

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

Biológiai Doktori Iskola

Kiben bízhatunk? Komplex szociális arckifejezések felismerésének vizsgálata kognitív neuropszichológiai módszerekkel

PhD értekezés

Kovács-Bálint Zsófia

Témavezető:

Dr. Hernádi István

egyetemi docens

PÉCS, 2013.

BEVEZETÉS

Társas kapcsolataink jellemzői a kölcsönösség és az együttműködés, ezek a folyamatok azonban nemcsak rokonainkra, hanem idegenekre is irányulhatnak. A reciprok altruizmus idegenek között alakul ki, a kölcsönösség megtérülésének reményében; akkor jön létre, ha általa saját genetikai fitness-ünket növelni tudjuk (nyereséges), illetve, ha biztosítottnak látjuk a segítség megtérülését. Ennek érdekében igyekszünk kiszűrni környezetünkben a csalókat, azokat a személyeket, akik látszólag hajlanak a kölcsönösségre, valójában azonban nem fogják megtéríteni segítségünket, ezzel növelve saját nyereségüket. Egyes kutatók szerint ún. „csalódetektor” modullal rendelkezünk, melynek segítségével nemcsak felismerjük a csalókat, hanem el is kerüljük a veszteséggel járó szociális csere helyzeteket.

A csalók felismerésének képességével már a 80-as évektől kezdve foglalkoznak a kutatók, a 90-es években pedig megindultak a csalókra jellemző arckifejezéssel kapcsolatos vizsgálatok. Ezek a vizsgálatok bizonyították, hogy a csalók arcára jobban emlékezünk, mint az együttműködő partnerekére; illetve, hogy a csalás pillanatában készült arcképekről könnyebben megállapítható az egyén csaló intenciója, mint egy utólag elkészített képről. Ezen vizsgálatok alapján tehát feltételezhető, hogy egy társas csere szituációban, amikor a résztvevőnek el kell döntenie, hogy becsapja-e a partnerét, akkor a döntés során olyan erős érzelmeket élhet át, amelyeket nem tud elrejtteni, így egyértelműen megjelenik az arcán a csalás intenciója.

Az ilyen, ún. „komplex szociális arckifejezések” (pl.: csalás, kooperálás) időbeli feldolgozásáról, valamint az információ feldolgozásáért felelős kérgi struktúrákról azonban keveset tudunk.

CÉLKITŰZÉSEK

A korábbi irodalmi adatokkal összhangban feltételeztük a csalófelismerés képességét, és hogy a csalás pillanatában megjelenő arckifejezésből következtetni lehet az adott személy szándékára. Ennek megfelelően célunk volt, hogy:

1. Létrehozunk egy olyan standard arc-adatbázist, amely valódi csaló és kooperáló arcképeket tartalmaz, és amelyet vizsgálat-sorozatunk későbbi fázisaiban alkalmazhatunk.
2. Az adatbázis képein az arcizmok feszülési állapotának leírásával meghatározzuk a csalás/kooperálás pillanatában megjelenő, eddig ismeretlen komplex arckifejezés fő jellemzőit.
3. Feltárjuk az esetleges nemi különbségeket a komplex szociális arckifejezések felismerésében.
4. Elektrofiziológiai módszerekkel (elektroencefalográfia, EEG) meghatározzuk, hogy a csaló és a kooperáló arckifejezések az ismert automatikus arcfeldolgozási folyamatok mely fázisában kódolódnak.
5. Az ún. „csalódetektor” illetve „kooperáló-detektor” agyi modulok létezésének kísérletes igazolására funkcionális képalkotó eljárás (fMRI) segítségével feltérképezzük a csaló/kooperáló arckifejezés feldolgozásáért felelős agykérgi struktúrákat.
6. Vizuális eltérési negativitás (vMMN) paradigmában igazoljuk, hogy a megbízhatóságot/megbízhatatlanságot tükröző arcvonások feldolgozása is automatikusan, explicit figyelmi bevonódás nélkül zajlik.

*A CSALÁS ARCKIFEJEZÉSÉNEK ÉS FELISMERÉSÉNEK VIZSGÁLATA MAGATARTÁSI
PARADIGMÁKBAN*

Arc-adatbázis létrehozása és validálása

Módszerek

A vizsgálatainkhoz szükséges arcképek elkészítésére első lépésként kidolgoztunk egy számítógépes fogolydilemma játékot. A vizsgálatra 116 egyetemista [90 nő (34 csaló, 56 kooperáló), és 26 férfi (11 csaló, 15 kooperáló)] jelentkezett. A vizsgálat során két történetbe kellett beleképzelniük magukat: először egy semleges történetet olvastak a kijelzőn (vásárolnának-e vombatot házi kedvencnek), majd egy börtönbüntetéssel járó fogolydilemma történetet (prisoners' dilemma game, PDG; félresikerült rablást követően együttműködnének-e elkövető társukkal, vagy becsapnák-e a saját büntetésük mérséklése érdekében). A résztvevők mindkét szituációban kattintással választhattak két lehetséges kimenetel közül. A számítógépes programnak köszönhetően minden személyről mindkét szituációban a választást követő 100 ms-on belül fénykép készült.

Eredmények

A fogolydilemma játék során kapott 116 arckép-pár közül kiválasztottuk azt a 67-et, amelyeken nem látszódott semmilyen figyelemfelkeltő jegy (pl. belógó haj, szemüveg, anyajegy, stb.), mert az a későbbi feladatokban befolyásolta volna a felismerést/felidézést. Az így kapott kooperáló arcképek (n=36, ebből 27 nő) átlag (\pm SE) életkora 21.27 (\pm 0.36) év, a csalóké (n=31, ebből 21 nő) 21.51 (\pm 0.44) év volt. Ezután a képeket standardizáltuk: az arcokat kijelöltük egy ellipszissel, majd az ezen kívül eső részeket fekete háttérrel maszkoltuk. Ezt követően az egyes képek luminancia és kontraszt értékeit az átlaghoz igazítottuk, majd egy pixel-alapú képanalízis segítségével ellenőriztük, hogy a csaló- és kooperáló képek nem különböznek-e egymástól.

Csaló- és kooperáló-felismerési vizsgálatok

Módszerek

Hatvankét egyetemista (33 nő, átlag életkor 22.05 ± 0.45 év) jelentkezett önként pontozónak. A résztvevőknek a 67 standardizált képet egy 11-fokú intenzitást mérő Likert skálán kellett pontozniuk az alapján, hogy a képen látható személy mennyire látszik csalónak (-1 - -5), kooperálónak (1 - 5), vagy egyiknek sem, azaz nem eldönthető (0).

Eredmények

A 36 kooperálót ábrázoló képből a pontozók 17-et (47.2%) soroltak a helyes (kooperáló) kategóriába (ebből 16 nő, a képek átlagos pontszáma: 1.26 ± 0.3), a 31 csaló képből pedig 18-at (58.1%, ebből 9 nő, átlagos pontszámuk: -0.91 ± 0.14). A továbbiakban ezekkel a helyesen kategorizált arcokkal ($n=35$) dolgoztunk, és megállapítottuk, hogy:

1. a helyesen kategorizált csaló- és kooperáló arcképek átlag pontszámai eltérnek egymástól;
2. az adatbázis képeit nem értékelték statisztikailag különbözően a pontozók a csaló-kooperáló dimenzió mentén;
3. a férfi pontozók torzították ítéletüket a kooperáló kategória irányába (vagyis hajlamosak voltak minden arcot kooperálóbbnak tekinteni)
4. a nők a férfi pontozókhöz képest magasabb (magabiztosabb) pontszámokat adtak a csaló képekre.

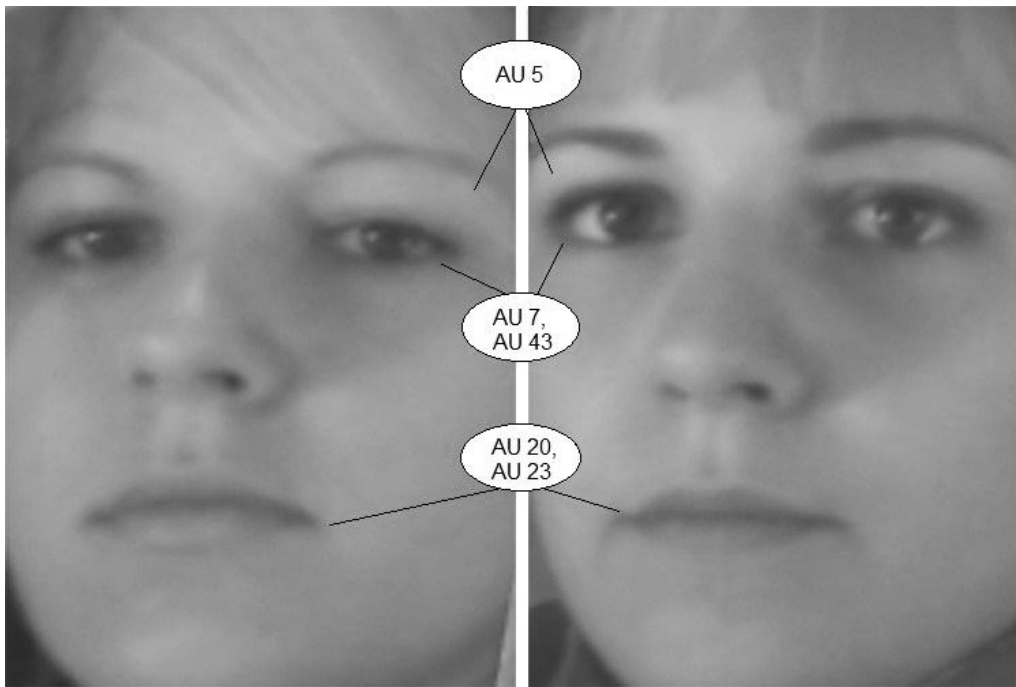
Csaló és kooperáló arckifejezések mikromimikai vizsgálata

Módszerek

Elméletünk teszteléséhez felkértünk három független (naiv) személyt, akik összehasonlították az adatbázisunk 67 arckép-párját az Ekman és Friesen (1976) által kidolgozott FACS arckódoló rendszer módosított változata alapján. A rendszer lényege, hogy a kódolók minden egyes arcizom tónusának változását lepontozzák (-1 - -5: az izom lazul, 1 - 5: az izom feszül, 0: nincs változás), összehasonlítva egy pillanatnyi arckifejezést (jelen esetben a csalás vagy kooperálás pillanatában megjelenő arckifejezést) ugyanazon személy semleges arckifejezésével. Kódolóink az arcképeket egymástól függetlenül értékelték 27 arcesemény (AU) mentén, ami egy-egy adott izom, vagy izomcsoport mozgását jelöli.

Eredmények

A kooperáló és csaló arcok mikromimikájának analizésével kimutattuk, hogy a csalók ajkai feszítettebbek a kooperálókéhoz képest; valamint erőteljes különbség mutatkozott a kooperáló és csaló arcok szem környéki izmainak feszülését illetően is. Utóbbi különbségek arra utalnak, hogy a kooperáló személyek nagyobbra nyitják a szemüket, míg a csalók inkább szűkítik, zárják azt (1. ábra).



1. ábra. Tipikus csaló (balra) és kooperáló (jobbra) arckifejezés.

A PDG résztvevőinek anonimitása érdekében a fenti arcképeket több résztvevő arcából átlagoltuk össze. A szövegbuborékok jelzik a FACS alapján eltérőnek mutató AU-k körülbelüli pozícióját.

*A CSALÓ ÉS KOOPERÁLÓ ARCKIFEJZÉSEK IDŐBELI FELDOLGOZÁSÁNAK
VIZSGÁLATA ESEMÉNYFÜGGŐ POTENCIÁLOK ELEMZÉSÉVEL*

Módszerek

Vizsgálatunkban 22 fő adatait elemeztük (11 nő, átlag életkor: 21.86 ± 0.56 év). A résztvevők összesen 36 különböző identitású arcképet (12 kooperáló, 12 csaló és 12 semleges arc, a saját adatbázisunkból) és 12 különböző házról készült képet láttak ingerként, melyek mindegyikét kilencszer mutattuk be egy vizsgálati ülésben, egymástól időben elkülönülő blokkokban. A vizsgálati személyek azt a feladatot kapták, hogy nyomjanak gombot a monitor közepén random időpontokban pirossá változó fixációs keresztre, és kép ingerre is.

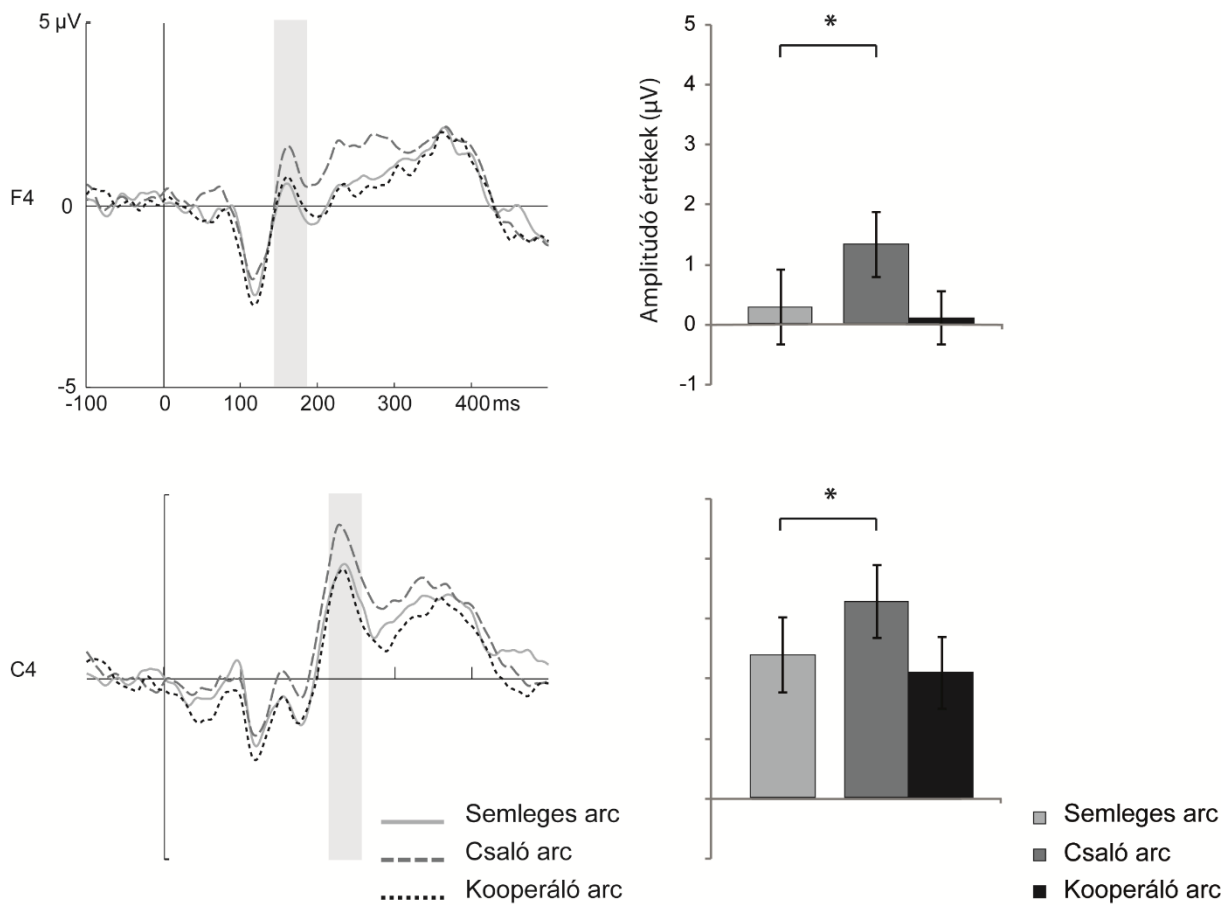
A vizsgálat során 13 csatornán (F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, O2, T3, T4) vezettünk el elektromos jelet a hajás fejbőrrel, Ag/AgCl elektródok segítségével (a nemzetközi 10-20-as rendszer alapján). Minden elektródon $4 \text{ k}\Omega$ alatt tartottuk az impedanciát. Az analóg EEG jelet folyamatosan rögzítettük a 0.16 – 150 Hz közötti tartományban. A mintavételezési frekvenciát 1000 Hz-re állítottuk be, a digitalizálást egy 16 bit-es A/D konverter segítségével végeztük el (Power1401, CED, Cambridge, UK). Az így kapott EEG jelet off-line szűrtük a 0.5-30 Hz-es tartományra, és ezután elemeztük az eseményfüggő potenciálokat (EP-eket). Az EEG adatokat Matlab (MathWorks, Natick, MA) programozói környezetben, EEGLAB toolbox segítségével analizáltuk.

Eredmények

Arcfelismeréshez kötődő EP-k

1. A P1-es EP komponens elemzésekor nem találtunk különbséget a kooperáló, csaló és semleges arcok által kiváltott amplitúdó csúcsok között.
2. Az N170-es komponens elemzése kimutatta, hogy a kooperáló arcok negatívabb N170 komponenszt váltottak ki a semleges arcokhoz képest a jobb féltekén, ami arra utal, hogy a kooperáló arckifejezés feldolgozása az arc strukturális vonásainak kódolásával párhuzamosan megy végbe.
3. Kimutattuk továbbá, hogy a csaló arcok nagyobb amplitúdójú P2-es komponenszt váltottak ki a semleges arcoknál mindkét kérgi félteke fölött (a legkifejezettebb különbség az F4 és C4 elektródokon mutatkozott, 2. ábra), ami arra enged

következtetni, hogy a csaló arc kifejezés feldolgozása szintén nagyon gyors, automatikus, nagyjából az inger bemutatás után 200 ms-mal következik be.



2. ábra. A csaló, kooperáló és semleges arcok által kiváltott EP-k amplitúdó értékei.

A csaló arcok nagyobb amplitúdójú P2-es EP-t váltanak ki a semleges arcokhoz képest az F4 és C4 elektródokon. *: $p < 0.01$

Különbségi hullámok analízise

Mind a csaló, mind a kooperáló arcok által kiváltott EEG jelekből kivontuk a semleges arcok által kiváltott EEG jeleket; az így kapott (normalizált) különbségi hullámok átlag-amplitúdóinak elemzésekor szignifikáns különbséget találtunk a két hullám között a P2-es csúcsmplitúdót befoglaló ± 20 ms-os időablakban. Analízisünk kimutatta, hogy a normált csaló arcok nagyobb amplitúdó értékeket váltottak ki, mint a normált kooperáló arcok a C4, P4 és O2 elektródokon.

*A CSALÓ ÉS KOOPERÁLÓ ARCKIFEJZÉSEK FELISMERÉSÉRT FELELŐS KÉRGI
STRUKTÚRÁK VIZSGÁLATA FMRI SEGÍTSÉGÉVEL*

Módszerek

Összesen 29 egyetemista (ebből 15 nő, átlagos életkoruk 24 ± 0.43 év) vett részt a vizsgálatokban, akik mind jobbkezesek voltak.

A vizsgálat során összesen 40 különböző identitású arcképet mutattunk be a résztvevőknek, esemény-kiváltott paradigmában, két blokkban, a következő módon: A mérési blokkok első fázisában (kontroll fázis) a 8 semleges arcot, illetve a 8 házat mutattuk be, a második fázisban (felismerési fázis) a 16 kooperáló és 16 csaló arcképet. Az egyik mérési blokkban a vizsgálati személyek feladata a felismerési fázisban bemutatott képek közül a csalók, míg a másik blokkban a kooperálók kiválasztása volt. Tizennégy résztvevő a kooperáló blokkal, míg 15 fő a csaló blokkal kezdett.

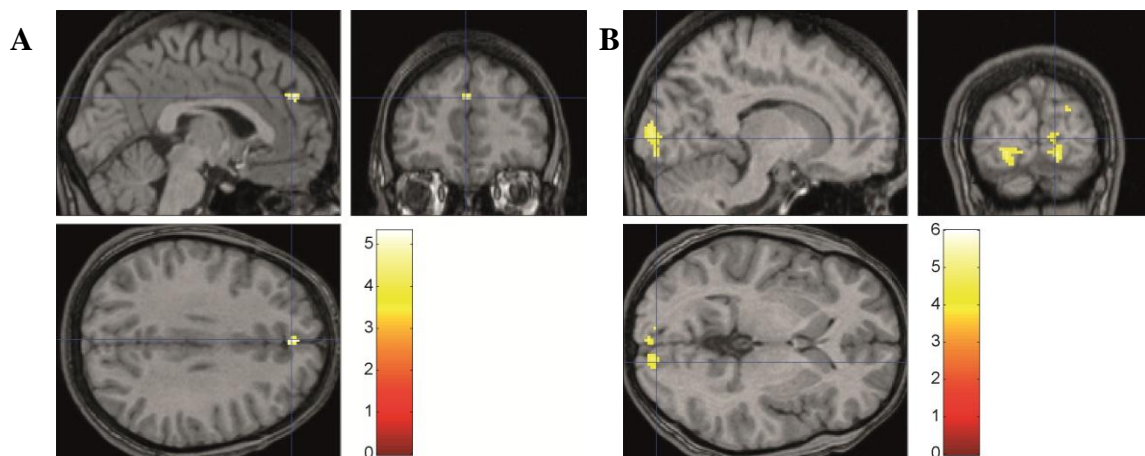
Vizsgálatunkhoz a Pécsi Diagnosztikai Központ 3T Siemens MAGNETOM TrioTim MRI készülékét használtuk, a következő beállításokkal: TR/TE = 2000/36 ms, flip angle = 76° , szeletvastagság = 4 mm, szeletszám = 23.

A kiértékelés az adatfelvételeket követően (off-line) történt, Matlab (MathWorks, Natick, MA) SPM5 toolbox (Wellcome Department of Cognitive Neurology, London, UK) segítségével. A csaló arc > semleges arc, illetve kooperáló arc > semleges arc kontrasztok második szintű csoportanalíziséhez páros t-próbát alkalmaztunk.

Eredmények

A csaló arc > semleges arc kontraszt elemzése során azt találtuk, hogy a csaló arcok nagyobb aktivációt váltottak ki a bal oldali gyrus frontalis medialis területén (BA 9, 3. ábra), a bal oldali cuneus-ban (BA 17), valamint a bal oldali gyrus parahippocampalis területén (BA19).

A kooperáló arcok a semleges arcoknál nagyobb aktivációt indukáltak a bal oldali gyrus fusiformis-ban (BA 37), valamint mindkét oldalon az occipitalis látókérgi területeken (BA17, 18, 19) (3. ábra).



3. ábra. A komplex szociális arckifejezések látványára aktiválódott kérgi területek.

A: A csaló arcok a semleges arcoknál nagyobb haemodinamikai választ váltottak ki frontálisan, a bal BA9-es area-ban. **B:** A kooperáló arcok a semleges arcoknál nagyobb haemodinamikai választ váltottak ki occipitalisan mindkét oldalon, a Brodmann 17, 18, 19-es area-kban. (Az aktiváció mértékét mindkét esetben a színes folt jelöli, $p < .001$.)

*A MEGBÍZHATÓSÁGOT/MEGBÍZHATATLANSÁGOT TÜKRÖZŐ ARCVONÁSOK KÉRGI
FELDOLGOZÁSÁNAK VIZSGÁLATA ELTÉRÉSI NEGATIVITÁS PARADIGMÁBAN*

Módszerek

Vizsgálatunk során 15 önkéntes EEG adatait elemeztük (ebből 10 nő, átlagos életkoruk 21.27 ± 0.91 év). Összesen 40 számítógép által generált arcot használtunk ingeranyagként (20 megbízható- és 20 megbízhatatlan arcot, mind különböző identitással), amelyekből 2x2-es tablókát (a továbbiakban: inger) készítettünk. Minden inger 4 megbízható vagy 4 megbízhatatlan arcból (2 férfi és 2 női arckép, különböző pozícióban) állt, az arcokat a látótér perifériás részén mutattuk be. Összesen 2000 ingert mutattunk a résztvevőknek kakukktojás paradigmában, két külön blokkban (1000 inger/blokk). Az egyik blokkban a gyakori ingert (standard inger, $P=0.9$) a megbízható arcok alkották, a ritka ingert (deviáns inger, $P=0.1$) pedig a megbízhatatlan arcok. A másik blokkban a megbízható és megbízhatatlan arcok bemutatási arányát megfordítottuk. A két blokk bemutatási sorrendjét randomizáltuk a résztvevők között, akiknek a feladata a monitor közepén látható fixációs kereszt elfordulásának detektálása volt, a háttérben megjelenő arcképek figyelmen kívül hagyásával.

Az EEG felvétel során ugyanazt a 16 csatornás Medicor EEG készüléket használtuk, és ugyanazokat a beállításokat alkalmaztuk, amit az első EEG vizsgálat során. Az azonos

ingertípuson belül (megbízható/megbízhatatlan) a deviáns ingerek által kiváltott agyi válaszokból kivontuk a standard ingerek által kiváltott agyi válaszokat, így két különbségi (MMN) hullámot kaptunk; egyet a megbízható-, és egyet a megbízhatatlan arcokra. Elemzésünk során ennek a két MMN csúcsnak az átlag amplitúdó értékeit vizsgáltunk a 115-135 és a 225-245 ms-os időablakokban, 6 elektródon (F3, F4, C3, C4, O1 és O2).

Eredmények

A korai időablakban a megbízható MMN hullám analízisének nem találtunk szignifikáns különbséget. A megbízhatatlan arcok azonban kiváltották a klasszikus MMN választ, ami a bal oldalon, illetve a hátsó (posterior) elektródokon volt kifejezettebb. Az ingerbemutatás gyakoriságának hatásvizsgálata kimutatta, hogy a korai időablakban a megbízhatatlan arcokra kimutatott szignifikáns MMN válasz annak köszönhető, hogy a ritka megbízhatatlan arcok negatívabb amplitúdó értékeket váltanak ki a ritka megbízható arcoknál a posterior (O1 és O2) elektródokon.

A későbbi időablak elemzése szintén azt mutatta, hogy a megbízható arcokra nem, csak a megbízhatatlan arcokra váltható ki szignifikáns MMN válasz. Ebben az időablakban a különbség mindkét kérgi félteke fölött erőteljes volt, illetve a posterior elektródokon volt kifejezettebb. Ebben az időablakban a szignifikáns MMN válasz háttérében a standard megbízható és standard megbízhatatlan arcok által kiváltott eltérő kérgi potenciál állt, ami a két arctípushoz való eltérő adaptációra utal.

ÖSSZEFOGLALÁS

A komplex szociális arckifejezésének pontos meghatározására, illetve az általuk kiváltott agykérgi válaszok megismerésére magatartási- és neurofiziológiai (EEG és fMRI) vizsgálatokat végeztünk. Feltételeztük, hogy 1) a csalás egy olyan pillanatnyi döntés, amelyhez erős érzelmek társulnak, és ami ezáltal megjelenik az arcon, mint leplezhetetlen komplex szociális arckifejezés; 2) a kooperálásra – mint egy természetes döntési kategóriára – pedig ezen arckifejezés hiányából következtethetünk.

Első feladatunk egy csalás, illetve kooperálás pillanatában készült arcképeket tartalmazó **standard adatbázis létrehozása** volt, amelyet felhasználhattunk a későbbi EEG és fMRI vizsgálataink során.

A következőkben az arckifejezés-felismerési képességet vizsgáltuk a csalódetekció-elmélet tükrében. Magatartás vizsgálatunk eredményei bizonyították, hogy **a női megfigyelők magabiztosabban felismerik a csaló arcokat, mint a férfiak**; valamint hogy **a férfiak hajlamosak mind a férfi-, mind a női arcokat kooperálóbbként azonosítani**, ezzel egyfajta pozitív irányba torzítva ítéleteiket. Továbbá, a tudományos kutatásokban gyakran használt ún. arckódoló rendszer (FACS) használatával kimutattuk, hogy **a csaló arckifejezésre az összezárt, összehúzott szem, és a feszített ajkak; míg a kooperáló arckifejezésre ennek ellenkezője jellemző** (tágra nyitott szemek, megemelt külső szemöldök, lazán zárt ajkak).

Ezt követően, a csaló- és kooperáló arckifejezések látványára aktiválódott kérgi területek vizsgálatára EEG és fMRI vizsgálatot végeztünk, mindkettőt esemény-kiváltott paradigmában. EEG vizsgálatunk során kimutattuk, hogy **a kooperáló arckifejezés feldolgozása az arc információ strukturális feldolgozásával párhuzamosan zajlik, nagyobb aktivitást mutatva a jobb kérgi féltekén**; valamint hogy **a csaló arckifejezés feldolgozása rendkívül gyorsan, körülbelül az arc bemutatását követően 200 ms-mal megtörténik**, rögtön az arc strukturális kódolását követően. A csaló-semleges arckifejezések feldolgozási különbsége, amelyet a P2-es EP megjelenése bizonyított a frontális elektródokon, **a csaló arcok figyelemfelkeltőbb hatására utalhat**.

Funkcionális MRI vizsgálatunk eredményei alapján kijelenthetjük, hogy **a kooperáló arckifejezések látványára az occipitális arcterület (OFA) és a fusiform arcterület (FFA); a csaló arckifejezések látványára pedig a praefrontális kéreg (PFC) aktiválódik nagyobb mértékben a semleges arcokhoz viszonyítva**. Eredményeink arra engednek következtetni, hogy a kooperáló arcok esetében a nagyobb mértékben aktiválódó OFA és az FFA (amely

területek az arcfeldolgozás magasabb szintű központjai) a kooperáló arckifejezés természetes perceptuális kategóriaként történő feldolgozására utal, amely iránt nagyobb preferenciát mutatunk. Ezzel ellentétben a PFC - melynek kiemelt szerepe ismert a szociálisan releváns információk észlelésében - top-down figyelmi szabályozó központként nagyobb mértékű figyelmet irányít a csaló arcokra.

Fenti eredmények tükrében az ún. „agyi kooperáló-detektor modul” feltételezése helyénvalónak tűnik, amelyet a vMMN vizsgálatunk eredményei is alátámasztanak. A vizuális MMN paradigma segítségével kimutattuk, hogy **a megbízhatóságot tükröző arcvonásokra automatikus elvárást tudunk kialakítani**, ám megbízhatatlan arcok esetén ilyen elvárás nem alakítható ki. A vizsgálatok eredményeiből arra következtettünk, hogy **a csaló/megbízhatatlan arcok észlelése tulajdonképpen annak köszönhető, hogy a „természetesség” hiánya felébreszti a figyelmi rendszerünket.**

Összességében tehát elmondhatjuk, hogy eredményeink elsőként bizonyítják a csalás és kooperálás pillanatában az arcon megjelenő, semlegestől eltérő mikromimikai változásokat, valamint hogy a csaló és kooperáló arckifejezések, mint komplex szociális arckifejezések kérgi feldolgozása rendkívül gyorsan végbemegy többek közt az OFA, az FFA és a PFC kérgi területek működésének köszönhetően.

Független kutatócsoportok vizsgálatai bizonyították, hogy az érzelmi arckifejezések korán, nagyjából 100 ms-on belül egy automatikus benyomást alakítanak ki a megfigyelőben (feltehetően a limbikusági területek, pl. amygdala, cinguláris kéreg, stb. aktivációjának köszönhetően); míg jelen vizsgálataink eredményei azt sugallják, hogy a komplex szociális arckifejezések, mint például a csaló/kooperáló arckifejezések feldolgozása valamivel lassabban, a strukturális arcjellegzetességek, valamint az alapérzelmek feldolgozását követően megy végbe (nagyobb kérgi bevonódást, illetve frontális lebenyi kontrollt feltételezve). Fenti eredmények és elméletek alapján időszerű lehet az arcfeldolgozás kognitív modelljének (Bruce és Young, 1986) kibővítése; az arcfelismerés „szocio-kognitív elmélete” így modellezné a szociálisan releváns arcvonások, illetve a komplex szociális arckifejezések időbeli feldolgozását is.

Az eljárás témakörében készült publikációk

Referált közlemények (cikkek):

1. **Kovács-Bálint, Zs.,** Bereczkei, T., Hernádi, I. 2012: The telltale face: Possible mechanisms behind defector and cooperator recognition revealed by emotional facial expression metrics. *Brit J Psychol*, e-pub: 21.11.2012, DOI: 10.1111/bjop.12007. **IF: 2,103**
2. **Kovács-Bálint, Zs.,** Stefanics, G., Trunk, A., Hernádi, I. 2014: Automatic detection of trustworthiness of the face: a visual mismatch negativity study. *Acta Biol Hun*, 65(1), In press. **IF: 0,504**
3. **Kovács-Bálint, Zs.,** Hernádi I. 2013: The time course of face perception in the human brain. From structural coding to social cognition. *Acta Neurob Exp*, Under revision.

Nem referált konferencia előadások, absztraktok:

1. **Kovács-Bálint, Zs.,** Stefanics, G., Hernádi, I. 2009: A csalódetekció fiziológiai hátterének humán vizsgálata. Szóbeli előadás: Biológus Doktoranduszok Konferenciája, Pécs.
2. **Kovács-Bálint, Zs.,** Pachner, O., Stefanics, G., Hernádi, I. 2009: Psychophysiological background of cheater detection. Poster presentation: 73rd Meeting of the Hungarian Physiological Society. *Acta Physiol Hun*, 97(1), 118.
3. **Kovács-Bálint, Zs.,** Stefanics, G., Trunk, A., Hernádi, I. 2010: Subconscious recognition of cheater faces in a visual discrimination task. Poster presentation: IBRO International Workshop. *Front Neurosci*, Doi: 10.3389/conf.fnins.2010.10.00163
4. **Kovács-Bálint, Zs.,** Trunk, A., Stefanics, G., Hernádi, I. 2010: Behavioral correlates of cheater detection in humans. Poster presentation: 7th FENS, Amsterdam.
5. **Kovács-Bálint, Zs.,** Trunk, A., Stefanics, G., Hernádi, I. 2011: Evidence for automatic cheater detection as indexed by event related brain potentials. Poster presentation: 13th Conference of the Hungarian Neuroscience Society. *Front Neurosci*, Doi: 10.3389/conf.fnins.2011.84.00166
6. **Kovács-Bálint, Zs.,** Trunk, A., Stefanics, G., Hernádi, I. 2011: Who can we trust? Early visual processing of differential facial expressions related to trustworthiness: An ERP study. Poster presentation: 75th Meeting of the Hungarian Physiological Society. *Acta Physiol Scand*, 202(S684), 47.

7. **Kovács-Bálint, Zs.**, Trunk, A., Stefanics, G., Hernádi, I. 2012a: Early visual processing of socio-economically relevant facial expressions related to deception: An event-related brain potential study. Poster presentation: 8th FENS, Barcelona.
8. **Kovács-Bálint, Zs.**, Trunk, A., Stefanics, G., Hernádi, I. 2012b: Processing of socio-economically relevant facial expressions as revealed by event-related brain potentials. Poster presentation: IBRO International Workshop. Clin Neurosci, 65(1.suppl), 38.
9. **Kovács-Bálint, Zs.**, Deák, A., Papp, P., Perlaki G., Orsi, G., Hernádi, I., Bereczkei, T. 2013: Representation of cooperative intention in the human brain based on facial expression. Poster presentation: 14th Conference of the Hungarian Neuroscience Society. ISBN: 978-963-88224-2-0
10. **Kovács-Bálint, Zs.**, Deák, A., Papp, P., Perlaki G., Orsi, G., Hernádi, I., Bereczkei, T. 2013: Processing facial expressions of cooperation and deception activates different cortical regions: an fMRI study. Poster presentation: 18th Meeting of the European Society of Cognitive Psychology, Budapest.

Az eljárás témakörén kívül készült publikációk

Referált közlemények (cikkek):

1. **Kovács-Bálint, Zs.**, Csathó, Á., László, JF., Juhász, P., Hernádi, I. 2011: Exposure to an inhomogeneous static magnetic field increases thermal pain threshold in healthy human volunteers. Bioelectromagnetics, 32(2), 131-139. **IF: 1,842**
2. Trunk, A., Stefanics, G., Zentai, N., **Kovács-Bálint, Zs.**, Thuróczy, Gy., Hernádi, I. 2013: No effects of a single 3G UMTS mobile phone exposure on spontaneous EEG activity, ERP correlates, and automatic deviance detection. Bioelectromagnetics, 34(1), 31-42. **IF: 2,021**

Nem referált konferencia előadások, absztraktok:

1. **Kovács-Bálint, Zs.**, Csathó, Á., Pachner, O., László, J., Hernádi, I. 2009: Effects of inhomogeneous static magnetic field on human thermal pain threshold. Poster presentation: 12th Meeting of the Hungarian Neuroscience Society. Front Sys Neurosci, Doi: 10.3389/conf.neuro.01.2009.04.233
2. Stefanics, G., Trunk, A., **Kovács-Bálint, Zs.**, Thuróczy, Gy., Hernádi, I. 2010: The effect of thirty-minute 3G mobile phone exposure on auditory evoked potentials and the MMN response. Poster presentation. Int J Psychophysiol, 77(3), 327-328.

3. Trunk, A., Stefanics, G., **Kovács-Bálint, Zs.**, Thuróczy, Gy., Hernádi, I. 2010: The effect of 3G EMF exposure on auditory evoked potentials and automatic deviance detection: an EPR study. Poster presentation: IBRO International Workshop. Front Neurosci, Doi: 10.3389/conf.fnins.2010.10.00171
4. Trunk, A., Stefanics, G., **Kovács-Bálint, Zs.**, Thuróczy, Gy., Hernádi, I. 2010: The effect of a single thirty-minute 3G mobile phone irradiation on auditory evoked potentials. Poster presentation: 7th FENS, Amsterdam.
5. Trunk, A., Stefanics, G., **Kovács-Bálint, Zs.**, Zentai, N., Thuróczy, Gy., Hernádi, I. 2011: The effect of single 30 minute long 3G EMF exposure on auditory evoked potentials, automatic deviance detection and spontaneous EEG. Poster presentation: 13th Conference of the Hungarian Neuroscience Society. Front Neurosci, Doi: 10.3389/conf.fnins.2011.84.00061
6. **Kovács-Bálint, Zs.**, Trunk, A., Stefanics, G., Hernádi, I. 2012: Kísérlettervezés a neuropszichológiában. Szóbeli előadás: “Test és Lélek” – Határterületek a Neuropszichológiában és Pszichoterápiában Konferencia, Pécs.

Egyetemi jegyzet:

1. Hernádi, I., Dénes, V., **Kovács-Bálint, Zs.** 2009: Fiziológiai gyakorlatok és mérések a pszichológiában. Egyetemi elektronikus jegyzet.

Tudomány-metriai adatok

Referált publikációk száma: 4;

Kumulatív hatásmutató (impact factor): 6,5;

Idézések száma: 7 (ebből független: 4)