

A cselekvés hatása az észlelési folyamatokra

Zárójelentés a 108783 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 három mesterképzési szintű pszichológusi szakdolgozat (és diploma) is született.

A projekt témája a saját cselekvésünk révén előidézett ingerek észlelésének, szenzoros feldolgozásának kísérletes vizsgálata volt. A projekttervben célként a cselekvésfüggő szenzoros elnyomás (illetve szenzoros eseményhez kötött potenciál – EKP – elnyomás) jelenségének vizsgálatát tűztük ki, a projekt fő elméleti célja pedig az volt, hogy megvizsgáljuk, hogy a jelenség magyarázatára adott, *forward-modell* alapú elképzelések megállják-e a helyüket szemben a jelenség alternatív, figyelemalapú magyarázataival szemben.

A tervezett vizsgálatok mellett - egy módszertani újítás révén - a témában eddig feltáratlan, motoros adaptációs jelenséget (cselekvési hatás-függő motoros adaptáció – *action-effect-related motor adaptation*) figyeltünk meg, amelynek részletes vizsgálatát a projekt során megkezdtük. Eredményeink (ld. lentebb) arra engednek következtetni, hogy a jelenség egy új lehetőséget ad a cselekvés-észlelés interakció tanulmányozására.

2. Eredmények

2.1 A cselekvésfüggő hallási elnyomással kapcsolatos kísérletek

2.1.1 A cselekvésfüggő hallási EKP elnyomásról, annak lehetséges (alternatív) magyarázatairól, és az elnyomás mérésével kapcsolatos alapfeltevésekről áttekintő tanulmányt írtunk (**Horváth, 2015**). A tanulmányra – 2015. decemberi megjelenése óta - a szakirodalomban 14 független hivatkozás történt (scopus.com, 2018. nov. 30.).

2.1.2. Megvizsgáltuk, hogy a cselekvés által keltett hangok észlelése során történik-e hallásküszöb növekedés. A kérdés azért érdekes, mert egyes tanulmányok szerint a saját cselekvés révén kiváltott hangokat halkabbnak észlelik a kísérleti résztvevők (Weiss, Herwig,

Schütz-Bosbach, 2011; Sato, 2008). Kísérleteink fő erénye, hogy szemben az eddigi tanulmányokban alkalmazott módszerekkel, a paradigma lehetővé tette a jelenséget befolyásoló figyelmi hatások ellensúlyozását. Az eredményeink mindazonáltal azt mutatták, hogy számottevő hatása a hallási küszöbre a saját cselekvésnek nincs (**Neszmélyi, 2014**).

2.1.3. A cselekvésfüggő hallási EKP-elnyomás vizsgálatában alapvetően két paradigmát alkalmaznak. A *kontingens* paradigmában (ld. pl. McCarthy és Donchin, 1976; Baess, Horváth, Jacobsen, és Schröger, 2011) a kísérleti résztvevő minden egyes cselekvése kivált egy hangot, és a hangot csak a cselekvés váltja ki. A *koincidencia* paradigmában (Horváth, Maess, Baess, Tóth, 2012) ezzel szemben a résztvevő cselekvései és a bemutatott hangok függetlenek, így a cselekvések és a hangok csak nagyon ritkán történnek (közel) egyidejűleg. A cselekvésfüggő hallási EKP-elnyomás jelensége mindkét paradigmában megjelenik. Ez az eredmény komoly problémát jelent azon magyarázatok számára, amelyek az EKP-elnyomás okaként a cselekvés által okozott hangok előreláthatóságát, azaz *prediktív* folyamatokat (pl. *forward modelling*) jelölnek meg.

A probléma megoldására a németországi Universität Leipzig, illetve a spanyolországi Universitat de Barcelona munkatársával, Dr. Iria SanMiguellal együttműködve egy olyan kísérleti elrendezést terveztünk, amely alkalmas a két paradigmában mérhető EKP elnyomási mintázat összehasonlítására. A kísérlet kérdése az volt, hogy a cselekvés-hang kontingencia ad-e valamilyen, az egyidejűség (koincidencia) hatásán túlmutató járulékot az EKP elnyomási mintázathoz. Az elrendezésben a kísérleti paramétereket úgy állítottuk be, hogy az egyidejűségből származó hatás a koincidencia feltételben erősebb legyen, mint a kontingens helyzetben, így a kontingens helyzetben esetlegesen jelentkező erősebb elnyomás csak a kontingens cselekvés-hang kapcsolatnak lenne tulajdonítható. A kísérletben hangtalan, nyomásérzékeny (piezo-elektromos) válaszeszközt használtunk.

Eredményeink (**SanMiguel és Horváth, benyújtás előtt**) sikeresen reprodukálták a korábban többször demonstrált hallási N1 EKP elnyomási hatást cselekvés-hang koincidenciák esetén. A kontingens helyzetben viszont nem találtunk nagyobb EKP amplitúdó-elnyomást, mint a koincidencia helyzetben. Ez - az elrendezés tervezett sajátosságai miatt - egy null-hatás, ami nem teszi lehetővé, hogy kizárjuk annak a lehetőségét, hogy a kontingens elrendezésben erősebb elnyomás léphet fel, mint a véletlen egybeesések esetében. Bár a hallási EKP amplitúdók vizsgálata nem hozott értékelhető eredményt, a kontingens helyzetben megfigyeltünk, hogy a hallási N1 EKP korábban keletkezett a saját magunk által keltett hangok esetében, mint az egyszerű hangbemutatás esetében. Hasonló hatás nem lépett fel a koincidencia-helyzetben. Kézenfekvőnek tűnik, hogy ez egy, az előrelátható inger korábbi észlelését (*prior entry*, Titchener, 1908) tükröző hatás. További érdekes eredmény, hogy a koincidencia-helyzetben a P2 EKP-vel átfedő P3a volt megfigyelhető, ami a cselekvés-hang egybeesés meglepő voltát jelzi (hiszen ez egy ritka esemény-együttes), a kontingens helyzetben pedig ugyanebben az időintervallumban P3a-csökkenés volt megfigyelhető a hangok egyszerű bemutatásához képest. Ez azt jelzi, hogy az önmagunk által generált,

előrelátható hangok nem váltanak ki önkéntelen figyelmi odafordulást. Utóbbi eredmények kézenfekvő magyarázatot adnak a szakirodalomban P2-ként azonosított, de annál valójában később jelentkező pozitív hullám cselekvésfüggő elnyomására.

2.1.4. A cselekvésfüggő hallási elnyomás vizsgálatában használt kontingens paradigmával San Miguel, Widmann, Bendixen, Trujillo-Barreto, és Schröger (2013) azt találták, hogy a cselekvés által kiváltott hang ritka (12%) elhagyása olyan EKP-t vált ki, ami a hallási EKP ún. T-komplex alkomponensére hasonlít, és amelynek forrása a hallókéregben lehet, azaz a cselekvés hallókérgi aktivációt okoz. Ez az eredmény kulcsfontosságú a cselekvésfüggő hallási elnyomás megértése szempontjából, de a kísérleti eredménynek független replikációja nem volt, ezért egy konceptuális, pre-regisztrált (<https://osf.io/7b3ma/>) replikációt kíséreltünk meg. Az eredmény negatív volt, a T-komplexre hasonlító komponenst nem észleltünk, csak az azt követő N2 hullámot (**Hajdú, 2018**).

2.1.5 A cselekvésfüggő hallási elnyomás forward-modellezés alapú magyarázatába nehezen illeszthetők be azok az eredmények, amelyek azt mutatják, hogy a cselekvés-hang kontingencia csökkenése esetén is fellép az effektus (Horváth et al., 2012), vagy, hogy az elnyomás mértéke a kontingencia csökkenésével nő (Baess et al., 2011). Két kísérletünkben tökéletes cselekvés-inger *feedback* kapcsolat (azaz a cselekvés mindig kiváltotta az adott ingert) mellett azt vizsgáltuk, hogy a cselekvéssel kiváltott ingerek közé vegyített más ingerek hogyan befolyásolták a cselekvésfüggő hallási elnyomást. Korábbi vizsgálatok (Baess et al., 2011) azt találták, hogy más cselekvő (a számítógép) által indított, de a saját cselekvéshatással fizikailag azonos ingerek ilyen bekeverése a hallási EKP elnyomást növeli. Hipotézisünk szerint az „elnyomás” növekedését az okozza, hogy a kevert feltételben a résztvevők a kevésbé megbízható visszajelzést biztosító hanghatások helyett a taktilis visszajelzésre figyelnek, így a hang által kiváltott EKP amplitúdója lecsökken. (A hallási EKP figyelemmel arányos változása jól ismert jelenség, ld. Hillyard, Hink, Schwent, Picton, 1973). Kísérletünkben Baess és munkatársai (2011) kísérletét konceptuálisan ismételtük meg, azzal a kiegészítéssel, hogy a cselekvés hanghatásai mellé egyes feltételekben vizuális hatást (fénykibocsátó dióda felvillanást) is társítottunk. Feltételeztük, hogy a résztvevők figyelme a cselekvés által megbízhatóan kiváltott vizuális ingerlésre fog irányulni, a cselekvéstől függetlenül jelentkező hangok miatt kevésbé megbízható hanghatások helyett. Bár ez utóbbi hipotézisünk beigazolódott, az eredeti eredményt (a Baess és munkatársai által bemutatott hallási EKP elnyomás-növekedést) nem sikerült replikálnunk. Ez az eredmény vélhetően a paradigma egyéb tényezőinek köszönhető, mert míg Baess és munkatársai kísérletében az elnyomás mértéke viszonylag alacsony volt és így a két feltételben nagyon különbözött (kb. 15 és 50%), addig a mi kísérletünkben az elnyomás nagymértékű volt (kb. 80 és 90%) és így a feltételek közötti különbség kicsi volt. (**Neszmélyi és Horváth, benyújtás előtt-a**)

2.1.6 Az Universitat de Barcelona munkatársaival közösen a cselekvésfüggő hallási EKP elnyomási jelenség potenciális felépülését és deaktivációját vizsgáltuk olyan elrendezésben, ahol az egymást követő cselekvések véletlenszerűen hangokat kezdtek generálni (azaz a

válaszeszköz minden megnyomása hangot váltott ki egy ideig), majd véletlenszerűen ismét „elhallgatott” (azaz a válaszeszköz egyetlen megnyomása sem váltott ki hangot egy ideig). Az eredmények azt mutatják, hogy a hangadás elindulása az első hangra P2-csökkenést és egy P3a növekedést vált ki. Utóbbi arra enged következtetni, hogy a kísérleti személy a cselekvésre adott hangot meglepő (ritka) inger-együttesként észleli. A P2 „csökkenés” vélhetően egy másik EKP, valószínűleg egy feldolgozási negativitás (*processing negativity*) átfedése lehet, ami a hang figyelmi feldolgozását tükrözi. **(Spinosa, Neszmeélyi, Horváth, SanMiguel, 2018)**

2.1.7 A célirányos cselekvés pszichológiai elméletei szerint a cselekvésindítás jól ismert cselekvések esetében magában foglalja a cselekvés-következmények reprezentációjának aktiválását (Prinz, 1997; Roussel, Hughes, Waszak, 2013). Azokban a helyzetekben, amelyben a cselekvési lehetőségek következményei jobban, több dimenzióban átfednek, a cselekvésszelekcióban erősebb konfliktus, lassabb cselekvésindítás figyelhető meg. Kísérletünkben **(Horváth, 2018)** egy Eriksen-féle vizuális zaj/kompatibilitás (*flanker*) feladatban a két válaszopció szenzoros következményeinek átfedését manipuláltuk úgy, hogy a válaszopciókhoz nem társítottunk hangokat, illetve egyforma vagy különböző hangokat társítottunk. Kihhasználva, hogy ebben a feladatban sok a hibázás, a válasz konfliktus mértékét a hibás válaszokhoz szinkronizált hibázási negativitás és pozitivitás EKP-k amplitúdójával jellemeztük. Bár a válaszok erőssége (amit nyomásérzékeny ellenállással mértünk, ld. lentebb) alapján a résztvevők figyelembe vették a cselekvések hangkövetkezményeit (azaz, amikor hangok voltak társítva a válaszokhoz, akkor kisebb erővel, az eszköz optimális működtetési pontjához közel működtették azt), az EKP-k a különböző helyzetekben nem különböztek számottevően. Ez arra enged következtetni, hogy a diszkriminációs helyzetben a válaszhoz társított hangok a válaszreprezentációban csak kis súllyal esnek latba (Memelink és Hommel, 2012).

2.1.8 Korábbi kísérletek (pl. SanMiguel, Todd, Schröger, 2013) utaltak arra, hogy a cselekvésfüggő hallási EKP elnyomásban az N1 EKP különböző komponensei érintettek. Míg az N1 supra-temporális komponense a hang hallórendszerbeli feldolgozást tükrözi, a nem-specifikus N1 komponens vélhetően minden ingertípusra kiváltható, az inger felé orientálódás egyik kezdőlépését jelezheti. Kísérletünkben ezt a két N1 alkomponenst egy olyan elrendezéssel igyekeztünk elválasztani, amelyben a hangokat állandó, a hang frekvenciáját körülölelő frekvenciasávban „üres”, sávkihagyott zajban mutattuk be. A kísérletben egy fontos újítást használtunk: nyomógomb helyett egy papírvékony nyomásérzékeny ellenállást rögzítettünk egy hitelkártya vastagságú lapkára. A lapka megfelelő erővel történő megnyomása jelentette a cselekvést. A nyomásérzékeny ellenállás jelét az EEG-vel párhuzamosan regisztráltuk. Eredményeink **(Neszmeélyi és Horváth, 2017)** azt mutatták, hogy a saját cselekvés által kiváltott hangokra adott hallási EKP szupratemporális és nem-specifikus komponense egyaránt lecsökken. A nyomásérzékeny ellenállás révén az EEG-vel párhuzamosan rögzített erő-adatok elemzése azt mutatta, hogy a hallási elnyomás kutatásában rutinszerűen használt kísérleti elrendezés egyik alapfeltevése (ld. Horváth,

2015) – miszerint a cselekvések ekvivalensnek tekinthetők, függetlenül attól, hogy előreláthatóan hangot váltanak-e vagy sem – téves. A résztvevők a markánsan erősebben nyomták meg a nyomásérzékeny ellenállást, ha a cselekvés nem járt hanggal, mint mikor az hangot eredményezett. Ráadásul megmutattuk, hogy az erőkülönbség a motoros EKP-ban időben és térben pontosan ott okoz különbséget, ahol a hallási N1 hullám található, ami a cselekvésfüggő hallási EKP elnyomás mérésében a hatás eltúlzásához vezethet. A hatásra a továbbiakban cselekvési hatás-függő motoros adaptációként hivatkozunk.

2.1.9 Fenti, a motoros adaptációval kapcsolatos exploratív EKP eredményeinket egy további célzott kísérletben sikeresen replikáltuk (**Nevelő, 2018**).

2.1.10 Az új válaszeszköz használatával két kísérletben megvizsgáltuk azt is, hogy hogyan hat a cselekvés a folyamatos, több másodpercig tartó, a cselekvés hosszával összemérhető hosszúságú hangok esetén mérhető hallási EKP-válaszokra, beleértve a kitartott (*sustained response*), a 40 Hz-es *steady-state*, és a hang végén mérhető *offset*-választ is. A cselekvés és a hang közötti kapcsolat a szakirodalomban megszokott elrendezésnél szorosabb volt: a hang addig szólt, amíg a kísérleti résztvevő a megfelelő erőküszöbnél nagyobb erővel nyomta a nyomásérzékeny ellenállást. Azaz a lenyomás kezdete, a nyomva tartás és a nyomás felengedése között szólt a hang. Eredményeink a hang kezdete által kiváltott cselekvésfüggő hallási EKP elnyomást a szakirodalomnak megfelelően mutatták, de sem a kitartott, sem a *steady-state*, sem az *offset*-válaszban nem találtunk hasonló hatást. A nyomáserősségek tekintetében Neszmélyi és Horváth (2017, ld. fentebb) nyomáserősségre vonatkozó eredményét ezek a kísérletek is reprodukálták. (**Horváth és Neszmélyi, előkészületben**)

2.2 A cselekvési hatás-függő motoros adaptációval kapcsolatos eredmények

A fent (2.1.8) ismertetett cselekvési hatás-függő motoros adaptáció magyarázata önmagában egyszerűnek tűnik: a kísérleti résztvevők a cselekvés által kiváltott hanghatást a cselekvés sikeres - instrukciónak megfelelő – kivitelezésére vonatkozó visszajelzésként értékelik, és – mivel a cselekvés sokszor ismétlődik – az erőbefektetés minimalizálása és a cselekvési instrukciónak megfelelő, még sikeres interakciót megvalósító viselkedés kialakítása közötti fokozatos, próbáról-próbára történő optimalizációt tükröz.

2.2.1. Jogos kérdés, hogy a nyomásérzékeny válaszeszközzel demonstrált cselekvési hatás-függő motoros adaptáció más, hétköznapi cselekvések, eszközök használata esetében is megmutatkozik-e. Kísérletünkben (**Horváth, Bíró, Neszmélyi, 2018**) az eredeti elrendezés mellett nyomógombra rögzítettük a papírvékony nyomásérzékeny ellenállást, valamint egy ujjcsapási (*tapping*) feladatban mértük az ujjcsapás során az ujjbegy és az asztallap ütközése közben fellépő erőket. Eredményeink megerősítették azt a feltételezést, hogy a cselekvési hatás-függő motoros adaptáció ezen, a kutatásban gyakran használt, de mindazonáltal hétköznapi interakciók esetében is megjelenik. Az ujjcsapási feladat eredményei azt is

alátámasztják, hogy az adaptáció nem (csak) a cselekvés során, hanem a cselekvést megelőzően, a cselekvés tervezésekor fejti ki hatását.

2.2.2 A próbáról-próbára történő optimalizáció vizsgálatára egy olyan kísérletet végeztünk, amelyben a cselekvések 50% valószínűséggel, véletlenszerűen váltottak ki hangot. Az erő kifejtését az adott cselekvést megelőző, hangot kiváltó és hangtalan cselekvések mikroszekvenciáinak a függvényében vizsgálva azt találtuk, hogy az alkalmazott erő nő, ha a cselekvés az előzőekben nem vált ki hangot, viszont csökken, ha a cselekvés az előző próbák során hangot váltott ki. **(Horváth, Hajdú, Neszmélyi, előkészületben)**

2.2.3 Azt, hogy a motoros adaptációs jelenség a szenzoros cselekvés hatás *feedback* funkció feldolgozásánál összetettebb jelenséget tükröz, egy olyan kísérletben demonstráltuk, amelyben a cselekvés és a hangok közötti késleltetést manipuláltuk. A késleltetés feltételenként más és más (0-1600 ms) volt. Az egyes blokkokban a konstans késleltetés ugyanúgy lehetővé tenné az adaptációt, mint a késleltetési feltételben, azaz a kísérleti résztvevőknek ebben a helyzetben is képesnek kellene lenniük az optimalizációra. Meglepő módon az optimalizáció 200 ms-ot meghaladó késleltetés esetén eltűnik, mintha a cselekvést egyáltalán nem követné hanghatás. Azaz az optimalizáció vélhetően nem a hangok visszajelző funkcióján, hanem a cselekvés és a hang összekapcsolásának képességén, egy közös cselekvés-hatás reprezentáció kialakításán múlik **(Neszmélyi és Horváth, 2018)**.

2.2.4 Egy további kísérletben megvizsgáltuk, hogy hogyan befolyásolja a cselekvés által kiváltott hangok frekvenciájának előreláthatósága a cselekvés paramétereinek optimalizálását. A kísérleti résztvevők cselekvései (nyomásérzékeny lapka megnyomása) az egyik feltételben állandó hangmagasságú (frekvenciájú) tiszta hangokat váltottak ki, egy másik elrendezésben pedig véletlen frekvenciájú hangokat. Eredményeink azt mutatják, hogy nem bejósolható frekvenciájú hangok esetében az optimalizáció hatékonysága csökken. Mivel a hangok visszajelző funkcióját a frekvencia variabilitása nem befolyásolhatja, ez megerősíti azt a hipotézist, hogy a cselekvésoptimalizációt a cselekvés-hatás reprezentációk befolyásolják. **(Horváth, Bíró, Neszmélyi, 2017)**.

2.2.5 A fentiekben (2.1.5) ismertetett kísérletünkben a nyomáserősségek elemzése arra engedett következtetni, hogy a cselekvés-hatás kontingencia kontextuális manipulációja, azaz más ingerek cselekvéstől független bemutatása befolyásolja a cselekvés hatás-függő motoros adaptációt is. A kérdést célzott kísérletben, nagy (50 fős) mintán, többféle manipulációval vizsgáltuk. Manipuláltuk a függetlenül bemutatott ingerek gyakoriságát, azok hasonlóságát (azonos vagy hangfrekvenciában jól elkülönülő) a cselekvés által kiváltott hanghoz. Eredményeink az elvárásoknak megfelelőek voltak: a kontingencia csökkenése (a bekevert hangok fizikai azonossága, vagy a bekevert hangok gyakoriságának növekedése révén) nagyobb erő kifejtést, azaz a cselekvési optimumtól való eltávolodást okozott. Ez arra enged következtetni, hogy a motoros adaptációt a cselekvés-hatás reprezentáció erőssége befolyásolja **(Neszmélyi és Horváth, benyújtás előtt-b)**.

3. Összegzés

Kutatásaink alapvető új ismereteket szolgáltatottak a saját cselekvésünk révén előidézett ingerek, elsősorban a saját cselekvés által generált hangok szenzoros feldolgozásáról. Megmutattuk, hogy a saját cselekvés révén előreláthatóan megszólaló hangok feldolgozása a hallórendszerben hamarabb kezdődik meg mintha ugyanezen hangokat pusztán meghallgatnánk, valamint ezen hangok esetében elmarad a figyelmi orientációs folyamatok megindítása is. A véletlenszerű cselekvés-ingerlés egybeesések ezzel szemben figyelmi orientációt indítanak el, azaz az egybeesést viselkedési szempontból kiemelkedő fontosságú eseményként kezeljük, ami hozzájárulhat a cselekvés és a következmény közötti esetleges oksági kapcsolat gyorsabb felismeréséhez. Mivel kísérleteinkben a saját cselekvés révén létrejött hangok feldolgozási intenzitása nem tért el a cselekvéssel véletlenül egybeeső hangok feldolgozási intenzitásától, ezért a feldolgozási intenzitáscsökkenés vélhetően nem a hangok bejósolhatóságnak köszönhető.

A hangokat kiváltó cselekvés egyik paraméterének mérése révén több kísérletben megállapítottuk, hogy az önkéntes cselekvés motoros jellemzői a cselekvés előrelátható szenzoros következményeitől függenek. Ez a cselekvési hatás-függő motoros adaptáció kísérleteink szerint már a cselekvés tervezésekor befolyást gyakorol a cselekvés motoros komponensére, és nem pusztán a cselekvés hatásainak visszajelző (feedback) funkcióján alapszik, hanem azon is, hogy képesek vagyunk-e a cselekvés motoros komponensét és a cselekvés következményét közös reprezentációban összekapcsolni. Ezek alapján úgy gondoljuk, hogy a motoros adaptáció mérése egy új lehetőséget ad a cselekvésreprezentáció és a cselekvés-észlelés interakció, valamint a motoros készségelsajátítás tanulmányozására is.

4. Közlemények:

Hajdú, N. (2018) Lehet-e hallani a csendet? Az auditoros predikció vizsgálata az eseményhez kötött agyi potenciálok módszerével. Pszichológus mesterképzési szakdolgozat. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest

Horváth, J. (2015) Action-related auditory ERP attenuation: Paradigms and hypotheses. *Brain Research* 1626, 54-65. doi: 10.1016/j.brainres.2015.03.038

Horváth, J. (2018) Auditory action-effect overlap does not modulate error-related ERPs in a flanker task. ESCAN 2018, The 4th conference of the European Society for Cognitive and Affective Neuroscience, Leiden, The Netherlands, 19-22 July, 2018

Horváth, J., Bíró, B., Neszmélyi, B (2017) Action-effect related movement optimization depends on the constancy of irrelevant effect aspects. Poszter. 20th Conference of the European Society for Cognitive Psychology Potsdam, Germany, 3-6 September 2017

Horváth, J., Bíró, B., & Neszmélyi, B. (2018). Action-effect related motor adaptation in interactions with everyday devices. *Scientific Reports*, 8, 6592. doi:10.1038/s41598-018-25161-w

Horváth, J. & SanMiguel I. (benyújtás előtt) Prior entry and surprise: contributions of action-sound coincidence and contingency to action-related auditory processing change.

Horváth, J. & Neszmélyi, B. (előkészületben) Auditory event-related potentials to self-induced, action duration-contingent sounds.

Neszmélyi, B. (2014) A cselekvés révén kialakuló hallási szuppresszió viselkedéses korrelátumainak vizsgálata. Pszichológus mesterképzési szakdolgozat. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest

Neszmélyi, B., & Horváth, J. (2017). Consequences matter: Self-induced tones are used as feedback to optimize tone-eliciting actions: Self-induced tones used as feedback for actions. *Psychophysiology* 54(6), 904–915. doi: 10.1111/psyp.12845

Neszmélyi, B., & Horváth, J. (2018). Temporal constraints in the use of auditory action effects for motor optimization. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 44(11), 1815–1829. doi: 10.1037/xhp0000571

Neszmélyi, B., & Horváth, J. (benyújtás előtt-a). The role of auditory context in action-effect-related motor adaptation

Neszmélyi, B., & Horváth, J. (benyújtás előtt-b). Action-related ERP attenuation and the weighting of sensory feedback

Nevelő, D. (2018) Mozgásparaméterek hatása a cselekvésfüggő hallási elnyomásra. Pszichológus mesterképzési szakdolgozat. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest

Spinosa, V., Neszmélyi, B., Horváth, J., SanMiguel, I. (2018) Auditory ERPs reflecting the buildup and deactivation of internal motor-auditory regularity representations. Poszter. 8th Mismatch Negativity conference “MMN from basic science to clinical applications”, Helsinki, Finland, June 12-15, 2018

5. A hivatkozott szakirodalom

Baess, P., Horváth, J., Jacobsen, T., & Schröger, E. (2011). Selective suppression of self-initiated sounds in an auditory stream: An ERP study. *Psychophysiology*, *48*(9), 1276–1283. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01196.x>

Hillyard, S. A., Hink, R. F., Schwent, V. L., & Picton, T. W. (1973). Electrical signs of selective attention in the human brain. *Science*, *182*(4108), 177–180. <https://doi.org/10.1126/science.182.4108.177>

Horváth, J., Maess, B., Baess, P., & Tóth, A. (2012). Action–sound coincidences suppress evoked responses of the human auditory cortex in EEG and MEG. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *24*(9), 1919–1931. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00215

McCarthy, G., & Donchin, E. (1976). The Effects of Temporal and Event Uncertainty in Determining the Waveforms of the Auditory Event Related Potential (ERP). *Psychophysiology*, *13*(6), 581–590. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1976.tb00885.x>

Memelink, J., & Hommel, B. (2012). Intentional weighting: a basic principle in cognitive control. *Psychological Research*, *77*(3), 249–259. <https://doi.org/10.1007/s00426-012-0435-y>

Prinz, W. (1997). Perception and Action Planning. *European Journal of Cognitive Psychology*, *9*(2), 129–154. <https://doi.org/10.1080/713752551>

Roussel, C., Hughes, G., & Waszak, F. (2013). A preactivation account of sensory attenuation. *Neuropsychologia*, *51*(5), 922–929. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.02.005>

SanMiguel, I., Widmann, A., Bendixen, A., Trujillo-Barreto, N., & Schroger, E. (2013). Hearing Silences: Human Auditory Processing Relies on Preactivation of Sound-Specific Brain Activity Patterns. *Journal of Neuroscience*, *33*(20), 8633–8639. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5821-12.2013>

SanMiguel, I., Todd, J., & Schröger, E. (2013). Sensory suppression effects to self-initiated sounds reflect the attenuation of the unspecific N1 component of the auditory ERP. *Psychophysiology*, *50*, 334–343. <https://doi.org/10.1111/psyp.12024>

Sato, A. (2008). Action observation modulates auditory perception of the consequence of others' actions. *Consciousness and Cognition*, *17*(4), 1219–1227. [doi:10.1016/j.concog.2008.01.003](https://doi.org/10.1016/j.concog.2008.01.003).

Titchener, E.B. (1908). *Lectures on the elementary psychology of feeling and attention*. Macmillan, New York.

Weiss, C., Herwig, A., Schütz-Bosbach, S. (2011). The self in action effects: Selective attenuation of self-generated sounds. *Cognition*, *121*(2), 207–218