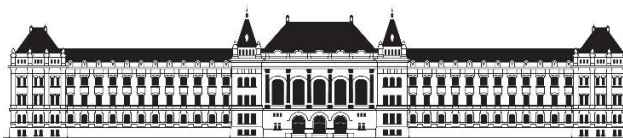


Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Pszichológia Doktori Iskola – Kognitív Tudomány



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Farkas Dávid

Egyéni különbségek a hallási láncrabomlás paradigma észlelésében

**(Individual difference in the perception of the auditory streaming stimulus
paradigm)**

PhD téziszfüzet

Témavezető:

Dr. István Winkler

Budapest, 2018

Előzmények és célkitűzés

A tézisben bemutatott kutatások fő célja a multistabil hallási láncrabomlás paradigmában megjelenő egyedi észlelési viselkedések vizsgálata volt. Az észlelés szubjektív jellemzői miatt (Hatfield & Allred, 2012) az egyének különböznek egymástól abban, hogy miképpen észlelik ugyanazokat az ingereket. A bi/multistabil észlelés, ahol az észlelők folyamatosan váltanak egy változatlan ingermintázat lehetséges értelmezései közt (Schwartz, Grimault, Hupé, Moore & Pressnitzer, 2012, Sterzer, Kleinschmidt & Rees, 2009) alkalmas eszköz az észlelésben megjelenő egyéni különbségek vizsgálatára, mert megragadhatóvá teszi az egyéni különbségek hatását. A lehetséges értelmezések közti váltások számában nagymértékű egyének közötti különbségeket (Aafjes, Hueting & Visser, 1967; Carter & Pettigrew, 2003; Crain, 1961; Frederiksen & Guilford, 1934; Kondo & Kashino, 2009; Kondo et al., 2012), valamint időben stabil egyéni váltási mintázatokat (Denham et al., 2014) figyeltek meg. Az egyének közti variabilitás egyes korrelátumait sikerült feltérképezni (Crain, 1961; Franks & Lindahl, 1963; Frederiksen & Guilford, 1934; Genc et al., 2011; Kanai, Bahrami & Rees, 2010; Miller et al., 2010), de kevés releváns eredmény áll rendelkezésre és ezek sokszor inkonzisztensek.

A személyiséglélektan különböző elméletei és modelljei bár más terminológiát használnak, a viselkedésnek két fő tendenciáját írják le: a stabilitás fenntartását és az explorációt (Block, 2002; Costa & McCrae, 1992; DeYoung, 2013; Eysenck, 1967; Freud, 1921; Gray, 1990, Jung, 1921/1971). Az emberi elme egy meghatározó tulajdonsága, hogy egy adott pillanatban milyen mértékű bizonytalansággal jellemezhető. Jelen helyzetben a bizonytalanságot a rendszer lehetséges állapotainak számaként lehet meghatározni. Amikor az információ mennyisége és/vagy minősége túl komplexé válik, megnövekszik a rendszer bizonytalansága. Egy lehetséges mód a bizonytalanság csökkentésére a környezet explorációja, amin keresztül információt lehet gyűjteni a környezet ismeretlen aspektusairól. Ez a

rendelkezésre álló észlelési és viselkedési alternatívák számának csökkenéséhez vezet (DeYoung, 2013). Az exploráció vagy új stratégiák és képességek tanulása (akkomodáció Block, 2002 elméletében) egy lehetséges mód a bizonytalanság csökkentésére. A másik fő viselkedési tendencia célja a belső egyensúly vagy stabilitás fenntartása. Ezt az egyén számára már ismert stratégiák és képességek használatával lehet elérni (asszimiláció Block, 2002 elméletében). A jelen tézis fő hipotézise, hogy ezen két tendenciában megfigyelhető egyéni különbségek felelősek az egyedi észlelési viselkedésben megfigyelhető egyéni különbségekért.

Ezt a hipotézist a hallási láncrabomlás paradigma segítségével teszteltük (van Noorden, 1975). A hallási láncrabomlás paradigma olyan hangsorokat használ, amiket egy vagy két koherens hangsorként (avagy „láncként”) is lehet hallani. Egy prototipikus verziója a paradigmának, amikor két különböző hangmagassággal rendelkező hang („A” és „B”) váltakozik úgy, hogy minden második „B” hang helyén csönd van. Ezen hangcsoport ismétlését lehetséges egy láncként hallani úgy, hogy minden hang összekapcsolódik egymással. Ezt a mintázatot integráltnak nevezzük. Ugyanezt a hangsort lehetséges két, egymással párhuzamosan hallható láncként is hallani. Ezt a mintázatot szegregáltnak nevezzük. Egy harmadik alternatíva, az ún. vegyes mintázat akkor hallható, ha egy magas és egy alacsony hang összekapcsolódik vagy egy emelkedő vagy egy süllyedő mintázatban, miközben a kimaradó hangok külön láncot alkotnak (Bendixen, Denham, Gyimesi & Winkler, 2010; Denham et al., 2014). A tézist alkotó kutatásokban a résztvevőknek folyamatosan jelezniük kellett az aktuális észlelési élményüket ezen alternatívák mentén.

Az I. tézispontban az egyéni hibák és elfogultságok hatását becsültük meg a hallási láncrabomlás paradigmában használt szubjektív mérésünk érvényességére. *A II. tézispontban* a hallási láncrabomlás észlelésében megjelenő egyéni különbségek fő dimenzióit terveztük azonosítani. Ezen dimenziók lehetséges összefüggéseit kerestük a személyiségvonásokkal, végrehajtó funkciókkal és a kreativitással. *A III. tézispontban* a hallási láncrabomlás

paradigmában megfigyelhető egyedi váltási mintázatok dimenziói és két neurotranszmitter, a glutamát-glutamin (Glx) és gamma-Aminovajsav (GABA) koncentrációja közti kapcsolatot vizsgáltuk. A *IV. tézispontban* a hallási láncrabomlás paradigma észlelése során aktív agyi funkcionális hálózatokat azonosítottunk elektroencefalogram (EEG) és közel-infravörös spektroszkópia („*near-infrared spectroscopy*”, NIRS) segítségével. Ezeket a funkcionális hálózatokat gráf mutatókkal jellemeztük. A gráf mutatók és a hallási láncrabomlás paradigmában mutatott észlelési viselkedést leíró változóink közötti kapcsolatot teszteltük.

Új tudományos eredmények

I. tézispont: A szubjektív észlelési válaszok érvényessége a hallási láncrabomlás paradigmában

Számos faktor befolyásolhatja a szubjektív válaszokat a multistabil észlelési jelenségekben, amik csökkenthetik az adatok érvényességét. Elsőként, a résztvevők válaszána érvényessége sérülhet, ha nem megfelelően értik meg a feladatot. Azt találtuk, hogy a résztvevők feladattal kapcsolatos megértése mérhető ellenőrző próbák segítségével. Az ellenőrző próbák olyan rövidben bemutatott változatai a kísérleti ingereknek, amik az egyik lehetséges értelmezést nagymértékben előfeszítik. Ezeket a szakaszokat a kísérleti blokkok végéhez csatolva tesztelhető a résztvevők felismerési teljesítménye egy adott mintázat esetén. Az elemzésből ki kell zárni azokat a résztvevőket, akik nem teljesítenek megfelelően ezeken a próbákon.

Másodikként a szociális kíváncsiság (Paulhus, 1984, 1991) hatását teszteltük, ami a résztvevők azzal kapcsolatos tudatos vagy tudattalan szükségletét méri, hogy megfeleljenek a kísérletvezető feladattal kapcsolatos vélt vagy valós elvárásainak. Azt találtuk, hogy a szociális kíváncsiság nem járt együtt a résztvevők észlelési viselkedését jellemző változóinkkal.

Harmadikként, ha olyan instrukciót kaptak, a résztvevők képesek voltak többet vagy kevesebbet váltani a neutrális feltételekhez képest. Utóbbiban arra kértük őket, hogy próbálják meg mindenféle elfogultság nélkül jelezni az észlelési élményüket. Ez az eredmény arra enged következtetni, hogy a résztvevők szisztematikusan nem használtak akaratlagos folyamatokat a neutrális feltétel esetén. Máskülönben a feltételek között nem figyelhattünk volna meg különbséget a váltásszámokban.

Végezetül, a résztvevők egy második csoportját arra kértük, hogy a kísérleti ingerek hallgatása közben véletlenszerűen nyomják a válaszgombokat (random feltétel). Ebben a feltételben a résztvevők nem az ingerekre válaszoltak. További feltételekben arra kértük ezeket a résztvevőket, hogy olyan gyakran, illetve olyan ritkán nyomják meg a válaszgombokat, amennyire csak tudják. Ezt követően a résztvevőket megismételték a feladatot, de már az észlelési élményüket jelezték (észlelési feltétel). A két váltás közötti szakaszok hosszát külön kiszámoltuk minden random és észlelési feltételben. A random feltételhez tartozó szakaszok hosszát összehasonlítottuk az észlelési szakaszokkal mindhárom instrukció esetén (neutrális, gyakran, illetve ritkán váltani). Azt találtuk, hogy az észlelési feltételekben a szakaszok hossza leírható volt lognormális vagy gamma eloszlásokkal, amik jellemzőek az észlelési válaszokra (Pressnitzer & Hupé, 2006). A random feltétel szakaszhosszai ezektől szignifikánsan különböztek.

Az I. tézispontban tehát azt találtuk, hogy tudjuk szűrni a résztvevők feladattal kapcsolatos megértését és hogy a szubjektív válaszok érvényes adatot adnak a résztvevők észleléséről.

II. tézispont: Az egyedi váltási mintázat fő dimenzióinak és korrelátumainak feltérképezése

A multistabil észlelésben megfigyelhető egyének közötti variabilitást átmenetvalószínűségi mátrixokkal is lehet jellemezni. Az átmenetvalószínűségi mátrixok egy észlelési mintázatról egy másikra való váltás (beleértve a jelenlegi mintázatnál maradást) empirikus valószínűségét tartalmazzák elég hosszan bemutatott multistabil ingerekre adott válaszok alapján (Denham et al., 2012). Ezen váltási mintázat a multistabil észlelésben az egyének közötti variabilitás gazdagabb leírását teszi lehetővé, mint a váltásszám kizárólagos használata. Az egyénen belüli konzisztenciát meg lehet határozni úgy, hogy egy résztvevő kísérleti blokkjait külön váltási mintázatokkal jellemezzük. Minden lehetséges párosítás között kiszámoljuk a váltási mintázatok közti távolságot, majd ennek mediánja lesz az egyénen belüli konzisztencia. Az egyének közötti konzisztenciát egy résztvevő és a többi résztvevő blokkjainak összes lehetséges párosításából fakadó távolságok mediánjaként lehet meghatározni. Egy résztvevőnek egyedi váltási mintázata van, ha a személyen belüli konzisztenciája nagyobb, mint a személyek közötti konzisztenciája. Korábban megfigyelték, hogy az egyének időben stabil (> egy év) egyedi váltási mintázatokkal jellemezhetőek különböző kondíciók mentén (Denham et al., 2014). Ebben a tézispontban a résztvevők 87.5%-mutatott egyedi váltási mintázatot.

Ezt követően minden egyes résztvevőt egy váltási mintázattal jellemeztünk (az átmenetvalószínűségi mátrixokat az összes neutrális-instrukciós blokk válaszai alapján számoltuk ki). A váltási mintázatok közötti távolságok közti variabilitást két fő dimenzióját azonosítottuk és értelmeztük. A legtöbb egyének közti variabilitást magyarázó dimenziót Explorációnak neveztük el, mert azok a résztvevők, akik magas pontszámot értek el a dimenzión többen váltottak, kevesebb idő alatt fedezték fel az összes lehetséges értelmezését az ingereknek, nagyobb arányban tapasztalták a csoportszinten legkisebb aránnyal és kisebb

arányban tapasztalták a csoportszinten legnagyobb arányban észlelt értelmezéseket, mint azok, akik alacsony értéket kaptak a dimenzión. A második dimenziót Szegregációnak neveztük el, mert azok a résztvevők, akik magas pontot értek el rajta nagyobb arányban tapasztalták a szegregált, és kisebb arányban az integrált mintázatokat mint azok, akik alacsony pontot kaptak a dimenzión. Az Exploráció dimenzió szignifikáns kapcsolatban állt az ego-rugalmassággal (Block & Kremen, 1996; Farkas & Orosz, 2015), ami az adaptív rugalmasság mutatója és kapcsolatban áll az explorációval mint személyiség-tendenciával.

III. tézispont: Neurotranszmitter koncentrációk és egyedi váltási mintázatok

Ebben a mintában az egyedi váltási mintázattal rendelkező résztvevők aránya 77.3% volt, ami alacsonyabb, mint a *II. tézispont* esetén. Az egyének közti variabilitás fő dimenzióit ebben a tézispontban is Explorációként és Szegregációként lehet értelmezni. Ellentétben a *II. tézisponttal*, a szegregált mintázat pozitívan járt együtt az Exploráció dimenzióval – máskülönben a dimenziók megegyeztek a két vizsgálat között. A serkentő glutamát-glutamin (Glx) és a gátló gamma-aminovajsav (GABA) neurotranszmitterek koncentrációját mértük az agy egyes területein, mielőtt a résztvevők elvégezték volna a hallási láncrabomlás paradigmát. Azt találtuk, hogy a Glx koncentrációja a hallókéregben és a GABA koncentrációja az inferior frontális kéregben kapcsolatban állt az Exploráció dimenzióval. A Glx koncentráció pozitívan járt együtt a szegregált és negatívan a vegyes mintázat arányával, míg a GABA-val kapcsolatos korrelációk fordított mintázatot mutattak. A szegregált mintázat észlelése a hallókéregben található serkentő, míg a vegyes mintázaté frontális gátlási folyamatokhoz köthető.

IV. tézispont: Funkcionális agyi hálózatok és egyedi váltási mintázatok

kapcsolata

A résztvevők 88.1%-a mutatott egyedi váltási mintázatot és az egyének közötti variabilitást magyarázó fő dimenziók megegyeztek azzal, amit a *II. tézispontnál* bemutattam. A *II. tézispontban* bemutatott Exploráció és ego-rugalmasság közti korrelációt nem sikerült megismételni, de pozitív irányú kapcsolatot találtunk az Exploráció és egy kérdőívvel mért (Batey, 2007) kreativitás mutató között. A résztvevők agyi aktivitását a hallási láncrabomlás paradigma során elektroencefalogram (EEG) és közel-infravörös spektroszkópia („*near-infrared spectroscopy*”, NIRS) segítségével mértük. Az adatokból funkcionális agyi hálózatokat számoltunk hat különböző EEG frekvenciatartományban és NIRS jelekben. A funkcionális agyi hálózatokat gráf mutatókkal jellemeztük.

Eredményeink szerint a Szegregáció dimenzió kapcsolatban állt az interhemiszférikus kapcsolatok számával a theta (4-8 Hz) frekvenciasávban: a több interhemiszférikus kapcsolattal rendelkező résztvevők nagyobb arányban észlelték a szegregált, és kisebb arányban integrált mintázatot mint azok, akiknek kevesebb interhemiszférikus kapcsolatuk volt. Az Exploráció dimenzió az alfa és béta frekvenciasávokban mért funkcionális hálózati mutatókkal állt kapcsolatban. Az alsó alfa frekvencia sáv (8-10 Hz) esetén a több interhemiszférikus kapcsolattal rendelkező résztvevők nagyobb pontszámot értek el az Exploráció dimenzió és nagyobb arányban észlelték a vegyes mintázatot. A felső alfa (10-13 Hz) és béta (13-30 Hz) frekvenciasávokban minél decentralizáltabb és megosztottabb volt a résztvevők hálózata (nincsenek fontos központok a hálózatban és kevés terület rendelkezik csak egy kapcsolattal), annál kevesebb időre volt szükségük, hogy felfedezzék az inger összes lehetséges értelmezését, mint azok a résztvevők, akiknek centralizáltabb hálózata volt.

Összegezve, eredményeink szerint az egyének közti variabilitásból legtöbbet magyarázó dimenziók kapcsolatban állnak különböző EEG frekvenciasávokon és/vagy NIRS jeleken alapuló funkcionális agyi hálózatokkal.

Összegzés

Eredményeink alapján az észlelési válaszok a hallási láncreabomlás paradigmában érvényesen mérik az észlelést. A résztvevők 77-88%-a mutatott egyedi váltási mintázatot a tézis vizsgálataiban. A váltási mintázatokban megjelenő egyének közötti variabilitást két dimenzióval tudtuk magyarázni, az Explorációval és a Szegregációval. Az Exploráció magyarázta a legtöbbet az egyének közti variabilitásból. A Szegregáció elsősorban a hallási kéreghez köthető folyamatokhoz és a théta frekvenciasávban működő funkcionális hálózatokhoz volt köthető. Az Exploráció dimenzióval frontális agyi területek aktivitásával, valamint alfa és béta frekvenciasávokban mért funkcionális hálózatokkal állt kapcsolatban. A felső alfa és béta funkcionális hálózatok az összes mintázat felfedezéséhez szükséges idővel álltak kapcsolatban. Az összes mintázat felfedezéséhez szükséges időben feltételezhető, hogy olyan folyamat tükröződik, ami a jelenlegi paradigmán túl is értelmezhető. Lehetséges tehát, hogy ez a mutató az exploráció olyan általános formájával áll kapcsolatban, ami közös észlelési és személyiséggel kapcsolatos folyamatokban.

Feltételezhető, hogy multistabil észlelési jelenségekben megnő a bizonytalanság a rendszerben az ingerek ambivalens természete miatt. Az elme csökkentené ezt a bizonytalanságot és ennek eléréshez két stratégia áll a rendelkezésére. Explorációval lehetséges csökkenteni a bizonytalanságot. Azok a személyek, akik ezt a megközelítést használják többet fognak váltani, kevesebb időre lesz szükségük, hogy az inger összes lehetséges értelmezését felfedezzék, többet fogják tapasztalni a legritkább alternatívát és gyakrabban a leggyakoribbat, mint azok, akik nem használják ezt a stratégiát. A másik stratégia (asszimiláció) célja a stabilitás

fenntartása. Azok a személyek, akik ezt a megközelítést alkalmazzák az explorációval ellentétes mintázatot fognak mutatni. Az inger ambivalens természete miatt a bizonytalanság sohasem fogy el a rendszerből. Emiatt az explorációs stratégiát addig tudja használni az egyén, amíg tart az ingerbemutatás. Ezért az egyéni különbségeket meg fogja határozni, hogy milyen mértékben használja az egyén ezt a stratégiát.

Az exploráció feltehetően egy egyéni tendencia, ami egyén-környezet interakciókban fejeződik ki. A tézisben bemutatott vizsgálatok alapján nem lehet eldönteni, hogy az exploráció egy olyan globális folyamat-e, ami moderál más kognitív folyamatokat vagy a különböző kognitív folyamatok jellemezhetőek saját, külön explorációs tendenciájukkal. A vizsgálatok során találtunk együttjárást az exploráció és az ego-rugalmasság, valamint az exploráció és a kreativitás között. Az ego-rugalmasság és a kreativitás varianciája nagymértékben átfed egymással (Farkas & Orosz, 2015). Ez alapján lehet érvelni amellet, hogy ezek a változók többé-kevésbé a személyiséggel kapcsolatos explorációt mérik. Azonban a korrelációk nem voltak konzisztensek a vizsgálatok között, ezért egy a személyiségre jellemző általános és az észlelésre specifikus explorációs tendenciák közötti kapcsolat kérdése nem válaszolható meg a jelenlegi adatok alapján.

A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények

- I. Farkas, D., Denham, S. L., Bendixen, A., & Winkler, I. (2016). Assessing the validity of subjective reports in the auditory streaming paradigm. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *139*(4), 1762-1772. DOI: 10.1121/1.4945720.
- II. Farkas, D., Denham, S. L., Bendixen, A., Tóth, D., Kondo, H. M., & Winkler, I. (2016). Auditory multi-stability: idiosyncratic perceptual switching patterns, executive functions and personality traits. *PloS ONE*, *11*(5), e0154810. DOI: 10.1371/journal.pone.0154810
- III. Kondo, H. M., Farkas, D., Denham, S. L., Asai, T., & Winkler, I. (2017). Auditory multistability and neurotransmitter concentrations in the human brain. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *372*(1714), 20160110. DOI: 10.1098/rstb.2016.0110
- IV. Farkas, D., Denham, S. L., & Winkler, I. (2018). Functional brain networks underlying idiosyncratic switching patterns in multi-stable auditory perception. *Neuropsychologia*, *108*(8), 82-91. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2017.11.032

Felhasznált irodalom

- Aafjes, M., Hueting, J. E., & Visser, P. (1966). Individual and interindividual differences in binocular retinal rivalry in man. *Psychophysiology*, 3(1), 18-22. DOI: 10.1111/j.1469-8986.1966.tb02674.x
- Batey, M. D. (2007). *A psychometric investigation of everyday creativity*. Doctoral dissertation. University of London.
- Bendixen, A., Denham, S. L., Gyimesi, K., & Winkler, I. (2010). Regular patterns stabilize auditory streams. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 128(6), 3658-3666. DOI: 10.1121/1.3500695
- Block, J. (2002). *Personality as an affect-processing system*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Block, J., & Kremen, A. M. (1996). IQ and ego-resiliency: conceptual and empirical connections and separateness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70(2), 349. DOI: 10.1037/0022-3514.70.2.349
- Carter, O. L., & Pettigrew, J. D. (2003). A common oscillator for perceptual rivalries?. *Perception*, 32(3), 295-305. DOI: 10.1068/p3472
- Costa, P. T., & McCrae, R. R. (1992). Domains and facets: Hierarchical personality assessment using the revised NEO personality inventory. *Journal of Personality Assessment*, 64(1), 21-50. DOI: 10.1207/s15327752jpa6401_2
- Crain, K. (1961). Binocular rivalry: its relation to intelligence, and general theory of its nature and physiological correlates. *The Journal of General Psychology*, 64(2), 259-283. DOI: 10.1080/00221309.1961.9920444
- Denham, S., Bendixen, A., Mill, R., Tóth, D., Wennekers, T., Coath, M., Böhm, T., Szalárdy, O., & Winkler, I. (2012). Characterising switching behaviour in perceptual multi-stability. *Journal of Neuroscience Methods*, 210(1), 79-92. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2012.04.004

- Denham, S., Bóhm, T.M., Bendixen, A., Szalárdy, O., Kocsis, Z., Mill, R., & Winkler, I. (2014). Stable individual characteristics in the perception of multiple embedded patterns in multistable auditory stimuli. *Frontiers in Neuroscience*, 8, 25. DOI: 10.3389/fnins.2014.00025
- DeYoung, C. G. (2013). The neuromodulator of exploration: A unifying theory of the role of dopamine in personality. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 762. DOI: 10.3389/fnhum.2013.00762
- Eysenck, H. J. (1967). *The biological basis of personality*. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
- Farkas, D., & Orosz, G. (2015). Ego-resiliency reloaded: A three-component model of general resiliency. *PloS one*, 10(3), e0120883. DOI: 10.1371/journal.pone.0120883
- Franks, C. M., & Lindahl, L. E. H. (1963). Extraversion and rate of fluctuation of the Necker cube. *Perceptual and Motor Skills*, 16(1), 131-137. DOI: 10.2466/pms.1963.16.1.131
- Freud, S. (1921). *Massenpsychologie und ich-analyse*. Wien: Internationaler Psychoanalytischer Verlag.
- Genç, E., Bergmann, J., Tong, F., Blake, R., Singer, W., & Kohler, A. (2011). Callosal connections of primary visual cortex predict the spatial spreading of binocular rivalry across the visual hemifields. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5. DOI: 10.3389/fnhum.2011.00161
- Gray, J. A. (1990). Brain systems that mediate both cognition and emotion. *Cognition and Emotion*, 4(3), 269-288. DOI: 10.1080/02699939008410799
- Hatfield, G., & Allred, S. (2012). *Visual experience: Sensation, cognition, and constancy*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Jung, C.G. (1921/1971). *Psychological types: Collected works of C.G. Jung, Volume 6*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

- Kanai, R., Bahrami, B., & Rees, G. (2010). Human parietal cortex structure predicts individual differences in perceptual rivalry. *Current biology*, 20(18), 1626-1630. DOI: 10.1016/j.cub.2010.07.027.
- Kondo, H. M., & Kashino, M. (2007) Neural mechanisms of auditory awareness underlying verbal transformations. *Neuroimage* 36(1), 123-130. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2007.02.024
- Kondo, H. M., Kitagawa, N., Kitamura, M. S., Koizumi, A., Nomura, M., & Kashino, M. (2012). Separability and commonality of auditory and visual bistable perception. *Cerebral Cortex*, 22(8), 1915-1922. DOI: 10.1093/cercor/bhr266
- Miller, S. M., Hansell, N. K., Ngo, T. T., Liu, G. B., Pettigrew, J. D., Martin, N. G., & Wright, M. J. (2010). Genetic contribution to individual variation in binocular rivalry rate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(6), 2664-2668. DOI: 10.1073/pnas.0912149107
- Paulhus, D. L. (1984). Two-component models of socially desirable responding. *Journal of personality and social psychology*, 46(3), 598-609. DOI: 10.1037/0022-3514.46.3.598
- Paulhus, D. L. (1991). Measurement and control of response bias. In . P. Robinson, P. R. Shaver, and L. S. Wrightsman (Eds.) *Measures of Personality and Social Psychological Attitudes* (pp. 17-59), San Diego, CA: Academic Press.
- Pressnitzer, D., & Hupé, J. M. (2006). Temporal dynamics of auditory and visual bistability reveal common principles of perceptual organization. *Current biology*, 16(13), 1351-1357. DOI: 10.1016/j.cub.2006.05.054
- Schwartz, J. L., Grimault, N., Hupé, J. M., Moore, B. C., & Pressnitzer, D. (2012). Multistability in perception: binding sensory modalities, an overview. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*, 367, 896-905. DOI: 10.1098/rstb.2011.0254

Sterzer, P., Kleinschmidt, A., & Rees, G. (2009). The neural bases of multistable perception.

Trends in cognitive sciences, 13(7), 310-318. DOI: 10.1016/j.tics.2009.04.006

van Noorden, L. P. A. S. (1975). *Temporal Coherence in the Perception of Tone Sequences*.

Doctoral dissertation, Technical University Eindhoven.