

Figyelem és elterelőds a hallási modalitásban

Zárójelentés a 104635 sz. OTKA pályázatról

Horváth János

Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet, MTA Természettudományi Kutatóközpont

1. Áttekintés

A projekt sikeresen lezajlott, kutatásaink eredményeit hazai és nemzetközi konferenciákon bemutattuk, szakcikkek formájában nemzetközi, *Impact Factor*-ral jellemzett, *peer-review* rendszerű folyóiratokban jelentettük meg (ld. Közleményjegyzék). Ezen közlemények révén lehetővé vált a projektben résztvevő PhD-hallgató fokozatszerzési eljárásának megindítása. A projekt során egy mesterképzési szintű pszichológusi szakdolgozat is született.

A projektnek két fő célja volt: 1) Megvizsgálni a figyelem és elterelőds egyensúlyához hozzájáruló folyamatokat, azok idői jellegzetességeit, és az arra való képességünket, hogy az egyensúlyt rövid távon befolyásoljuk. Valamint 2) megvizsgálni ezen folyamatok életkori különbségeit. Ennek megfelelően először több kísérleti paradigmát fejlesztettünk ki, amelyek közül a legalkalmasabbakat aztán a figyelmi irányultság és az elterelőds életkori különbségeinek kutatására használtunk fel.

2. Eredmények

2.1. Az elterelő ingerekkel kapcsolatos **előzetes ismeretek hatását** két kísérletben vizsgáltuk.

2.1.1 Számos tanulmány demonstrálta, hogy a ritka, kiugró hangok által kiváltott elterelőds megelőzhető, vagy annak hatása csökkenthető, ha a ritka ingert egy figyelmeztető inger előz meg. A megelőzés hatás-mechanizmusa nem volt tisztázott. A kézenfekvő szándékos előkészület mellett pl. azt a lehetőséget sem zárták ki, hogy a figyelmeztető (szintén ritka) inger feldolgozási interferencia révén „akadályozza meg” az elterelőds, azaz az elterelőds megakadályozása pusztán melléktermék. Kísérletünkben olyan elrendezést alkalmaztunk, ahol az elterelő inger megjelenésére vonatkozó információt nem egy egyedi jelzőinger megjelenése révén közöljük, hanem az erre vonatkozó információ az ingersorozat ismert szabályossága (minden hetedik inger elterelő) révén áll rendelkezésre. Bár a lassú bemutatási sebesség révén az ingerek az elterelődsdel kapcsolatos szenzoros változásdetekciós folyamatokat aktiválták (amint azt az eseményhez kötött potenciálban – EKP - megfigyelhető N1-hatás és eltérési negativitás – MMN mutatta), a résztvevők az elterelőds magasabb rendű, nem-szenzoros folyamatait gátolni voltak képesek (ami a P3a EKPcsökkenésében volt tettenérhető, **Volosin és Horváth, 2014**).

2.1.2 Az elterelőds vizsgáló kísérletek túlnyomó részében a potenciálisan elterelő- és a feladatreleváns ingermozgás között eltelt idő a kísérlet során állandó. Ez azt jelenti, hogy a kísérletben a kísérleti résztvevő számára teljesítménybeli nyereséget jelenthet, ha a potenciálisan elterelő ingermozgásra irányítja a figyelmét, és azt a feladatreleváns ingerjellemző időzítésének pontosabb előrejelzésére használja fel (azaz kihasználja az ún. „foreperiod effect”-et). Eredményeink azt mutatják, hogy amennyiben a potenciálisan elterelő, ritka ingeresemény feladat-releváns idői előrejelző funkciót is betölt, akkor azt a kísérleti résztvevők kihasználják (ahogy azt a kontingens negatív variáció – CNV –, illetve az N2b EKP megjelenése jelzi), de az elterelődsdel kapcsolatos

folyamatok ennek ellenére lezajlanak (az N1-hatás, MMM és P3a tanúsága szerint, **Volosin, Grimm, & Horváth, 2016**).

2.1.3 Mivel az elterelődéssel szembeni ellenállás a kísérletek tanúsága szerint szándékos működés eredménye, csoportok közötti összehasonlításoknál az együttműködési hajlandóságban és motivációban fennálló különbségek torzíthatják az eredményeket, azaz pl. ha a teljesítményadatok kevésbé hatékony elterelődéssel szembeni ellenállást mutatnak, az nem csak képességhiányt, hanem motivációs különbségeket is jelezhet. Ezért terveinkben szerepelt egy olyan kísérleti elrendezés kifejlesztése, amely lehetővé teszi az elterelődéssel szembeni ellenállásban szerepet játszó előkészületi folyamatok aktivitásának mérését. Olyan kísérleti elrendezést próbáltunk létrehozni, amelyben a ritka elterelő ingerek egy szenzoros feldolgozás-(pl. diszkrimináció)-alapú feladat megoldását szinte lehetetlenné tennék (anélkül, hogy az ingerek észlelhetőségét önmagukban rontanák, azaz pl. anélkül, hogy maszkolás történe), az elterelő ingerek előrejelzése révén viszont a feladat megoldhatóvá válna. Bár számos előkísérletet végeztünk, nem sikerült olyan kísérleti helyzetet létrehozunk, ami ezeknek a feltételeknek megfelelné. Az előkísérletek egyikében egy hosszdiszkriminációs helyzet nehézségét variálva próbáltuk az elterelő mozzanatra irányuló figyelem erősségét manipulálni, ennek a kísérletnek az eredményeit összefoglaló kézirat előkészítés alatt van.

2.2 Több kísérletben vizsgáltuk az elterelődés **idői jellegzetességeit**, amihez szükséges előmunkálatként egyes kevésbé vizsgált **hallási inger feldolgozásának** sajátosságait is feltérképeztük.

2.2.1 Míg a kísérletek jelentős része diszkrét hangokat illetve hangkezdeteket használ az elterelődés kutatásában, jelen kísérleteink egy részében folyamatosan szóló hangok rövid idő alatt lezajló hangmagasságváltozásaira (*glissando*-ira) illetve a hangokrövid (20-30 ms hosszú) szakadásaira adott EKP- és viselkedési válaszokat vizsgáltunk. Kísérleteink egy részében ezen ingeresemények észlelésével kapcsolatos alapvető kérdéseket vizsgáltunk. Megvizsgáltuk azt a hipotézist, hogy a szakadások észlelése az ún. „spektrális fröccsenés“ (*spectral splatter*) révén az oldalsávokban megjelenő hangenergia detekcióján alapszik. Módszerünk lényege az volt, hogy a szinuszos célhangok frekvenciája körüli sávban folyamatos zajt játszottunk le. Azt vizsgáltuk, hogy hogyan a zajmentes sáv szélességének és a zaj intenzitásának változtatása milyen hatással van a diszkrét hangokra, illetve folyamatosan hangban fellépő szakadásokra adott viselkedési és EKP válaszokra. Eredményeink azt mutatták, hogy a detekciós teljesítményt a zaj-manipulációk szakadások esetén sokkal erősebben rontották, ami a spektrális fröccsenés szerepét támasztja alá (**Bajzát, 2013**).

2.2.2 Az elterelődést leggyakrabban ritka és gyakori ingerekre adott viselkedési és EKP-válaszok összehasonlítása révén vizsgálják. A projekt során megalapoztunk egy az elterelődés szenzoros következményeinek célzott vizsgálatára volt alkalmas módszert. A módszer lényege, hogy egy folyamatosan hangba ritka glisszandókat és gyakori szakadásokat illesztünk be. Az aktív helyzetben a résztvevő feladata, hogy a szakadásokat gombnyomással jelezze, de ne törődjön a glisszandókkal. Felhasználva, hogy a hallási EKP figyelt hangesemények esetében nagyobb amplitúdóval váltódik ki, a glisszandók és a szakadások idői távolságának változtatása révén megmutattuk, hogy a feladatvégzés szempontjából optimális figyelmi beállítódás a ritka, elterelő ingeresemények (glisszandók) bemutatását követően, rövid időn belül (150 ms) megszűnik, ami a hallási EKP figyelmi erősítésének eltűnésével jár. Az optimális figyelmi beállítódás kb. 650 ms-al a zavaró inger megjelenése után újra

kialakul (**Horváth, 2014**). Az új paradigma lehetőséget adott az elterelődés szenzoros következményeinek életkori sajátosságainak megismerésére (ld. lentebb).

2.2.3 A korábban uralkodó elképzelés az volt, hogy a hangok vége csak akkor vált ki a hangok kezdetére is jellemző hallási EKP-t, ha a hang legalább másodperchez közeli hosszúsággal bír. Megmutattuk, hogy figyelmi feladathelyzetben a hangok vége akkor is kivált ilyen EKP-kat, ha a hanghossz ennél jóval rövidebb (a legkisebb vizsgált hossz 150 ms volt). Az hangvég által kiváltott EKP egy a késői hallási EKP egyik alkotórésze - a T-komplexre - hasonlító hullámformából, és nagy időzítési és ingersajátosságbeli variabilitás esetén egy - vélhetően emelt kognitív kontrollt tükröző - N2 komponensből állt. A használt paradigma jól elkülöníthetően láthatóvá teszi a hanghossz diszkriminációs feladatban használt előkészületi és feldolgozási stratégiák EKP-korrelátumait is. (**Horváth, 2016**)

2.2.4. Megvizsgáltuk, hogy hosszú hangok első- és magasabb rendű frekvenciaváltozásait milyen mechanizmusok révén észlelhetjük. Elsőrendű változás alatt egy állandó frekvencia-szintől való elmozdulást, magasabb rendű változás alatt egy folyamatosan, de egyenletes ütemben változó frekvenciájú hang változási ütemének megváltozását értjük. Eredményeink arra engednek következtetni, hogy a hallórendszerben mind két típusú változásra érzékeny, dedikált detektor-struktúrák léteznek, amik az adott ingerlésre adott N1 EKP válasz révén megfigyelhetők (**Weise, Schröger, & Horváth, benyújtás előtt**).

2.2.5 Eredeti célkitűzéseink között szerepelt egy az elterelődési hajlam hétköznapi megjelenésének vizsgálatára szolgáló, angol nyelvű kérdőív (Cognitive Failures Questionnaire, Broadbent et al., 1982) magyarra ültetése, és belső struktúrájának meghatározása. Motivációnk az volt, hogy egy funkcionális agyi lokalizációs tanulmányban (Kanai és mtsai., 2011), a kérdőív egy elterelhetőséget tükröző alkálját sikerrel alkalmazták. Azt tapasztaltuk, hogy a kb. 200 fős minta alapján nem volt elkülöníthető ilyen alkála. Az eredmény, sajnos egybecseng a szakirodalommal, ahol hasonló próbálkozások esetében is erősen divergáló eredmények születtek.

2.3 A fenti kutatások alapján több kísérletet végeztünk **fiatal és idős felnőtt csoportok összehasonlításával**.

2.3.1 A 2.2.2. pontban bemutatott paradigmát használva megmutattuk, hogy aktív, feladat-orientált helyzetben az elterelő inger szenzoros feldolgozási folyamatokra gyakorolt hatása fiatal és idős felnőtt csoportban hasonló idői lecsengést követ, azaz nem találtunk bizonyítékot arra az elképzelésre, hogy az idősebbek elterelhetősége a célirányos cselekvés kapcsán zajló szenzoros feldolgozásban is megjelenne (**Volosin, Gaál, & Horváth, átdolgozás alatt**).

2.3.2. Korábbi tanulmányok azt mutatták, hogy egy feladatszempontról közömbös hang bemutatását követő rövid (<400 ms) időszakban a hallórendszer válaszkészsége megnő, ami az ebben az intervallumban bemutatott hangokra adott emelkedett amplitúdójú hallási EKP válaszban mutatkozik meg. A tanulmányok ezt részint megkésett inhibícióval, részint figyelmi hatással magyarázták (azaz, hogy az irreleváns, de ritka inger a figyelmet a hallási modalitásra irányította). A fenti 2.2.2 pontban említett paradigmát idős és fiatal felnőtt csoportokban használva megmutattuk, hogy az egyik fenti elképzelés sem helytálló. A látszólagos válaszkészség- és hallási EKP-növekedést az okozza, hogy a

glisszandót követő szakadás – vélhetően - egy eltérési negativitást (MMN) vált ki, ráadásul idős személyek esetén az MMN késik, aminek oka a hallási időbeli felbontás csökkenése lehet (**Volosin, Gaál & Horváth, benyújtás alatt**).

2.3.3 A 2.2.3 pontban leírtak nyomán idős és fiatal felnőtt csoportban azt vizsgáltuk, hogy a hanghossz-diszkriminációnál megfigyelhető, hangvég által kiváltott figyelemfüggő EKP latenciája hogyan alakul. Az elemzések szerint az idős csoportban a hallórendszeri feldolgozás (a T- komplex) a fiatal csoportban mérttől nem különbözik, de a fiatal felnőtteknél számottevően nagyobb kognitív kontroll aktivitást igényel, amit a csak az idős felnőtt csoportban megfigyelhető N2 EKP jelez. (**Horváth, átdolgozás alatt**).

2.3.4 A hallási észlelésre gyakorolt előkészületi hatások egy speciális formája a saját cselekvés révén létrejövő hangingerek feldolgozása, aminek életkori különbségeit eddig még nem vizsgálták. A jelentési időszak alatt exploratív jelleggel megvizsgáltuk, hogy a saját cselekvés által indított hangok esetében megfigyelhető-e hallási feldolgozási különbségek fiatal és idős személyek között. Míg a hallási N1 EKP cselekvésfüggő amplitúdócsökkenése a két csoportban nem különbözött számottevően, addig a P2 esetében az amplitúdócsökkenés időseknél kisebb volt. Az eredményeket összefoglaló kézirat előkészületben.

3. Összegzés

Kutatásaink alapvető ismereteket szolgáltatottak több, kevésbé vizsgált hallási inger (hangok vége, glisszandók, szakadások) feldolgozásáról, azok EKP korrelátumairól, valamint a feladat-relevancia révén kialakult figyelmi beállítódás hallási feldolgozásra gyakorolt hatásáról. Több új kísérleti elrendezésben bemutattuk az ingerlés idői struktúrájának ismeretéből adódó előkészületi hatásokat, azok EKP korrelátumait, és az önkéntelen figyelmi váltásokkal való kölcsönhatásokat. Feltártuk a potenciálisan elterelő ingereket rövidebb követő hallási feldolgozási változások mechanizmusát. Megmutattuk, hogy az elterelő magasabb szintű, nem szenzoros folyamatainak blokkolását a potenciálisan elterelő inger bekövetkeztéről rendelkezésre álló információ teszi lehetővé.

Megmutattuk, hogy feladathelyzetben az idős és fiatal felnőttek hallási figyelmi beállítódása elterelő követően ugyanolyan gyorsan áll helyre. Megmutattuk, hogy hallási feladathelyzetben megtartott hallási feldolgozás mellett idős felnőttek fiatal felnőttekhez képest megnövekedett kognitív kontroll aktivitást fejtenek ki.

4. Közlemények:

Bajzát, B. (2013) Az akusztikus változásdetekció mechanizmusai az eseményhez kötött potenciálok tükrében. Pszichológus MA szakdolgozat. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Horváth, J. (2014). Probing the sensory effects of involuntary attention change by ERPs to auditory transients: Probing the sensory impact of distraction. *Psychophysiology*, 51(5), 489–497. <https://doi.org/10.1111/psyp.12187>

Horváth, J. (2016). Attention-dependent sound offset-related brain potentials. *Psychophysiology*, 53(5), 663–677. <https://doi.org/10.1111/psyp.12607>

Horváth, J. (átdolgozás alatt). Sound offset-related brain potentials show retained sensory processing, but increased cognitive control activity in older adults

Volosin, M., Grimm, S., & Horváth, J. (2016). Exploiting temporal predictability: event-related potential correlates of task-supportive temporal cue processing in auditory distraction. *Brain Research*. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.02.044>

Volosin, M., Gaál, Zs. A., & Horváth, J. (átdolgozás alatt). Task-optimal auditory attention set restored as fast in older as in younger adults after distraction.

Volosin, M., & Horváth, J. (2014). Knowledge of sequence structure prevents auditory distraction: An ERP study. *International Journal of Psychophysiology*, 92(3), 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2014.03.003>

Volosin, M., Gaál, Zs. A., & Horváth, J. (benyújtás alatt). Neither attention, nor latent inhibition: Age-related mismatch negativity delay reveals cause of apparent sensory excitability following auditory stimulation.

Weise, A., Schröger, E., & Horváth, J. (benyújtás előtt) In support of higher-order auditory change detectors - Evidence from behavioral and electrophysiological data.