



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Kognitív Tudományi Tanszék

Pszichológia Doktori Iskola

Vakli Pál

Neural correlates of configural processing in person perception

PhD disszertáció

Tézisfüzet

Témavezető:

Prof. Kovács Gyula

Budapest, 2016

A bemutatott vizsgálatok összefoglalása és a tézispontok

A konfigurális feldolgozás az inger különböző vonásai közötti viszonyok feldolgozását jelenti. A konfigurális feldolgozás alapvető az arcok észlelésében, és újabb eredmények arra engednek következtetni, hogy ez a folyamat a teljes személy észlelésében is fontos szerepet játszik. Mindemellett egy nagy hatású szakirodalmi áttekintésben Maurer, Le Grand és Mondloch (2002) amellett érvelt, hogy a konfigurális feldolgozás nem egységes jelenség, hanem három különálló folyamatra osztható. A disszertáció négy tanulmányt mutat be, melyek a konfigurális feldolgozás idegi korrelátumait vizsgálták emberben, viselkedéses és elektrofiziológiai módszerekkel.

Az úgynevezett elsőrendű térbeli relációk arra az alapvető konfigurációra vonatkoznak, ami minden emberi arcban azonos – az orr fölött található a két szem, alatta pedig a száj helyezkedik el. E tulajdonságok feldolgozása feltehetően az arcok detektálásának és kategorizálásának alapja. Az is jól ismert, hogy az arcok észlelését nemcsak az arcok fizikai tulajdonságai határozzák meg, hanem a korábban látott arcok jellemzői is – vagyis az arcészlelésben vizuális utóhatások figyelhetőek meg (Webster és MacLeod, 2011). Ugyanakkor korábbi vizsgálatok alapján nem egyértelmű, hogy az arcútohatások idegi szubsztrátuma kódolja-e az arc elsőrendű térbeli relációit (például Butler és mtsai, 2008; Watson és Clifford, 2006). Az első tanulmány ezt a kérdést járta körül az arcútohatások vizsgálatával, sematikus arcszerű ingerek segítségével.

Amikor az arc elsőrendű térbeli relációit detektáljuk, az ingert Gestalt-ként dolgozzuk fel – az arcvonásokat egy egységes reprezentációban integráljuk. Ez az úgynevezett holisztikus feldolgozás megnehezíti az egyes arcvonások egymástól függetlenül történő feldolgozását (ennek egy áttekintését lásd: Rossion, 2013). Újabban hasonló hatásokat mutattak az egész személy észlelésében, amit a „holisztikus személyfeldolgozás” bizonyítékeként értelmeztek (Aviezer, Trope és Todorov, 2012). Ez arra utal, hogy az arcvonásokhoz hasonlóan az arc és a különböző testrészek is egy egységes perceptuális reprezentációba integrálódnak. Ennek a folyamatnak az elektrofiziológiai korrelátumai viszont kevésbé ismertek. A második tanulmány ezt a kérdést vizsgálta a különböző arc-kéz konfigurációk által kiváltott eseményfüggő potenciálok elemzése révén.

Míg az elsőrendű térbeli relációk az arc detektálásában játszanak fontos szerepet, az egyedi arcok felismerése feltehetően az arc egyes részei közötti térbeli viszonyok finom különbségein alapul – az úgynevezett másodrendű térbeli relációkon. Korábbi kísérleti eredmények arra engednek következtetni, hogy az egyedi arc-reprezentációk kódolása az N170

eseményfüggő potenciál komponens idői ablakában történik (for a review, see Rossion és Jacques, 2011). Mindazonáltal nem világos, hogy az N170 egyben a másodrendű térbeli relációk kódolását is tükrözi-e. Ez a kérdés állt a harmadik tanulmány középpontjában, mely azt vizsgálta, hogy az N170 érzékeny-e egy olyan képi transzformációra (vertikális nyújtás), ami megváltoztatja az arc másodrendű térbeli relációit.

Újabban a hagyományosnak tekinthető eseményfüggő potenciálok vizsgálata mellett az úgynevezett „steady-state” vizuális kiváltott válaszok elemzése is megjelent az egyedi arcfeldolgozás idegi korrelátumait vizsgáló kutatásokban. Korábbi tanulmányok kimutatták, hogy az arcok által kiváltott steady-state válasz az arc identitásához történő adaptációt tükrözi, mivel a válasz lecsökken ugyanazon arc ismétlése esetén ahhoz képest, amikor különböző identitású arcokat mutatnak be egymás után (Rossion és Boremanse, 2011). Az ismétlési elnyomás alapján azt a következtetést vonták le, hogy a steady-state potenciál az egyedi arcok megkülönböztetésének egy robusztus markere (Rossion és Boremanse, 2011). Ugyanakkor nem világos, hogy ez a hatás elég robusztus-e ahhoz, hogy megjelenjen az arcok dinamikus jellemzőinek változása esetén is, mint például az érzelmi arckifejezés, orientáció és nézőpont. A negyedik tanulmányban azt vizsgáltuk, hogy az egyedi arcok megkülönböztetése, ahogy az a steady-state válaszban tükröződik, független-e ezektől a jellemzőktől.

A disszertáció az alábbi kutatási kérdéseket vizsgálta:

- 1. Kiválthatóak-e magas szintű arcutóhatások olyan ingerekkel, amik nem tartalmaznak valós arcvonásokat, de megőrzik az arc elsőrendű térbeli relációs viszonyait?*
- 2. Mik az arc és más testrészek integrált feldolgozásának elektrofiziológiai korrelátumai?*
- 3. Érzékeny-e az N170 olyan képi transzformációkra, amik megváltoztatják az arcok másodrendű térbeli relációit?*
- 4. Az arc identitásához történő, a steady-state vizuális kiváltott válasz ismétlési elnyomásában megmutató adaptáció invariáns-e az arc változó tulajdonságaira?*

I. tézispont: Az olyan sematikus ingerekhez történő adaptáció, melyek nem tartalmaznak valós arcvonásokat, de megőrzik az arcok elsőrendű térbeli relációs viszonyait, magas szintű arcutóhatásokat indukál.

Az első tanulmányban (Vakli, Németh, Zimmer, Schweinberger és Kovács, 2012) azt vizsgáltuk, hogy kiválthatóak-e magas szintű utóhatások az arcészlelésben sematikus arcszerű adaptáló ingerek segítségével. Ezek az ingerek egy szürke oválisban a szemeknek és a szájnak megfelelő pozíciókban elhelyezett fehér pontokból álltak. Bár e képek egyes részeit nem lehet tipikus emberi arcvonásokként értelmezni, a részek elrendezése megőrzi az emberi arcok alapvető konfigurációját – az elsőrendű térbeli relációs viszonyokat. E képek expandált és kontrahált változatainak tartós nézése az ellenkező irányban befolyásolta a rákövetkező valós emberi arcok torzításának észlelését. Ez az arctorzítás-utóhatás különböző méretű és kontraszt-polaritású adaptáló képek esetén is megjelent, ami a magasabb szintű, nem-retinotopikus feldolgozást végző területek adaptációjára utal. Az adaptáló képek megfordítása viszont eltüntette az utóhatást, az inverzió konfigurális feldolgozásra gyakorolt negatív hatásának megfelelően. Ezek az eredmények arra engednek következtetni, hogy az arcutóhatások idegi szubsztrátuma érzékeny az arcok alapvető konfigurációjára, vagyis kódolja az elsőrendű térbeli relációs viszonyokat.

II. tézispont: A különböző arc-kéz konfigurációk modulálják az eseményfüggő potenciál P2 komponensének amplitúdóját, ami arra utal, hogy a P2 olyan perceptuális mechanizmusok működését tükrözi, melyek a vizuálisan bemutatott testrészek integrált feldolgozásáért felelősek.

A második tanulmányban (Vakli, Németh, Zimmer és Kovács, 2016) az arcok és testrészek integrált feldolgozásának elektrofiziológiai korrelátumait vizsgáltuk különböző arc-kéz konfigurációk által kiváltott eseményfüggő potenciálok elemzése révén. Az eredmények a P2 eseményfüggő potenciál komponens amplitúdójának modulációját mutatták. Amikor a kezek elforgatása egy biológiai szempontból valószínűtlen konfigurációt eredményezett, a P2 amplitúdó csökkenése volt megfigyelhető ahhoz a kondícióhoz képest, amikor az arc és a kezek az eredeti, valós konfigurációjuknak megfelelően kerültek bemutatásra és kiegészültek a könyökízületek helyzetét jelző pontokkal, melyek kihangsúlyozták a testtartást. Ez arra utal, hogy a P2 a különböző testrészek perceptuális integrációját tükrözi, és a holisztikus személyfeldolgozás elektrofiziológiai korrelátuma lehet.

III. tézispont: A másodrendű térbeli relációk megváltoztatása befolyásolja az eseményfüggő potenciál N170 komponensén mért adaptációs hatást.

A harmadik tanulmányban (Vakli, Németh, Zimmer, Schweinberger és Kovács, 2014) azt vizsgáltuk, hogy az eseményfüggő potenciál N170 komponensét befolyásolják-e az arc másodrendű térbeli relációiban bekövetkező változások. Egyrészt egy olyan kontroll inger alkalmaztunk, ami nem tartalmazott alakinformációt, másrészt változatlanul hagyott és vertikálisan megnyújtott arcok képeit használtuk, arra építve, hogy a nyújtás elmozdítja az arcvonásokat. Azt találtuk, hogy a változatlanul hagyott adaptáló arcok tartós nézése a rákövetkező tesztarcok által kiváltott N170 amplitúdójának csökkenését eredményezte, szemben azzal a kondícióval, amiben a résztvevők a kontroll ingerhez adaptálódtak. Ez az N170 komponensen mért adaptációs hatás viszont kisebb mértékű volt függőlegesen nyújtott adaptáló arcok esetén. Ez arra enged következtetni, hogy az N170 olyan arcfeldolgozási folyamatokat tükröz, amik az egyes arcvonások közötti térbeli viszonyok eltéréseit kódolják.

IV. tézispont: Az arc identitásához történő, a steady-state vizuális kiváltott potenciál csökkenésében megmutatkozó neurális adaptáció nagymértékben invariáns az érzelmi arckifejezésre, de érzékeny az arc orientációjára és nézőpontjára.

A negyedik tanulmányban (Vakli, Németh, Zimmer és Kovács, 2014) a résztvevők periodikusan megjelenő arcokat láttak. Az ezzel egyidejű elektroencefalográfiai mérés a steady-state vizuális kiváltott válasz megjelenését mutatta az ingerlési frekvencián. Ugyanannak az arcnak az ismételt megjelenése a steady-state válasz csökkenését eredményezte ahhoz a kondícióhoz képest, amiben különböző identitású arcok egymást követő bemutatása történt, a korábbi eredményeknek megfelelően (Rossion és Boremanse, 2011). Ez a csökkenés annak ellenére jelent meg, hogy az arcok mérete minden egyes bemutatás során változott, ami arra utal, hogy a hatás nem alacsony szintű adaptáció következménye. Hasonló hatás volt megfigyelhető akkor is, amikor az arcok érzelmi arckifejezése változott folyamatosan. Ugyanakkor az arcok orientációjában és nézőpontjában bekövetkező változások megszüntették a hatást. Ez alapján kevésbé valószínű, hogy a mögöttes folyamatok az arc identitásának absztrakt, háromdimenziós reprezentációjában játszanak szerepet. A steady-state válasz feltehetően olyan kérgi területek aktivitását tükrözi, amik az egyedi arcokat egy köztes absztrakciós szinten reprezentálják.

Diszkusszió

Az a megfigyelés, hogy sematikus arcszerű ingerek tartós nézése befolyásolja a valódi emberi arcok észlelését, arra utal, hogy elsőrendű térbeli relációs viszonyokra érzékeny kérgi területek adaptációja jelentősen hozzájárul a magas szintű arcutóhatásokhoz. Ezek a kérgi területek magukban foglalhatják az ún. fusiform arcterületet, melyről kimutatták, hogy érzékeny az arcvonások helyzetének véletlenszerű megváltoztatására, mely eltorzítja az elsőrendű térbeli relációs viszonyokat (Liu, Harris és Kanwisher, 2010). Mivel az expandált és kontrahált adaptáló ingerek az egyes részek közötti távolságokban különböztek egymástól, ezek az eredmények arra is engednek következtetni, hogy az arcutóhatások idegi szubsztrátuma az arcvonások térbeli viszonyainak finom különbségeit is kódolja – vagyis érzékeny a másodrendű térbeli relációkra. Eredményeink azt is mutatják, hogy e tulajdonságok kódolása feltehetően az N170 komponens idői ablakában történik – az N170-en mért adaptációs hatást befolyásolta az arcvonásokat elmozdító vertikális nyújtás. Ez összhangban van azokkal a korábbi kutatási eredményekkel, melyek szerint az N170 az egyedi arcprezentációk kódolását végzi (Rossion és Jacques, 2011). Ezzel szemben a későbbi P2 komponens olyan konfigurális feldolgozási mechanizmusok működését tükrözheti, amik nemcsak az arcészlelésben, hanem az arc és más testrészek integrált feldolgozásában is szerepet játszanak. Erre utal az a megfigyelés, hogy a különböző arc-kéz konfigurációk modulálják a P2 komponens amplitúdóját.

Az arcészlelés folyamatait a hagyományosnak tekinthető eseményfüggő potenciál módszer mellett az arcok periodikus bemutatásával kiváltott steady-state potenciálok elemzése révén is vizsgáltuk. Egyrészt az az eredmény, hogy a steady-state potenciál az arc identitásához történő adaptációt mutat az arc méretének és érzelmi arckifejezésének változásai ellenére, a magasabb szintű feldolgozási folyamatok érintettségére utal. Másrészt az orientációra és nézőpontra való érzékenység alapján kevésbé valószínű, hogy a mögöttes idegi folyamatok az arc identitásának absztrakt, háromdimenziós modelljét kódolják. Ehelyett valószínűsíthető, hogy az arcok által kiváltott steady-state válasz olyan arcprezentációt tükröz, ami specifikus az arc síkbeli és térbeli irányultságára. Ezek az eredmények összhangban vannak egy olyan feldolgozási kerettel, melyben az invariancia az arc dinamikusan változó tulajdonságaira

fokozatosan jelenik meg az arcok idegi reprezentációjában a ventrális okcipito-temporális kéreg mentén (Freiwald és Tsao, 2010).

A tézispontokhoz csatolt publikációk:

1. Vakli, P., Németh, K., Zimmer, M., Schweinberger, S. R., & Kovács, G. (2012). Face distortion aftereffects evoked by featureless first-order stimulus configurations. *Frontiers in Psychology, 3*, 566. doi:10.3389/fpsyg.2012.00566
2. Vakli, P., Németh, K., Zimmer, M., & Kovács, G. (2016). The electrophysiological correlates of integrated face and body-part perception. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1-12*. doi:10.1080/17470218.2015.1127981
3. Vakli, P., Németh, K., Zimmer, M., Schweinberger, S. R., & Kovács, G. (2014). Altering second-order configurations reduces the adaptation effects on early face-sensitive event-related potential components. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 426. doi:10.3389/fnhum.2014.00426
4. Vakli, P., Németh, K., Zimmer, M., & Kovács, G. (2014). The face evoked steady-state visual potentials are sensitive to the orientation, viewpoint, expression and configuration of the stimuli. *International Journal of Psychophysiology, 94*, 336-350. doi:10.1016/j.ijpsycho.2014.10.008

Hivatkozások

Aviezer, H., Trope, Y., & Todorov, A. (2012). Holistic person processing: faces with bodies tell the whole story. *Journal of Personality and Social Psychology, 103*, 20-37.

Butler, A., Oruc, I., Fox, C. J., & Barton, J. J. (2008). Factors contributing to the adaptation aftereffects of facial expression. *Brain Research, 1191*, 116-126.

Freiwald, W. A., & Tsao, D. Y. (2010). Functional compartmentalization and viewpoint generalization within the macaque face-processing system. *Science, 330*, 845-851.

Liu, J., Harris, A., & Kanwisher, N. (2010). Perception of face parts and face configurations: an fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience, 22*, 203-211.

- Maurer, D., Le Grand, R., & Mondloch, C. J. (2002). The many faces of configural processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 255-260.
- Rossion, B. (2013). The composite face illusion: A whole window into our understanding of holistic face perception. *Visual Cognition*, 21, 139-253.
- Rossion, B., & Boremanse, A. (2011). Robust sensitivity to facial identity in the right human occipito-temporal cortex as revealed by steady-state visual-evoked potentials. *Journal of Vision*, 11, 1-21.
- Rossion B., & Jacques, C. (2011). The N170: understanding the time-course of face perception in the human brain. In S. J. Luck & E. S. Kappenman (Eds.), *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components* (pp. 115-142). New York: Oxford University Press.
- Watson, T. L., & Clifford, C. W. (2006). Orientation dependence of the orientation-contingent face aftereffect. *Vision Research*, 46, 3422-3429.
- Webster, M. A., & MacLeod, D. I. (2011). Visual adaptation and face perception. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366, 1702-1725.