

**Az átkeretezés mint implicit érzelemszabályozási folyamat vizsgálata:
fMRI-kutatás**

Absztrakt

Az érzelmi működés dinamikus, komplex folyamatok összessége. Az érzelemszabályozás, amely az érzelem kialakulásával szorosan összefonódik, végbemehet nemcsak explicit, tudatos és szándékos módon, de automatikusan, implicit módon is.

Jelen kutatásban kíváncsiak voltunk arra, hogy az implicit átkeretezés, mint érzelemszabályozási stratégia milyen idegrendszeri struktúrák aktivációját hívja elő, valamint milyen mértékben hatékony a negatív érzelmek módosításában szubjektív értékelés alapján.

A vizsgálat során fMRI felvételek készültek miközben a résztvevőknek egy szocioemocionális inger reinterpretációját kellett végrehajtaniuk. A reinterpretáció a képi inger negatív címkéjű változatáról a semlegesre való váltást, átkeretezést jelenti.

Az átkeretezési feladat negatív kondíciójában (negatív címkével ellátott képekre) megnövekedett occipitális, temporális, dorzomediális prefrontális (dmPFC), inferior frontális, hippocampális és parahippocampális aktivációt regisztráltunk.

Eredményeink arra mutatnak, hogy a negatív érzelmek implicit átértékelése már az inger jelenlétében lezajlik a dmPFC működésén keresztül. Értelmezésünkben a dmPFC az érzelmi memóriefolyamatokhoz köthető agyi struktúra, amely a szocioemocionális inger konszolidációját, a konszolidáción keresztül pedig az inger negatív részleteinek jelentőségét csökkenti. A későbbi előhívás során ezentúl prioritizálja a pozitív részletek felidézését, így a memóriefolyamatok több szakaszában megjelenve segíti a hatékony implicit érzelemszabályozást.

Kulcsszavak: implicit érzelemszabályozás, érzelmi átkeretezés, fMRI, dorzomediális prefrontális kéreg

Bevezetés

Az érzelemszabályozás fogalmi keretei

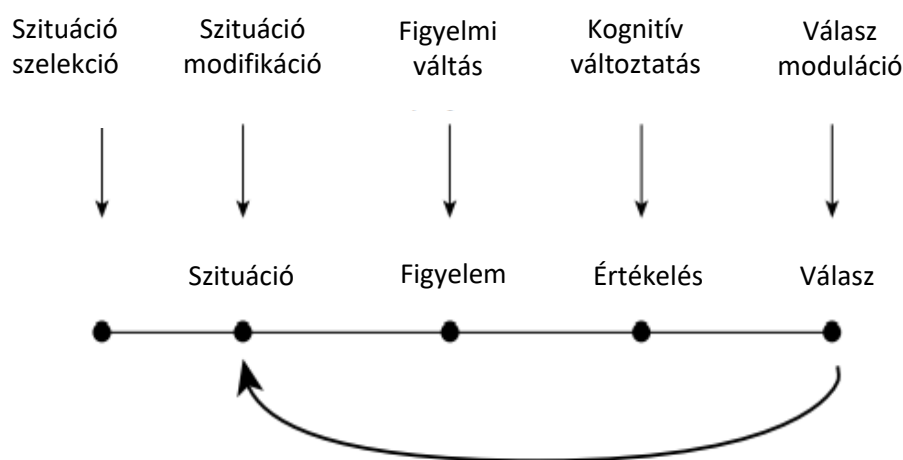
Az érzelmi élet kontrollja, másnéven az érzelemszabályozás egy olyan hatékony, protektív képesség, amely elengedhetetlen a pszichés működés gördülékeny folyamatának fenntartásához és az adaptív megküzdéshez (Oláh, 2005). Az érzelemszabályozás-kutatás kezdetben erősen összefonódott a megküzdés és a stressz kutatásával és elméleti kereteivel (Gross, 1998). Megküzdésnek tekinthető minden olyan kognitív vagy viselkedéses erőfeszítés, amellyel az egyén azokat a külső vagy belső ingereket igyekszik kezelni, amelyeket úgy értékel, hogy azok felülmúlják vagy felemésztik aktuális személyes erőforrásait (Lazarus 1966 in Oláh 2005). Az emóció-reguláció Gross (1998) szerint olyan folyamatokat foglal magában, amelyekkel az egyén befolyásolja hogyan, mikor és milyen érzelmeket él át, valamint miképpen és milyen mértékben fejezi ki azokat. Gross (1998) definíciója értelmében az érzelemszabályozás nem korlátozható a stresszel való megküzdés folyamatára – amelyet az érzelemfókuszú megküzdés lazarus-i fogalmával (Lazarus és Folkman, 1984) azonosít. Az érzelemszabályozás szerinte a mindennapi pozitív és negatív érzelmek regulációja, amely stresszes és nem stresszes szituációkban is történhet (Gross, 1998). Az érzelmek többkomponensű, komplex folyamatok, amelyek viselkedéses-fiziológiai változások és élmények összessége a legkülönbözőbb idői lefutással, látenciával, valenciával és intenzitással (Thompson, 1990 in Gross, 1998). Ennek megfelelően az érzelemszabályozási folyamatok dinamikus folyamatok, amelyek megjelenési formájukban nagymértékben variábilisak, az érzelmek kialakulásának számos pontján megjelenhetnek tudatosan vagy tudattalanul, az egyén kontrolljával (explicit módon) vagy automatikusan (implicit módon) (Gross, 1998).

Gross (2014) érzelemszabályozási folyamatmodelljében az érzelmek kialakulásának különböző pontjait, szakaszait különbözteti meg, amelyhez eltérő szabályozási stratégiákat kapcsol (ld. 1. ábra). Az elmélet szerint az érzelmek kialakulásáig az én végighalad (1) az inger, a szituáció észlelésének folyamatán, amelyet (2) az inger figyelmi fókuszba helyezése és abban való megtartása követ, majd (3) lezajlik az inger értékelése, valamint (4) létrejön a kiértékeléssel koherens fiziológiai, viselkedéses és belső szubjektív válasz. Az érzelemszabályozási stratégiákat tekintve elsőként beszélhetünk a szituáció szelekcióról, amely segítségével az én tudatosan képes megágyazni az érzelmek kialakulásának – például egy megterhelő időszakban a kellemes társaság választása valamilyen magányos tevékenység helyett segíthet a frusztráció eszkalálódásának elkerülésében. A helyzet észleléséhez a szituáció modifikáció stratégiája kötődik, amely a helyzet megváltoztatását jelenti – például egy frusztrációt keltő szituáció,

mint egy nehéz vizsgára készülés negatív érzelmi hatását enyhítheti, ha iszunk egy kávét vagy elmegyünk egy rövid sétára. A figyelem irányítása egy másik erőteljes eszköz az érzelemszabályozás folyamatában – például a figyelmünk elterelése egy negatív helyzetről segíthet a szomorúság vagy a harag érzésének elkerülésében. A szituáció kiértékelésének szakaszához – amely az érzelmegeneráló- és szabályozó folyamatok központi szegmense egyaránt –, a kognitív változtatás stratégiái kötődnek, köztük a perspektíva váltás, pozitív fókuszváltás és a kognitív átkeretezés.

1. ábra

Gross érzelemszabályozási folyamatmodellje



Az átkeretezés a legismertebb és leggyakrabban kutatott explicit érzelmenregulációs stratégia, amely értelmezésünkben azt a folyamatot jelenti, amikor az első negatív jelentéssel felruházott képet követően a személy átvált az előzőtől eltérő, semleges kontextust hívó képre (Deák et al., 2015). Az átkeretezés általánosságban explicit érzelemszabályozási stratégiaként vizsgált, azonban egyes megközelítésekben implicit stratégiaként is értelmezhető (Kensinger et al., 2021; Silvers et al., 2014). A vizsgálat során az átértékelés úgy válhat szándékos és tudatos folyamatná, hogy a kísérleti személy instrukciót kap a stratégia használatára (Hermann et al., 2020; McRae et al., 2021; Moodie et al., 2020; Sandner et al., 2021; Silvers et al., 2014). Amennyiben a vizsgálati személynek instrukció nélkül kell átértékelést végrehajtania egy szocioemocionális feladatban, úgy feltételezhetjük, hogy az átkeretezés mint érzelemszabályozás implicit módon megy végbe. Az implicit szabályozási típusok közé tartozik többek között a félelem-kioltás is, amely a gross-i folyamatmodellben az érzelmi

válasz modulációjához köthető stratégia, amely segítségével az egyén félelemérzetét képes csökkenteni biztonságot jelző ingerek jelenlétében (Jovanovics et al., 2011).

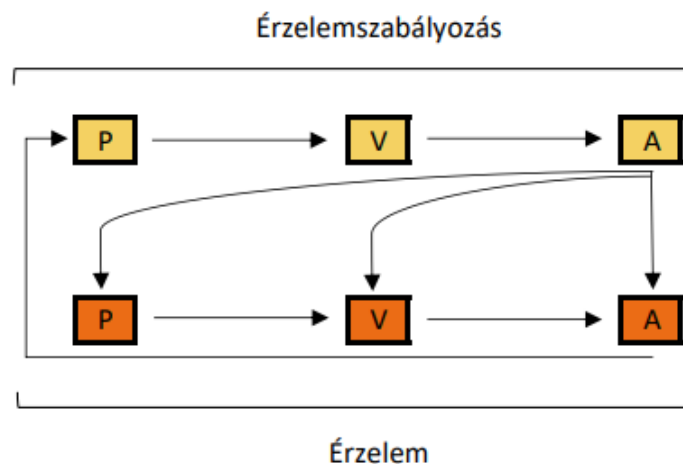
Jelen kutatásban a vizsgálat implicit jellegét szintén az instrukció nélküli feladatjelleg adja, ezért nevezzük a vizsgált érzelemszabályozási folyamatot implicit átkeretezésnek. Kíváncsiak voltunk arra, hogy a semleges és negatív kontextushoz kapcsolódva milyen specifikus agyi területek aktiválódtak, vagyis az implicit átkeretezés momentuma hogyan jelenik meg az idegrendszeri aktivitás szintjén.

Az érzelemszabályozás PVA modellje

Etkin és munkatársai (2015) egy, a Gross-féle érzelemelméleten alapuló, alternatív modellt kínálnak, amely jelen kutatásnak is szemléleti keretet, perspektívát biztosít. Az Etkin és munkatársai (2015) által kidolgozott PVA (észlelés – Perception, értékelés – Valuation, viselkedés – Action) modell egy egységes értelmezési keretet kínál az érzelemszabályozás folyamatát tekintve, amelyben az érzelemgeneráló és -szabályozó folyamatok egymásba ágyazottan vannak jelen. Elméletükben az érzelemszabályozás motorjának az értékelést tartják, amely központi komponense már az érzelemgeneráló folyamatnak is. Etkin és munkatársai (2015) példájával élve egy olyan észlelt inger, amelyet az egyén veszélyesnek értékel, az félelmet vált ki belőle és motiválni fogja arra, hogy a szituációt elkerülje; míg egy pozitív, boldogságot előidéző inger ismételésre motiválja a személyt. Ebben az értelemben definiálhatjuk az érzelmet egy észlelést (perception), értékelést (valuation) és viselkedést (action) magában foglaló jelenségként, amelyben az érzelem egy külső vagy belső környezetből érkező ingerre kialakuló kognitív, szubjektív, fiziológiai és viselkedéses válasz (Etkin et al., 2015; ld. 2. ábra; vö. Gross (2014) folyamatmodellje, 1. ábra). A PVA modell értelmében az érzelem szabályozása végbemehet az érzelem tudatos, szándékos értékelése nélkül, implicit módon vagy az érzelem értékelésének tudatában, szándékos mentális erőfeszítés által, explicit módon. Jelen kutatás keretei között, az implicit átkeretezést vizsgálva Etkin és munkatársaihoz (2015) hasonlóan az érzelemgeneráló- és szabályozó folyamatok természetes, szükségszerű összefonódását hangsúlyozzuk.

2. ábra

Az érzelmi működés PVA (Perception – Észlelés, Valuation – értékelés, Action – válasz) modellje



Az érzelem kialakulása leírható egy észlelés-értékelés-viselkedés tengelyen (alsó sor). Az értékelés a stimulus pozitív-negatív kontinuumon való elhelyezése, amely kivált egy multidimenzionális (motoros, fiziológiai, kognitív, szubjektív) választ. Az érzelemszabályozás szintén leírható egy PVA tengellyel (felső sor). A szabályozás tárgya maga az érzelem, a regulációs válasz pedig az érzelmi tengely bármely komponensére visszahathat.

Az érzelmi reaktivitás idegrendszeri struktúrái

Az idegrendszeri struktúrákra tekintve kérgi és kéreg alatti régiók hálózata felelős az érzelmi folyamatokért. Az érzelemgenerálás olyan szubkortikális régiók aktivációját igényli, mint az *amygdala*, a *ventrális striátum* és a *periaqueductalis szürkeállomány* (PAG), valamint olyan kortikális területekét, mint az *anterior inzula* és a *dorzális anterior cingulum* (dACC). Az **amygdala**, az „érző agy” központi szerepet játszik a környezeti szenzoros ingerek kiértékelésében. Az utóbbi évek kutatási tapasztalatai alapján az amygdala funkciója nem szűkíthető le a negatív ingerek feldolgozására és a félelmi válasz létrehozására (Wager et al., 2008a). Habár kitüntetett szerepe van a félelem-kondicionálásban, rendkívül fontos funkciót lát el a szituációk valenciájának és jelentőségének értékelését tekintve (Zald, 2003). A valencia értékelése egy pozitív-negatív kontinuum mentén zajlik. A jóllétre és a túlélésre potenciálisan negatív hatású ingerekre az amygdala aktivációja nő (Davis & Whalen, 2000; Deák et al., 2015; Kim et al., 2003; Zald, 2003), amely az arousal növekedéséhez vezet, így mozgósítja a szervezetet, és elindítja a viselkedéses választ (Davis & Whalen, 2000; Ochsner & Gross, 2014; Zald, 2003).

A **ventrális striátum** alapvető központja a jutalmazó rendszernek és a döntéshozatali folyamatoknak. A környezet jutalmazó és megerősítő jelzéseinek kiválasztását végzi, például olyan szociális jelzések mentén, mint a mosoly. Ez a kiválasztási folyamat alapozza meg az egyén jutalommal kapcsolatos reprezentációit, és készíti elő a jutalomhoz vezető viselkedést.

Az **inzula** egy multimodális szenzoros régió, mely a viscerális, gusztatoros, szomatoszenzoros, auditoros és vizuális testi érzetek reprezentációján túl a negatív érzelmi élményekkel kapcsolatban is érintett – az amygdalához és a vmPFC egy régiójához, az orbitofrontális kéreghez (OFC) hasonlóan (Wager et al., 2008b). Az inzula posterior része foglalja magában az érzetek elsődleges reprezentációit, míg az anterior inzula az interoceptív tudatosság, a negatív emocionális állapotok és a hozzájuk kapcsolódó testi reprezentációk kialakításában érintett (Augustine, 1996; Calder et al., 2001; Craig, 2009; Wager & Barrett, 2004 in Ochsner et al., 2012). Ezentúl ezen struktúra összefüggésbe hozható az érzelmek elnyomásával, a negatív érzelmek csökkentésével az érzelemszabályozási stratégiák közül az átkeretezés és a figyelemelterelés során (Goldin et al., 2008).

Az **anterior cinguláris kéregnek** (ACC) az utóbbi két évtized képalkotó eljárással végzett kutatásai alapján kiemelkedő jelentősége van az érzelmek kialakulásában és szabályozásában (Etkin et al., 2011; Mechias et al., 2010; Ochsner & Gross, 2005; Sabatinelli et al., 2011). Valamennyi érzelemregulációs feladat során aktivitást mutat, amely annak lehet köszönhető, hogy funkcionálisan egy affektív (ventrális) és egy kognitív (dorzális) részre osztható, így aktivitása szükségszerűen végigkíséri az egész érzelmi folyamatot (Buckner, Andrews-Hanna, & Schacter, 2008; Ochsner, Silvers, & Buhle, 2012; Seeley, Zhou, & Kim, 2012; Sturm et al., 2013; Vogt, 2005 in Sturm et al., 2016; Szily & Kéri, 2008). A **dorzális cinguláris területeket** a dorsolaterális PFC-vel, a szupplementer motoros areával, a parietális kéreggel és a posterior cinguláris kéreggel hozták összefüggésbe (Etkin et al., 2015). A dACC többek között a diszkriminatív figyelem, a kognitív monitorozás és a hibadetekció funkcióihoz köthetők, amelyek hozzájárulnak a stimulus átfogóbb és részletesebb feltérképezéséhez, a szituációba nem illő ingerek felismeréséhez és a figyelem megfelelő irányításához (Szily, Kéri, 2008). Ezen funkciók közül valamennyi hatást gyakorol a PVA modell észlelési szakaszára, közvetetten pedig a konkrét érzelem kialakulására.

Az implicit érzelemszabályozáshoz kapcsolódó idegrendszeri struktúrák

A mediális prefrontális cortex régiói, beleértve az *anterior cinguláris kéreg ventrális területét* és a *ventromediális PFC-t*, Etkin és munkatársai (2015) PVA modelljében az implicit szabályozással hozhatók összefüggésbe. Az implicit érzelemszabályozás legalapvetőbb

tulajdonsága, hogy az inger automatikusan idézi elő, explicit instrukció és a szabályozás tudatosulása nélkül megy végbe (Etkin et al., 2015).

A **ventromediális prefrontális kéreg** egy stimulus pozitív vagy negatív értékelésének felülbírálását végzi az egyén személyes viselkedéses céljainak függvényében. A vmPFC integrálja az amygdalából és a ventrális striátumból érkező, az inger érzelmi értékelésére vonatkozó információkat a mediális temporális lebenyből származó tapasztalati információkkal, valamint az agytörzsi motivációs és prefrontális gátló kontroll régiókból érkező aktuális viselkedéses célokkal. Ochsner és munkatársai (2012) példájával szemléltetve a vmPFC aktivációja egy egészséges, de íztelen étel képét látva attól függ, hogy az egyén személyes céljának véli-e az egészséges étkezést.

A **ventrális cinguláris területek** és a vmPFC a döntéshozási folyamatokban játszik szerepet, miképpen a területek magasabb aktivitása arra készteti az egyént, hogy egy számára minél pozitívabb állapotot érjen el a környezeti változásokra adott válasz eredményeként. Mindez jelentheti a félelemérzet csökkentését – ahogy a félelmi gátlásnál látható –, de a cselekvés lassításához (lefagyáshoz) is vezethet, amikor a veszélyes helyzet megkívánja. Fenyegető helyzetben a veszéllyel szembeni döntéshozatal (pl. a veszélyforrás megközelítése vagy a félelem gátlása) – amelynek egyik alapvető motivációja a negatív érzelmek csökkentése, valamint a túlélés segítése és a jóllét maximalizálása –, a vACC és a vmPFC magasabb, míg az inzula és a dACC alacsonyabb aktivációjával jár. Az érzelmi valenciával foglalkozó fMRI tanulmányok ezentúl az inger szubjektív pozitív értékelését (pl. egy tál étel látványát) megnövekedett vACC és vmPFC aktivációval hozták összefüggésbe (Deák et al., 2015; Hutcherson et al., 2012).

Összességében ezek a területek, amelyeket Etkin és munkatársai (2015) az érzelmi reaktivitáshoz (amygdala, ventrális striátum, inzula) és az implicit szabályozáshoz kapcsolnak (mPFC és OFC), Gross (2014) mentén a kiértékelő rendszerhez (valuation system) köthetők. Előbbiek az érzelmi működés különböző szintjein az inger kiértékelésével hozhatók kapcsolatba, amelyet Gross (2014) fogalmával élve elemi szintű értékelésnek (core level valuation) nevezhetünk. Utóbbiak ezen kiértékelés konceptuális újraértékelésével állnak párhuzamban (conceptual level valuation), amely folyamat során az inger kiértékelése az egyén történeti, szociális és motivációs keretrendszeréhez igazításra kerül. Gross (2014) szerint mindezen folyamatok tudatosan elérhetővé és verbalizálhatóvá válhatnak – ennek megfelelően pedig ezen kutatásban, habár a szabályozás implicit módon zajlik le, a szubjektív élmény szintjén is monitorozhatóvá válhat az átkeretezés folyamata.

Az explicit érzelemregulációhoz kötődő agyterületek

Érzelemregulációról Etkin és munkatársai (2015) értelmezése szerint akkor beszélünk, amikor a PVA folyamat tárgyává maga az érzelmi reakció válik (ld. 2. ábra). Az explicit érzelemreguláció egy olyan szabályozási folyamat, amelyben a kialakult érzelem aktív monitorozása zajlik és az egyén szándékos erőfeszítést tesz az érzelmi állapot megváltoztatására (Etkin et al., 2015). Az egyén részéről ennek a folyamatnak a végrehajtásához szükséges egy bizonyos szintű tudatosság és reflektivitás. A sikeres érzelemszabályozás szükségszerűen visszahat az érzelmi reaktivitás észlelési, értékelési és viselkedéses szegmensének valamelyikére. A figyelem tudatos irányításával az észlelésen keresztül felfedezhetjük az inger eddig nem ismert tulajdonságait; átkeretezés eredményeképpen pedig megváltozhat az inger valenciájának és jelentőségének értékelése.

A kognitív átkeretezés az Etkin és munkatársai (2015) által leírt modellben egy explicit érzelemszabályozási stratégia, vagyis az érzelem megváltoztatására irányuló szándékos törekvés perspektívaváltáson keresztül. A negatív érzelmi reakció csökkentéséhez az átkeretezés és az explicit érzelemszabályozás során alapvetően szükség van az érzelmi folyamatok top-down regulációjára, amelyet a frontális területek – a *ventrolaterális* (vlPFC) és *dorzolaterális prefrontális cortex* (dlPFC), az *inferior frontális gyrus* (IFG), a *szupplementer motoros area* (SMA), a *preszupplementer motoros area* (pre-SMA) – és a posterior parietális lebenyek irányítanak (Etkin et al., 2015; Moodie et al., 2020; Ochsner & Gross, 2014; Zelena et al., 2018).

A **dorzolaterális és ventrolaterális prefrontális területek** olyan funkciókhoz köthetők, amelyek az érzelmek újraértékelésével, a negatív érzelmek csökkentésével és gátlási folyamatokkal állnak kapcsolatban (Badre & Wagner, 2007; Thompson-Schill et al., 2005; Ochsner & Gross, 2014; Ochsner et al., 2012; Miller & Cohen, 2001; Phan et al., 2004;). Wager és munkatársai (2008a) kutatásukban úgy találták, hogy a sikeres érzelemszabályozást és a vlPFC aktivitást szubkortikális régiók mediálják, a ventrális striátum és az amygdala. A kutatás értelmezése szerint funkcionális szinten ez azt jelenti, hogy a vlPFC az amygdalából és a striátumból érkező ingerre adott különböző valenciájú értékelések összevetését végzi. Az érzelemreguláció pedig akkor lesz sikeres, ha a stimulushoz köthető negatív érzelmek csökkennek. Neurális szinten úgy tűnik, hogy a nucleus accumbens nagyobb aktivációja a vlPFC-t érintő pályán keresztül pozitívabb, míg az amygdala magas aktivitása negatív valenciájú választ generál az átkeretezés során.

Moodie és munkatársai (2020) kognitív érzelemszabályozó stratégiákat vizsgálva alátámasztották, hogy az átkeretezésen túl a figyelemelterelés és a távolítás is aktiválja a

dorzolaterális PFC területét. Más kutatások a figyelemelterelés és az elnyomás stratégiáinak idegrendszeri alapjait vizsgálták és úgy találták, hogy mindkét stratégia aktivitásmintázataiban megjelenik a dlPFC, a vlPFC és a dACC (Goldin et al., 2008; McRae et al., 2010; Vanderhasselt et al., 2013).

Hutcherson és munkatársai (2012) az étel utáni sóvárgás regulációját tanulmányozták, és eredményeik alapján a vmPFC, de nem a dlPFC aktivációjának növekedése figyelhető meg a sóvárgás növelését követően (pozitív érzelmek növelése), ezzel párhuzamosan pedig a dlPFC, de nem a vmPFC aktivitás növekedését, amikor a kísérleti személyeknek csökkenteniük kellett az étel utáni sóvárgást (pozitív érzelmek csökkentése). Utóbbi kutatások közül valamennyi alátámasztja a laterális prefrontális területek explicit érzelmszabályozásban betöltött szerepét, amely az érzelmek top-down regulációjára irányul.

Az **SMA** és a **pre-SMA** szerepének feltérképezése az érzelmekutatásban még kibontakozóban van. Egyes kutatások szerint ezek a területek kellemes, pozitív érzelmekhez kötődő arckifejezések – mint a mosoly és a nevetés – létrehozásában és felismerésében vesznek részt (Iwase et al., 2002; Krolak-Salmon et al., 2005). Az SMA kapcsolatban áll az OFC-vel, amely gyors reakciót biztosíthat az érzelmi ingerre és kulcsfontosságú projekciót szolgáltathat az SMA számára. A pre-SMA szubkortikális területekről, a thalamusból és az amygdalából is direkt projekciót kap, amelyek automatikusan értékelik a beérkező inger kellemességét, és amelyek szintén kiemelkedően fontos és gyors információval szolgálhatnak a szociális ingereket tekintve. Ezentúl az inferior longitudinális fasciculuson keresztül szintén gyors vizuális információk érkezhettek az SMA és a pre-SMA területére, amelyek temporális lebenyi érintettségük által érzelmi-értékelő információkkal is szolgálhatnak a prefrontális területekre tartva. Krolak-Salmon és munkatársai (2005) értelmezésében ezek a szupplementer motoros területeket is magukban foglaló kiterjedt neurális hálózatok, amelyek a kiugró információk detektálására alakultak ki az emlősökben, az emberben viszont a szociális jelzésekre érzékeny rendszerré specializálódott.

Kutatási kérdés és hipotézisek

Jelen kutatás az implicit érzelemszabályozás fogalmához kapcsolódik. Negatív és semleges kontextusban látható szocioemocionális képi ingerekre adott válaszokat vizsgálunk viselkedéses és neurális szinten. Feltételezzük, hogy a negatív képre a vizsgálati személyek intenzív negatív, míg a semleges képre kevésbé intenzív, pozitívabb választ adnak. Az érzelemszabályozás hatékonyságának mutatója a viselkedéses értékek efféle tendenciájú változása. Amennyiben a vizsgálati személyek visszajelzései alapján az érzelemszabályozás hatékony, ez feltehetően az agyi aktivációtöbbletek szintjén is megmutatkozik – a feladat első felében az érzelmi reaktivitás területei dominálnak, míg a második kondíció esetében jelentős érzelemszabályozáshoz köthető régiók aktivációi válnak jellemzővé.

Módszer

Résztvevők

Mintánkat 28 fiatal felnőtt (12 férfi, 16 nő) alkotta, valamennyien a Pécsi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karának hallgatói. Átlagéletkoruk 21.3 év ($SD=2.57$), valamennyien jobbkezesek. A jelentkező személyeknél pszichiátriai vagy neurológiai zavart, illetve egyéb részvételt akadályozó tényezőt nem találtunk. A vizsgálati személyek a vizsgálatban önkéntesen vettek részt, 5000Ft díjazásban részesültek, amelyet átutalás útján kaptak kézhez az adatfelvétel befejeztével. A kutatást jóváhagyta az Egyesített Pszichológiai Kutatási Etikai Bizottság (EPKEB) a 2017/89-es ügyiratszámom.

Eljárás

A vizsgálat menete

A kísérleti személyek megkeresése a PTE Bölcsészettudományi Karon személyesen történt. Az önkéntes résztvevők további tájékoztatása, valamint az elő- és utóteszt lebonyolítása emailen keresztül, online formában történt. Az fMRI vizsgálat pontos helyszínéről és időpontjáról a vizsgálati személyek szintén emailben kaptak tájékoztatást. A gördülékeny munkavégzés érdekében még a vizsgálat előtt az email-cím mellett telefonos elérhetőséget is kértünk tőlük.

A vizsgálat három szakaszra bontható. A résztvevőnek megfelelő időpont kiválasztása után emailben megkapták az előteszt linkjét és a hozzá tartozó részletes tájékoztatót. Az előtesztben az Anwyl-Irvine és munkatársai (2019) által létrehozott a Gorilla kísérlettervező program segítségével felvettük a résztvevők demográfiai adatait (nem, életkor, lakhely típusa, legmagasabb iskolai végzettség, foglalkozás és anyagi körülmények), valamint az MR-

berendezésben kivetített paradigma gyakorló-sorozatát. A gyakorló-sorozat két átkeretezési blokkból állt (képek sorszáma: 6243, 2900), amelyek arra szolgáltak, hogy a résztvevők még a tényleges fMRI vizsgálat előtt megismerhessék a feladat típusát és ráhangolódhatnak a konkrét kognitív érzelemszabályozási stratégia jellegére. Mindez hozzájárulhat ahhoz, hogy a vizsgálati személyek könnyebben megértsék a feladatot, így az értelmezési problémákból fakadó hibalehetőségek száma csökken, valamint a feladat nem lesz számukra idegen, amely a felmerülő szorongásuk, idegességük mérséklődéséhez is hozzájárulhat. Az előteszt kitöltése után került sor a résztvevő által kiválasztott időpontban az fMRI felvételek elkészítésére. A vizsgálat ezen szakasza a Pécsi Diagnosztikai Központban valósult meg, ahol a kísérleti személy érkezését követően egy előre összeállított nyilatkozat-csomagot kellett kitöltenie, amely egy tájékoztató és beleegyező nyilatkozatból, egy járványügyi nyilatkozatból, egy részvételért járó díj kifizetéséhez szükséges adatbejelentő nyomtatványból és egy Edinburgh Kezességi Kérdőívből állt. Aláírásukkal jelezték további részvételi szándékukat, illetve nyilatkoztak arról, hogy nincs tudomásuk az fMRI vizsgálatot kizáró tényezőről (beültetett pacemaker, fém protézis, csavar, piercing, fémtartalmú tetoválás). Az öltöző helyiségbe való belépés előtt (a) biztosítottuk a személyt arról, hogy a vizsgálatot bármikor megszakíthatja anélkül, hogy ennek okát kellene adnia, vagy az bármilyen hátrányos következménnyel járna számára, (b) újra elismételtük a feladatot, amelyet az MR-ben el kellett végeznie – arra kértük, hogy amikor a képeket látja, próbálja meg minél jobban átadni magát a kép által kiváltott érzelmeknek. A Pécsi Diagnosztikai Központ (PDK) egy dolgozója, többségében a vizsgálatot vezető MR szakasszisztens bevezette a kísérleti személyt az öltöző helyiségbe, ahol volt lehetősége eltávolítani a viselt fémtárgyakat, majd bevezették a vizsgálati helyiségbe, ahol befektették az MR-berendezésbe. A vizsgálat végeztével a PDK munkatársa kíségette a vizsgálati alanyt a berendezésből, visszavezette az öltözőhelyiségbe, ahonnan kilépve vizsgálatvezetőként vártuk. A vizsgálat után kíváncsiak voltunk, hogy a résztvevők hogyan élték meg a kísérleti helyzetet, milyen pozitív vagy negatív élményeket visznek tovább a kutatás ezen részéből – amely válaszok az adatelemzés folyamán magyarázatként szolgálhatnak az fMRI felvétel esetleges gyengébb minőségére vagy bizonyos kiugró értékekre.

A vizsgálat utolsó szakaszában e-mailen keresztül a résztvevők hozzáférést kaptak egy utóteszthez, amely szintén Gorilla platformján (Anwyl-Irvine et al., 2019) keresztül volt elérhető. Az utóteszt tartalmazta az fMRI-ben látott képeket, ezentúl minden kép után felkértük őket egy képhez tartozó *történet* és a hozzá kötődő *érzelem* leírására, amit egy *valencia* és

intenzitás mérésére szolgáló vizuális analóg skála követett. Minden blokk egy, az átkeretezés nehézségének mérésére szolgáló, a valencia és az intenzitás méréséhez hasonló skálával zárult.

Eszközök

Érzelmi ingerek (IAPS)

A 15 érzelemkiváltó kép kiválasztása a International Affective Picture System (IAPS) adatbázisából történt. A képek kiválasztása és címkézése előzetes vizsgálatok eredményeként született (bővebben ld. Bodrogi, 2013). A végleges paradigmában az alábbi sorszámmal rendelkező IAPS felvételeket használjuk fel: 5629, 2480, 6825, 6530, 8010, 9050, 6250, 2691, 6212, 9102, 2616, 6360, 6836, 4598, 9421.

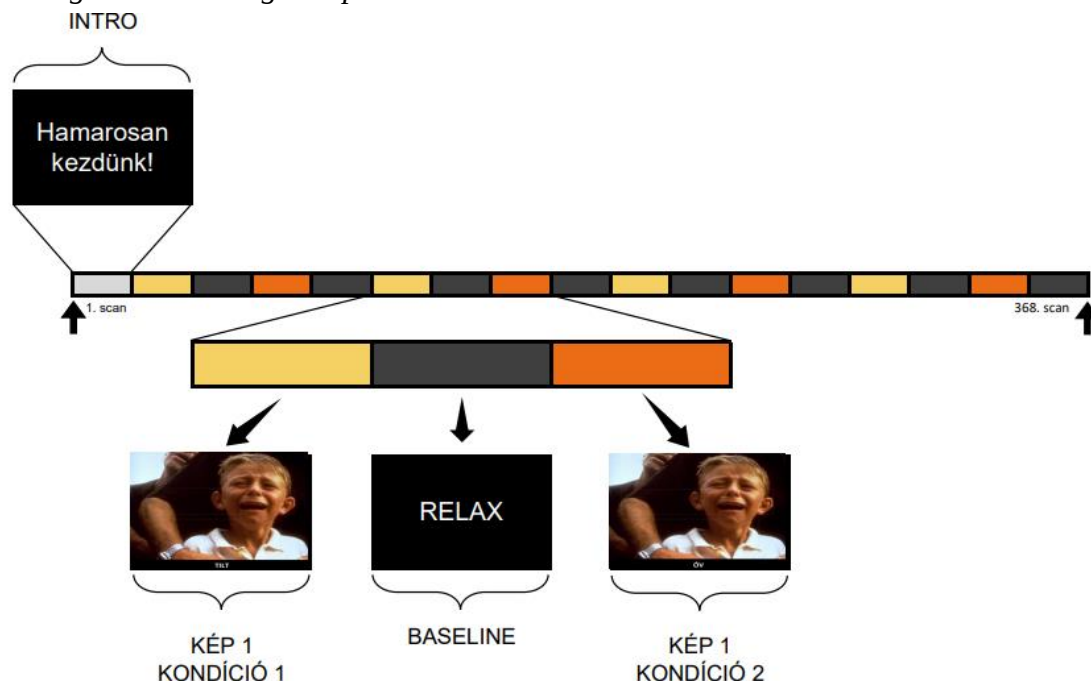
A vizsgálati elrendezés

A funkcionális MRI paradigmában a kognitív átkeretezés pillanatában megragadható agyi aktivitásváltozások régióinak feltérképezését tűztük ki célul, valamint ezen területek aktivitásmintázatának és az érzelemszabályozási stratégiák szubjektív megítélésének kapcsolatát vizsgáltuk. Az előzetesen kiválasztott 15 kép két kondícióban került a paradigmába, egy érzületében negatívabb címkével ellátott képet minden esetben a kép semleges kondíciójú verziója követett. A résztvevőket arra kértük, hogy mind az MR-berendezésben, mind az otthoni utóteszt kitöltése során engedjék, hogy elárasszák őket a kép által kiváltott érzelmek, amikor pedig a kondíciók közötti váltásra kerül sor, akkor próbálják meg minél inkább átadni magukat az új, aktuális kontextusnak az előbbivel szemben. A funkcionális MRI eljárásokban használt kivonásos módszer segítségével így megragadhatóvá válik a két érzelmi állapot közötti váltás a különböző agyi régiók aktivitásaira tekintve.

Az optimális méréshez szükség van az egyes kondíciók és az átkeretezések között a kiváltott agyi aktivitás megfelelő „lecsengésére”, amelyhez a két különböző kondíciójú kép után egy kontrollkondíciót építettünk be – ez jelenti a fekete alapon látható RELAX felirat megjelenését (ld. 3. ábra).

3. ábra

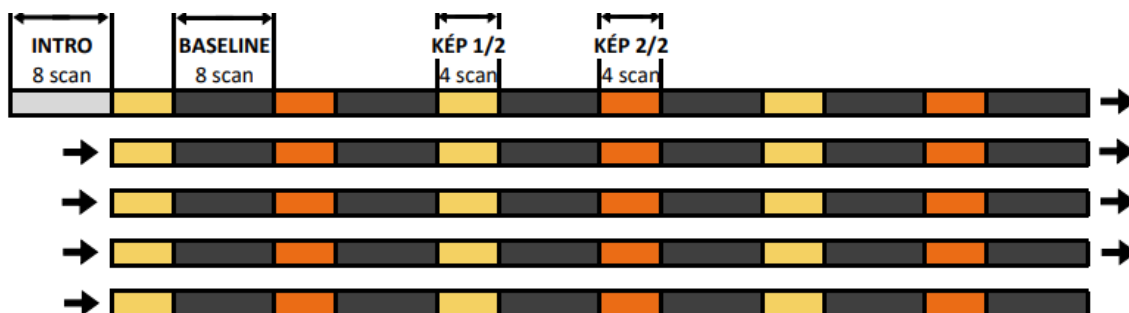
A paradigma block design alapú elrendezése



Ebben a block design alapú paradigmában a képek 8 másodpercen át voltak láthatók, amely időtartam alatt 4 felvétel készült, míg a kontroll vetítése 16 másodpercig tartott, amely idő alatt 8 felvétel készült. Egy blokk alatt 24 felvétel jött létre, így az adatelemzés során összesen 368 felvétel (INTRO [1x8] + KONDÍCIÓ 1 [15x4] + BASELINE [15x8] + KONDÍCIÓ 2 [15x4] + BASELINE [15x8] ld. 4. ábra) segítségével vizsgálhattuk meg a kognitív átkeretezés feladat következtében aktiválódott agyterületeket. A paradigma lefutásának időtartama 12 perc 16 másodperc, amelyhez hozzáadva a strukturális kép létrehozásának időtartamát, a szkennelésben töltött idő összesen 18 perc 8 másodperc volt a vizsgálat során, amely időtartam alatt 176 anatómiai (ST=1, RT=2530, ET=3.37) és 368 funkcionális (paramétereket ld. A vizsgálat adatrögzítési paramétereit pontban) felvétel készült.

4. ábra

A paradigma egészének elrendezése és a blokkokhoz kapcsolódó felvételek száma



A vizsgálat adatgyűjtési paraméterei

A kutatás a Pécsi Diagnosztikai Központ közreműködésével valósult meg. A funkcionális fMRI felvételek 3 Tesla erősségű, Siemens PrismaFit típusú MRI scannerrel készültek. A T2-súlyozott, EPI szekvenciát alkalmazó, BOLD-típusú funkcionális felvételek mindegyike 36 axiális szeletet tartalmazott (RT=2000ms, ET=36ms, FA=76°, voxelméret=3x3x3mm, ST= 3mm). Az adatok elemzését a MATLAB (version 9.9, R2020b) és az SPM12 (Statistical Parametric Mapping 12) szoftverekkel végeztük. Az egyéni agyi funkcionális felvételeken az előfeldolgozás (preprocessing) folyamata során lefuttattuk a téri transzformációs korrekciók lépéseit. A térbeli újrendezés, a normalizálás és a simítás lépései lehetővé tették a felvételek mozgáskorrekcióját, standard anatómiai térképhez való igazítását és a jel / zaj arány javítását 5mm-es Gauss-kernellel. Statisztikai küszöbként 0.05 értéket határoztunk meg a negatív (kivonásos eljárás, KONDÍCIÓ 1 > BASELINE) és semleges kondíciójú (kivonásos eljárás, KONDÍCIÓ 2 > BASELINE) képek esetében ($p < 0.05$, FWE korrekcióval), míg az aktív szakaszok különbségeinek vizsgálatakor (KONDÍCIÓ 1 > KONDÍCIÓ 2 és KONDÍCIÓ 2 > KONDÍCIÓ 1) 0.001 küszöbértéket adtunk meg ($p < 0.001$; korrekció nélkül). Jelen dolgozatban az aktív szakaszok különbségeit, pontosabban az adott aktív szakaszra jellemző aktivációtöbbletet vizsgáljuk, amelyeket negatív > semleges illetve semleges > negatív kontrasztoknak neveztünk el.

Eredmények

Viselkedéses eredmények

A statisztikai elemzéseket az SPSS szoftverrel végeztük (IBM SPSS Statistics 26.0). A vizsgált populáció esetében a normalitás teljesül Kolmogorov-Smirnov teszt alapján (ld. 1. táblázat). Összetartozó mintás T-próbával elemeztük az átkeretezés előtti és után valencia illetve arousal értékek változásait, amelyek mindkét esetben szignifikáns eltérést mutattak (ld. 5. ábra). Az átkeretezés előtti és utáni kellemesség-érzés nagymértékben nőtt, míg az érzelem intenzitása nagymértékben csökkent ($p_v < .001$, $d_v = -2.79$; $p_a < .001$, $d_a = 1.05$). A kognitív átkeretezés előtti és utáni valencia és arousal értékek, valamint az érzelemszabályozási nehézség változói az 1. táblázatban láthatók. Független mintás T-próbával vizsgáltuk a kognitív átkeretezési feladat nemi különbségeit, ahol eltérést nem találtunk (ld. 1. táblázat).

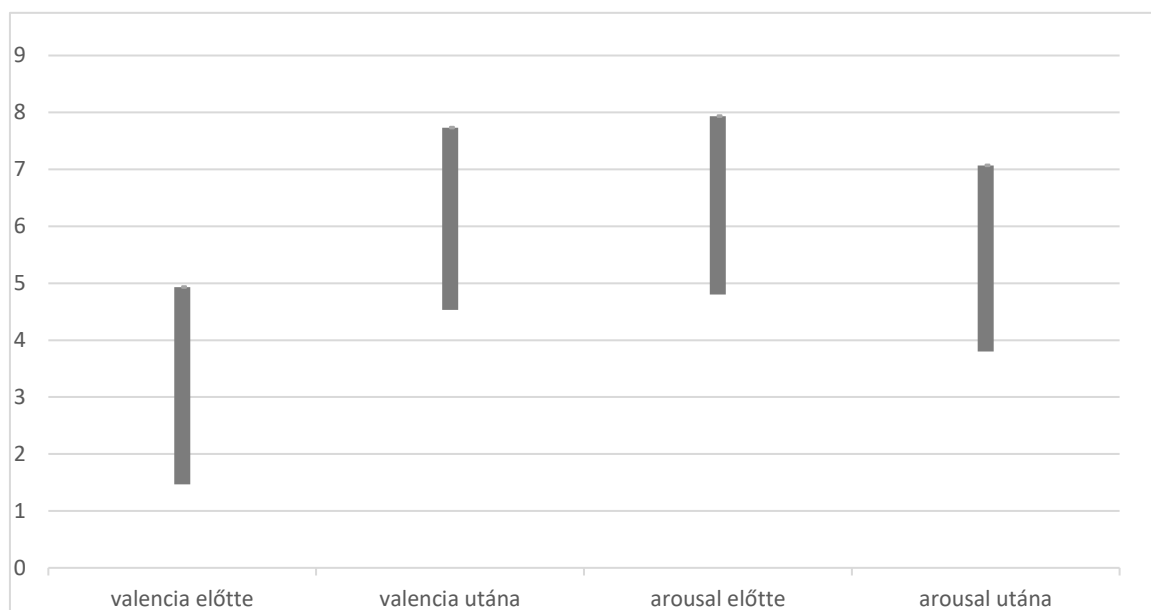
1. táblázat

A viselkedéses eredmények leíró statisztikája

	átlag	szórás	Nemi különbség		Normalitás	
			t	p	Z	p
Valencia előtte	2.76	0.636	0.662	0.514	0.725	0.669
Arousal előtte	6.54	0.762	0.451	0.656	0.698	0.714
Valencia utána	6.2	0.765	1.42	0.168	0.443	0.989
Arousal utána	5.75	0.859	-0.337	0.739	0.885	0.414
Nehézség	4.69	1.25	-0.949	0.351	0.824	0.505

5. ábra

A valencia és az arousal értékek változásai átkeretezés előtt és után



fMRI eredmények

A vizsgálati személyek funkcionális MRI-felvételeinek az elemzését MatLab (version 9.9, R2020b) és a Statistical Parametric Mapping 12 (SPM12) szoftverek segítségével végeztük. Kíváncsiak voltunk arra, hogy a semleges és negatív kondícióhoz kapcsolódva milyen specifikus agyi területek aktiválódtak, vagyis az átkeretezés momentuma hogyan jelenik meg idegrendszeri aktivációk szintjén.

Negatív > semleges kontraszt

Az első kontraszttal a negatív képre adott aktivációtöbbséget vizsgáltuk a semleges kondícióhoz viszonyítva. A negatív inger prezentálása során a kísérleti személyek bilaterális aktivációtöbbséggel rendelkeztek a occipitális régiókban – fusiform gyrus, alsó-középső-felső occipitális kéreg és calcarine –, az inferior temporális kéreg, a hippocampus és a cerebellum területén (ld. 2. táblázat). Emellett jobb oldali aktivációtöbbséget mutatható ki a linguális, a parahippocampális és a trianguláris inferior frontális gyruson, valamint a bal középső temporális és a dorzomediális PFC régióban (ld. 2. táblázat, 6. és 7. ábra).

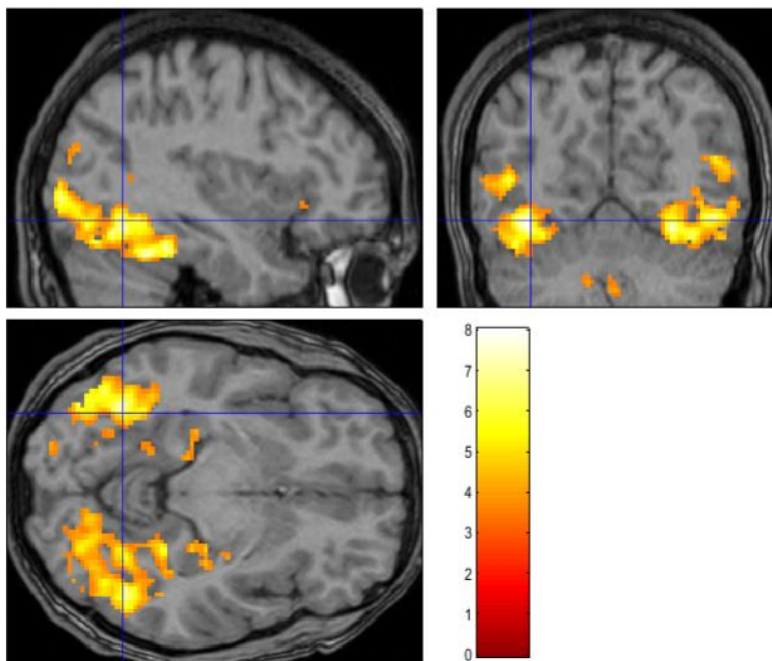
2. táblázat

A negatív > semleges kontraszt során aktivációtöbbséget mutató idegrendszeri struktúrák

oldal	terület neve	Brodmann area	aktív voxelek	T	MNI- koordináták		
R	Fusiform gyrus	BA 37	1187	7.7	28	-60	-14
L	Fusiform gyrus	BA 37	1000	7.99	-38	-60	-12
L	Inferior occipitális kéreg	BA 17,18,19	402	7.99	-38	-60	-12
L	Középső occipitális kéreg	BA 17,18,19	363	7.99	-38	-60	-12
R	Inferior occipitális kéreg	BA 17,18,19	287	7.7	28	-60	-14
R	Linguális gyrus	BA 19	277	7.7	28	-60	-14
L	Calcarine	BA 17	75	4.89	0	-92	14
R	Középső occipitális kéreg	BA 17,18,19	66	4.99	32	-84	30
L	Superior occipitális kéreg	BA 19	30	4.89	0	-92	14
R	Calcarine	BA 17	15	4.89	0	-92	14
R	Superior occipitális kéreg	BA 19	11	3.81	26	-76	38
R	Inferior temporális gyrus	BA 20	463	7.7	28	-60	-14
L	Inferior temporális gyrus	BA 20	291	7.99	-38	-60	-12
L	Középső temporális kéreg	BA 21	275	7.99	-38	-60	-12
R	Hippocampus		72	6.72	24	-32	-4
L	Hippocampus		57	5.28	-22	-32	-2
R	Parahippocampális gyrus	BA 36	13	4.64	18	-22	-20
R	Trianguláris IFC	BA 45	50	4.39	54	34	16
L	Superior mediális frontális kéreg (dmPFC)	BA 8	13	4.2	0	54	32
	Vermis		69	6.49	0	-52	-38
R	Cerebellum		21	5.64	14	-80	-46
L	Cerebellum		63	5.64	-14	-48	-46

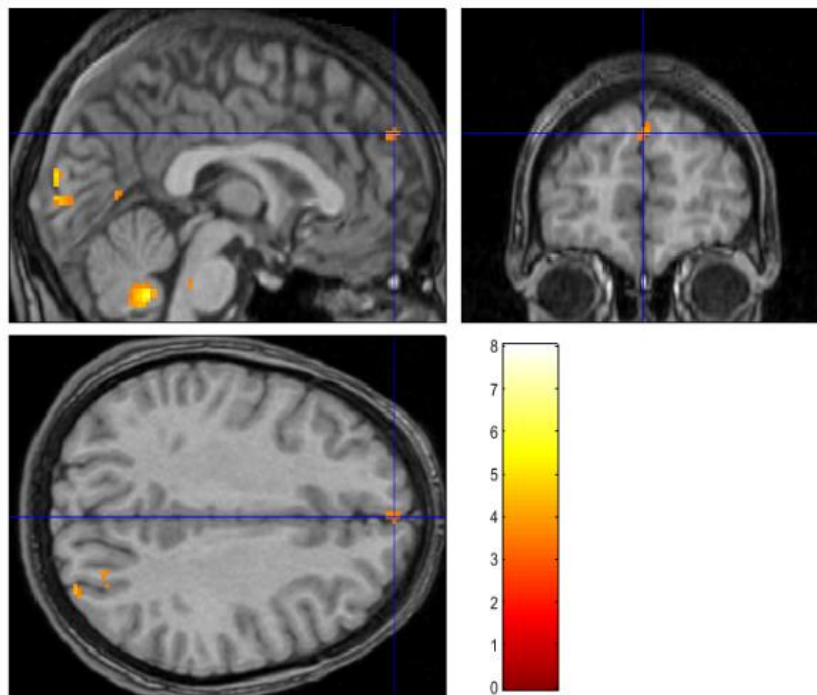
6. ábra

A temporális és parahippocampális területek, valamint a hippocampus aktivációja



7. ábra

A dorzomediális PFC aktivációtöbblete a negatív > semleges kontraszt sorám



Semleges > negatív kontraszt

A negatív jelentésről semlegesre való átkeretezést vizsgálva bilaterális aktivációs többletet azonosítottunk a posztcentrális gyrus, a precuneus régiókban és olyan precentrális területeken, mint a primer és szekunder motoros kéreg (ld. 3. táblázat). Ugyanennél a

kontrasztnál a jobb féltekei alsó-középső temporális gyrus, a precentrális kéreg SMA területe, az orbitofrontális cortex, a dorzolaterális PFC és a bal féltekei cuneus mutatott fokozott aktivációt (ld. 3. táblázat).

3. táblázat

A semleges > negatív kontraszt során aktivációtöbbletet mutató idegrendszeri struktúrák

oldal	terület neve	Brodmann area	aktív voxel	T	koordináta		
					x	y	z
L	Cuneus	BA 18,19	31	4.59	-14	-62	22
R	Középső temporális gyrus	BA 21	29	4.8	62	-14	-22
R	Inferior Temporális gyrus	BA 20	11	4.8	62	-14	-22
L	Postcentrális kéreg	BA 1,2,3	126	5.36	-58	-4	34
R	Postcentrális kéreg	BA 1,2,3	117	5.08	60	-4	22
L	Precuneus	BA 7	24	4.59	-14	-62	22
R	Precuneus	BA 7	71	4.37	14	-62	34
L	Precentral	BA 4,6	36	5.36	-58	-4	34
R	Precentral	BA 4,6	23	5.08	60	-4	22
R	Superior orbitofrontális kéreg	BA 12	12	3.93	20	52	-6
R	Középső frontális kéreg (dlPFC)	BA 9	10	3.9	30	34	44

Diszkusszió

Jelen dolgozatban az implicit átkeretezést vizsgáltuk szubjektív affektív értékelések és az idegrendszer működésének szintjén.

Az átkeretezés előtti és utáni arousal- és valencia értékek felmérésével az érzelemszabályozás viselkedéses, szubjektív érzelmvilágot tükröző részletét kívántuk megragadni. Az eredmények alátámasztották az előzetes feltevésünket, miszerint a negatív képek észlelése során az egyének affektív válasza intenzívebb és negatívabb érzelmeket élnek át, mint az átkeretezést követően. A kísérleti személyek válaszai alapján elmondható, hogy az átkeretezés mint érzelemszabályozási stratégia hatékonyan csökkenti a negatív ingerek hatására kialakult intenzív, negatív érzelmeket.

Az észlelési folyamatokkal kapcsolatos aktivációk

Az agyi aktivációk elemzésekor elsődleges célunk az volt, hogy megragadjuk az érzelm kialakulásának folyamatához és az átkeretezéshez köthető neurális struktúrákat.

Az első, negatív kondíciójú kép jelentős aktivációtöbbletet eredményezett az occipitális régiókban – a primer, szekunder és asszociációs vizuális kéregben, a linguális és a fusiform gyrus területein –, amelyek az inger aktív vizuális letapogatásával hozhatók összefüggésbe. A szociális-emocionális ingerek feldolgozása és a szelf-relevancia megítélése az occipitális kéreg

által koordinált vizuális észlelési folyamatokkal kezdődik – a figyelem irányításával, az objektum vonásainak felismerésével és integrálásával. A calcarine terület aktivációja arra utal, hogy a figyelem irányítása un. vizuális kulcsokon – az inger részleteinek emocionális töltetű részletein – keresztül történik. A vizuális kulcsok mentén történő letapogatás a szocioemocionális inger átfogóbb és részletesebb felmérésén keresztül a hatékonyabb érzelmkezeléshez járulhat hozzá (Smith et al., 2018). A folyamat következő szakasza a tárgy- és arcfelismerés, amely az occipito-temporális irányú információfeldolgozás része. Az inferior mediális temporális kéreg a ventrális vizuális hálózat végpontja – ezen a területen integrálódnak az észlelt tárgy „milyenségével”, természetével kapcsolatos információk (Kimura et al., 2009; Kobayashi et al., 2009).

A szemantikus elemzéshez és a memóriához köthető aktivációk

A kiemelt temporális, hippo- és parahippocampális aktivitás a zajló memóriefolyamatokat jelzik, amely ebben az elrendezésben jelentheti a vizuális inger ismerőségének megítélését, más memórianyomokkal való asszociációját, az új információ konszolidációját és az érzelmi inger munkamemóriában való megtartását. Smith és munkatársai (2018) által összefoglalt elméleti kerethez igazodva elmondható, hogy ezen limbikus és paralimbikus területek a hosszú távú memória működésén keresztül hozzájárulnak ahhoz, hogy az egyén az észlelt ingert a kontextus függvényében értelmezze. Mindez azt eredményezi, hogy a vizsgálati személy a korábbi tapasztalataitól eltérő, új kontextust képes formálni ugyanazon jelenetnek, illetve ugyanazt az ingert az érzelemszabályozás folyamatán keresztül különböző jelentésekkel képes felruházni. A képen olvasható címke szemantikus elemzése Rivas-Fernandez és munkatársai (2021) kutatását alátámasztva úgy tűnik, az occipito-temporális és a trianguláris inferior frontális területek aktivációjából ered. A szemantikus információelemzés hozzájárul ahhoz, hogy a kép jelentése beágyazható legyen a címke által adott kontextusba.

A szabályozáshoz kötődő agyi aktivációk

A dorzomediális prefrontális kéreg (dmPFC) komplex limbikus, prefrontális és temporális összeköttetésein keresztül az emocionális memóriefolyamatok valamennyi szakaszában és az érzelmi inger szelf-relevanciájának megítélésében is szerepet játszik (Kensinger & Ford, 2021). Kensinger és Ford (2021) az utóbbi évek kutatási tapasztalatai alapján egy integrált keretet kínál a dmPFC emocionális emléknymok kódolásában, tárolásában és előhívásában betöltött szerepéről. A kutatópáros értelmezésében a dmPFC

funkciója a kódolás során abban rejlik, hogy az érzelmi élmény jelentőségét átértékeli, majd a korábbi memória reprezentációkba integrálja. Ebben a folyamatban az átértékelés vagy átkeretezés, ahogy más érzelemszabályozással foglalkozó terminológiában is, az érzelemszabályozás egy típusa. Silvers és munkatársai (2015) kutatását csatolva Kensinger és Ford (2021) elméletéhez, valószínűsíthető, hogy instrukció nélküli szabályozás és az átkeretezésre adott instrukció esetében is aktivációt mutat a dmPFC, amely viszonylagos neurális átfedést feltételez az implicit és az explicit érzelemszabályozó területek között. A két elméleti keretet összekötve a vizsgálat eredményeivel úgy tűnik, hogy már a negatív inger észlelése során történik egy implicit, átkeretező jellegű szabályozás a memóriafolyamatokon keresztül. Az emlékek tárolása során a dmPFC elősegíti az emlékek részleteinek konszolidációját és prioritizálhatja a pozitív emocionális részletek tárolását az epizodikus memóriában (Kensinger & Ford, 2021). Az emléknyomok visszahívásakor pedig hozzájárul olyan specifikus, az eseményhez köthető részletek előhívásához, amelyek csökkenthetik az emlékek negatív érzelmi intenzitását. A dmPFC memóriafolyamatokban betöltött szerepe úgy tűnik erősen kapcsolódik az emocionalitáshoz. Összességében elmondható, hogy a dmPFC által mediált memóriafolyamatok az implicit érzelemszabályozás meghatározó eszközeiként tarthatók számon (Kensinger & Ford, 2021).

Egy másik kiemelkedő eleme a dorzomediális PFC területéhez köthető funkcióknak a szelférzet (Johnson et al., 2002), pontosabban az emocionális szelf kialakulása és működése (Fossati et al., 2003). Fossati és munkatársai (2003) szemantikus pozitív és negatív valenciájú ingerek szelf-referenciális feldolgozását vizsgálva a dorzomediális PFC aktivációját találták. Értelmezésükben a dmPFC az emocionális inger szelf-relevanciájának megítélésén keresztül az érzelemszabályozáshoz köthető kognitív folyamatokat mediálja.

Semleges ingerek feldolgozásának folyamata

A semleges > negatív kontraszt esetén nincs jelentős aktivációtöbblet az érzelmgeneráláshoz és -szabályozáshoz kapcsolódó területeken. Egyrésről ez a jelenség magyarázható azzal, hogy az intenzív negatív érzelm, amelyről a kísérleti személyek az utóteszt során beszámoltak, az MR-ben végzett vizsgálatban már a negatív kép során implicit módon szabályozásra került. Ugyanazon kép semleges kondíciójú párjának látványa nem váltott ki különösebb érdeklődést a kísérleti személyből, az aktív vizuális exploráció helyett belső folyamataira fókuszál, amelyet a postcentrális kéreg és precuneus aktivációja is jelez. Utóbbi parietális területnek a személyes tapasztalatok és emléknyomok előhívásában van szerepe, ezentúl az álmodozással és az introspekcióval hozták összefüggésbe (Johns, 2014). A

cuneus és a középső-alsó temporális régiók aktivációja a memóriefolyamatokkal és a vizuális információfeldolgozással, többek között a szemantikus információ értelmezésével van kapcsolatban. A szemantikus elemzés szolgáltathatja a címkére vonatkozó információt a valenciafüggetlen átkeretezéshez, amelyet Golkar és munkatársai (2012) a dorzolaterális PFC és az orbitofrontális kéreg aktivációjával kapcsoltak össze. Ebben a vizsgálati helyzetben mindez jelentheti azt, hogy a semleges inger reprezentációja már nem járul hozzá az érzelemszabályozási folyamathoz, azonban a kép ismételt megjelenése egy új kondícióban előidézi a szemantikus értelmezéshez és az átkeretezéshez köthető temporális és dorzolaterális frontális régiók aktivációját.

Mindazonáltal a viselkedéses adatokban látható szignifikáns valencia növekedés és intenzitás csökkenés arra utal, hogy a kezdeti negatív érzelem szabályozása megtörtént. Az érzelem szabályozásának pontját a negatív képhez kapcsoljuk a látványa során megjelent dorzomediális prefrontális szabályzó területek aktivációjából kifolyólag. A dmPFC aktivációja, ahogyan feljebb kifejtettük, az érzelmek implicit szabályozásához járul hozzá az emlényomok bizonyos részleteinek priorizálásán és valenciájának átértékelésén keresztül a kódolási, a tárolási és az előhívási folyamatokban egyaránt.

Konklúzió

Jelen dolgozatban az implicit átkeretezés viselkedéses és agyi korrelátumait vizsgáltuk. Eredményeink alapján elmondható, hogy az implicit átértékelés, amelyet a dorzomediális prefrontális kéreg valószínűsíthetően a memóriefolyamatokon keresztül koordinál, egy hatékony érzelemszabályozási stratégia. A szocioemocionális vizuális inger által kiváltott intenzív negatív érzelmek már a kellemetlen inger bemutatása során implicit módon szabályozásra kerülnek, így az átkeretezésre ösztönző semleges kondíciójú képnek már nincs jelentős hatása az érzelemszabályozási folyamatra.

A PVA modell, bővebben az észlelés-értékelés-viselkedés ciklust magában foglaló érzelemszabályozási modell szolgáltatta a keretet a felvett adatok értelmezéséhez. Eredményeink alapján úgy tűnik, a modellel magyarázható az érzelemszabályozás belépésének helye az érzelemgeneráló folyamatban. A PVA elmélete alapján az érzelemszabályozás ott kezdődik, ahol az értékelés tárgyává maga az érzelem válik – az agyi korrelátumok alapján ez a folyamat implicit módon végbement, a memóriefolyamatok során az élmény érzelmi töltete került a szabályozás középpontjába. Ezentúl az érzelemregulációs válasz azon minősége, hogy képes visszacsatolni az érzelem kialakulásának valamennyi szakaszához, integrálva a korábbi

negatív érzelmi tapasztalatot és az átértékelést, szintén alátámasztásra került a semleges kontraszt eredményei és lehetséges magyarázata alapján. A semleges kontraszt azon értelmezése, miszerint a szabályozási folyamatokhoz aktivációs többletet nem adott hozzá, azt vetíti elő, hogy az inger negatív és kevésbé negatív részletei már integrálódtak és tárolásra kerültek a dmPFC-n keresztül koordinált reguláció által.

Tanulmányunk empirikusan alátámasztja azt a szemléletet, amely az érzelemgeneráló és -szabályzó folyamatokat mint összefonódó egységet kezeli. A vizsgált kontrasztok aktív idegrendszeri régiói alapján érzékelhető az érzelemmel kapcsolatos funkciók egymásba ágyazottsága, valamint az érzelemszabályozás természetes, automatikus illeszkedése az érzelmi működésbe.

Irodalomjegyzék

- Anwyl-Irvine, A.L., Massoné J., Flitton, A., Kirkham, N.Z., Evershed, J.K. (2019). Gorilla in our midst: an online behavioural experiment builder. *Behavior Research Methods*. 1(20). <https://doi.org/10.3758/s13428-019-01237-x>
- Badre, D., & Wagner, A. D. (2007). Left ventrolateral prefrontal cortex and the cognitive control of memory. *Neuropsychologia*, 45, 2883–2901. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.06.015>
- Badre, D., & Wagner, A. D. (2007). Left ventrolateral prefrontal cortex and the cognitive control of memory. *Neuropsychologia*, 45(13), 2883–2901. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.06.015>
- Bodrogi B. (2013). *Machiavellista személyek érzelemszabályozásának vizsgálata funkcionális agyi képkeltő eljárással*. Szakdolgozat. Pécsi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar Pszichológia Szak.
- Buhle, J. T., Silvers, J. A., Wager, T. D., Lopez, R., Onyemekwu, C., Kober, H., Weber, J., & Ochsner, K. N. (2013). Cognitive reappraisal of emotion: a meta-analysis of human neuroimaging studies, *Cerebral Cortex*, 24(11), 2981–2990. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht154>

- Dampney, R. (2018). Emotion and the Cardiovascular System: Postulated Role of Inputs From the Medial Prefrontal Cortex to the Dorsolateral Periaqueductal Gray. *Frontiers Neuroscience*, 12(343), 1-8. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00343>
- Davis, M. O., & Whalen, P. J. (2001). The amygdala: vigilance and emotion. *Molecular Psychiatry*, 6(1), 13-34. <https://doi.org/10.1038/sj.mp.4000812>
- Deák A., Bodrogi B., Perlaki G., Orsi G., & Bereczkei T. (2015). Érzelemszabályozás és machiavellizmus kapcsolata az agyi aktiváció tükrében: fMRI-kísérlet. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 70(1), 55-77. <https://doi.org/10.1556/0016.2015.70.1.5>
- Etkin, A., Büchel, C., & Gross, J. J. (2015). The neural bases of emotion regulation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(11), 693–700. <https://doi.org/10.1038/nrn4044>
- Etkin, A., Egner, T., & Kalisch, R. (2011). Emotional processing in anterior cingulate and medial prefrontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(2), 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.11.004>
- Fossati, P., Hevenor, S. J., Graham, S. J., Grady, C., Keightley, M. L., Craik, F., & Mayberg, H. (2003). In Search of the Emotional Self: An fMRI Study Using Positive and Negative Emotional Words. *American Journal of Psychiatry*, 160, 1938-1945. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.160.11.1938>
- Goldin, P. R., McRae, K., Ramel, W. & Gross, J. J. (2008). The neural bases of emotion regulation: reappraisal and suppression of negative emotion. *Biological Psychiatry*, 63, 577–586. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2007.05.031>
- Golkar, A., Lonsdorf, T. B., Olsson, A., Lindstrom, K. M., Berrebi, J., Fransson, P., ... Öhman, A. (2012). Distinct Contributions of the Dorsolateral Prefrontal and Orbitofrontal Cortex during Emotion Regulation. *PLoS ONE*, 7(11), e48107. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048107>
- Gross, J. J. (1998). The Emerging Field of Emotion Regulation: An Integrative Review. *Review of General Psychology*, 2(3), 271-299. <http://dx.doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.271>
- Hutcherson, C. A., Plassmann, H., Gross, J. J. & Rangel, A. (2012). Cognitive regulation during decision making shifts behavioral control between ventromedial and dorsolateral prefrontal value systems. *Journal of Neuroscience*, 32(39), 13543–13554. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.6387-11.2012>
- Iwase, M., Ouchi, Y., Okada, H., Yokoyama, C., Nobezawa, S., Yoshikawa, E., ... Watanabe, Y. (2002). Neural Substrates of Human Facial Expression of Pleasant Emotion Induced by Comic Films: A PET Study. *NeuroImage*, 17(2), 758-768. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1225>

- Johns, P. (2014). Functional neuroanatomy. In Johns, P. (Ed.). *Clinical Neuroscience*. pp. 27-47. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-10321-6.00003-5>
- Johnson, S. C., Baxter, L. C., Wilder, L. S., Pipe, J. G., Heiserman, J. E., & Prigatano, G. P. (2002). Neural correlates of self-reflection. *Brain*, 125, 1808-1814. <https://doi.org/10.1093/scan/nsu016>
- Jovanovic, T., Kazama, A., Bachevalier, J., & Davis, M. (2011). Impaired safety signal learning may be a biomarker of PTSD. *Neuropharmacology*, 62(2), 675-704. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2011.02.023>
- Kensinger, E. A., & Ford, J. H. (2021). Guiding the Emotion in Emotional Memories: The Role of the Dorsomedial Prefrontal Cortex. *Current Directions in Psychological Science*, 30(2), 111-119. <https://doi.org/10.1177/0963721421990081>
- Kim, H., Somerville, L. H., Johnstone, T., Alexander, A. L., & Whalen, P. J. (2003). Inverse amygdala and medial prefrontal cortex responses to surprised faces. *Neuroreport*, 14(18), 2317-2322. <https://doi.org/10.1097/00001756-200312190-00006>
- Kimura, H. M., Nakahara, K., & Miyashita, Y. (2009). Visual Associative Memory. *Encyclopedia of Neuroscience*, 233-242. <https://doi.org/10.1016/B978-008045046-9.00202-3>
- Kobayashi, S. (2009). Reward Neurophysiology and Primate Cerebral Cortex. *Encyclopedia of Neuroscience*, 325-333. <https://doi.org/10.1016/B978-008045046-9.01559-X>
- Kohn, N., Eickhoff, S. B., Scheller, M., Laird, A. R., Fox, P.T., & Habel, U. (2015). Neural network of cognitive emotion regulation — An ALE meta-analysis and MACM analysis, *NeuroImage*, 87, 345-355. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.11.001>
- Krolak-Salmon, P., Hénaff, M. A., Vighetto, A., Bauchet, F., Bertrand, O., Maugière, F., & Isnard, J. (2005). Experiencing and detecting happiness in humans: The role of the supplementary motor area. *Annals of Neurology*, 59(1), 169-199. <https://doi.org/10.1002/ana.20706>
- Lazarus, R. S. (1966). *Psychological stress and the coping process*. McGraw-Hill.
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer.
- McRae, K., Hughes, B., Chopra, S., Gabrieli, J. D. E., Gross, J. J., & Ochsner, K. N. (2010). The Neural Bases of Distraction and Reappraisal. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(2), 248-262. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21243>
- Mechias, M. L., Etkin, A., & Kalisch, R. (2010). A meta-analysis of instructed fear studies: Implications for conscious appraisal of threat. *NeuroImage*, 49(2), 1760-1768. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.09.040>

- Miklósi M., Martos T., Kocsis-Bogár K., & Perczel Forintos D. (2011) A Kognitív Érzelem-Reguláció Kérdőív magyar változatának pszichometriai jellemzői. *Psychiatria Hungarica*, 26(2), 102-111.
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Moodie, C. A., Suri, G., Goerlitz, D. S., Mateen, M. A., Sheppes, G., McRae, K., ... Gross, J. J. (2020). The neural bases of cognitive emotion regulation: The roles of strategy and intensity. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 20(2), 387-407. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00775-8>
- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(5), 242-249. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.03.0110>
- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2014). The Neural Bases of Emotion and Emotion Regulation: A Valuation Perspective. In Gross, J. J. (Ed.). *Handbook of Emotion Regulation*. (pp. 23-42). The Guilford Press.
- Ochsner, K. N., Silvers, J. A., & Buhle, J. T. (2012). Functional imaging studies of emotion regulation: a synthetic review and evolving model of the cognitive control of emotion. *Annals of The New York Academy of Sciences*. 1251(1), 1-24. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06751.x>
- Oláh A. (2005). *Érzelmek, megküzdés és optimális élmény*. Trefort Kiadó.
- Picó-Pérez, M., Alemany-Navarro, M., Dunsmoor, J.E., Radua, J., Albajes-Eizagirre, A., Vervliet, Cardoner, N., Benet, O., Harrison, B.J., Soriano-Mas, & Fullana, C. (2019). Common and distinct neural correlates of fear extinction and cognitive reappraisal: A meta-analysis of fMRI studies, *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 104, 102-115. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.06.029>.
- Phan, L. K., Wager, T. D., Taylor, S. F., & Liberzon, I. (2004). Functional neuroimaging studies of human emotions. *CNS Spectrums*, 9(4), 258–266. <https://doi.org/10.1017/S1092852900009196>
- Rivas-Fernandez, M. Á., Varela-López, B., Cid-Fernandez, S., & Galdo-Alvarez, S. (2021). Functional Activation and Connectivity of the Left Inferior Frontal Gyrus during Lexical and Phonological Retrieval. *Symmetry*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/sym13091655>

- Sabatinelli, D., Fortune, E. E., Li, Q., Siddiqui, A., Krafft, C., Oliver, W. T., ... Jeffries, J. (2011). Emotional perception: Meta-analyses of face and natural scene processing. *NeuroImage*, 54(1), 2524-2533. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.011>
- Silvers, J. A., Wager, T. D., Weber, J., & Ochsner, K. N. (2015). The neural bases of uninstructed negative emotion modulation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10(1), 10-18. <https://doi.org/10.1093/scan/nsu016>
- Smith, R., Killgore, W. D. S., Alkozei, A., & Lane, R. D. (2018). A neuro-cognitive process model of emotional intelligence. *Biological Psychology*, 139, 131-151. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2018.10.012>
- Sturm, V. E., Haase, C. M., & Levenson, R. W. (2016). Emotional Dysfunction in Psychopathology and Neuropathology: Neural and Genetic Pathways. In: Lehner, T., Miller, B. L., & State, M. W. (Eds). *Genomics, Circuits, and Pathways in Clinical Neuropsychiatry*. pp. 345-364. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-13583-0>
- Szily E., & Kéri S. (2008). Emotion-related brain regions. *Ideggyógyászati Szemle*, 61(3-4), 77-86.
- Thompson, R. A. (1990). Emotion and self-regulation. In R. A. Thompson (Ed.). *Nebraska Symposium on Motivation, 1988: Socioemotional development* (pp. 367–467). University of Nebraska Press.
- Thompson-Schill, S. L., Bedny, M., & Goldberg, R. F. (2005). The frontal lobes and the regulation of mental activity. *Current Opinion in Neurobiology*, 15, 219–224. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.03.006>
- Thompson-Schill, S. L., Bedny, M., & Goldberg, R. F. (2005). The frontal lobes and the regulation of mental activity. *Current Opinion in Neurobiology*, 15(2), 219-224. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.03.006>
- Vanderhasselt, M. A., Kühn, S., & De Raedt, R. (2013). ‘Put on your poker face’: neural systems supporting the anticipation for expressive suppression and cognitive reappraisal. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8(8), 903-910. <https://doi.org/10.1093/scan/nss090>
- Wager, T.D., Barrett, L.F., Bliss-Moreau, E., Lindquist, K.A., Duncan, S., Kober, H., Joseph, J., Davidson, M., Mize, J. (2008a). The Neuroimaging in Emotion. In: Lewis, M., Haviland-Johns, J. M., F. Barrett, L. (Eds.). *Handbook of emotions*. (pp. 249-272). New York–London: The Guilford Press.

- Wager, T. D., Davidson, M. L., Hughes, B. L., Lindquist, M. A., & Ochsner, K. N. (2008b). Prefrontal-subcortical pathways mediating successful emotion regulation. *Neuron*, 59(6), 1037–1050. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2008.09.006>
- Woo, C-W., Roy, M., Buhle, J. T., & Wager, T. D. (2015). Distinct Brain Systems Mediate the Effects of Nociceptive Input and Self-Regulation on Pain. *PLOS Biology*, 13(1), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002036>
- Zald, D. H. (2003). The human amygdala and the emotional evaluation of sensory stimuli. *Brain Research Reviews*, 41(1), 88-123. [https://doi.org/10.1016/s0165-0173\(02\)00248-5](https://doi.org/10.1016/s0165-0173(02)00248-5)
- Zelena, D., Menant, O., Andersson, F., & Chaillou, E. (2018). Periaqueductal gray and emotions: the complexity of the problem and the light at the end of the tunnel, the magnetic resonance imaging. *Endocrine Regulations*, 52(4), 222-238. <https://doi.org/10.2478/enr-2018-0027>