgy gondoljuk, hogy azok a vizsgálatok melyek segítik azoknak a feltételeknek a megismerését, melyek mellett a modalitások kapcsolata, illetve a figyelmi folyamatok megváltozása kialakulhat, felhasználhatók alkalmazott területeken, mint például a reklámkészítésben. Emellett, ha hasonló kutatásokra alapozva kialakítható olyan környezet, melyben irányítható és fenntartható a célirányos figyelem, az segítheti ideális tanulási környezet megteremtését.

A multimodális környezetben történő oktatás számos előnyt jelenthet a hagyományoshoz képest. Ezeknek alapja, hogy az információ befogadása ilyen esetekben két vagy több csatornán történik, ezért magasabb lehet a feladatra fordítható teljes kapacitás, hiszen egy adott információmennyiség több (korlátozott kapacitású) csatorna között oszlik meg. Valamint a különböző forrásból származó információk integrálása, a közös jelentés kialakítása aktív folyamat. A feldolgozás mélysége pedig szintén pozitív hatással lehet a

tanulásra (Mayer, 2008). Azok a diákok, akik az információkat két különböző modalitású forrásból kapják (például mondott szöveges és képes illusztráció) jobb eredményt érnek el a tanulás során, mint azok, akiknek a rögzítés során ugyanannyi adatmennyiség áll rendelkezésre, de unimodális formában (például kép és hozzá tartozó szöveges magyarázat). Bár a tanulási idő növelésével a két csoport különbsége eltűnik, rövid időkorlát és átlagos, vagy gyors tempóban tanulók (vagy a tanulásra kevés időt szentelők) esetén kimutatható a bimodális helyzet előnye (Harskamp et al., 2007). A bimodális bemutatásból származó hatás leginkább akkor érvényesül, ha az információk egyszerre jelennek meg. Az ilyen bemutatás nagyobb előnyt jelent, mint a különböző források egymást követő (tehát minden időpillanatot tekintve unimodális) megjelenítése (Mayer et al., 1999). Ezek a példák is jól mutatja, hogy fontos azoknak a feltételeknek a vizsgálata, melyek mellett a bimodális és unimodális helyzetet különbségei megjelennek. Az általunk végzett vizsgálatokból nyert tapasztalatok is hozzájárulhatnak az olyan, különböző ingerforrásokot tartalmazó körülmények megteremtéséhez, melyek számos vizsgálat alapján (Harskamp et al., 2007; Mayer, 2008; Mayer & Moreno, 1998) segítik az eredményes tanulást.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Ahissar, M., & Hochstein, S. (2004). The reverse hierarchy theory of visual perceptual learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(10), 457–464.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.08.011>
- Alais, D., & Burr, D. (2004). No direction-specific bimodal facilitation for audiovisual motion detection. *Cognitive Brain Research*, 19(2), 185–194.  
<https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2003.11.011>
- Amor, T. A., Reis, S. D. S., Campos, D., Herrmann, H. J., & Andrade, J. S. (2016). Persistence in eye movement during visual search. *Scientific Reports*, 6(1), 1–12.  
<https://doi.org/10.1038/srep20815>
- Andersen, T. S., Tiippana, K., & Sams, M. (2004). Factors influencing audiovisual fission and fusion illusions. *Cognitive Brain Research*, 21(3), 301–308.  
<https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.06.004>
- Arjona, A., Escudero, M., & Gómez, C. M. (2016). Cue validity probability influences neural processing of targets. *Biological Psychology*, 119, 171–183.  
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.07.001>
- Basso, M. R., Schefft, B. K., Ris, M. D., & Dember, W. N. (2004). Global-Local Visual Biases Correspond With Visual-Spatial Orientation Mayo Clinic Mood and global-local visual processing. *Article in Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 2, 249–255. <https://doi.org/10.1076/jcen.26.1.24.23939>
- Becker, D. V., Anderson, U. S., Mortensen, C. R., Neufeld, S. L., & Neel, R. (2011). The face in the crowd effect unconfounded: Happy faces, not angry faces, are more efficiently detected in single- and multiple-target visual search tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140(4), 637–659.  
<https://doi.org/10.1037/a0024060>
- Berger, A., Henik, A., & Rafal, R. (2005). Competition between endogenous and exogenous orienting of visual attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134(2), 207–221. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.134.2.207>
- Bernáth, L. (2006). *A mondat-kép egyeztetés problémátörténete*. Pszichológia Doktori Iskola.
- Berrios, G. E. (2005). On the fantastic apparitions of vision by Johannes Müller. *History of Psychiatry*, 16(2), 229–246. <https://doi.org/10.1177/0957154X05055179>
- Bertelson, P., & Aschersleben, G. (1998). Automatic visual bias of perceived auditory location. *Psychonomic Bulletin and Review*, 5(3), 482–489.  
<https://doi.org/10.3758/BF03208826>
- Bertelson, P., & de Gelder, B. (2004). The psychology of multimodal perception. In C. Spence & J. Driver (Eds.), *Crossmodal Space and Crossmodal Attention* (pp. 141–178). University Press.
- Bishop, L., & Goebel, W. (2014). Context-specific effects of musical expertise on audiovisual integration. *Frontiers in Psychology*, 5(SEP), 1123.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01123>
- Blanchette, I. (2006). Snakes, spiders, guns, and syringes: How specific are

- evolutionary constraints on the detection of threatening stimuli? In *Quarterly Journal of Experimental Psychology* (Vol. 59, Issue 8, pp. 1484–1504). Psychology Press Ltd. <https://doi.org/10.1080/02724980543000204>
- Bolognini, N., Frassinetti, F., Serino, A., & Làdavas, E. (2005). “Acoustical vision” of below threshold stimuli: Interaction among spatially converging audiovisual inputs. *Experimental Brain Research*, *160*(3), 273–282. <https://doi.org/10.1007/s00221-004-2005-z>
- Boot, W. R., Becic, E., & Kramer, A. F. (2009). Stable individual differences in search strategy?: The effect of task demands and motivational factors on scanning strategy in visual search. *Journal of Vision*, *9*(3), 7–7. <https://doi.org/10.1167/9.3.7>
- Borji, A., & Itti, L. (2014). Defending yabus: Eye movements reveal observers’ task. *Journal of Vision*, *14*(3), 29–29. <https://doi.org/10.1167/14.3.29>
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and Communication*. Pergamon Press.
- Brown, T. L., Gore, C. L., & Carr, T. H. (2001). *Visual Attention and Word Recognition in Stroop Color Naming: Is Word Recognition “Automatic”?* <https://doi.org/10.1037/0096-3445.131.2.220>
- Brunelin, J., Mondino, M., Gassab, L., Haesebaert, F., Gaha, L., Suaud-Chagny, M. F., Saoud, M., Mechri, A., & Poulet, E. (2012). Examining transcranial direct-current stimulation (tDCS) as a treatment for hallucinations in schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, *169*(7), 719–724. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2012.11071091>
- Brunia, C. H. M., van Boxtel, G. J. M., & Böcker, K. B. E. (2012). Negative Slow Waves as Indices of Anticipation: The Bereitschaftspotential, the Contingent Negative Variation, and the Stimulus-Preceding Negativity. In *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components*. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195374148.013.0108>
- Bruns, P. (2019). The Ventriloquist Illusion as a Tool to Study Multisensory Processing: An Update. In *Frontiers in Integrative Neuroscience* (Vol. 13). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fnint.2019.00051>
- Bulkin, D. A., & Groh, J. M. (2006). Seeing sounds: visual and auditory interactions in the brain. In *Current Opinion in Neurobiology* (Vol. 16, Issue 4, pp. 415–419). <https://doi.org/10.1016/j.conb.2006.06.008>
- Bundesden, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological Review*, *97*(4), 523–547. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.97.4.523>
- Cameron, E. L., Tai, J. C., Eckstein, M. P., & Carrasco, M. (2004). Signal detection theory applied to three visual search tasks - Identification, yes/no detection and localization. *Spatial Vision*, *17*(4–5), 295–325. <https://doi.org/10.1163/1568568041920212>
- Campos, M. C., Hermann, T., Schack, T., & Bläsing, B. (2013). Representing the egocentric auditory space: Relationships of surrounding region concepts. *Acta Psychologica*, *142*(3), 410–418. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.12.010>
- Canisius, S., & Penzel, T. (2007). Vigilance monitoring - Review and practical aspects. In *Biomedizinische Technik* (Vol. 52, Issue 1, pp. 77–82).

<https://doi.org/10.1515/BMT.2007.015>

- Castelhano, M. S., Mack, M. L., & Henderson, J. M. (2009). Viewing task influences eye movement control during active scene perception. *Journal of Vision*, 9(3), 6–6. <https://doi.org/10.1167/9.3.6>
- Cavanna, A. E., Shah, S., Eddy, C. M., Williams, A., & Rickards, H. (2011). Consciousness: A neurological perspective. In *Behavioural Neurology* (Vol. 24, Issue 1, pp. 107–116). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.3233/BEN-2011-0322>
- Chelazzi, L., Perlato, A., Santandrea, E., & Della Libera, C. (2013). Rewards teach visual selective attention. *Vision Research*, 85, 58–72. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2012.12.005>
- Cherry, E. C. (1953). Some Experiments on the Recognition of Speech, with One and with Two Ears. *Journal of the Acoustical Society of America*, 25(5), 975–979. <https://doi.org/10.1121/1.1907229>
- Chillemi, G., Calamuneri, A., Quartarone, A., Terranova, C., Salatino, A., Cacciola, A., Milardi, D., & Ricci, R. (2019). Endogenous orientation of visual attention in auditory space. *Journal of Advanced Research*, 18, 95–100. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.01.010>
- Cleland, A. A., & Bull, R. (2015). The role of numerical and non-numerical cues in nonsymbolic number processing: Evidence from the line bisection task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68(9), 1844–1859. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.994537>
- Clore, G. L., Gasper, K., & Garvin, E. (2001). 4 - Affect as information. *Handbook of Affect and Social Cognition*, 121–144.
- Colavita, F. B. (1974). Human sensory dominance\*. In *Perception & Psychophysics* (Vol. 16, Issue 2).
- Connell, L., Cai, Z. G., & Holler, J. (2013). Do you see what I'm singing? Visuospatial movement biases pitch perception. *Brain and Cognition*, 81(1), 124–130. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2012.09.005>
- Corballis, M. C. (2002). Hemispheric interactions in simple reaction time. *Neuropsychologia*, 40(4), 423–434. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(01\)00097-5](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(01)00097-5)
- Czigler, I. (1994). *Figyelem*. Scientia Humana.
- de Dieuleveult, A. L., Siemonsma, P. C., van Erp, J. B. F., & Brouwer, A. M. (2017). Effects of aging in multisensory integration: A systematic review. In *Frontiers in Aging Neuroscience* (Vol. 9, Issue MAR). Frontiers Research Foundation. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00080>
- de Fockert, J. W., & Cooper, A. (2014). Higher levels of depression are associated with reduced global bias in visual processing. *Cognition and Emotion*, 28(3), 541–549. <https://doi.org/10.1080/02699931.2013.839939>
- De Hevia, M. D., Girelli, L., & Vallar, G. (2006). Numbers and space: A cognitive illusion? *Experimental Brain Research*, 168(1–2), 254–264. <https://doi.org/10.1007/s00221-005-0084-0>

- de Hevia, M. D., & Spelke, E. S. (2009). Spontaneous mapping of number and space in adults and young children. *Cognition*, *110*(2), 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.11.003>
- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some Theoretical Considerations. *Psychological Review*, *70*(1), 80–90. <https://doi.org/10.1037/h0039515>
- Driver, J., & Spence, C. (2000). Multisensory perception: Beyond modularity and convergence. In *Current Biology* (Vol. 10, Issue 20, pp. R731–R735). Current Biology Ltd. [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(00\)00740-5](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(00)00740-5)
- Dufour, A., Touzalin, P., Moessinger, M., Brochard, R., & Després, O. (2008). Visual motion disambiguation by a subliminal sound. *Consciousness and Cognition*, *17*(3), 790–797. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2007.09.001>
- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual Search and Stimulus Similarity. *Psychological Review*, *96*(3), 433–458. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.96.3.433>
- Eastwood, J. D., Smilek, D., Oakman, J. M., Farvolden, P., van Ameringen, M., Mancini, C., & Merikle, P. M. (2005). Individuals with social phobia are biased to become aware of negative faces. *Visual Cognition*, *12*(1), 159–179. <https://doi.org/10.1080/13506280444000175>
- Eger, E., Ashburner, J., Haynes, J. D., Dolan, R. J., & Rees, G. (2008). fMRI activity patterns in human LOC carry information about object exemplars within category. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20*(2), 356–370. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20019>
- Eimer, M. (2014). The neural basis of attentional control in visual search. In *Trends in Cognitive Sciences* (Vol. 18, Issue 10, pp. 526–535). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.05.005>
- Elkind, D., & Weiss, J. (1967). Studies in Perceptual Development, III: Perceptual Exploration. *Child Development*, *38*(2), 553. <https://doi.org/10.2307/1127309>
- Eriksen, C. W., & Hoffman, J. E. (1972). Temporal and spatial characteristics of selective encoding from visual displays. *Perception & Psychophysics*, *12*(2), 201–204. <https://doi.org/10.3758/BF03212870>
- Eriksen, C. W., & Yeh, Y. Y. (1985). Allocation of Attention in the Visual Field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *11*(5), 583–597. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.11.5.583>
- Estes, Z., & Adelman, J. S. (2008). Automatic Vigilance for Negative Words Is Categorical and General. *Emotion*, *8*(4), 453–457. <https://doi.org/10.1037/a0012887>
- Fagard, J., & Dahmen, R. (2003). The effects of reading-writing direction on the asymmetry of space perception and directional tendencies: A comparison between French and Tunisian children. *Laterality*, *8*(1), 39–52. <https://doi.org/10.1080/713754473>
- Faivre, N., Mudrik, L., Schwartz, N., & Koch, C. (2014). Multisensory Integration in Complete Unawareness: Evidence From Audiovisual Congruency Priming. *Psychological Science*, *25*(11), 2006–2016.



<https://doi.org/10.1177/0956797614547916>

- Ferretti, G., Mazzotti, S., & Brizzolara, D. (2008). Visual scanning and reading ability in normal and dyslexic children. In *Behavioural Neurology* (Vol. 19). IOS Press.
- Filoteo, J. V., Delis, D. C., Salmon, D. P., Demadura, T., Roman, M. J., & Shults, C. W. (1997). An examination of the nature of attentional deficits in patients with Parkinson's disease: Evidence from a spatial orienting task. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 3(4), 337–346. <https://doi.org/10.1017/s1355617797003378>
- Finger, S., & Wade, N. J. (2002). The neuroscience of Helmholtz and the theories of Johannes Müller. Part 2: Sensation and perception. *Journal of the History of the Neurosciences*, 11(3), 234–254. <https://doi.org/10.1076/jhin.11.3.234.10392>
- Flath, M. E., Smith, A. K., & Elias, L. J. (2019). Cultural differences in lateral biases on aesthetic judgments: The effect of native reading direction. *Culture and Brain*, 7(1), 57–66. <https://doi.org/10.1007/s40167-018-0062-6>
- Forster, B., Cavina-Pratesi, C., Aglioti, S. M., & Berlucchi, G. (2002). Redundant target effect and intersensory facilitation from visual-tactile interactions in simple reaction time. *Experimental Brain Research*, 143(4), 480–487. <https://doi.org/10.1007/s00221-002-1017-9>
- Fox, E., Griggs, L., & Mouchlianitis, E. (2007). The Detection of Fear-Relevant Stimuli: Are Guns Noticed as Quickly as Snakes? *Emotion*, 7(4), 691–696. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.4.691>
- Gallace, A., & Spence, C. (2006). Multisensory synesthetic interactions in the speeded classification of visual size. *Perception and Psychophysics*, 68(7), 1191–1203. <https://doi.org/10.3758/BF03193720>
- Garner, W. R. (1976). Interaction of stimulus dimensions in concept and choice processes. *Cognitive Psychology*, 8(1), 98–123. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(76\)90006-2](https://doi.org/10.1016/0010-0285(76)90006-2)
- Gasper, K., & Clore, G. L. (2002). Attending to the big picture: Mood and global versus local processing of visual information. *Psychological Science*, 13(1), 34–40. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00406>
- Gebuis, T., & Gevers, W. (2011). Numerosities and space; indeed a cognitive illusion! A reply to de Hevia and Spelke (2009). *Cognition*, 121(2), 248–252. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.09.008>
- Gharaei, S., Honnuraiah, S., Arabzadeh, E., & Stuart, G. J. (2020). Superior colliculus modulates cortical coding of somatosensory information. *Nature Communications*, 11(1), 1693. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15443-1>
- Globerson, T. (1983). Mental capacity, mental effort, and cognitive style. *Developmental Review*, 3(3), 292–302. [https://doi.org/10.1016/0273-2297\(83\)90017-5](https://doi.org/10.1016/0273-2297(83)90017-5)
- Goebel, R., Muckli, L., & Kim, D.-S. (2011). Visual System. In J. K. Mai & G. Paxinos (Eds.), *The human nervous system* (pp. 1301–1327). Elsevier Academic Press.
- Gondan, M., Niederhaus, B., Rösler, F., & Röder, B. (2005). Multisensory processing in

- the redundant-target effect: A behavioral and event-related potential study. In *Perception and Psychophysics* (Vol. 67, Issue 4, pp. 713–726). Psychonomic Society Inc. <https://doi.org/10.3758/BF03193527>
- Greene, M. R., Liu, T., & Wolfe, J. M. (2012). Reconsidering Yarbus: A failure to predict observers' task from eye movement patterns. *Vision Research*, *62*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2012.03.019>
- Grubert, A., Schmid, P., & Krummenacher, J. (2012). Happy with a difference, unhappy with an identity: Observers' mood determines processing depth in visual search. *Attention, Perception, and Psychophysics*, *75*(1), 41–52. <https://doi.org/10.3758/s13414-012-0385-x>
- Guisande, M. A., Páramo, M. F., Tinajero, C., & Almeida, L. S. (2007). Field dependence-independence (FDI) cognitive style: An analysis of attentional functioning. *Psicothema*, *19*(4), 572–577. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72719405>
- Hald, L. A., Marshall, J.-A., Janssen, D. P., & Garnham, A. (2011). Switching Modalities in A Sentence Verification Task: ERP Evidence for Embodied Language Processing. *Frontiers in Psychology*, *2*(MAR), 45. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00045>
- Hancock, P. A. (2017). On the Nature of Vigilance. *Human Factors*, *59*(1), 35–43. <https://doi.org/10.1177/0018720816655240>
- Harskamp, E. G., Mayer, R. E., & Suhre, C. (2007). Does the modality principle for multimedia learning apply to science classrooms? *Learning and Instruction*, *17*(5), 465–477. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.010>
- Haryu, E., & Kajikawa, S. (2012). Are higher-frequency sounds brighter in color and smaller in size? Auditory-visual correspondences in 10-month-old infants. *Infant Behavior and Development*, *35*(4), 727–732. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2012.07.015>
- Hasegawa, T., Matsuki, K. I., Ueno, T., Maeda, Y., Matsue, Y., Konishi, Y., & Sadato, N. (2004). Learned audio-visual cross-modal associations in observed piano playing activate the left planum temporale. An fMRI study. *Cognitive Brain Research*, *20*(3), 510–518. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.04.005>
- Haslbeck, J. M. B., Wood, G., & Witte, M. (2016). Temporal dynamics of number-space interaction in line bisection: Comment on Cleland and Bull (2015). In *Quarterly Journal of Experimental Psychology* (Vol. 69, Issue 6, pp. 1239–1242). Psychology Press Ltd. <https://doi.org/10.1080/17470218.2015.1095773>
- Head, H. (1923). The conception of nervous and mental energy (II). *British Journal of Psychology. General Section*, *14*(2), 126–147. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1923.tb00122.x>
- Herholz, S. C., & Zatorre, R. J. (2012). Musical Training as a Framework for Brain Plasticity: Behavior, Function, and Structure. In *Neuron* (Vol. 76, Issue 3, pp. 486–502). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.10.011>
- Hershler, O., & Hochstein, S. (2005). At first sight: A high-level pop out effect for faces. *Vision Research*, *45*(13), 1707–1724.

<https://doi.org/10.1016/j.visres.2004.12.021>

- Hochstein, S., & Ahissar, M. (2002). View from the top: Hierarchies and reverse hierarchies in the visual system. In *Neuron* (Vol. 36, Issue 5, pp. 791–804). Cell Press. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)01091-7](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)01091-7)
- Hodges, D. A., Hairston, W. D., & Burdette, J. H. (2005). Aspects of multisensory perception: the integration of visual and auditory information in musical experiences. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 175–185. <https://doi.org/10.1196/annals.1360.012>
- Hommel, B., & Zmigrod, S. (2013). Feature integration across multimodal perception and action: A review. *Multisensory Research*, 26(1–2), 143–157. <https://doi.org/10.1163/22134808-00002390>
- Hove, M. J., Iversen, J. R., Zhang, A., & Repp, B. H. (2013). Synchronization with competing visual and auditory rhythms: Bouncing ball meets metronome. *Psychological Research*, 77(4), 388–398. <https://doi.org/10.1007/s00426-012-0441-0>
- Huang, L., & Pashler, H. (2005). Attention capacity and task difficulty in visual search. *Cognition*, 94(3), B101–B111. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2004.06.006>
- Hugenschmidt, C. E., Mozolic, J. L., & Laurienti, P. J. (2009). Suppression of multisensory integration by modality-specific attention in aging. *NeuroReport*, 20(4), 349–353. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e328323ab07>
- Iordanescu, L., Grabowecky, M., & Suzuki, S. (2011). Object-based auditory facilitation of visual search for pictures and words with frequent and rare targets. *Acta Psychologica*, 137(2), 252–259. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.07.017>
- Iversen, J. R., Patel, A. D., Nicodemus, B., & Emmorey, K. (2015). Synchronization to auditory and visual rhythms in hearing and deaf individuals. *Cognition*, 134, 232–244. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.10.018>
- Jacobs, A. M. (1986). Eye-movement control in visual search: How direct is visual span control? *Perception & Psychophysics*, 39(1), 47–58. <https://doi.org/10.3758/BF03207583>
- Jacobs, A. M., & O'Regan, J. K. (1987). Spatial and/or temporal adjustments of scanning behavior to visibility changes. *Acta Psychologica*, 65(2), 133–146. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(87\)90023-0](https://doi.org/10.1016/0001-6918(87)90023-0)
- Juola, J. F., Koshino, H., Warner, C. B., McMickell, M., & Peterson, M. (2000). Automatic and voluntary control of attention in young and older adults. *American Journal of Psychology*, 113(2), 159–178. <https://doi.org/10.2307/1423726>
- Kahneman, D. (1973). Attention and effort. Englewood Cliffs, NJ. *Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.*, 246.
- Kenemans, J. L., Verbaten, M. N., Melis, C. J., & Slangen, J. L. (1992). Visual stimulus change and the orienting reaction: event-related potential evidence for a two-stage process. *Biological Psychology*, 33(2–3), 97–114. [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(92\)90026-Q](https://doi.org/10.1016/0301-0511(92)90026-Q)
- Klein, R. M. (2000). Inhibition of return. In *Trends in Cognitive Sciences* (Vol. 4, Issue

- 4, pp. 138–147). Elsevier Current Trends. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01452-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01452-2)
- Klein, R. M., & MacInnes, W. J. (1999). Inhibition of return is a foraging facilitator in visual search. *Psychological Science*, *10*(4), 346–352. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00166>
- Kobayashi, T., Hiraki, K., & Hasegawa, T. (2005). Auditory-visual intermodal matching of small numerosities in 6-month-old infants. *Developmental Science*, *8*(5), 409–419. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00429.x>
- Kobayashi, T., Hiraki, K., Mugitani, R., & Hasegawa, T. (2004). Baby arithmetic: One object plus one tone. *Cognition*, *91*(2), B23–B34. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2003.09.004>
- Koppen, C., & Spence, C. (2007). Assessing the role of stimulus probability on the Colavita visual dominance effect. *Neuroscience Letters*, *418*(3), 266–271. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2007.03.032>
- LaBerge, D. (1983). Spatial extent of attention to letters and words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *9*(3), 371–379. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.9.3.371>
- Landry, S. P., & Champoux, F. (2017). Musicians react faster and are better multisensory integrators. *Brain and Cognition*, *111*, 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2016.12.001>
- Lang, P. J., Greenwald, M. K., Bradley, M. M., & Hamm, A. O. (1993). Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, *30*(3), 261–273. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1993.tb03352.x>
- Langeslag, S. J. E., Gootjes, L., & van Strien, J. W. (2018). The effect of mouth opening in emotional faces on subjective experience and the early posterior negativity amplitude. *Brain and Cognition*, *127*, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.10.003>
- Laurienti, P. J., Burdette, J. H., Maldjian, J. A., & Wallace, M. T. (2006). Enhanced multisensory integration in older adults. *Neurobiology of Aging*, *27*(8), 1155–1163. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2005.05.024>
- Lavie, N. (1995). Perceptual Load as a Necessary Condition for Selective Attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *21*(3), 451–468. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.21.3.451>
- Lavie, N., Hirst, A., De Fockert, J. W., & Viding, E. (2004). Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*(3), 339–354. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.3.339>
- Lee, H. L., & Noppeney, U. (2011). Long-term music training tunes how the brain temporally binds signals from multiple senses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *108*(51), E1441–E1450. <https://doi.org/10.1073/pnas.1115267108>
- Lee, H. W., Hong, S. B., Seo, D. W., Tae, W. S., & Hong, S. C. (2000). Mapping of functional organization in human visual cortex: Electrical cortical stimulation. *Neurology*, *54*(4), 849–854. <https://doi.org/10.1212/WNL.54.4.849>

- Lee, J., Leonard, C. J., Luck, S. J., & Geng, J. J. (2018). Dynamics of feature-based attentional selection during color–shape conjunction search. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *30*(12), 1773–1787. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_01318](https://doi.org/10.1162/jocn_a_01318)
- Lee, Y., Lee, J. D., & Ng Boyle, L. (2009). The interaction of cognitive load and attention-directing cues in driving. *Human Factors*, *51*(3), 271–280. <https://doi.org/10.1177/0018720809337814>
- Lewald, J., Ehrenstein, W. H., & Guski, R. (2001). Spatio-temporal constraints for auditory-visual integration. *Behavioural Brain Research*, *121*(1–2), 69–79. [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(00\)00386-7](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(00)00386-7)
- Lewis, J. L. (1970). Semantic processing of unattended messages using dichotic listening. *Journal of Experimental Psychology*, *85*(2), 225–228. <https://doi.org/10.1037/h0029518>
- Lichstein, K. L., Riedel, B. W., & Richman, S. L. (2000). The mackworth clock test: A computerized version. *Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied*, *134*(2), 153–161. <https://doi.org/10.1080/00223980009600858>
- Liu, Q., Zhang, Y., Campos, J. L., Zhang, Q., & Sun, H. J. (2011). Neural mechanisms for the effect of prior knowledge on audiovisual integration. *Biological Psychology*, *87*(2), 200–208. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2011.02.006>
- Lukas, S., Philipp, A. M., & Koch, I. (2010). Switching attention between modalities: Further evidence for visual dominance. *Psychological Research*, *74*(3), 255–267. <https://doi.org/10.1007/s00426-009-0246-y>
- Lukas, S., Philipp, A. M., & Koch, I. (2014). Crossmodal attention switching: Auditory dominance in temporal discrimination tasks. *Acta Psychologica*, *153*, 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.10.003>
- Lundqvist, D., Bruce, N., & Öhman, A. (2014). *Cognition and Emotion Finding an emotional face in a crowd: Emotional and perceptual stimulus factors influence visual search efficiency*. <https://doi.org/10.1080/02699931.2014.927352>
- Lundqvist, D., Juth, P., & Öhman, A. (2014). Using facial emotional stimuli in visual search experiments: The arousal factor explains contradictory results. *Cognition and Emotion*, *28*(6), 1012–1029. <https://doi.org/10.1080/02699931.2013.867479>
- Lupiáñez, J., Milán, E. G., Tornay, F. J., Madrid, E., & Tudela, P. (1997). Does IOR occur in discrimination tasks? Yes, it does, but later. *Perception and Psychophysics*, *59*(8), 1241–1254. <https://doi.org/10.3758/BF03214211>
- Lynn, R., & Eysenck, H. J. (1966). The Orientation Reaction. In *Attention, Arousal and the Orientation Reaction* (pp. 1–13). Pergamon Press.
- Mackay, D. G. (1973). Aspects of the Theory of Comprehension, Memory and Attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *25*(1), 22–40. <https://doi.org/10.1080/14640747308400320>
- Mackworth, N. H. (1948). The Breakdown of Vigilance during Prolonged Visual Search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *1*(1), 6–21. <https://doi.org/10.1080/17470214808416738>
- Macleod, D. I. A. (1972). Rods cancel cones in flicker [17]. In *Nature* (Vol. 235, Issue

- 5334, pp. 173–174). <https://doi.org/10.1038/235173a0>
- Mahoney, J. R., Li, P. C. C., Oh-Park, M., Verghese, J., & Holtzer, R. (2011). Multisensory integration across the senses in young and old adults. *Brain Research*, *1426*, 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.09.017>
- Mahoney, J. R., Verghese, J., Dumas, K., Wang, C., & Holtzer, R. (2012). The effect of multisensory cues on attention in aging. *Brain Research*, *1472*, 63–73. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.07.014>
- Marks, L. E. (1987). On Cross-Modal Similarity: Auditory-Visual Interactions in Speeded Discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *13*(3), 384–394. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.13.3.384>
- Mathews, A., & MacLeod, C. (1986). Discrimination of Threat Cues Without Awareness in Anxiety States. *Journal of Abnormal Psychology*, *95*(2), 131–138. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.95.2.131>
- Mayer, R. E. (2008). Applying the Science of Learning: Evidence-Based Principles for the Design of Multimedia Instruction. *American Psychologist*, *63*(8), 760–769. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.63.8.760>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, *90*(2), 312–320. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.90.2.312>
- Mayer, R. E., Moreno, R., Boire, M., & Vagge, S. (1999). Maximizing Constructivist Learning from Multimedia Communications by Minimizing Cognitive Load. *Journal of Educational Psychology*, *91*(4), 638–643. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.4.638>
- McAvinue, L. P., Habekost, T., Johnson, K. A., Kyllingsbæk, S., Vangkilde, S., Bundesen, C., & Robertson, I. H. (2012). Sustained attention, attentional selectivity, and attentional capacity across the lifespan. *Attention, Perception, and Psychophysics*, *74*(8), 1570–1582. <https://doi.org/10.3758/s13414-012-0352-6>
- Mcgurk, H., & Macdonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices. *Nature*, *264*(5588), 746–748. <https://doi.org/10.1038/264746a0>
- McGurk, H., & Power, R. P. (1980). Intermodal coordination in young children: Vision and touch. *Developmental Psychology*, *16*(6), 679–680. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.16.6.679>
- Meltzoff, A. N., & Borton, R. W. (1979). Intermodal matching by human neonates. *Nature*, *282*(5737), 403–404. <https://doi.org/10.1038/282403a0>
- Mesulam, M.-M. (2000). Attentional networks, confusional states, and neglect syndromes. In M.-M. Mesulam (Ed.), *Principles of behavioral and cognitive neurology* (pp. 174–256). University Press.
- Miltner, W. H. R., Krieschel, S., Hecht, H., Trippe, R., & Weiss, T. (2004). Eye movements and behavioral responses to threatening and nonthreatening stimuli during visual search in phobic and nonphobic subjects. *Emotion*, *4*(4), 323–339. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.4.4.323>
- Mocellin, R., Walterfang, M., & Velakoulis, D. (2006). Neuropsychiatry of Complex

- Visual Hallucinations. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 40(9), 742–751. <https://doi.org/10.1080/j.1440-1614.2006.01878.x>
- Mogg, K., & Bradley, B. P. (1998). A cognitive-motivational analysis of anxiety. *Behaviour Research and Therapy*, 36(9), 809–848. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(98\)00063-1](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(98)00063-1)
- Mogg, K., Philippot, P., & Bradley, B. P. (2004). Selective Attention to Angry Faces in Clinical Social Phobia. *Journal of Abnormal Psychology*, 113(1), 160–165. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.113.1.160>
- Moll, K., Ramus, F., Bartling, J., Bruder, J., Kunze, S., Neuhoff, N., Streiftau, S., Lyytinen, H., Leppänen, P. H. T., Lohvansuu, K., Tóth, D., Honbolygó, F., Csépe, V., Bogliotti, C., Iannuzzi, S., Démonet, J. F., Longeras, E., Valdois, S., George, F., ... Landerl, K. (2014). Cognitive mechanisms underlying reading and spelling development in five European orthographies. *Learning and Instruction*, 29, 65–77. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.09.003>
- Moray, N. (1967). Where is capacity limited? A survey and a model. *Acta Psychologica*, 27(C), 84–92. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(67\)90048-0](https://doi.org/10.1016/0001-6918(67)90048-0)
- Moray, Neville. (1959a). Attention in Dichotic Listening: Affective Cues and the Influence of Instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11(1), 56–60. <https://doi.org/10.1080/17470215908416289>
- Moray, Neville. (1959b). Attention in Dichotic Listening: Affective Cues and the Influence of Instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11(1), 56–60. <https://doi.org/10.1080/17470215908416289>
- Moruzzi, G., & Magoun, H. W. (1949). Brain stem reticular formation and activation of the EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1(1–4), 455–473. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(49\)90219-9](https://doi.org/10.1016/0013-4694(49)90219-9)
- Moseley, P., Alderson-Day, B., Ellison, A., Jardri, R., & Fernyhough, C. (2016). Non-invasive brain stimulation and auditory verbal hallucinations: New techniques and future directions. In *Frontiers in Neuroscience* (Vol. 9, Issue JAN, p. 515). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fnins.2015.00515>
- Mossbridge, J. A., Grabowecky, M., & Suzuki, S. (2011). Changes in auditory frequency guide visual-spatial attention. *Cognition*, 121(1), 133–139. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.06.003>
- Muayqil, T. A., Al-Yousef, L. M., Al-Herbish, M. J., Al-Nafisah, M., Halawani, L. M., Al-Bader, S. S., Almohideb, F. A., Aljomah, L. S., Aljafen, B. N., & Alanazy, M. H. (2019). Culturally influenced performance on tasks of line bisection and symbol cancellation in Arabs. *Applied Neuropsychology:Adult*. <https://doi.org/10.1080/23279095.2019.1627359>
- Mudrik, L., Faivre, N., & Koch, C. (2014). Information integration without awareness. In *Trends in Cognitive Sciences* (Vol. 18, Issue 9, pp. 488–496). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.04.009>
- Müller, H. J., & Krummenacher, J. (2006). Visual search and selective attention. In *Visual Cognition* (Vol. 14, Issues 4–8, pp. 389–410). <https://doi.org/10.1080/13506280500527676>

- Müller, H. J., & Rabbitt, P. M. A. (1989). Reflexive and Voluntary Orienting of Visual Attention: Time Course of Activation and Resistance to Interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *15*(2), 315–330. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.15.2.315>
- Najemnik, J., & Geisler, W. S. (2005). Optimal eye movement strategies in visual search. *Nature*, *434*(7031), 387–391. <https://doi.org/10.1038/nature03390>
- Nava, E., & Pavani, F. (2013). Changes in Sensory Dominance During Childhood: Converging Evidence From the Colavita Effect and the Sound-Induced Flash Illusion. *Child Development*, *84*(2), 604–616. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01856.x>
- Navalpakkam, V., & Itti, L. (2005). Modeling the influence of task on attention. *Vision Research*, *45*(2), 205–231. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2004.07.042>
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, *9*(3), 353–383. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(77\)90012-3](https://doi.org/10.1016/0010-0285(77)90012-3)
- Navon, D. (1989). Attentional selection: Early, late, or neither? *European Journal of Cognitive Psychology*, *1*(1), 47–68. <https://doi.org/10.1080/09541448908403071>
- Norman, D. A. (1968). Toward a theory of memory and attention. *Psychological Review*, *75*(6), 522–536. <https://doi.org/10.1037/h0026699>
- Oh, S. H., & Kim, M. S. (2004). The role of spatial working memory in visual search efficiency. *Psychonomic Bulletin and Review*, *11*(2), 275–281. <https://doi.org/10.3758/BF03196570>
- Ohman, A., Flykt, A., & Lundqvist, D. (2000). Unconscious emotion: evolutionary perspectives, psychophysiological data, and neuropsychological mechanisms. In R. D. Lane & L. Nadel (Eds.), *Cognitive neuroscience of emotion* (pp. 296–327). University Press.
- Over, E. A. B., Hooge, I. T. C., Vlaskamp, B. N. S., & Erkelens, C. J. (2007). Coarse-to-fine eye movement strategy in visual search. *Vision Research*, *47*(17), 2272–2280. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2007.05.002>
- Palmer, T. D., & Ramsey, A. K. (2012). The function of consciousness in multisensory integration. *Cognition*, *125*(3), 353–364. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.08.003>
- Paraskevopoulos, E., Kraneburg, A., Herholz, S. C., Bamidis, P. D., & Pantev, C. (2015). Musical expertise is related to altered functional connectivity during audiovisual integration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *112*(40), 12522–12527. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510662112>
- Paraskevopoulos, E., Kuchenbuch, A., Herholz, S. C., & Pantev, C. (2012). Musical expertise induces audiovisual integration of abstract congruency rules. *Journal of Neuroscience*, *32*(50), 18196–18203. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1947-12.2012>
- Patching, G. R., & Quinlan, P. T. (2002). Garner and congruence effects in the speeded classification of bimodal signals. *Journal of Experimental Psychology: Human*



- Perception and Performance*, 28(4), 755–775. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.28.4.755>
- Peelen, M. V., & Downing, P. E. (2005). Within-subject reproducibility of category-specific visual activation with functional MRI. *Human Brain Mapping*, 25(4), 402–408. <https://doi.org/10.1002/hbm.20116>
- Peterson, M. S., Kramer, A. F., Wang, R. F., Irwin, D. E., & McCarley, J. S. (2001). Visual search has memory. *Psychological Science*, 12(4), 287–292. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00353>
- Petrini, K., Dahl, S., Rocchesso, D., Waadeland, C. H., Avanzini, F., Puce, A., & Pollick, F. E. (2009). Multisensory integration of drumming actions: Musical expertise affects perceived audiovisual asynchrony. *Experimental Brain Research*, 198(2–3), 339–352. <https://doi.org/10.1007/s00221-009-1817-2>
- Pflugshaupt, T., Mosimann, U. P., Von Wartburg, R., Schmitt, W., Nyffeler, T., & Müri, R. M. (2005). Hypervigilance-avoidance pattern in spider phobia. *Journal of Anxiety Disorders*, 19(1), 105–116. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2003.12.002>
- Pick, H. L., Pick, A. D., & Klein, R. E. (1967). Perceptual Integration in Children. *Advances in Child Development and Behavior*, 3(C), 191–223. [https://doi.org/10.1016/S0065-2407\(08\)60455-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2407(08)60455-3)
- Pomplun, M., Reingold, E. M., & Shen, J. (2001). Investigating the visual span in comparative search: The effects of task difficulty and divided attention. *Cognition*, 81(2), B57–B67. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(01\)00123-8](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(01)00123-8)
- Pöppel, E. (1997). A hierarchical model of temporal perception. In *Trends in Cognitive Sciences* (Vol. 1, Issue 2, pp. 56–61). Elsevier Ltd. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(97\)01008-5](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(97)01008-5)
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3–25. <https://doi.org/10.1080/00335558008248231>
- Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. Attention and performance X. *Control of Language Processes*, 32, 531–556. <https://www.researchgate.net/publication/203918232>
- Pratto, F., & John, O. P. (1991). Automatic Vigilance: The Attention-Grabbing Power of Negative Social Information. In *Journal of Personality and Social Psychology* (Vol. 61, Issue 3).
- Proverbio, A. M., Attardo, L., Cozzi, M., & Zani, A. (2015). The effect of musical practice on gesture/sound pairing. *Frontiers in Psychology*, 6(APR), 376. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00376>
- Rau, A. K., Moll, K., Moeller, K., Huber, S., Snowling, M. J., & Landerl, K. (2016). Same Same, but Different: Word and Sentence Reading in German and English. *Scientific Studies of Reading*, 20(3), 203–219. <https://doi.org/10.1080/10888438.2015.1136913>
- Recanzone, G. H. (2009). Interactions of auditory and visual stimuli in space and time. *Hearing Research*, 258(1–2), 89–99. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2009.04.009>
- Richer, F., Martinez, M., Cohen, H., & Saint-Hilaire, J. M. (1991). Visual motion

- perception from stimulation of the human medial parieto-occipital cortex. *Experimental Brain Research*, 87(3), 649–652.  
<https://doi.org/10.1007/BF00227090>
- Rinaldi, L., Di Luca, S., Henik, A., & Girelli, L. (2014). Reading direction shifts visuospatial attention: An Interactive Account of attentional biases. *Acta Psychologica*, 151, 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.05.018>
- Robinson, C. W., & Sloutsky, V. M. (2004). Auditory dominance and its change in the course of development. *Child Development*, 75(5), 1387–1401.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00747.x>
- Rozenek, E. B., Górska, M., Wilczyńska, K., & Waszkiewicz, N. (2019). In search of optimal psychoactivation: Stimulants as cognitive performance enhancers. In *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju* (Vol. 70, Issue 3, pp. 150–159).  
<https://doi.org/10.2478/aiht-2019-70-3298>
- Sakaki, M., Niki, K., & Mather, M. (2012). Beyond arousal and valence: The importance of the biological versus social relevance of emotional stimuli. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 12(1), 115–139.  
<https://doi.org/10.3758/s13415-011-0062-x>
- Sarter, M., Givens, B., & Bruno, J. P. (2001). The cognitive neuroscience of sustained attention: Where top-down meets bottom-up. In *Brain Research Reviews* (Vol. 35, Issue 2, pp. 146–160). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(01\)00044-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(01)00044-3)
- Savage, R. A., Lipp, O. V., Craig, B. M., Becker, S. I., & Horstmann, G. (2013). In search of the emotional face: Anger versus happiness superiority in visual search. *Emotion*, 13(4), 758–768. <https://doi.org/10.1037/a0031970>
- Scarisbrick, D. J., Tweedy, J. R., & Kuslansky, G. (1987). Hand preference and performance effects on line bisection. *Neuropsychologia*, 25(4), 695–699.  
[https://doi.org/10.1016/0028-3932\(87\)90061-3](https://doi.org/10.1016/0028-3932(87)90061-3)
- Schimmack, U. (2005). *Attentional Interference Effects of Emotional Pictures: Threat, Negativity, or Arousal?* <https://doi.org/10.1037/1528-3542.5.1.55>
- Shams, L., Kamitani, Y., & Shimojo, S. (2002). Visual illusion induced by sound. *Cognitive Brain Research*, 14(1), 147–152. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(02\)00069-1](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(02)00069-1)
- Shams, L., & Kim, R. (2010). Crossmodal influences on visual perception. In *Physics of Life Reviews* (Vol. 7, Issue 3, pp. 269–284).  
<https://doi.org/10.1016/j.plrev.2010.04.006>
- Siegel, J. M. (1979). Behavioral functions of the reticular formation. *Brain Research Reviews*, 1(1), 69–105. [https://doi.org/10.1016/0165-0173\(79\)90017-1](https://doi.org/10.1016/0165-0173(79)90017-1)
- Sokolov, E. N. (1990). The orienting response, and future directions of its development. *The Pavlovian Journal of Biological Science*, 25(3), 142–150.  
<https://doi.org/10.1007/BF02974268>
- Stein, B. E., & Rowland, B. A. (2020). Using superior colliculus principles of multisensory integration to reverse hemianopia. *Neuropsychologia*, 141, 107413.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107413>

- Steklács, J. (2014). A szemmozgás vizsgálatának lehetőségei az olvasás és a vizuális információfeldolgozás képességének a megismerésében. *Anyanyelv-Pedagógia*, *13*(2).
- Stothart, C., Mitchum, A., & Yehmert, C. (2015). The attentional cost of receiving a cell phone notification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *41*(4), 893–897. <https://doi.org/10.1037/xhp0000100>
- Su, Y., Lai, Y., Huang, W., Tan, W., Qu, Z., & Ding, Y. (2014). Short-term perceptual learning in visual conjunction search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *40*(4), 1415–1424. <https://doi.org/10.1037/a0036337>
- Sulikowski, D. (2012). Venom, speed, and caution: Effects on performance in a visual search task. *Evolution and Human Behavior*, *33*(4), 365–377. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2011.11.007>
- Sutherland, C. A. M., Thut, G., & Romei, V. (2014). Hearing brighter: Changing in-depth visual perception through looming sounds. *Cognition*, *132*(3), 312–323. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.04.011>
- Sweeny, T. D., Guzman-Martinez, E., Ortega, L., Grabowecky, M., & Suzuki, S. (2012). Sounds exaggerate visual shape. *Cognition*, *124*(2), 194–200. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.04.009>
- Takeshima, Y., & Gyoba, J. (2013). Complexity of visual stimuli affects visual illusion induced by sound. *Vision Research*, *91*, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2013.07.013>
- ter Schure, S., Mandell, D. J., Escudero, P., Raijmakers, M. E. J., & Johnson, S. P. (2014). Learning stimulus-location associations in 8- and 11-month-old infants: Multimodal versus unimodal information. *Infancy*, *19*(5), 476–495. <https://doi.org/10.1111/inf.12057>
- Teramoto, W., Hidaka, S., Sugita, Y., Sakamoto, S., Gyoba, J., Iwaya, Y., & Suzuki, Y. (2012). Sounds can alter the perceived direction of a moving visual object. *Journal of Vision*, *12*(3), 1–12. <https://doi.org/10.1167/12.3.11>
- Teramoto, W., Manaka, Y., Hidaka, S., Sugita, Y., Miyauchi, R., Sakamoto, S., Gyoba, J., Iwaya, Y., & Suzuki, Y. (2010). Visual motion perception induced by sounds in vertical plane. *Neuroscience Letters*, *479*(3), 221–225. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.05.065>
- Treisman, A. (1985). Preattentive processing in vision. *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, *31*(2), 156–177. [https://doi.org/10.1016/S0734-189X\(85\)80004-9](https://doi.org/10.1016/S0734-189X(85)80004-9)
- Treisman, A. M. (1960). Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *12*(4), 242–248. <https://doi.org/10.1080/17470216008416732>
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, *12*(1), 97–136. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(80\)90005-5](https://doi.org/10.1016/0010-0285(80)90005-5)
- Treisman, A., & Sato, S. (1990). Conjunction Search Revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *16*(3), 459–478.

<https://doi.org/10.1037/0096-1523.16.3.459>

- Turatto, M., Benso, F., Facoetti, A., Galfano, G., Mascetti, G. G., & Umiltà, C. (2000). Automatic and voluntary focusing of attention. *Perception and Psychophysics*, 62(5), 935–952. <https://doi.org/10.3758/BF03212079>
- Turner, B. M., Gao, J., Koenig, S., Palfy, D., & L. McClelland, J. (2017). The dynamics of multimodal integration: The averaging diffusion model. *Psychonomic Bulletin and Review*, 24(6), 1819–1843. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1255-2>
- Van Der Burg, E., Olivers, C. N. L., Bronkhorst, A. W., & Theeuwes, J. (2008). *Pip and Pop: Nonspatial Auditory Signals Improve Spatial Visual Search*. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.34.5.1053>
- van Steenbergen, H., Band, G. P. H., & Hommel, B. (2011). Threat But Not Arousal Narrows Attention: Evidence from Pupil Dilation and Saccade Control. *Frontiers in Psychology*, 2(OCT), 281. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00281>
- Van Wanrooij, M. M., Bremen, P., & John Van Opstal, A. (2010). Acquired prior knowledge modulates audiovisual integration. *European Journal of Neuroscience*, 31(10), 1763–1771. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2010.07198.x>
- Van Zoest, W., Donk, M., & Theeuwes, J. (2004). The role of stimulus-driven and goal-driven control in saccadic visual selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 30(4), 746–759. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.30.4.749>
- Velten, M. C. C., Bläsing, B., Portes, L., Hermann, T., & Schack, T. (2014). Cognitive representation of auditory space in blind football experts. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(5), 441–445. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.04.010>
- Vroomen, J., & Keetels, M. (2010). Perception of intersensory synchrony: A tutorial review. In *Attention, Perception, and Psychophysics* (Vol. 72, Issue 4, pp. 871–884). <https://doi.org/10.3758/APP.72.4.871>
- Ward, J., Huckstep, B., & Tsakanikos, E. (2006). Sound-colour synaesthesia: To what extent does it use cross-modal mechanisms common to us all? *Cortex*, 42(2), 264–280. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70352-6](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70352-6)
- Wijdicks, E. F. M. (2019). The Ascending Reticular Activating System. *Neurocritical Care*, 31(2), 419–422. <https://doi.org/10.1007/s12028-019-00687-7>
- Winkler, I., Horváth, J., Weisz, J., & Trejo, L. J. (2009). Deviance detection in congruent audiovisual speech: Evidence for implicit integrated audiovisual memory representations. *Biological Psychology*, 82(3), 281–292. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.08.011>
- Witkin, H. A. (1961). Cognitive development and the growth of personality. *Acta Psychologica*, 18(C), 245–257. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(61\)90015-4](https://doi.org/10.1016/0001-6918(61)90015-4)
- Wolfe, J. M. (1994). Guided Search 2.0 A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1(2), 202–238. <https://doi.org/10.3758/BF03200774>
- Wolfe, J. M. (2010). Visual search. In *Current Biology* (Vol. 20, Issue 8, pp. R346–R349). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.02.016>
- Woodman, G. F., & Chun, M. M. (2006). The role of working memory and long-term

- memory in visual search. In *Visual Cognition* (Vol. 14, Issues 4–8, pp. 808–830). <https://doi.org/10.1080/13506280500197397>
- Woodman, G. F., Vogel, E. K., & Luck, S. J. (2001). Visual search remains efficient when visual working memory is full. *Psychological Science*, *12*(3), 219–224. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00339>
- Wright, J. C., & Vlietstra, A. G. (1975). The development of selective attention: From perceptual exploration to logical search. *Advances in Child Development and Behavior*, *10*(C), 195–239. [https://doi.org/10.1016/S0065-2407\(08\)60011-7](https://doi.org/10.1016/S0065-2407(08)60011-7)
- Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, *358*(6389), 749–750. <https://doi.org/10.1038/358749a0>
- Yantis, S., & Jonides, J. (1990). Abrupt Visual Onsets and Selective Attention: Voluntary Versus Automatic Allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *16*(1), 121–134. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.16.1.121>
- Yarbus, A. L. (1967). Eye Movements During Perception of Complex Objects. In *Eye Movements and Vision* (pp. 171–211). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-5379-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-5379-7_8)
- Yi, H. G., Leonard, M. K., & Chang, E. F. (2019). The Encoding of Speech Sounds in the Superior Temporal Gyrus. In *Neuron* (Vol. 102, Issue 6, pp. 1096–1110). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2019.04.023>
- Zampini, M., Guest, S., Shore, D. I., & Spence, C. (2005). Audio-visual simultaneity judgments. *Perception and Psychophysics*, *67*(3), 531–544. <https://doi.org/10.3758/BF03193329>
- Zsido, A. N., Bernath, L., Labadi, B., & Deak, A. (2020). Count on arousal: introducing a new method for investigating the effects of emotional valence and arousal on visual search performance. *Psychological Research*, *84*(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-0974-y>