

# Áttekintés a nem szó szerinti jelentések megértése során aktiválódó agyterületekről ALE-metaanalízis

*Svindt Veronika*

HUN-REN Nyelvtudományi Kutatóközpont  
MTA–HUN-REN NYTK Lendület Neurofonetikai Kutatócsoport

## Összefoglaló

Jelen tanulmány célja a pragmatikai megértés neurális hátterének feltérképezése. Ehhez egy, a nemzetközi szakirodalomban jól ismert módszert, az ALE (activation likelihood estimation) metaanalízist alkalmaztam. A tanulmányok szűrése és válogatása után 63 tanulmányt elemeztem. A vizsgált pragmatikai jelenségek a metafora, metonímia, irónia, szarkazmus, implikatívák, beszédaktusok, idiómák és szólások voltak. A metaanalízis 1204 résztvevő adataiból készült. 590 aktivációs gócot azonosítottam a figuratív > szó szerinti megértés kontrasztjára. Az azonosított aktivációs gókok egy része az agynak egyrészt valamely strukturális csomópontja, mint a precuneus, a superior frontális gyrus, a superior parietális lebeny, az insula, a hippocampus vagy a thalamus. Másrészt az azonosított területek között agyi funkcionális hálózatok (mint pl. a nyelvi vagy a tudatelméleti hálózat) csomópontjait is megtaláljuk, mint bilaterálisan a precuneus, a frontális lebeny laterális és mediális gyrusai, a temporális lebeny superior és középső gyrusai, az amygdala; valamint a bal inferior és superior parietális lebeny, az insula és a cinguláris kéreg.

*Kulcsszavak:* neuropragmatika, pragmatika, ALE metaanalízis, metafora, irónia, implikatívák, idióma, beszédaktusok

## 1. Bevezetés

Az implicit, vagyis nem szó szerinti jelentések megértésének neurális hátteréről annak ellenére is csak viszonylag korlátozott tudáshalmaz áll rendelkezésünkre, hogy az elmúlt két évtizedben az agyi képalkotó eljárással végzett kutatások száma exponenciális növekedést mutatnak. Mivel a pragmatikai működést magyarázó elméleti keretek sokfélék, a fókuszpontok eltérő szempontrendszerek szerinti kijelölése eleve meglehetősen széttartóvá teszi a témában készült kutatásokat. Az egyes pragmatikaelméletek jelentős eltérést mutatnak már abban a kérdésben is, hogy mit tartanak a pragmatika ernyője alá tartozó jelenségnek, és mit nem. A pragmatikai képességgel foglalkozó empirikus kutatások legtöbbször pedig evidenciaként használja a „pragmatikai képesség” fogalmat anélkül, hogy definiálná azt, illetve kijelölné annak határait. A témával behatóbban foglalkozva hamar világossá válik, hogy valójában arra sincsen egzakt válaszuk, hogy pontosan micsoda a pragmatikai képesség, mi teszi lehetővé a pragmatikailag megfelelő megnyilatkozások létrehozását, és pontosan milyen peremfeltételek teljesülése szükséges a szociális kommunikációban való adekvát és sikeres részvételünkhöz.



Amikor agyi képalkotó eljárással készült pragmatikai kutatásokat szeretnénk összehasonlítani, illetve azok eredményeiből koherens képet rajzolni, számos problémával találkozunk. Az egyik első nehézség, hogy a különböző agyi képalkotó eljárásokkal készült kutatások (pl. EEG, fMRI, PET, fNIRS) jellegüknél fogva csak korlátozottan hasonlíthatók össze. Jelen kutatásban éppen ezért csak fMRI tanulmányokat vizsgálók. Szembetűnő probléma továbbá, hogy ezek a tanulmányok – érthető kutatómódszertani okokból – döntő többségben megértést vizsgálnak. Mindössze három tanulmányt sikerült azonosítani a szisztematikus keresés során, amely fMRI-vel készült, és produkciót vizsgált (Benedek et al. 2014; Beaty–Silvia–Benedek 2017; Liu et al. 2023). Hasonló aránnyal találkozunk egyébként a megértés vs. produkció vizsgálatában azoknál az agyi képalkotó eljárást nem alkalmazó tanulmányoknál is, amelyek egy-egy pragmatikai jelenséget elemeznek.

Általános nehézség, hogy a pragmatikai kutatásokban rendkívül ritka a nagymintás vizsgálat. Ez egyaránt igaz az agyi képalkotó eljárást alkalmazó és az azokat nem alkalmazó kutatásokra is. Ennek a tényezőnek szignifikáns hatása lehet egy olyan képesség vizsgálatára, amelyről biztosan tudjuk, hogy jelentős egyéni különbségeket kell feltételeznünk nyelvhasználó és nyelvhasználó között. Az egyéni különbségek oka lehet genetikai, környezeti, szociokulturális, szocioökonómiai ok vagy éppen nemi különbség, kezesség... stb. Vagyis a vizsgálatokat egyszerre túl sok faktorra kellene kontrollálni, ami ritkán történik meg, hiszen viszonylag kis elemszámnál ez meglehetősen nehéz, a statisztikai elemzést pedig lehetetlenné teszi (vö. Kutas 2014). További probléma, hogy a kutatások döntő többsége a vizsgálati személyek kiválasztása során nem vesz figyelembe, vagy éppen kizár bizonyos faktorokat, amelyeknek az eredmények alakulására jelentős hatása lehet. Szinte mindegyik tanulmányban kizáró faktor például a balkezesség, így semmit nem tudunk a társadalom mintegy 10%-át kitevő balkezesek pragmatikai működésének agyi hátteréről. Jellemző emellett például az is, hogy általában nem veszik figyelembe a vizsgált személyek szocioökonómiai státuszát és szocio-kulturális tudását, noha a nem szó szerinti jelentések megértésére ennek erős hatása lehet. Ezt valamennyire ellensúlyozhatja, hogy a kutatások nagyobb része egyetemista résztvevőkkel dolgozik, ami talán némi homogenitást kölcsönözhet legalább a teljes minta egy részének. Kevés tanulmány közöl adatokat a résztvevők iskolai végzettségéről. További hiány, hogy általában nincsen elegendő elemszám a férfi:nő különbségek feltáráshoz, noha számos kutatás kimutatta, hogy ez fontos faktornak tűnik (vö. Kutas 2014; Pléh 2000). Metaanalízis készítése során további tényezők figyelembevételre is szükséges lehet. Ilyen például, hogy a kutatásokban vizsgált nyelvek közti strukturális (nyelvtan, írásmód... stb.) különbségek hatással lehetnek az agyműködésre. Nem lehet figyelmen kívül hagyni továbbá azt sem, hogy a pragmatikai képességnek jelentős szociokulturális meghatározottsága van. Az eltérő szociokulturális közeg pedig különbségeket eredményezhet a pragmatikai megértésben, sőt már a tudományos kérdés megfogalmazásában, illetve a kutatáshoz használt feladatok előállításában is. Például más a megítélése az iróniának az angolszász társadalmakban, mint pl. a távol-keletiekben; de nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt sem, hogy pl. a kínai írásrendszer inhereens metaforicitásának milyen hatása lehet a kínai beszélők metaforamegértésére (ez utóbbiról l. bővebben pl. Schnell (2024); a metaforák kultúrafüggőségéről pedig l. Kövecses (2005)).

Legjobb tudomásom szerint a mai napig nem készült a pragmatikai képesség neurális hátteréről magyar nyelven elérhető átfogó tanulmány. Jelen írás ezt a hiányt igyekszik pótolni. Tanulmányom első részében áttekintem a témában készült metaanalíziseket, a második részében pedig magam is készítek egy ALE (activation likelihood estimation) metaanalízist, melybe – a korábbi metaanalízisektől eltérően – az implikaturákról született tanulmányokat is beleveszem. Metaanalízisembe nem vonom be azonban sem a humorra, sem a diskurzusra vonatkozó kutatásokat, mert ezek – heterogenitásuknál és nehéz körülhatárolhatóságuknál fogva – megnehezítenek a belőlük nyert aktivációs kontrasztok értelmezését.

## 2. A pragmatikai megértés bizonyos aspektusait vizsgáló metaanalízisek

A „klasszikus” pragmatikai jelenségeket, mint a metafora, metonímia, irónia, szarkazmus, idiómák, beszédaktusok, több metaanalízisben is vizsgálták (Bohrn–Altmann–Jacobs 2012; Rapp et al. 2011; Reyes-Aguilar-Valles-Capetillo-Giordano 2018). Kifejezetten a metaforák neurális hátterének összefoglalását vállalta Vartanian (2012) és Yang (2014). A metaforák és idiómák egy speciális típusa, amikor valamilyen mozgásige metaforikus értelmezése adja a figuratív jelentést, erről külön metaanalízis készült (Yang–Shu 2016). A humor neurális hátterének feltárására koncentrált Farkas et al. (2021). A diskurzus, szöveg és narratívák neurális hátterét tekintette át Ferstl et al. (2008) és Yang et al. (2019). A pragmatikai műveletek és jelenségek legátfogóbb – noha kissé széttartó – vizsgálatát pedig Hauptman–Blank–Fedorenko (2023) tette meg. Az 1. táblázatban összefoglaltam a témában készült metaanalíziseket.

Tanulmány	Metaanalízis típusa	Intervallum	Beválogatott tanulmányok (db)	Személyek száma (fő)	Képkötő	Keresőszavak
Ferstl et al. 2008	ALE	1993–2005	23	NA	fMRI, PET	discourse, text, context, comprehension
Vartanian 2012	ALE	–2010	20	232	fMRI	analogy, analogical reasoning, metaphor
Rapp–Mutschler–Erb 2012	ALE	2004–2012	28	523	fMRI	metaphor, proverb, non-literal, figurative, idiom, metonymy, irony, sarcasm
Bohrn–Altmann–Jacobs 2012	SDM	–2011	23	374	fMRI, PET	metaphor, idiom, proverb, irony, sarcasm, figurative, literal
Yang 2014	ALE	2004–2011	17	226	fMRI	metaphor

Tanulmány	Metaanalízis típusa	Intervallum	Beválogatott tanulmányok (db)	Személyek száma (fő)	Képzőköri	Keresőszavak
<u>Yang-Shu 2016</u>	ALE	2005–2013	13	328	fMRI	fictive motion, metaphoric action, idiomatic action, comprehension
<u>Reyes-Aguilar-Valles-Capetillo-Giordano 2018</u>	ES-SDM	2004–2018	48	1209	fMRI	speech acts, indirect/direct request, indirect reply, metaphor, idiom, irony; sarcasm
<u>Yang et al. 2019</u>	ALE	1980–2018	78	1976	fMRI	discourse, narrative, text comprehension/processing
<u>Farkas et al. 2021</u>	ALE	1995–2020	75	1248	fMRI	humor, comedy, sarcasm, satire, irony, laugh
<u>Hauptman-Blank-Fedorenko 2023</u>	ALE (revisited)	2001–2021	74	1430	fMRI	anaphora, anthropomorphism, comedy, discourse comprehension, figurative language, figure of speech, hyperbole, humor, idioms, indirect request, indirect speech, ironic, irony, jokes, lying, metaphor, metonymy, narrative, non-literal language, oxymoron, paradox, personification, platitude, pragmatics, prosody, proverbs, pun, sarcasm, sarcastic, saying, speech act, synecdoche, text coherence, text comprehension, understatement

1. táblázat

Metaanalízisek a pragmatikával összefüggő jelenségek neurális hátteréről (ALE: Activation Likelihood Estimation; SDM: Signed Differential Mapping; ES-SDM: Effect Sized-Signed Differential Mapping)

A leggyakrabban vizsgált pragmatikai jelenségekből létrehozott metaanalízisek más-más fókuszpontokkal készültek. Rapp és munkatársai a figuratív nyelvhasználat vizsgálatában két fő kérdésre kívántak választ találni (Rapp-Mutschler-Erb 2012). Vizsgálták egyrészt, hogy a figuratív jelentés szalienciája hogyan változtatja meg az agyi aktivációs mintázatot, másrészt azt, hogy mennyiben tartható a pragmatika jobb féltekei túlsúlyának hipotézise. Giora fokozatos kiugróság hipotézise (*graded salience hypothesis*, Giora (2003)) szerint a megértésben a figuratív – szó szerinti megkülönböztetés helyett jóval inkább az adott inger szalienciája határozza meg a feldolgozás sikerességét. Elmélete szerint az újszerű, nemszaliens figuratív jelentések nagyobb jobb féltekei aktivációt váltanak ki. Rapp, Mutschler és Erb (2012) metaanalízisükben azonban azt találták, hogy az azonosított aktivációs

gócok közül 280 a bal féltekében, 129 pedig a jobb féltekében volt. Vagyis az aktivációs mintázatok mindössze 32%-a jobb féltekés. Bohrn–Altmann–Jacobs (2012) a figuratív vs. szó szerinti kontraszt elemzése során metaanalízisükben szintén a jobb félteke szerepére voltak kíváncsiak, és Rapp és munkatársai (2012) metaanalíziséhez hasonlóan Giora hipotézisére kerestek megerősítést vagy cáfolatot a konvencionális vs. újszerű metaforák szembeállításának vizsgálatával. Emellett külön-külön mérték az irónia, a metafora, az idiómák és szólások aktivációs mintázatát. Elemzésük során arra jutottak, hogy míg a metaforák megértése jóval inkább szemantikai folyamatokat aktivál, addig az irónia és a szarkazmus megértése tudatelméleti folyamatok működését követeli meg. Rapp és munkatársai eredményeihez hasonlóan ők is arra jutottak, hogy a figuratív nyelv megértésében a jobb féltekei túlsúly nem igazolható, ehelyett bilaterális aktiváció látható bal féltekei túlsúllyal és a bal inferior frontális gyrus markáns részvételével.

Reyes-Aguilar–Valles-Capetillo–Giordano (2018) ES-SDM metaanalízist készítettek, ami jelenleg a legpontosabb elemzést teszi lehetővé, mivel figyelembe veszi a klaszterek megalkotása során az eredeti tanulmányokban közötti klaszterméreteket, és ezzel súlyozva készíti el az elemzést. Tanulmányukban újszerű módon külön elemzést készítettek a stimulus modalitása (vizuális, auditív vagy audiovizuális), valamint a feladat nyelvének ortográfiája szerint. Utóbbi szerint megkülönböztették a transzparens, opak és logografikus írású nyelveket. Emellett külön elemezték a germán és az újlatin nyelveket, valamint a mandarin kínai és a japán nyelvet. A germán és az újlatin nyelvek között nem találtak szignifikáns aktivációs különbséget a mintázatban a figuratív > szó szerinti kontrasztra. Különbséget találtak a japán és a germán nyelvek között, valamint a kínai > germán és a kínai > újlatin nyelvek között. Nem volt olyan agyterület, ami jobban aktiválódott volna a japánban, mint a kínaiiban, de találtak olyan területet, amely a kínaiiban jobban aktiválódott a japánhoz képest a figuratív > szó szerinti kontrasztra (jobb féltekei középső temporális gyrus). A stimulus modalitása szerint találtak különbséget az auditív > szöveges kontrasztra, de nem volt különbség a szöveges > auditív kontrasztban. Az opak és transzparens írásrendszerek nem mutattak különbséget a többi írásrendszerrel való összehasonlításban. A logografikus írásoknál a logografikus > transzparens kontrasztra találtak különbséget, de a logografikus > opak nem mutatott szignifikáns különbséget. Eredményeik azt mutatták, hogy a „pragmatikai megértési hálózat” magába foglalja a klasszikus nyelvi területek mellett bilaterálisan a mediális prefrontális kérgi területeket is.

Mivel a metafora megértésének neurális hátteréről született a legtöbb agyi képalkotó eljárással készült tanulmány, ezért kevéssé meglepő, hogy ebben a témában három metaanalízis is készült (Vartanian 2012; Yang 2014; Yang–Shu 2016). Yang (2014) a metafora > baseline/nyugalmi állapot kontrasztját, valamint a metafora > szó szerinti kontrasztot vizsgálták metaanalízisükben. Elemezték emellett a konvencionális hatását, valamint a szöveges kontextus hatását a megértésre. Azt találták, hogy a konvencionális metaforáknál a bal féltekei aktivitás jelentősebb, míg az újszerű metaforáknál a jobb félteke aktivációja nő meg, ez megerősíti Giora hipotézisét (Giora 2003). Vartanian (2012) a metaforák és a hasonlatok neurális hátterét vizsgálta metaanalízisében. Azt találta, hogy a hasonlat az előhíváshoz, munkamemóriához és a bizonyos relációk egymáshoz viszonyított feltérképezéséhez szükséges agyterületeket (a dorzolaterális prefrontális kérget és

az elülső prefrontális kérget) aktiválja. A metafora ezzel szemben bilaterálisan a dorzolaterális PFC mellett az elülső cinguláris kérget, a temporális pólust, a gyrus supramarginalist, valamint a ventrolaterális PFC-t aktiválta. Az eredményekből azt a következtetést vont le a szerző, hogy mind a metaforának, mind a hasonlatnak megnövekedett munkamemória-igénye van, valamint szükséges hozzájuk a releváns információk előhívására (egyúttal a nem releváns információk gátlására) való képesség. Yang és Shu (2016) mozgással összefüggő metaforikus és idiomatikus kifejezések agyi aktivációját vizsgáló tanulmányokból készítettek metaanalízist. Ezek a tanulmányok olyan metaforikus vagy idiomatikus kifejezéseket vizsgálnak, amelyekben szerepel valamilyen mozgásos mozzanat, amelyet azonban figuratívan értve jutunk el az adott megnyilatkozás jelentéséhez (pl. *Leesett az álla vs. Leesett a könyv a földre*). Yang és Shu azt találták, hogy a téri tájékozódásért felelős területek (jobb féltekei gyrus parahippocampalis) aktiválódnak a fiktív mozgást kifejező idiomatikus mondatoknál, a metaforikus mozgásoknál pedig a bal precentrális gyrus (BA6), amely a komplex, koordinált mozgások kivitelezéséért is felelős. Az idiomatikus mozgások aktiválták a bal inferior frontális gyrust (BA44/45), de nem aktiválták a precentrális gyrust. Az eredményekből a szerzők azt a következtetést vonták le, hogy a szenzomotoros rendszer aktivációja megjelenik a mozgással összefüggő kifejezések megértése során.

Noha a humor tárgykörébe számos, szemantikailag és pragmatikailag is nagyon különböző jelenség tartozhat, Farkas és munkatársai 2021-es metaanalízisükben a humor különféle típusainak neurális hátterét vizsgálták. Tanulmányukban modalitásuk szerint külön-külön elemezték a nyelvi és képi alapú humortípusokat, valamint a nevetést. Azt találták, hogy a komplex humor megértése során az érzelmi folyamatokért felelős agyterületek (pl. amygdala) aktiválódnak, de emellett a klasszikus nyelvi területek, a szemantikai feldolgozásért és integrációért felelős területek is aktívnak mutatkoztak a humor modalitásának függvényében. A nevetés nem csupán az auditoros kéregben (superior temporális gyrus) váltott ki aktivitást, hanem a jobb féltekei inferior frontális gyrusban – amelynek aktivitását más figuratív nyelvi megértési feladatokban többen is kimutatták –, valamint a jobb féltekei középső temporális gyrusban is. A kutatók arra jutottak, hogy a humor megértése során olyan területek is aktiválódnak, amelyek az inkongruencia felismerésében játszanak szerepet. Hasonló eredményre jut Vrticka–Black–Reiss (2013) kissé rendhagyó metaanalízise,<sup>1</sup> de az inkongruencia felismerésére aktiválódó agyterületek mellett kiemeli az érzelmi működés olyan komponenseit is, mint a vidámság érzése vagy a pozitív megjutalmazottság érzésére aktiválódó területek.

A diskurzus, szöveg, szövegkoherencia létrehozásának neurális hátteréről szóló metaanalízisek olyan kutatásokat vontak be a vizsgálatba, amelyeknél a feladat egyszómondatnyi szövegnél nagyobb terjedelmű szöveg megértése volt (Yang et al. 2019), illetve ahol vagy egymáshoz koherensen kapcsolódó mondatok (pl. történetek) megértése vagy valamilyen pragmatikai interpretáció kikövetkeztetése volt a feladat (Ferstl et al. 2008). Ferstl és munkatársai (2008) a szövegértést háromféle kontrasztban is megvizsgálták: egyrészt az agy nyugalmi állapotához képest, másrészt értelmetlen, de a hangzó nyelv elemeit tartalmazó szövegekhez képest

<sup>1</sup> Rendhagyó abban az értelemben, hogy a tanulmány nem tartalmazza a vizsgált tanulmányok koordinátaalapú összefoglalását vagy a metaanalízis módszertanának leírását.

(pl. visszafelé lejátszott szöveg); harmadrészt pedig koherens vs. inkoherens szövegek kontrasztjában. Eredményeik szerint a szövegértés a bal féltekei elülső temporális kéreg, a középső és hátsó temporális kéreg aktivitását váltotta ki mindhárom összehasonlításban, de a dorzolaterális PFC aktivitását nem. A koherencia létrehozása az eredmények szerint a bal félteke mediális területeit is aktiválja, ami általában aktiválódik a következtetési képességet igénylő feladatok, vagy éppen a szociális viselkedés során is. Részben más szempontok alapján készítették metaanalízisüket Yang és munkatársai (2019). Ők a diskurzusból származó ingerek és bizonyos nem nyelvi ingerek összehasonlítása mellett mérték a következtetési folyamatok aktivációs mintázatait, összehasonlították a konzisztens és inkonzisztens szövegek megértését, valamint a pragmatikai interpretáció során aktiválódó mintázatokat. A tanulmányok aktivációs mintázataiból kirajzolódó kép szerintük arra utal, hogy a szövegértés folyamatába hét nagy kiterjedésű agyi hálózat vonódik be. Ezek a nyugalmi hálózat (default mode network), a frontoparietális hálózat (ezt szokás centrális végrehajtó hálózatnak is nevezni), a ventrális és a dorzális figyelmi hálózat, a szomatoszensoros rendszer és a limbikus rendszer. Legfontosabb eredményük annak kimutatása, hogy a diskurzus megértése során legerőteljesebben a nyugalmi hálózat csomópontjai aktiválódnak, és ezek kooperálnak a többi azonosított hálózat egyes csomópontjaival.

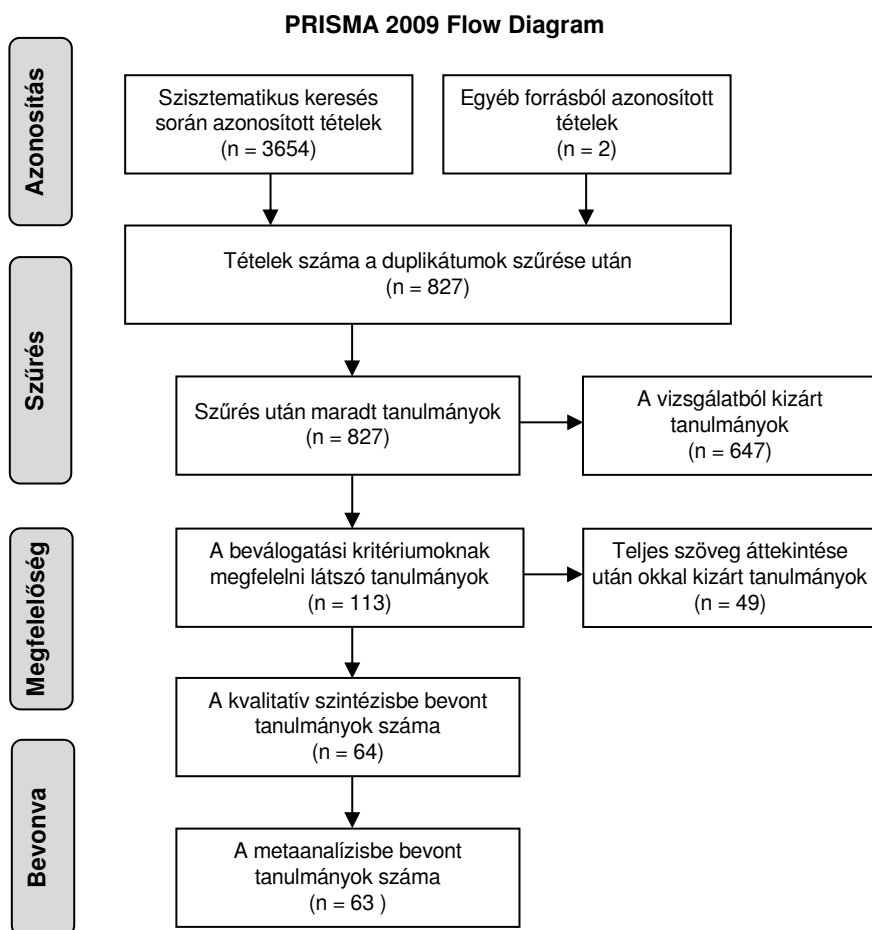
A nem szó szerinti jelentés megértésének neurális hátterét vizsgáló legátfogóbb metaanalízist Hauptman és munkatársai készítették (Hauptman–Blank–Fedorenko 2023). Metaanalízisükben a pragmatikát kimerítő módon értelmezték, így a lehető legtöbb, bár egymással nehezen összehasonlítható pragmatikai jelenség neurális hátterét igyekeztek feltérképezni. Kutatásukban arra keresték a választ, hogy a nem szó szerinti jelentések megértése mennyiben függ és mennyiben mutat átfedést a nyelvi, a szociális-kognitív, valamint a végrehajtó folyamatokkal. Ehhez olyan funkcionális aktivációs atlaszokat alkalmaztak, amelyeket korábban nagy mennyiségű adat alapján hoztak létre. Eredményeik azt mutatják, hogy a figuratív megértést támogatja egyrészt a nyelvi hálózat, másrészt az általános szociális inferenciális képességet működtető hálózat. Egyúttal az is kirajzolódik az eredményekből, hogy a nem szó szerinti megértés több kognitív erőforrást igényel a szó szerinti megértésnél, és bizonyos olyan végrehajtó folyamatok működtetését is igényli, amelyeket a szó szerinti megértés nem.

### 3. Módszertan

#### 3.1. A tanulmányok beválogatási kritériumai

A metaanalízis a PRISMA módszertana szerint egy szisztematikus kereséssel és áttekintéssel indult a Scopus és PubMed adatbázisokból (1. ábra). A keresés 2023. júniusáig megjelent tanulmányokat tartalmaz. Az összehasonlíthatóság miatt kizárólag fMRI tanulmányokat válogattam az elemzésbe, vagyis a keresés az „fMRI AND \*kulcsszó\*” összetétellel történt. A használt kulcsszavak listája: *pragmatic\**; *figurative language*; *non-literal/nonliteral*; *metaphor\**; *metonymy*; *irony/ironic*; *sarcasm/sarcastic*; *proverb*; *idiom(atic)*; *implicature*; *presupposition*; *quantifier*; *speech act*; *indirect/direct*; *“indirect request”*; *simile*. A keresés során összesen 3654 tételt azonosítottam, melyekből a PRISMA módszertan végigvitele után a

metaanalízisbe 63 tanulmány került be. A vizsgálatba csak azok a tanulmányok kerültek be, amelyek a) egészséges felnőtt populáción; b) angol nyelven; c) fMRI képkalkító eljárással; d) megértést mértek (auditív vagy vizuális feladatprezentációval); e) teljes agyi elemzést (*whole-brain analysis*) közöltek; f) az agyi aktivációs góccokat (*foci; cluster*) és csúcsoakat (*peaks*) a két nemzetközileg elfogadott koordinátarendszer valamelyikében, vagyis MNI (Montreal Neurological Institute; Collins et al. 1994) vagy Talairach (Talairach–Tournoux 1988) koordinátákban közölték.



1. ábra  
A szisztematikus keresés folyamatábrája

Kizártam a vizsgálatból a csak ROI (*region-of-interest*) és az SVC (*small-volume corrected*) analízist alkalmazó kutatásokat. Mind a ROI, mind az SVC analízis ugyanis korábbi kutatások alapján kirajzolt képből dolgozik, tehát egy adott



kognitív funkcióra aktiválódó, meghatározott agyterületeket vizsgál. Vagyis az elemzés során nem veszi figyelembe, hogy az adott agyterületen kívül más agyterületek is aktiválódhatnak a feladat bizonyos jellemzőinek függvényében, így a kutatás szempontjából esetleg releváns adatok kimaradnak az elemzésből (vö. Müller et al. 2018). Az eredmények összehasonlíthatósága miatt kizártam a vizsgálatból a produktív elemző fMRI tanulmányokat is. Kizártam továbbá azokat a tanulmányokat, amelyek nem közöltek figuratív > szó szerinti kontrasztot; vagy a figuratív > szó szerinti kontraszt eredményeit táblázatos formában, koordinátákat is közölve nem, hanem csak agyi aktivációs gócot bemutató ábrán közölték. Kizártam a vizsgálatból azokat a tanulmányokat is, amelyek figuratív > szó szerinti kontrasztot is bemutatnak ugyan, de a feladat multimodális volt. Ez többnyire azt jelenti, hogy a verbális modalitás mellett a résztvevőnek pragmatikai jelentéssel bíró gesztusokra is figyelnie kellett. Ezeknél az eseteknél nehezen kontrollálható, hogy a kapott aktivációs gócot valóban csak a pragmatikai megértésre vonatkoznak-e. Szintén kizártam azokat a tanulmányokat, amelyekben a figuratív > szó szerinti kontraszt elemzését csak konjunkciós elemzésként közölték. Azoknál a tanulmányoknál, amelyek az egyszerű kontraszt mellett konjunkciós elemzést is végeztek, csak az előbbire vonatkozó eredményeket vettem figyelembe. Nem kerültek bele a metaanalízisbe azok a tanulmányok sem, amelyek nem kontrasztról, csak főhatásról közöltek koordinátákat, vagy csak aktivációs klasztereket közölnek egy adott pragmatikai jelenségre. Ez utóbbiak esetében az elemzés azért problémás, mert bár azt ki tudjuk olvasni a táblázatból, hogy pl. a metaforamegértési feladat során milyen agyterületek aktiválódtak, de arra nézve semmilyen információnk nincs, hogy a szó szerinti megértéshez képest, vagy éppen a nyugalmi állapothoz képest ez az aktivációs mintázat mely agyterületeken mutat szignifikáns különbséget. Így az aktivációs klaszterek közlése a kontrasztok nélkül nem informatív.

Hivatkozás	Elemzés (nő:férfi)	Pragmatikai jelenség	Átlagéletkor [terjedelem]	Kezesség	Nyelv	Szoftver	Stimulus	Feladat	Kontraszt
Bendersky et al. 2021	21 (10:11)	idióma	32,6 [19–48]	J	spanyol	SPM12	vizuális	mondat +kép	•idióma >< szó szerinti
Boulenger-Hauk-Pulvermüller 2009	18 (8:10)	idióma (mozgás)	24,3 [NA]	NA	angol	SPM5	vizuális	olvasás	•idióma > szó szerinti •idióma > baseline
Citron et al. 2019	23 (23:12)	idióma	27 [19–36]	NA	német	SPM12	vizuális	olvasás	•idióma >< szó szerinti
Kana et al. 2012	36 (19:17)	idióma	21 [NA]	NA	angol	SPM	vizuális	olvasás	•idióma > baseline •szó szerinti > baseline
Romero Lauro et al. 2008	22 (13:9)	idióma	25 [19–40]	J	olasz	SPM	vizuális	mondat +kép	•idióma >< szó szerinti

Hivatkozás	Elemszám (nő:férfi)	Pragmatikai jelenség	Átlagéleltekor [terjedelem]	Kezesség	Nyelv	Szoftver	Stimulus	Feladat	Kontraszt
Yang et al. 2016	20 (10:10)	idióma	21,7 [20–25]	J	kinai	AFNI	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>•transzparens idióma &gt; baseline</li> <li>•szó szerinti &gt; baseline</li> <li>•idióma &gt; szó szerinti</li> <li>•homályos idióma &gt; szó szerinti</li> <li>•transzparens idióma &gt; szó szerinti</li> <li>•homályos idióma &gt; transzparens idióma</li> </ul>
Zempleni et al. 2007	15 (7:8)	idióma	30,8 [NA]	J	holland	SPM99	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>•idióma &gt;&lt; szó szerinti</li> <li>•kétértelmű &gt;&lt; egyértelmű</li> </ul>
Desai et al. 2013	27 (15:12)	idióma, metafora (mozgás)	24,7 [18–38]	J	angol	AFNI	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>•szó szerinti &gt;&lt; absztrakt</li> <li>•metafora&gt;&lt; absztrakt</li> <li>•idióma &gt;&lt; absztrakt</li> </ul>
Hornick– Shetreet 2022	16 (8:8)	implikátúra (ad hoc)	27,1 [23–39]	J	héber	SPM12	vizuális	mondat +kép	•implikátúra > nincs implikátúra
Feng et al. 2017	23 (12:11)	implikátúra (társalgási)	22,4 [NA]	J	kinai	SPM8, AFNI	auditív	párbeszéd hallgatása	•indirekt > direkt
Jang et al. 2013	23 (9:14)	implikátúra (társalgási)	22,6 [NA]	J	koreai	SPM8, AphaSim	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>•erősen implicit &gt;&lt; explicit</li> <li>•kevésbé implicit &gt;&lt; explicit</li> </ul>
Li et al. 2014	24 (12:12)	implikátúra (skaláris)	NA [19–25]	J	kinai	SPM8	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>•alulinformatív &gt; kongruens</li> <li>•inkongruens &gt; kongruens</li> </ul>
Olm et al. 2014	17 (10:7)	implikátúra (skaláris)	23,1 [18–28]	J	angol	SPM8	vizuális	mondat +kép	•implikátúra > nincs implikátúra
Shetreet– Chierchia– Gaab 2014	13 (8:5)	implikátúra (skaláris)	23,4 [19–30]	J	angol	SPM8	audio- vizuális	szó +kép	•implikátúra > nincs implikátúra
Akimoto et al. 2014	35 (14:11)	írónia	20,2 [18–23]	J	japán	SPM	vizuális	mondat +kép	<ul style="list-style-type: none"> <li>•írónia &gt; inkongruencia</li> <li>•írónia &gt; szó szerinti</li> </ul>
Bosco et al. 2017	23 (9:14)	írónia	22,7 [19–27]	J	olasz	SPM8	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>•megtévesztés &gt;&lt; írónia</li> <li>•írónia &gt; szó szerinti</li> <li>•megtévesztés &gt; szó szerinti</li> </ul>
Obert et al. 2016	21 (10:11)	írónia	22,1 [20–27]	J	francia	SPM8	auditív	párbe- széd hall- gatása	•írónia > szó szerinti

Hivatkozás	Elemiszám (nő:férfi)	Pragmatikai jelenség	Átlagélektor [terjedelem]	Kezesség	Nyelv	Szoftver	Stimulus	Feladat	Kontraszt
Rapp et al. 2010	15 (15:0)	irónia	28,1 [21–53]	J	német	SPM5	vizuális	olvasás	• irónia > szó szerinti • irónia > baseline
Shibata et al. 2010	13 (3:10)	irónia	23,8 [20–29]	J	japán	SPM5	vizuális	olvasás	• irónia > szó szerinti
Valles- Capetillo- Ibarra- Giordano 2023	45 (22:23)	irónia	26,7 [NA]	J	spanyol	FSL6	auditív+ vizuális	feladat: hallgatás; kérdés: olvasás	• irónia > szó szerinti +kegyes hazugság • kegyes hazugság > irónia+szó szerinti
Wakusawa et al. 2007	38 (17:21)	irónia, metafora	22,3 [18–38]	J	japán	SPM2	vizuális	mondat +kép	• irónia+metafora > szó szerinti
Filik et al. 2019	17 (10:7)	irónia, szarkaz- mus	24 [19–29]	J	angol	SPM12	vizuális	olvasás	• nem szarkasztikus irónia > szó szerinti • szarkasztikus irónia > szó szerinti
Uchiyama et al. 2006	20 (10:10)	irónia, szarkaz- mus	21,9 [19–29]	J	japán	SPM2, Allegra	vizuális	olvasás	• szarkazmus > szó szerinti
Spotorno et al. 2012	20 (12:8)	irónia, ToM	22 [NA]	J	francia	SPM8	vizuális	olvasás	• irónia > szó szerinti
Ahrens et al. 2007	9 (0:9)	metafora	21 [20–22]	J	kínai	Matlab 6.5	vizuális	olvasás	• rendhagyó metafora > szó szerinti • rendhagyó metafora > konvencionális metafora
Bambini et al. 2011	9 (4:5)	metafora	25 [NA]	J	olasz	AFNI	vizuális	olvasás	• metafora > szó szerinti
Chen- Widick- Chatterjee 2008	14 (4:10)	metafora (mozgás)	21,5 [NA]	J	angol	SPM2, VoxBo	vizuális	olvasás	• metaforikus mozgásigék >> szó szerinti mozgás • szó szerinti mozgás > mozgás nélküli mondatok • metaforikus mozgásigék > mozgás nélküli mondatok
Citron et al. 2016	24 (15:9)	metafora	26 [21–35]	NA	német	SPM8	vizuális	olvasás	• metafora > szó szerinti • metafora > nyugalmi állapot
Diaz- Hogstrom 2011	16 (8:8)	metafora	23,8 [18–30]	J	angol	FSL	vizuális	olvasás	• metafora > szó szerinti • metafora > álszó

Hivatkozás	Elemszám (nő:férfi)	Pragmatikai jelenség	Átlagéleltör [terjedelem]	Kezesség	Nyelv	Szoftver	Stimulus	Feladat	Kontraszt
Diaz-Barrett- Hogstrom 2011.	16 (8:8)	metafora	24,8 [21-31]	J	angol	FSL	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>•újszerű metafora &gt; álszó</li> <li>•konvencionális metafora &gt; álszó</li> <li>•szó szerinti &gt; álszó</li> </ul>
Forgács et al. 2012	40 (20:20)	metafora	24,2 [19-30]	J	német	Brain Voyager	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>•konvencionális metafora &gt; újszerű metafora</li> <li>•konvencionális metafora &gt; konvencionális szó szerinti</li> <li>•újszerű metafora &gt;&gt; újszerű szó szerinti</li> </ul>
Hartung et al. 2020	26 (17:12)	metafora	24,7 [19-36]	J	angol	SPM12	auditív	történet hallgatá sa	•metafora >> értelmetlen szósor
Lacey-Stilla- Sathian 2012	7 (5:2)	metafora	20,8 [NA]	J	angol	Brain Voyager	vizuális	olvasás	•metafora > szó szerinti
Lee-Dapretto 2006	12 (6:6)	metafora	27,7 [23-35]	J	angol	SPM99	auditív	szavak hallgatá sa	<ul style="list-style-type: none"> <li>•nem szó szerinti &gt; szó szerinti</li> <li>•nem szó szerinti &gt; nyugalmi állapot</li> </ul>
Mashal et al. 2007	15 (7:8)	metafora	NA [21-31]	NA	héber	Brain Voyager	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>•újszerű metafora &gt; nem kapcsolódó konvencionális metafora</li> <li>•konvencionális metafora &gt; nem kapcsolódó</li> <li>•szó szerinti &gt; nem kapcsolódó</li> <li>•újszerű metafora &gt; szó szerinti</li> <li>•konvencionális metafora &gt; szó szerinti</li> <li>•újszerű metafora &gt; konvencionális metafora</li> </ul>
Mashal et al. 2009	15 (6:9)	metafora	25 [22-28]	J	héber	Brain Voyager	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>•újszerű metafora &gt; értelmetlen</li> <li>•újszerű metafora &gt; szó szerinti</li> </ul>
Obert et al. 2014	19 (10:9)	metafora	22 [19-27]	J	francia	SPM8	auditív	monda- tok hall- gatása	•metafora > szó szerinti
Prat-Mason- Just 2012	24 (13:11)	metafora	NA [NA]	J	angol	SPM2	vizuális	olvasás	•metafora > szó szerinti

Hivatkozás	Elemszám (nő:férfi)	Pragmatikai jelenség	Átlagéletkor [terjedelem]	Kezesség	Nyelv	Szoftver	Stimulus	Feladat	Kontraszt
Rapp et al. 2004	15 (6:9)	metafora	NA [NA]	J	német	SPM99	vizuális	olvasás	• metafora > baseline
Samur et al. 2015	20 (16:4)	metafora	21,9 [18–27]	J	holland	SPM8	vizuális	olvasás	• figuratív > szó szerinti
Schmidt- Seeger 2009	10 (5:5)	metafora	25 [19–42]	J	angol	Brain Voyager	vizuális	olvasás	• mondat > álszó • szó szerinti >< metafora • szó szerinti >< könnyű ismerős metafora • ismerős >< ritka metafora • könnyű > nehéz metafora
Shibata et al. 2007	13 (5:8)	metafora	23,8 [21–29]	J	japán	SPM2	vizuális	olvasás	• metafora >< szó szerinti • metafora >< anomália
Stringaris et al. 2007	11 (0:11)	metafora	33,3 [NA]	J	angol	saját fejlesztésű szoftver	vizuális	olvasás	• metafora >< szó szerinti • metafora >< értelmetlen • szó szerinti >< értelmetlen
Stringaris et al. 2006	12 (0:12)	metafora	32,5 [NA]	J	angol	saját fejlesztésű szoftver	vizuális	olvasás	• irreleváns szó szerinti >< irreleváns metafora • releváns szó szerinti >< releváns metafora
Yu et al. 2019	22 (12:10)	metafora	23 [19–27]	NA	kínai	SPM8, DARTEL	vizuális	olvasás	• metafora > szó szerinti • metafora > probléma-újrafogalmazás • szó szerinti > probléma-újrafogalmazás
Citron- Goldberg 2014	26 (19:7)	metafora (ízérzékeléshez kapcsolódó)	27 [NA]	J	német	SPM8	vizuális	olvasás	• metafora >< szó szerinti
Pomp et al. 2018	18 (6:12)	metafora (szaglás- hoz kapcsolódó)	25,8 [19–39]	J	német	SPM8	vizuális	olvasás	• szaglás-metafora > szó szerinti • szó szerinti szaglás > szó szerinti • szaglás-metafora > szó szerinti szaglás

Hivatkozás	Elemiszám (nő:férfi)	Pragmatikai jelenség	Átlagéletkor [terjedelem]	Kezesség	Nyelv	Szoftver	Stimulus	Feladat	Kontraszt
Romero Lauro et al. 2013	24 (NA)	metafora (mozgás)	NA	J	olasz	SPM8	vizuális	olvasás	• figuratív >< szó szerinti
Shibata et al. 2012	24 (10:14)	metafora, hasonlat	25,9 [21–47]	J	japán	SPM5	vizuális	olvasás	• metafora > baseline hasonlat > baseline • szó szerinti > baseline • anomália > baseline • metafora > szó szerinti • hasonlat > szó szerinti • metafora >> hasonlat
Wallentin et al. 2005	17 (8:10)	metafora (téri)	NA [21–41]	J	dán	SPM2, MATLAB	audio- vizuális	olvasás, monda- tok hall- gatása	• absztrakt >< konkrét
Subramania m et al. 2013	14 (7:7)	metafora (érzelmi valencia)	25,5 [NA]	J	angol	SPM2, MATLAB	vizuális	olvasás	• pozitív metafora > semleges metafora • negatív metafora > semleges metafora • pozitív metafora > negatív metafora • pozitív újszerű metafora > semleges újszerű metafora • pozitív konvencionális metafora > semleges konvencionális metafora • negatív újszerű metafora > semleges újszerű • negatív konvencionális metafora > neutrális konvencionális metafora
Rapp et al. 2011	14 (12:2)	metonímia	25,8 [NA]	J	német	SPM5	vizuális	olvasás	• metonímia > szó szerinti • metonímia > baseline • metonímia > értelmetlen szósorok
Kuperberg et al. 2000	9 (0:9)	pragmati- kai anomália	NA	J	angol	NA	auditív	monda- tok és álszavak hallga- tása	• pragmatikai anomália >< szó szerinti • mondatok > álszavak

Hivatkozás	Elemzés (nő:férfi)	Pragmatikai jelenség	Átlagérték [terjedelem]	Kezesség	Nyelv	Szoftver	Stimulus	Feladat	Kontraszt
Powell et al. 2019	27 (14:13)	pragmatikai jelentés és kétértelműség	22,1 [NA]	NA	angol	SPM12	vizuális	mondat +kép	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pragmatikai jelentés &gt;&lt; kétértelműség</li> <li>• pragmatikai jelentés &gt; baseline</li> </ul>
Yi et al. 2017	15 (8:7)	szólás	30,2 [27–33]	J	koreai	FSL	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>• szólás &gt; szó szerinti</li> <li>• transzparens szólás &gt; szó szerinti</li> <li>• homályos szólás &gt; szó szerinti</li> </ul>
Nagels et al. 2013	16 (0:16)	hasonlat	27 [NA]	J	német	SPM5, MATLAB	auditív	szöveg hallgatása	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hasonlat &gt;&lt; szó szerinti</li> </ul>
Bašnáková et al. 2014	25 (20:5)	beszéd- aktus	21,2 [NA]	J	holland	SPM5	auditív	szöveg hallgatása	<ul style="list-style-type: none"> <li>• indirekt &gt; direkt</li> <li>• indirekt informatív &gt; direkt</li> <li>• indirekt arcvédő &gt; direkt</li> <li>• indirekt arcvédő &gt; indirekt informatív</li> </ul>
Licea-Haguet et al. 2021	30 (14:17)	beszéd- aktus	22,8 [19–28]	J	spanyol	FSL5	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>• indirekt &gt; kontroll</li> <li>• indirekt &gt; direkt</li> </ul>
Shibata et al. 2011	15 (4:11)	beszéd- aktus	25,2 [NA]	J	japán	SPM5	vizuális	olvasás	<ul style="list-style-type: none"> <li>• indirekt &gt; szó szerinti</li> </ul>
van Ackeren et al. 2012	13 (13:0)	beszéd- aktus, ToM	21,4 [18–24]	J	holland	SPM8	audio- vizuális	mondat +kép	<ul style="list-style-type: none"> <li>• indirekt &gt; kontroll</li> </ul>
van Ackeren- Smaragdi- Rueschemey er 2016	22 (22:0)	beszéd- aktus, ToM	NA [18–35]	J	angol	SPM8	auditív	párbe- széd hallgatása	<ul style="list-style-type: none"> <li>• indirekt beszéd &gt; direkt beszéd</li> <li>• indirekt kérdés &gt; indirekt válasz</li> </ul>

## 2. táblázat

A metaanalízisbe beválogatott tanulmányok listája<sup>2</sup> (J = jobb)

A tanulmányok kétharmada vizuális paradigmát használ, kilenc tanulmány csak auditív bemenettel dolgozik, három tanulmány alkalmaz audiovizuális (hang+kép) kísérleti dizájnt, és egy tanulmány a feladatot auditív formában adja, de az elvárt válaszhoz tartozó kérdést vizuálisan jeleníti meg egy képernyőn (Valles-Capetillo-Ibarra-Giordano 2023). Az egyes tanulmányok között azonos modalitás mellett is eltérés van a feladat prezentálása során alkalmazott módszerekben. A vizuális

<sup>2</sup> A tanulmányba kizárólag megértést vizsgáló fMRI tanulmányokat vontunk be. A vizsgált kontrasztok felsorolásánál nem szerepelnek a konjunkciós kontrasztok. A >< azt jelzi, hogy a két kondíció közötti kontrasztot mindkét irányban közli a tanulmány (pl. metafora > szó szerinti; és szó szerinti > metafora).

modalitást alkalmazó tanulmányok között találunk olyanokat, amelyek csak szöveges stimulust alkalmaznak. Ezekben belül is megkülönböztethetjük azokat, amelyek a szöveges ingert a képernyőn szavanként vagy mondatonként prezentálják, és különbség van abban is, hogy egy szót, egy kifejezést, egy teljes mondatot vagy egy teljes fordulónyi párbeszédet kell-e a vizsgálati személyeknek elolvasni. A vizuális ingerek lehetnek a szöveges mellett képi ingerek is, és a táblázatból jól látható, hogy több tanulmányban a képi ingerhez mondatnyi szöveges inger is tartozik (ezek többnyire képregényszerű kísérleti dizájnt jelentenek, vagyis egy adott kontextus szereplőinek képes ábrázolása mellett szövegbuborékban látható a szöveges inger). Az auditív ingerek hossza is változó, bizonyos tanulmányokban csak 1-1 mondatot kell meghallgatni a résztvevőknek, más tanulmányok teljes párbeszédfordulókkal dolgoznak.

### 3.2. ALE metaanalízis

Az ALE metaanalízis elkészítéséhez az alábbi módszertanokat követtem: Eickhoff et al. (2009; 2017); Laird et al. (2009); Müller et al. (2018). Az aktivációs valószínűség becslése (ALE) egy olyan, koordináta alapú metaanalízisek készítéséhez alkalmazott kvantitatív eszköz, amely az eredeti tanulmányokban közölt csúcskoordináták (peaks) alapján készül. A koordináták (mind MNI, mind Talairach koordináta-rendszerben közölve) alapján az adott feladatra adott agyi aktivitás pontos helye egy  $x$ ,  $y$ ,  $z$  háromdimenziós koordináta-rendszerben azonosítható. A zéró pont ( $x=0$ ;  $y=0$ ;  $z=0$ ) az anterior commissurát jelöli. Az  $x$  tengely a jobb-bal tengelyt jelenti (negatív  $x$  bal féltékés aktivitást jelez, pozitív  $x$  jobb féltékés; ha  $x=0$  vagy akörüli érték, az az agy mediális felszínét jelenti). Az  $y$  tengely a posterior-anterior tengelyt reprezentálja. Pozitív  $y$  az anterior (elülső) területekre utal, negatív  $y$  a posterior (hátsó) területeket jelzi. A  $z$  tengely az inferior-superior tengelyt jelenti. Vagyis minél nagyobb pozitív érték a  $z$  koordináta, annál inkább felfelé haladunk az agyban; a negatív  $z$  érték pedig az anterior commissura alatti területekre utal.

Az ALE metaanalízis a Ginger ALE 3.0.2. szoftverrel készült (<https://brainmap.org>; Research Imaging Center of the University of Texas Health Science Center, San Antonio, TX; Eickhoff et al. 2009). Az egyes tanulmányokban Talairach rendszerben közölt koordinátákat szintén a Ginger ALE szoftverrel transzformáltam MNI koordinátává. A Ginger szoftver az egyszeri aktivációs csúcsokat háromdimenziós Gauss-féle valószínűségi eloszlással ábrázolja, az általánosan alkalmazott 4mm-es szórással (FWHM 9,4 mm). A klaszterek meghatározásának küszöbértéke voxel-szinten  $p < 0,001$  (5000 permutáció). A klaszterek számításánál a minimum klaszterméret  $100 \text{ mm}^3$  volt.

A metaanalízis összesen 1204 fő adataiból készült (3. táblázat). Egy-egy tanulmány átlagosan 20 fővel készült, a legalacsonyabb résztvevőszám 7 fő volt, a legmagasabb 45 fő. A résztvevők átlagéletkora 24,6 év, mivel a kutatások jelentős részét egyetemi hallgatókkal végezték. Harmincnolc tanulmány közli az átlagéletkor mellett az életkori tartományt, ennek alapján a résztvevők 18–53 év közöttiek voltak. Azok a tanulmányok, amelyek a kezességre vonatkozó adatokat is közölték, kivétel nélkül jobbkezes személyekkel dolgoztak (1029 fő). Néhány tanulmányban nem adtak meg erre vonatkozó adatot (175 fő), de nincs okunk feltételezni, hogy ezekben a tanulmányokban a balkezesek felülreprezentáltak lettek volna.



<b>Nem</b>	Nő	599 fő
	Férfi	575 fő
	NA	30 fő
<b>Átlagéletkor</b>		24,6 év
<b>Kezesség</b>	Jobb	1029 fő
	Bal	0 fő
	NA	175 fő
<b>Nyelvek szerint</b>	Indoeurópai nyelvek	843 fő
	Japán	158 fő
	Kínai	98 fő
	Koreai	38 fő
	Héber	46 fő

3. táblázat  
Összefoglaló táblázat a résztvevőkről

A tanulmányokból összesen 1099 aktivációs gócot (foci) azonosítottam, melyek közül 590 vonatkozott a nem szó szerinti jelentés > szó szerinti jelentés kontrasztjára. Vagyis ezek azok az agyterületek, amelyek szignifikánsan nagyobb aktivációt mutattak a nem szó szerinti jelentés megértése során a szó szerinti jelentés megértési folyamatiaihoz képest.

Néhány tanulmányban a nem szó szerinti jelentés > szó szerinti jelentés kontrasztja mellett közlik nem szó szerinti jelentés > baseline vagy nyugalmi állapot kontrasztját is. A baseline vagy a nyugalmi állapot vagy „üres” fekete képernyőt jelent, vagy a képernyő közepén elhelyezett fixációs pontot. Összesen 186 aktivációs gócot azonosítottam a vizsgált tanulmányokból erre a kontrasztra. Ezek a gócok kevésbé informatívak, mint a figuratív > szó szerinti kontraszt vizsgálata, mivel a nem szó szerinti jelentés megértése és a nyugalmi állapot közötti aktivációs különbségek nem pusztán a pragmatikai jelentés aktivációs mintázatát mutatják, hanem a feladat modalitására (auditív, vizuális) adott szenzomotoros reakciókat, és általában a nyelvi feldolgozás során aktiválódó reakciókat is. Emellett a legtöbb kutatásban a vizsgálat során a célinger megjelenése után 1-1 kérdésre kell válaszolni a vizsgálati személynek, többnyire a jobb kezében elhelyezett gomb megnyomásával. Nyugalmi állapotban természetesen nincs gombnyomás sem, így a nem szó szerinti jelentés > baseline kontraszt tartalmazza a gombnyomás során aktiválódott agyterületeket is.

A szó szerinti > nem szó szerinti kontrasztban 22 tanulmány talált szignifikáns különbséget, 41 pedig ebben a relációban nem. Összesen 155 aktivációs gócot azonosítottam ebben a relációban. A tanulmányok nagyjából kétharmadában tehát a szó szerinti jelentés az agy semelyik területén nem váltott ki nagyobb aktivitást a nem szó szerinti jelentéshez képest. Jelen tanulmányban ezzel a kontraszttal sem foglalkozunk, főképp azért, mert ennek a jelenségnek a meggyőző magyarázatához a vizsgált tanulmányokban rendelkezésre álló, többnyire hipotetikus magyarázatoknál jóval több információra volna szükség.

Ahogy arról a bevezetőben szó esett, a vizsgált pragmatikai jelenségek – természetüknél fogva – nagyon eltérő szerepet tölthetnek be az egyes kultúrákban; eltérő attitűdök, társadalmi elvárások társulhatnak hozzájuk (pl. az irónia használatának

elfogadottsága, pozitív vagy negatív megítélése). Emellett a vizsgált nyelv struktúrája és írásrendszere is befolyásolhatja az adott pragmatikai feladatra kiváltott agyi aktivitás mértékét, illetve elhelyezkedését (l. pl. a logografikus írásrendszerű nyelvekben a képiség szerepe, amely hatással lehet számos pragmatikai jelenségre pl. a metaforák befogadására). Célzottan ezeknek a szociokulturális, illetve írásmódbeli különbségeknek az adott pragmatikai jelenségekre való hatásával azonban nem igen foglalkozik a tudomány, ami jelentős hiány. Jól mutatja mindezt, hogy az 1. táblázatban felsorolt metaanalízisek közül mindössze egyetlen olyat találunk (Reyes-Aguilar-Valles-Capetillo-Giordano 2018), amely külön részelemzésnek vetette alá az eltérő struktúrájú (germán és román nyelvcsalád nyelvei, japán, mandarin kínai), és eltérő írásrendszerű (transzparens, opak, logografikus) nyelvekből származó agyi aktivitási adatokat. A többi metaanalízis nem említi, hogy ezek a különbségek megjelenhetnek az agyi aktivitás eltéréseiben is. Jelen tanulmány kereteit meghaladja a vizsgált pragmatikai jelenségek szociokulturális szerepének (l. pl. Kövecses 2005), illetve az eltérő írásrendszereknek a beható vizsgálata, valamint az azokból fakadó neurális különbségeknek a feltárása. Számos kutatás utal arra, hogy az eltérő struktúrájú, ill. írásrendszerű nyelvekben részben máshogyan működik a strukturális nyelvi és pragmatikai feldolgozás (magyar kutatók tollából erről l. bővebben Pléh (2000; 2007; 2020) és Schnell (2024)). Jelen tanulmányban mindössze arra vállalkozunk, hogy egy kontrasztelezés keretében megnézzük, hogy van-e különbség az agyi aktivációban a négy legtöbbet vizsgált pragmatikai jelenség esetében (metafora, irónia, implikatívumok, idióma) a figuratív > szó szerinti kontrasztra az indoeurópai nyelvek és a logografikus írásrendszert használó nyelvek (japán, mandarin kínai, koreai) között. A részelemzésbe 35, indoeurópai nyelveken végzett tanulmányt vontunk be, 691 fő részvételével; emellett 12 tanulmányt a három logografikus nyelv eredményeivel, 264 fő részvételével. Az indoeurópai nyelveken végzett kutatásokból 333 aktivációs góc vonatkozik a négy vizsgált pragmatikai jelenségre; a logografikus írásrendszerű nyelvek adataiból 142 aktivációs góc azonosítható.

## 4. Eredmények

Az alábbiakban külön elemezzük a figuratív > szó szerinti kontrasztra kapott eredményeket (4. táblázat), valamint a figuratív > baseline/nyugalmi állapot eredményeit (5. táblázat).

A figuratív > szó szerinti kontraszt elemzéséhez készített metaanalízist 579 aktivációs góc koordinátái adják. Ezeknek az aktivációs gócoknak a megoszlása a vizsgált pragmatikai jelenség alapján: 56% metafora; 16% beszédaktus, 11% irónia és szarkazmus, 9% idióma, 3% pragmatikai inkongruencia; 1,8-1,8% hasonlat és implikativa, és 1,2-1,2% szólás és metonímia. Jól látható tehát, hogy a pragmatikai jelenségek közül a metafora neurális háttéréről áll rendelkezésünkre a legtöbb információ. A vizsgált jelenségek aránytalan eloszlása miatt jelen tanulmányban nem vállalkozom az egyes jelenségek aktivációs mintázatainak összehasonlítására. Érdekes összehasonlítani ezeket az arányokat a 2. táblázat adataival. Azt látjuk, hogy miközben a metaforával foglalkozó tanulmányok az összes tanulmány 46%-át teszik ki, a metaanalízisben kapott adatok 56%-a metaforaértési feladatokból származik. Meglepő emellett, hogy míg idiómákkal, iróniával, szarkazmussal és implikatívumokkal

a tanulmányoknak összesen 34%-a foglalkozik, aközben a pragmatikai > szó szerinti kontrasztok aktivációs gócainak mindössze a 16%-át adják ezek a jelenségek.

Klaszter	Klaszter mérete (mm <sup>3</sup> )	Féltéke	Lebény	Gyrus	BA	x	y	z	ALE	P	Z				
#1	28800	bal	frontális	inferior frontális gyrus (pars orbitalis)	47	-46	20	-18	0,024	5,861	4,383				
						-44	32	-12	0,0323	2,684	5,439				
						-36	32	-12	0,0250	3,082	4,521				
					sub-lobális	inferior frontális gyrus (pars triangularis)	45	-52	22	16	0,0453	2,306	6,917		
				-50			26	4	0,0415	3,783	6,509				
				9			-50	20	34	0,0323	2,577	5,446			
						temporális	középső frontális gyrus								
								claustrum		-32	20	-2	0,0188	1,346	3,643
								insula	13	-34	16	-14	0,0221	1,852	4,125
							középső temporális gyrus	21	-52	6	-32	0,0265	1,183	4,719	
				superior temporális gyrus (temporális pólus)	38	-48	12	-18	0,0228	1,192	4,225				
				superior temporális gyrus	21	-56	-8	-16	0,0231	9,912	4,267				
					22	-56	6	-8	0,0213	3,101	4,005				
#2	6992	bal	frontális	mediális frontális gyrus	6	0	40	34	0,0224	1,571	4,163				
					9	-6	58	32	0,0349	4,460	5,750				
					jobb	frontális	superior frontális gyrus	9	8	56	28	0,0200	6,537	3,825	
								10	-10	66	16	0,0173	3,185	3,415	
#3	5544	bal	occipitális	középső occipitális gyrus	19	-54	-60	-4	0,0135	0,003	2,802				
						21	-60	-54	4	0,0164	5,230	3,278			
			temporális	középső temporális gyrus	37	-52	-58	0	0,0137	0,002	2,843				
						-58	-34	0	0,0283	3,736	4,949				
#4	5360	jobb	frontális	inferior frontális gyrus	47	38	24	-12	0,0230	1,081	4,248				
					48	34	-12	0,0208	4,113	3,938					
#5	2696	bal	parietális	gyrus supramarginalis	40	-54	-56	36	0,0164	5,259	3,276				
						39	-44	-70	28	0,0197	8,030	3,774			
						39	-50	-58	26	0,0157	7,381	3,179			
			temporális	középső temporális gyrus (temporoparietális csomópont)											
						-36	-46	-20	0,0169	3,893	3,360				
#6	2448	bal	kisagy	elülső kéreg, culmen		-34	-50	-20	0,0171	3,425	3,396				
			temporális	gyrus fusiformis	37	-44	-56	-18	0,0188	1,331	3,646				
						gyrus fusiformis	19	-32	-78	-8	0,0231	1,041	4,256		
#7	2224	bal	occipitális	középső occipitális gyrus	18	-30	-88	0	0,0139	0,002	2,868				
#8	2040	bal	frontális	superior frontális gyrus	6	-2	18	50	0,0272	7,840	4,802				
					jobb	frontális	superior frontális gyrus	8	6	36	50	0,0140	0,002	2,897	
#9	1912	bal	limbikus	parahippocampalis gyrus / amygdala		-20	-4	-24	0,0150	0,001	3,056				
			sub-lobar	amygdala		-20	-10	-12	0,0338	9,429	5,622				
#10	768	jobb	limbikus	elülső cinguláris gyrus	32	6	44	18	0,0217	2,334	4,072				
#11	736	bal	limbikus	hátsó cinguláris gyrus	23	-4	-58	22	0,0201	6,385	3,831				
#12	656	bal	parietális	precuneus	7	-28	-62	44	0,0139	0,002	2,865				
						-26	-62	34	0,0114	0,007	2,446				
				superior parietális gyrus	7	28	-56	48	0,0164	5,230	3,278				
#13	616	jobb	frontális	inferior frontális gyrus (pars triangularis)	45	60	20	16	0,0167	4,475	3,322				
						46	54	28	22	0,0138	0,002	2,857			
#14	456	jobb	temporális	középső frontális gyrus	21	54	0	-22	0,0180	2,088	3,529				
#15	448	jobb	kisagy	hátsó lebeny, pyramis		12	-80	-26	0,0177	2,501	3,481				

Klaszter	Klaszter mérete (mm <sup>3</sup> )	Féltéke	Lebény	Gyrus	BA	x	y	z	ALE	P	Z
#16	400	jobb	frontális	inferior frontális gyrus (pars triangularis)	45	58	24	2	0,0171	3,522	3,388
#17	384	jobb	parietális	precuneus	7	6	-68	40	0,0174	2,911	3,440
#18	376	jobb	frontális	precentrális gyrus	9	46	22	34	0,0144	0,002	2,961
#19	328	bal	parietális	inferior parietális gyrus	40	-46	-46	46	0,0159	6,984	3,195
#20	312	bal	frontális	középső frontális gyrus	6	-40	14	48	0,0138	0,002	2,853
#21	288	jobb	limbikus	gyrus parahippocampalis / amygdala		34	-2	-24	0,0161	6,252	3,227
#22	264	bal	occipitális	cuneus	18	-18	-82	24	0,0146	0,001	2,996
#23	240	jobb	limbikus	gyrus parahippocampalis / hippocampus		40	-12	-22	0,0161	6,252	3,227
#24	232	bal	limbikus	gyrus parahippocampalis / hippocampus		-34	-10	-18	0,0165	4,974	3,292
#25	224	bal	sub-lobáris	caudate		-8	8	6	0,0151	0,001	3,067
#26	216	jobb	temporális	középső temporális gyrus	21	62	-24	-8	0,0131	0,003	2,744
#27	200	jobb	temporális	superior temporális gyrus	39	52	-48	12	0,0155	8,475	3,139
#28	176	bal	occipitális	gyrus lingualis	19	-34	-60	-4	0,0114	0,007	2,436
						-28	-62	-2	0,0126	0,004	2,652
#29	168	jobb	temporális	superior temporális gyrus	38	48	14	-36	0,0140	0,002	2,889
#30	168	jobb	temporális	középső temporális gyrus	21	58	-28	-16	0,0134	0,003	2,787
#31	160	bal	limbikus	uncus	20	-36	-10	-30	0,0141	0,002	2,910
#32	144	bal	frontális	precentrális gyrus	6, 4	-50	0	46	0,0127	0,004	2,669
#33	120	bal	sub-lobáris	thalamus		-14	-28	0	0,0132	0,003	2,753
#34	120	bal	parietális	inferior parietális gyrus	40	-58	-44	26	0,0131	0,003	2,737

## 4. táblázat

ALE metaanalízis a nem szó szerinti megértést vizsgáló fMRI tanulmányokból a figuratív > szó szerinti kontrasztra ( $p=0,01$  FDR) (BA = Brodmann mező)

A figuratív > szó szerinti jelentés kontrasztjára az ALE elemzés 579 aktivációs gócból összesen 34 darab, 100 mm<sup>3</sup>-nél nagyobb klasztert azonosított. Ezek azok a területek tehát, amelyek egészséges felnőtt beszélőknél szignifikánsan nagyobb aktivációt mutattak a figuratív jelentés megértése során, mint a szó szerinti jelentés megértésére. Az 1000 mm<sup>3</sup>-nél nagyobb kilenc klaszterből 6 csak a bal féltékében található, 1 csak jobb féltékés, és 2 mindkét féltékét felöleli. Az 1000 mm<sup>3</sup>-nél kisebb huszonöt klaszterből 12 csak a bal féltékében, 13 pedig csak a jobb féltékében található. A bal, illetve jobb féltékei aktiváció arányát tekintve az elemzés azt mutatja, hogy az aktivált területek 81%-a a bal féltékében található, és mindössze 19%-a tartozik a jobb féltékéhez.

Az aktivációs góccok 51%-a a frontális lebényben, 25%-a a temporális lebényben, 8,5%-a a sub-lobáris régiókban (insula, thalamus, bazális ganglionok, claustrum), 5%-a a limbikus kéregben (amygdala,<sup>3</sup> cinguláris kéreg, gyrus parahippocampalis), 4,1%-a az occipitális lebényben, 3%-a a parietális lebényben, és 3%-a a kisagyban található.

<sup>3</sup> Az amygdala egyszerre sorolható a limbikus kéreghez és a sub-lobáris területekhez is. Az egyszerűség kedvéért itt most a limbikus rendszer részeként tekintünk rá.

Klaszter	Klaszter mérete mm <sup>3</sup>	Féltéke	Lebeny	Gyrus	BA	x	y	z	ALE	P	Z	
#1	5144	bal		frontális	inferior frontális gyrus	46	-46	40	0	0,0215	1,019	5,196
				sub-lobáris	claustrum		-36	16	2	0,0139	4,906	3,895
				frontális	inferior frontális gyrus	45	-50	32	2	0,0136	6,609	3,822
#2	4568	bal	frontális	középső frontális gyrus	9	-56	22	30	0,0142	3,939	3,948	
				precentrális gyrus	6	-46	2	44	0,0128	1,221	3,668	
				inferior frontális gyrus	9	-56	24	18	0,0127	1,295	3,653	
				középső frontális gyrus	9	-50	14	36	0,0114	3,392	3,398	
				precentrális gyrus	6	-38	0	32	0,0089	0,002	2,928	
				inferior frontális gyrus	45	-48	22	12	0,0089	0,002	2,926	
					9	-44	6	30	0,0086	0,002	2,861	
					44	-56	16	10	0,0085	0,002	2,848	
						-50	12	14	0,0083	0,002	2,798	
								-54	12	18	0,0083	0,002
#3	3128	bal	temporális	középső temporális gyrus	22	-56	-42	0	0,0194	6,469	4,841	
				középső temporális gyrus	37	-52	-54	4	0,0078	0,004	2,649	
#4	2616	jobb		sub-lobáris	insula	13	34	28	-4	0,0161	8,423	4,303
				frontális	inferior frontális gyrus	47	52	22	-4	0,0127	1,363	3,639
#5	1960	bal	frontális	superior frontális gyrus	6	-4	18	56	0,0172	3,652	4,485	
#6	1216	jobb	temporális	superior temporális gyrus	38	52	14	-26	0,0155	1,298	4,206	
#7	1064	bal	sub-lobáris	thalamus		-6	-8	12	0,0170	4,088	4,460	
#8	992	bal	frontális	superior frontális gyrus	8	-4	40	42	0,0119	2,354	3,497	
#9	712	bal	occipitális	gyrus lingualis	18	-10	-74	8	0,0129	1,177	3,678	
						-12	-82	8	0,0088	0,002	2,908	
#10	568	bal	temporális	superior temporális gyrus	38	-52	10	-24	0,0145	3,154	4,001	
#11	552	bal	parietális	precuneus	31	-8	-50	34	0,0138	5,362	3,874	
#12	528	bal	parietális	inferior parietális gyrus	40	-40	-52	42	0,0112	3,939	3,357	
						-40	-46	48	0,0080	0,003	2,701	
#13	512	bal	frontális	superior frontális gyrus	9	-12	54	26	0,0100	8,408	3,141	
#14	496	jobb	temporális	insula	22	48	-22	-2	0,0098	9,825	3,096	
				transverse temporális gyrus	41	46	-26	8	0,0077	0,004	2,629	
#15	488	bal		limbikus	gyrus parahippocampalis	36	-46	-36	-10	0,0089	0,002	2,921
				temporális	superior temporális gyrus	21	-52	-28	-4	0,0088	0,002	2,899
				sub-lobáris	insula	13	-44	-28	-10	0,0079	0,004	2,671
#16	480	jobb	frontális	precentrális gyrus	9	42	12	32	0,0100	8,350	3,143	
				inferior frontális gyrus	9	48	16	26	0,0091	0,002	2,957	
#17	456	bal	temporális	superior temporális gyrus	38	-52	-6	-16	0,0114	3,539	3,387	
#18	432	bal	temporális	középső temporális gyrus	39	-52	-64	30	0,0105	6,385	3,221	
#19	376	bal	temporális	gyrus fusiformis	37	-44	-56	-14	0,0097	0,001	3,079	
#20	360	bal	frontális	inferior frontális gyrus	47	-36	30	-16	0,0094	0,001	3,021	
#21	320	jobb	frontális	mediális frontális gyrus	6	6	18	44	0,0089	0,002	2,942	
				gyrus cinguláris	32	8	22	36	0,0082	0,003	2,760	
#22	256	bal	occipitális	cuneus	18	-4	-86	28	0,0086	0,002	2,865	
#23	232	bal	occipitális	középső occipitális gyrus	18	-24	-100	8	0,0098	9,325	3,111	
				gyrus lingualis	18	-24	-96	0	0,0078	0,004	2,665	
#24	216	bal	frontális	precentrális gyrus	6	-34	-2	54	0,0098	9,564	3,103	
#25	192	jobb	parietális	superior parietális gyrus	7	32	-58	50	0,0104	6,821	3,202	
#26	160	bal	sub-lobáris	thalamus		-24	-30	-2	0,0096	0,002	3,066	
#27	152	jobb	sub-lobáris	thalamus		26	-28	-2	0,0095	0,001	3,033	
#28	152	jobb	occipitális	gyrus lingualis	17	18	-94	0	0,0095	0,001	3,033	
#29	152	jobb	temporális	superior temporális gyrus	22	58	-46	14	0,0089	0,002	2,933	
#30	152	jobb	parietális	inferior parietális gyrus	40	-44	-28	48	0,0095	0,002	3,045	

#31	128	jobb	frontális	középső frontális gyrus	10	44	54	2	0,0077	0,004	2,622
					46	46	52	-2	0,0075	0,005	2,579
#32	112	bal	sub-lobáris	insula	13	-30	28	6	0,0083	0,003	2,798
#33	104	jobb	parietális	precuneus	7	32	-66	44	0,0082	0,003	2,748

## 5. táblázat

ALE metaanalízis a nem szó szerinti megértést vizsgáló fMRI tanulmányokból a figuratív > baseline/nyugalmi állapot kontrasztra ( $p=0,01$  FDR)

A figuratív > baseline/nyugalmi állapot kontrasztra az ALE elemzés 186 aktivációs gócból készült, amely összesen 227 résztvevő adataiból származik. Az elemzés 33 darab 100 mm<sup>3</sup>-nél nagyobb klasztert azonosított. A klaszterek teljes méretének 79%-a a bal féltékében, 21%-a a jobb féltékében található, vagyis az arány nagyon hasonló, mint amit a figuratív > szó szerinti jelentésnél látunk. Az aktivációs gócból 52%-a a frontális lebenyben, 24,5%-a a temporális lebenyben, 13%-a a sub-lobáris régiókban, 4,7%-a az occipitális lebenyben, 4,5%-a a parietális lebenyben, mindössze 1%-a a limbikus kéregben található, és egyetlen aktivációs góc sem található a kisagyban. A figuratív > szó szerinti jelentés kontrasztjával összehasonlítva a figuratív > baseline/nyugalmi állapot kontraszt eredményeit, a legnagyobb különbségeket a sub-lobáris, és limbikus területeken látjuk, valamint abban, hogy a figuratív > baseline kontraszt esetében kisagyi aktivitás nem mérhető.

Klaszter	Klaszter mérete mm <sup>3</sup>	Félteke	Lebeny	Gyrus	BA	x	y	z	P	Z
<b>indoeurópai nyelvek &gt; logografikus írásrendszerű nyelvek</b>										
#1	168	bal	frontális	inferior frontális gyrus	13	-38	32	8	0,002	2,911
				középső frontális gyrus	46	-40	36	8	0,003	2,807
<b>logografikus írásrendszerű nyelvek &gt; indoeurópai nyelvek</b>										
#1	1008	bal	temporális	superior temporális gyrus	38	-54	-2	-12	0,002	2,878
				középső temporális gyrus	21	-52	0	-17	0,002	2,863
#2	872	bal	frontális	superior frontális gyrus	6	-3	15	57	0,003	2,737
#3	240	bal	temporális	középső temporális gyrus	21	-58	-29	0	0,004	2,687
#4	144	bal	frontális	superior frontális gyrus	9	-8	66	15	0,001	2,989
#5	136	bal	frontális	inferior frontális gyrus	45	-60	28	18	0,004	2,687

## 6. táblázat

ALE metaanalízis az indoeurópai nyelvek és a logografikus írásrendszerű nyelvek között a metafora, irónia, idiómák és implikaturák feldolgozásának kontrasztjára ( $p=0,01$  FDR)

Az indoeurópai és a logografikus írásrendszerű nyelvek közötti különbségek feltárására készült ALE-kontrasztelemezés összesen 475 aktivációs gócból készült, amely összesen 967 résztvevő adataiból származik (ebből 641 fő az indoeurópai nyelvcsaládból, 326 fő a logografikus írásrendszerű nyelvekből). Az elemzés a metafora, irónia, idioma és az implikaturák vizsgálatára vonatkozik. A feltárt különbségek mindegyike a bal féltékéhez köthető, azon belül is a frontális lebeny mindhárom gyrusához, valamint a superior és a középső temporális gyrusokhoz. A klaszterméreteket tekintve azt láthatjuk, hogy a különbségek nem érintenek igazán nagy területeket, noha az látható, hogy valóban mérhető különbség az agyi aktivációban

a különböző struktúrájú, írásrendszerű, ill. kultúrájú nyelvek között bizonyos nem szó szerinti jelentések megértésében. Az aktivációs mintázatban látható, nyelvre vonatkozó különbségek értelmezésére jelen tanulmány keretében nem vállalkozunk, mivel egy valamennyire is valid magyarázathoz további, szerteágazó kutatások volnának szükségesek.

## 5. Diszkusszió

A korábbi kutatásokhoz hasonlóan jelen metaanalízis is azt mutatja, hogy a nem szó szerinti jelentések megértése során 81%-ban bal féltekei agyterületek aktiválódnak, és csak 19% a jobb félteke részvétele. Nem vitatható, hogy a szó szerinti nyelvi megértéshez képest nagyobb mértékű a jobb félteke bevonódása a nem szó szerinti megértésben, de az nemigen jelenthető ki, hogy a pragmatika döntően „jobbféltekés” képesség volna.

A metaanalízis eredményeinek elemző értelmezése során több következtetést is tehetünk. Egyrészt erőteljes bilaterális aktivációt találunk a frontális és a temporális lebenyekben. A frontális lebenyben bilaterálisan aktiválódnak az inferior frontális gyurus pars triangularis és pars opercularis területei (BA45 és 44, Broca terület), valamint a pars orbitalis (BA47). Bilaterális aktivációt látunk még a superior frontális gyurusban (BA8, 9, 10), a precentrális gyurusban (BA4 és BA9), valamint a frontális lebeny mediális területein (BA6). A temporális lebenyben bilaterális aktivációt látunk a superior temporális lebeny elülső területein, vagyis a temporális pólusban (BA38), a középső temporális gyurusban (BA21), a gyurus parahippocampalisban, valamint a temporoparietális csomópontban (BA39). Bilaterális aktiváció mérhető emellett a parietális lebeny mediális felszínén található precuneusban (BA7), az amygdalában, valamint a hippocampusban. Erős bal féltekei aktiváció mérhető a frontális kéreg mediális területein (BA9), és a középső frontális gyurusban (BA6 és 9). A temporális lebenyben bal féltekei aktivációt mutat a Wernicke terület és környéke, vagyis a superior temporális gyurus bizonyos területei (BA21 és 22), a gyurus fusiformis (BA37), valamint a középső temporális gyurus. A parietális lebenyben szintén domináns bal féltekei aktivitást látunk az inferior parietális lebenyben (BA40), a cinguláris kéreg hátulsó területein (BA7), valamint a temporo-parietális csomópont szomszédságában található gyurus supramarginalisban (BA40). Kizárólag bal féltekei aktivitás látható az occipitális lebenyben a figuratív > szó szerinti nyelv kontrasztjára, mégpedig az alapvető vizuális folyamatokat irányító cuneusban (BA18), az occipitális kéreg mediális felszínén található, és a látásért és betűfelismerésért felelős gyurus lingualisban (BA19), a másodlagos vizuális kéregben (BA18) és az asszociációs vizuális területeken (BA19), valamint az arcfelismerésért felelős gyurus fusiformisban (BA19). Bal féltekei aktivációt látunk az insula elülső dorzális területein (BA13), amely fontos funkcionális csomópont, valamint szerepe van többek között az érzelmszabályozásban és a célvezérelt viselkedésben. A kéreg alatti területeken is nagyrészt bal féltekei aktivációt látunk, mégpedig a thalamus bizonyos részein, valamint a bazális ganglionok bizonyos részein (a nucleus caudatusban). Ezek a területek fontos „átkapcsoló állomások”, és fontos szerepük van az információk integrálásában, és az információtovábbítás szabályozásában. Két olyan területet látunk, ahol a jobb félteke aktivációját mérjük, miközben a bal félteke kontralaterális területei nem aktiválódnak. Mindkét terület a frontális

kéregben található: a laterális felszínen a középső frontális gyrus (BA46), a mediális felszínen pedig az elülső cinguláris kéreg (BA32). A nem szó szerinti jelentések megértése során aktivációt látunk bizonyos kisagyi területeken is. A tudomány az elmúlt évtizedben kezdte felismerni a kisagynak a magasabb szintű kognitív folyamatokban, így a nyelvi folyamatokban is betöltött szerepét. A figuratív jelentések megértésére a kisagy bal féltékéjének elülső területei aktiválódnak (culmen); a jobb féltékéjének pedig a hátulsó területei (pyramis).

Az itt felsorolt területek struktúráját és funkcióit vizsgálva azt láthatjuk, hogy a pragmatikai megértésre aktiválódó agyterületek egy része strukturális csomópont (mint a kétoldali precuneus, a superior frontális gyrus, a superior parietális lebeny, az insula, a hippocampus vagy a thalamus). Más területek pedig fontos funkcionális csomópontok, mint a bilaterális precuneus, a bal inferior parietális lebeny, a cinguláris kéreg, valamint bilaterálisan a frontális lebeny jelentős területei. A strukturális és funkcionális csomópontok jellemzője, hogy ezek azok a területek, amelyeket a legtöbb fMRI tanulmányban leggyakrabban említene, függetlenül azok témájától vagy a feladat modalitásától (Oldham–Fornito 2019). A strukturális csomópontok az agynak olyan területei, amelyeken keresztül nagy mennyiségű információ áramlik. Ezek a területek más területeknél több bejövő és kimenő idegpályával rendelkeznek.<sup>4</sup> A funkcionális csomópontok pedig az agy – egyre pontosabban ismert – funkcionális hálózatainak csomópontjai (a funkcionális hálózatokról l. bővebben pl. Uddin et al. 2011; Oldham–Fornito 2019; Gaudet et al. 2020; Litwińczuk et al. 2022) A metaanalízisben felsorolt területek között megtaláljuk

- (a) a *nyelvi hálózat* fontos csomópontjait (bal féltékéi inferior frontális gyrus, precentrális gyrus, superior és középső temporális gyrus, inferior parietális lebeny, gyrus fusiformis és supramarginalis);
- (b) a *tudatelméleti hálózat* csomópontjait (az agy mediális felszíne, különös tekintettel a mediális frontális gyrusra és a cinguláris kéregre, a temporo-parietális csomópont és a mindkét oldali temporális pólus, a superior temporális gyrus, a precuneus és az amygdala);
- (c) a *centrális végrehajtó hálózat* csomópontjait (a dorzolaterális prefrontális kéreg területei, vagyis a frontális kéreg három laterális gyrusa, a temporo-parietális csomópont, a precuneus, a superior parietális lebeny, a gyrus supramarginalis, valamint az insula);
- (d) a *szalencia-hálózat* csomópontjait (a cinguláris kéreg elülső területei; az insula elülső dorzális területei; az amygdala; a thalamus; valamint a bazális ganglionok);
- (e) a *nyugalmi hálózat* csomópontjait (a gyrus parahippocampalis, a frontális gyrus mediális területei, a cinguláris kéreg hátulsó területei, a precuneus, valamint az amygdala).

Mindezek az eredmények azt mutatják egyrészt, hogy a nem szó szerinti jelentések megértése több kognitív erőforrást igényel, mint a szó szerinti jelentések megértése, másrészt hogy a pragmatikai működéshez az agy funkcionális hálózatainak összehangolt működése szükséges.

<sup>4</sup> A strukturális csomópontok úgy képzeldnek el, mint egy nagyváros úthálózatának legfontosabb csomópontjai.



## Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

## Hivatkozások

- Ackeren, Markus J. van – Daniel Casasanto – Harold Bekkering – Peter Hagoort – Shirley-Ann Rueschemeyer 2012. Pragmatics in action: Indirect requests engage theory of mind areas and the cortical motor network. *Journal of Cognitive Neuroscience* **24/11**:2237–2247. [doi:10.1162/jocn\\_a.00274](https://doi.org/10.1162/jocn_a.00274).
- Ackeren, Markus J. van – Areti Smaragdi – Shirley-Ann Rueschemeyer 2016. Neuronal interactions between mentalising and action systems during indirect request processing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience* **11/9**:1402–1410. [doi:10.1093/scan/nsw062](https://doi.org/10.1093/scan/nsw062).
- Ahrens, Kathleen – Ho-Ling Liu – Chia-Ying Lee – Shu-Ping Gong – Shin-Yi Fang – Yuan-Yu Hsu 2007. Functional MRI of conventional and anomalous metaphors in Mandarin Chinese. *Brain and Language* **100/2**:163–171. [doi:10.1016/j.bandl.2005.10.004](https://doi.org/10.1016/j.bandl.2005.10.004).
- Akimoto, Yoritaka – Motoaki Sugiura – Yukihito Yomogida – Carlos Makoto Miyachi – Shiho Miyazawa – Ryuta Kawashima 2014. Irony comprehension: Social conceptual knowledge and emotional response. *Human Brain Mapping* **35/4**:1167–1178. [doi:10.1002/hbm.22242](https://doi.org/10.1002/hbm.22242).
- Bambini, Valentina – Claudio Gentili – Emiliano Ricciardi – Pier Marco Bertinetto – Pietro Pietrini 2011. Decomposing metaphor processing at the cognitive and neural level through functional magnetic resonance imaging. *Brain Research Bulletin* **86/3–4**:203–216. [doi:10.1016/j.brainresbull.2011.07.015](https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2011.07.015).
- Bašnáková, Jana – Kirsten Weber – Karl Magnus Petersson – Jos van Berkum – Peter Hagoort 2014. Beyond the language given: The neural correlates of inferring speaker meaning. *Cerebral Cortex* **24/10**:2572–2578. [doi:10.1093/cercor/bht112](https://doi.org/10.1093/cercor/bht112).
- Beaty, Roger E. – Paul J. Silvia – Mathias Benedek 2017. Brain networks underlying novel metaphor production. *Brain and Cognition* **111**:163–170. [doi:10.1016/j.bandc.2016.12.004](https://doi.org/10.1016/j.bandc.2016.12.004).
- Bendersky, Mariana – Carolina Lomlomdjian – Valeria Abusamra – Bautista Elizalde Acevedo – Silvia Kochen – Lucía Alba-Ferrara 2021. Functional anatomy of idiomatic expressions. *Brain Topography* **34/4**:489–503. [doi:10.1007/s10548-021-00843-3](https://doi.org/10.1007/s10548-021-00843-3).
- Benedek, Mathias – Roger Beaty – Emanuel Jauk – Karl Koschutnig – Andreas Fink – Paul J. Silvia – Beate Dunst – Aljoscha C. Neubauer 2014. Creating metaphors: The neural basis of figurative language production. *NeuroImage* **90**:99–106. [doi:10.1016/j.neuroimage.2013.12.046](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.12.046).
- Bohrn, Isabel C. – Ulrike Altmann – Arthur M. Jacobs 2012. Looking at the brains behind figurative language: A quantitative meta-analysis of neuroimaging studies on metaphor, idiom, and irony processing. *Neuropsychologia* **50/11**:2669–2683. [doi:10.1016/j.neuropsychologia.2012.07.021](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.07.021).

- Bosco, Francesca M. – Alberto Parola – Maria C. Valentini – Rosalba Morese 2017. Neural correlates underlying the comprehension of deceitful and ironic communicative intentions. *Cortex* **94**:73–86. [doi:10.1016/j.cortex.2017.06.010](https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.06.010).
- Boulenger, Véronique – Olaf Hauk – Friedmann Pulvermuller 2009. Grasping ideas with the motor system: Semantic somatotopy in idiom comprehension. *Cerebral Cortex* **19**/8:1905–1914. [doi:10.1093/cercor/bhn217](https://doi.org/10.1093/cercor/bhn217).
- Chen, Evan – Page Widick – Anjan Chatterjee 2008. Functional-anatomical organization of predicate metaphor processing. *Brain and Language* **107**/3:194–202. [doi:10.1016/j.bandl.2008.06.007](https://doi.org/10.1016/j.bandl.2008.06.007).
- Citron, Francesca M. M. – Cristina Cacciari – Jakob M. Funcke – Chun-Ting Hsu – Arthur M. Jacobs 2019. Idiomatic expressions evoke stronger emotional responses in the brain than literal sentences. *Neuropsychologia* **131**:233–248. [doi:10.1016/j.neuropsychologia.2019.05.020](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.05.020).
- Citron, Francesca M. M. – Adele E. Goldberg 2014. Metaphorical sentences are more emotionally engaging than their literal counterparts. *Journal of Cognitive Neuroscience* **26**/11:2585–2595. [doi:10.1162/jocn\\_a\\_00654](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00654).
- Citron, Francesca M. M. – Jeremie Güsten – Nora Michaelis – Adele E. Goldberg 2016. Conventional metaphors in longer passages evoke affective brain response. *NeuroImage* **139**:218–230. [doi:10.1016/j.neuroimage.2016.06.020](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.06.020).
- Collins, D. Louis – Peter Neelin – Terrence M. Peters – Alan C. Evans 1994. Automatic 3D intersubject registration of MR volumetric data in standardized Talairach space. *Journal of Computer Assisted Tomography* **18**/2:192.
- Desai, Rutvik H. – Lisa L. Conant – Jeffrey R. Binder – Haeil Park – Mark S. Seidenberg 2013. A piece of the action: Modulation of sensory-motor regions by action idioms and metaphors. *NeuroImage* **83**:862–869. [doi:10.1016/j.neuroimage.2013.07.044](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.07.044).
- Diaz, Michele T. – Kyle T. Barrett – Larson J. Hogstrom 2011. The influence of sentence novelty and figurativeness on brain activity. *Neuropsychologia* **49**/3:320–330. [doi:10.1016/j.neuropsychologia.2010.12.004](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.12.004).
- Diaz, Michele T. – Larson J. Hogstrom 2011. The influence of context on hemispheric recruitment during metaphor processing. *Journal of Cognitive Neuroscience* **23**/11:3586–3597. [doi:10.1162/jocn\\_a\\_00053](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00053).
- Eickhoff, Simon B. – Angela R. Laird – P. Mickle Fox – Jack L. Lancaster – Peter T. Fox 2017. Implementation errors in the GingerALE Software: Description and recommendations. *Human Brain Mapping* **38**/1:7–11. [doi:10.1002/hbm.23342](https://doi.org/10.1002/hbm.23342).
- Eickhoff, Simon B. – Angela R. Laird – Christian Grefkes – Ling E. Wang – Karl Zilles – Peter T. Fox 2009. Coordinate-based activation likelihood estimation meta-analysis of neuroimaging data: A random-effects approach based on empirical estimates of spatial uncertainty. *Human Brain Mapping* **30**/9:2907–2926. [doi:10.1002/hbm.20718](https://doi.org/10.1002/hbm.20718).

- Farkas, Andrew H. – Rebekah L. Trotti – Elizabeth A. Edge – Ling-Yu Huang – Aviva Kasowski – Olivia F. Thomas – Eli Chlan – Maria P. Granros – Kajol K. Patel – Dean Sabatinelli 2021. Humor and emotion: Quantitative meta analyses of functional neuroimaging studies. *Cortex* **139**:60–72. [doi:10.1016/j.cortex.2021.02.023](https://doi.org/10.1016/j.cortex.2021.02.023).
- Feng, Wangshu – Yue Wu – Catherine Jan – Hongbo Yu – Xiaoming Jiang – Xiaolin Zhou 2017. Effects of contextual relevance on pragmatic inference during conversation: An fMRI study. *Brain and Language* **171**:52–61. [doi:10.1016/j.bandl.2017.04.005](https://doi.org/10.1016/j.bandl.2017.04.005).
- Ferstl, Evelyn C. – Jane Neumann – Carsten Bogler – D. Yves Von Cramon 2008. The extended language network: A meta-analysis of neuroimaging studies on text comprehension. *Human Brain Mapping* **29**:581–593. [doi:10.1002/hbm.20422](https://doi.org/10.1002/hbm.20422).
- Filik, Ruth – Alexandra Turcan – Christina Ralph-Nearman – Alain Pitiot 2019. What is the difference between irony and sarcasm? An fMRI study. *Cortex* **115**:112–122. [doi:10.1016/j.cortex.2019.01.025](https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.01.025).
- Forgács, Bálint – Isabel Bohrn – Jürgen Baudewig – Markus J. Hofmann – Csaba Pléh – Arthur M. Jacobs 2012. Neural correlates of combinatorial semantic processing of literal and figurative noun noun compound words. *NeuroImage* **63**:3:1432–1442. [doi:10.1016/j.neuroimage.2012.07.029](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.07.029).
- Gaudet, Isabelle – Alejandra Hüsser – Phetsamone Vannasing – Anne Gallagher 2020. Functional brain connectivity of language functions in children revealed by EEG and MEG: A systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience* **14**:62. [doi:10.3389/fnhum.2020.00062](https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00062).
- Giora, Rachel 2003. *On Our Mind. Salience, Context, and Figurative Language*. Oxford: Oxford University Press.
- Hartung, Franziska – Yoed N. Kenett – Eileen R. Cardillo – Stacey Humphries – Nathaniel Klooster – Anjan Chatterjee 2020. Context matters: Novel metaphors in supportive and non-supportive contexts. *NeuroImage* **212**:116645. [doi:10.1016/j.neuroimage.2020.116645](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116645).
- Hauptman, Miriam – Idan Blank – Evelina Fedorenko 2023. Non-literal language processing is jointly supported by the language and theory of mind networks: Evidence from a novel meta-analytic fMRI approach. *Cortex* **162**:96–114. [doi:10.1016/j.cortex.2023.01.013](https://doi.org/10.1016/j.cortex.2023.01.013).
- Hornick, Shiri – Einat Shetreet 2022. Pragmatic inferences: Neuroimaging of ad-hoc implicatures. *Journal of Neurolinguistics* **64**:101090. [doi:10.1016/j.jneuroling.2022.101090](https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2022.101090).
- Jang, Gijeong – Shin-ae Yoon – Sung-Eun Lee – Haeil Park – Joohan Kim – Jeong Hoon Ko – Hae-Jeong Park 2013. Everyday conversation requires cognitive inference: Neural bases of comprehending implicated meanings in conversations. *NeuroImage* **81**:61–72. [doi:10.1016/j.neuroimage.2013.05.027](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.05.027).
- Kana, Rajesh K. – Donna L. Murdaugh – Kelly R. Wolfe – Sandhya L. Kumar 2012. Brain responses mediating idiom comprehension: Gender and hemispheric differences. *Brain Research* **1467**:18–26. [doi:10.1016/j.brainres.2012.05.031](https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.05.031).
- Kövecses, Zoltán 2005. *Metaphor in Culture: Universality and Variation*. Cambridge: Cambridge University Press. [doi:10.1017/CBO9780511614408](https://doi.org/10.1017/CBO9780511614408).

- Kuperberg, Rita – Philip McGuire – Edward T. Bullmore – M. J. Brammer – S. Rabe-Hesketh – I. C. Wright – D. J. Lythgoe – S. C. R. Williams – A. S. David 2000. Common and distinct neural substrates for pragmatic, semantic, and syntactic processing of spoken sentences: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience* **12/2**:321–341. [doi:10.1162/089892900562138](https://doi.org/10.1162/089892900562138).
- Kutas Mária 2014. A szó szerinti és a képes nyelv feldolgozása mint emberi agyi funkció. In Pléh Csaba – Lukács Ágnes (szerk.) *Pszicholingvisztika. Magyar pszicholingvisztikai kézikönyv*. Vol. 2 Budapest: Akadémiai Kiadó. 1135–1166.
- Lacey, Simon – Randall Stilla – K. Sathian 2012. Metaphorically feeling: Comprehending textural metaphors activates somatosensory cortex. *Brain and Language* **120/3**:416–421. [doi:10.1016/j.bandl.2011.12.016](https://doi.org/10.1016/j.bandl.2011.12.016).
- Laird, Angela R. – Simon B. Eickhoff – Florian Kurth – Peter M. Fox – Angela M. Uecker – Jessica A. Turner – Jennifer L. Robinson – Jack L. Lancaster – Peter T. Fox 2009. ALE meta-analysis workflows via the BrainMap database: Progress towards a probabilistic functional brain atlas. *Frontiers in Neuroinformatics* **3**:23. [doi:10.3389/neuro.11.023.2009](https://doi.org/10.3389/neuro.11.023.2009).
- Lee, Susan S. – Mirella Dapretto 2006. Metaphorical vs. literal word meanings: fMRI evidence against a selective role of the right hemisphere. *NeuroImage* **29/2**:536–544. [doi:10.1016/j.neuroimage.2005.08.003](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.08.003).
- Licea-Haquet, Giovanna L. – Azalea Reyes-Aguilar – Sarael Alcauter – Magda Giordano 2021. The neural substrate of speech act recognition. *Neuroscience* **471**:102–114. [doi:10.1016/j.neuroscience.2021.07.020](https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2021.07.020).
- Li, Sai – Xiaoming Jiang – Hongbo Yu – Xiaolin Zhou 2014. Cognitive empathy modulates the processing of pragmatic constraints during sentence comprehension. *Social Cognitive and Affective Neuroscience* **9/8**:1166–1174. [doi:10.1093/scan/nst091](https://doi.org/10.1093/scan/nst091).
- Litwińczuk, Marta Czime – Nils Muhlert – Lauren Cloutman – Nelson Trujillo-Barreto – Anna Woollams 2022. Combination of structural and functional connectivity explains unique variation in specific domains of cognitive function. *NeuroImage* **262**:119531. [doi:10.1016/j.neuroimage.2022.119531](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2022.119531).
- Liu, Di – Lei Hao – Lei Han – Ying Zhou – Shaozheng Qin – Kazuhisa Niki – Wangbing Shen – Baoguo Shi – Jing Luo 2023. The optimal balance of controlled and spontaneous processing in insight problem solving: fMRI evidence from Chinese idiom guessing. *Psychophysiology* **60/7**:e14240. [doi:10.1111/psyp.14240](https://doi.org/10.1111/psyp.14240).
- Mashal, Nira – Miriam Faust – Talma Hendler – Mark Jung-Beeman 2007. An fMRI investigation of the neural correlates underlying the processing of novel metaphoric expressions. *Brain and Language* **100/2**:115–126. [doi:10.1016/j.bandl.2005.10.005](https://doi.org/10.1016/j.bandl.2005.10.005).
- Mashal, Nira – Miriam Faust – Talma Hendler – Mark Jung-Beeman 2009. An fMRI study of processing novel metaphoric sentences. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* **14/1**:30–54. [doi:10.1080/13576500802049433](https://doi.org/10.1080/13576500802049433).
- Müller, Veronika I. – Edna C. Cieslik – Angela R. Laird – Peter T. Fox – Joaquim Radua et al. 2018. Ten simple rules for neuroimaging meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* **84**:151–161. [doi:10.1016/j.neubiorev.2017.11.012](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.11.012).

- Nagels, Arne – Christina Kauschke – Judith Schrauf – Carin Whitney – Benjamin Straube – Tilo Kircher 2013. Neural substrates of figurative language during natural speech perception: an fMRI study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience* 7. doi:10.3389/fnbeh.2013.00121.
- Obert, Alexandre – Fabien Gierski – Arnaud Calmus – Aurélie Flucher – Christophe Portefaix – Laurent Pierot – Arthur Kaladjian – Stéphanie Caillies 2016. Neural correlates of contrast and humor: Processing common features of verbal irony. *PLOS ONE* 11/11:e0166704. doi:10.1371/journal.pone.0166704.
- Obert, Alexandre – Fabien Gierski – Arnaud Calmus – Christophe Portefaix – Christelle Declercq – Laurent Pierot – Stéphanie Caillies 2014. Differential bilateral involvement of the parietal gyrus during predicative metaphor processing: An auditory fMRI study. *Brain and Language* 137:112–119. doi:10.1016/j.bandl.2014.08.002.
- Oldham, Stuart – Alex Fornito 2019. The development of brain network hubs. *Developmental Cognitive Neuroscience* 36:100607. doi:10.1016/j.dcn.2018.12.005.
- Olm, Christopher A. – Corey T. McMillan – Nicola Spotorno – Robin Clark – Murray Grossman 2014. The relative contributions of frontal and parietal cortex for generalized quantifier comprehension. *Frontiers in Human Neuroscience* 8. doi:10.3389/fnhum.2014.00610.
- Pléh Csaba 2000. A modularitás és pragmatika: Néhány egyszerű és bonyolult kapcsolat. *Erdélyi Pszichológiai Szemle* 1/4:9–30.
- Pléh Csaba 2007. A tér és a nyelv világa. *Magyar Pszichológiai Szemle* 62/3:279–312. doi:10.1556/mpszle.62.2007.3.1.
- Pléh Csaba 2020. Pragmatika és pszicholingvisztika összekapcsolódásának változatai. *Magyar Nyelvőr* 144/1:86–103. doi:10.38143/Nyr.2020.1.86.
- Pomp, Jennifer – Anne-Kathrin Bestgen – Patrick Schulze – Christina J. Müller – Francesca M. M. Citron – Boris Suchan – Lars Kuchinke 2018. Lexical olfaction recruits olfactory orbitofrontal cortex in metaphorical and literal contexts. *Brain and Language* 179:11–21. doi:10.1016/j.bandl.2018.02.001.
- Powell, Joanne L. – Joe Furlong – Christophe E. de Bézenac – Noreen O’Sullivan – Rhiannon Corcoran 2019. The pragmatics of pragmatic language and the curse of ambiguity: An fMRI study. *Neuroscience* 418:96–109. doi:10.1016/j.neuroscience.2019.08.039.
- Prat, Chantel S. – Robert A. Mason – Marcel Adam Just 2012. An fMRI investigation of analogical mapping in metaphor comprehension: The influence of context and individual cognitive capacities on processing demands. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 38/2:282–294. doi:10.1037/a0026037.
- Rapp, Alexander M. – Michael Erb – Wolfgang Grodd – Mathias Bartels – Katja Markert 2011. Neural correlates of metonymy resolution. *Brain and Language* 119/3:196–205. doi:10.1016/j.bandl.2011.07.004.
- Rapp, Alexander M. – Dirk T. Leube – Michael Erb – Wolfgang Grodd – Tilo T. J. Kircher 2004. Neural correlates of metaphor processing. *Cognitive Brain Research* 20/3:395–402. doi:10.1016/j.cogbrainres.2004.03.017.

- Rapp, Alexander M. – Dorothee E. Mutschler – Michael Erb 2012. Where in the brain is nonliteral language? A coordinate-based meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies. *NeuroImage* **63/1**:600–610. [doi:10.1016/j.neuroimage.2012.06.022](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.06.022).
- Rapp, Alexander M. – Dorothee E. Mutschler – Barbara Wild – Michael Erb – I. Lengsfeld – Ralf Saur – Wolfgang Grodd 2010. Neural correlates of irony comprehension: The role of schizotypal personality traits. *Brain and Language* **113/1**:1–12. [doi:10.1016/j.bandl.2009.11.007](https://doi.org/10.1016/j.bandl.2009.11.007).
- Reyes-Aguilar, Azalea – Elizabeth Valles-Capetillo – Magda Giordano 2018. A quantitative meta-analysis of neuroimaging studies of pragmatic language comprehension: In search of a universal neural substrate. *Neuroscience* **395**:60–88. [doi:10.1016/j.neuroscience.2018.10.043](https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2018.10.043).
- Romero Lauro, Leonor J. – Giulia Mattavelli – Costanza Papagno – Marco Tettamanti 2013. She runs, the road runs, my mind runs, bad blood runs between us: Literal and figurative motion verbs: An fMRI study. *NeuroImage* **83**:361–371. [doi:10.1016/j.neuroimage.2013.06.050](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.06.050).
- Romero Lauro, Leonor J. – Marco Tettamanti – Stefano F. Cappa – Costanza Papagno 2008. Idiom comprehension: A prefrontal task? *Cerebral Cortex* **18/1**:162–170. [doi:10.1093/cercor/bhm042](https://doi.org/10.1093/cercor/bhm042).
- Samur, Dalya – Vicky T. Lai – Peter Hagoort – Roel M. Willems 2015. Emotional context modulates embodied metaphor comprehension. *Neuropsychologia* **78**:108–114. [doi:10.1016/j.neuropsychologia.2015.10.003](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.10.003).
- Schmidt, Gwenda L. – Carol A. Seger 2009. Neural correlates of metaphor processing: The roles of figurativeness, familiarity and difficulty. *Brain and Cognition* **71/3**:375–386. [doi:10.1016/j.bandc.2009.06.001](https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.06.001).
- Schnell, Zsuzsanna 2024. Rethinking linguistic relativity in idiomaticity: Conceptual universals and frames of reference in pragmatic competence. In Judit Baranyiné Kóczy – Veronika Jávör-Szelid (szerk.) *Proceedings of the Third Cultural Linguistics International Conference in June 2021. Past in Present: Metaphor and Reconceptualized Tradition*. Singapore: Springer. megjelenés alatt.
- Shetreet, Einat – Gennaro Chierchia – Nadine Gaab 2014. When *some* is not *every*: Dissociating scalar implicature generation and mismatch. *Human Brain Mapping* **35/4**:1503–1514. [doi:10.1002/hbm.22269](https://doi.org/10.1002/hbm.22269).
- Shibata, Midori – Jun-ichi Abe – Hiroaki Itoh – Koji Shimada – Satoshi Umeda 2011. Neural processing associated with comprehension of an indirect reply during a scenario reading task. *Neuropsychologia* **49/13**:3542–3550. [doi:10.1016/j.neuropsychologia.2011.09.006](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.09.006).
- Shibata, Midori – Jun-ichi Abe – Atsushi Terao – Tamaki Miyamoto 2007. Neural mechanisms involved in the comprehension of metaphoric and literal sentences: An fMRI study. *Brain Research* **1166**:92–102. [doi:10.1016/j.brainres.2007.06.040](https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.06.040).
- Shibata, Midori – Akira Toyomura – Hiroaki Itoh – Jun-ichi Abe 2010. Neural substrates of irony comprehension: A functional MRI study. *Brain Research* **1308**:114–123. [doi:10.1016/j.brainres.2009.10.030](https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.10.030).

- Shibata, Midori – Akira Toyomura – Hiroki Motoyama – Hiroaki Itoh – Yasuhiro Kawabata – Jun-ichi Abe 2012. Does simile comprehension differ from metaphor comprehension? A functional MRI study. *Brain and Language* **121/3**:254–260. [doi:10.1016/j.bandl.2012.03.006](https://doi.org/10.1016/j.bandl.2012.03.006).
- Spotorno, Nicola – Eric Koun – Jérôme Prado – Jean-Baptiste van der Henst – Ira A. Noveck 2012. Neural evidence that utterance-processing entails mentalizing: The case of irony. *NeuroImage* **63/1**:25–39. [doi:10.1016/j.neuroimage.2012.06.046](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.06.046).
- Stringaris, Argyris K. – Nicholas C. Medford – Vincent Giampietro – Michael J. Brammer – Anthony S. David 2007. Deriving meaning: Distinct neural mechanisms for metaphoric, literal, and non-meaningful sentences. *Brain and Language* **100/2**:150–162. [doi:10.1016/j.bandl.2005.08.001](https://doi.org/10.1016/j.bandl.2005.08.001).
- Stringaris, Argyris K. – Nicholas Medford – Rachel Giora – Vincent C. Giampietro – Michael J. Brammer – Anthony S. David 2006. How metaphors influence semantic relatedness judgments: The role of the right frontal cortex. *NeuroImage* **33/2**:784–793. [doi:10.1016/j.neuroimage.2006.06.057](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.06.057).
- Subramaniam, Karuna – Mark Beeman – Miriam Faust – Nira Mashal 2013. Positively valenced stimuli facilitate creative novel metaphoric processes by enhancing medial prefrontal cortical activation. *Frontiers in Psychology* **4**:211. [doi:10.3389/fpsyg.2013.00211](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00211).
- Talairach, Jean – Pierre Tournoux 1988. *Co-planar Stereotaxic Atlas of the Human Brain: 3-dimensional Proportional System: An Approach to Cerebral Imaging*. Thieme.
- Uchiyama, Hitoshi – Ayumi Seki – Hiroko Kageyama – Daisuke N. Saito – Tatsuya Koeda – Kousaku Ohno – Norihiro Sadato 2006. Neural substrates of sarcasm: A functional magnetic-resonance imaging study. *Brain Research* **1124/1**:100–110. [doi:10.1016/j.brainres.2006.09.088](https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.09.088).
- Uddin, Lucina Q. – Kaustubh S. Supekar – Srikanth Ryali – Vinod Menon 2011. Dynamic reconfiguration of structural and functional connectivity across core neurocognitive brain networks with development. *The Journal of Neuroscience* **31/50**:18578–18589. [doi:10.1523/JNEUROSCI.4465-11.2011](https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4465-11.2011).
- Valles-Capetillo, Elizabeth – Cristian D. Ibarra – Magda Giordano 2023. *Irony detection engages the Precuneus and Inferior Frontal Gyrus and relies on integration of contextual cues and inferential skills*. Preprint. [doi:10.1101/2022.08.15.504018](https://doi.org/10.1101/2022.08.15.504018).
- Vartanian, Oshin 2012. Dissociable neural systems for analogy and metaphor: Implications for the neuroscience of creativity. *British Journal of Psychology* **103/3**:302–316. [doi:10.1111/j.2044-8295.2011.02073.x](https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.2011.02073.x).
- Vrticka, Pascal – Jessica M. Black – Allan L. Reiss 2013. The neural basis of humour processing. *Nature Reviews Neuroscience* **14/12**:860–868. [doi:10.1038/nrn3566](https://doi.org/10.1038/nrn3566).
- Wakusawa, Keisuke – Motoaki Sugiura – Yuko Sassa – Hyeonjeong Jeong – Kaoru Horie – Shigeru Sato – Hiroyuki Yokoyama – Shigeru Tsuchiya – Kazuie Inuma – Ryuta Kawashima 2007. Comprehension of implicit meanings in social situations involving irony: A functional MRI study. *NeuroImage* **37/4**:1417–1426. [doi:10.1016/j.neuroimage.2007.06.013](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.06.013).

- Wallentin, Mikkel – Svend Østergaard – Torben Ellegaard Lund – Leif Østergaard – Andreas Roepstorff 2005. Concrete spatial language: See what I mean? *Brain and Language* **92/3**:221–233. [doi:10.1016/j.bandl.2004.06.106](https://doi.org/10.1016/j.bandl.2004.06.106).
- Yang, Jie 2014. The role of the right hemisphere in metaphor comprehension: A meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies. *Human Brain Mapping* **35/1**:107–122. [doi:10.1002/hbm.22160](https://doi.org/10.1002/hbm.22160).
- Yang, Jie – Ping Li – Xiaoping Fang – Hua Shu – Youyi Liu – Lang Chen 2016. Hemispheric involvement in the processing of Chinese idioms: An fMRI study. *Neuropsychologia* **87**:12–24. [doi:10.1016/j.neuropsychologia.2016.04.029](https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.04.029).
- Yang, Jie – Hua Shu 2016. Involvement of the motor system in comprehension of non-literal action language: A meta-analysis study. *Brain Topography* **29/1**:94–107. [doi:10.1007/s10548-015-0427-5](https://doi.org/10.1007/s10548-015-0427-5).
- Yang, XiaoHong – HuiJie Li – Nan Lin – XiuPing Zhang – YinShan Wang – Ying Zhang – Qian Zhang – XiNian Zuo – YuFang Yang 2019. Uncovering cortical activations of discourse comprehension and their overlaps with common large-scale neural networks. *NeuroImage* **203**:116200. [doi:10.1016/j.neuroimage.2019.116200](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116200).
- Yi, You Gyoung – Dae Yul Kim – Woo Hyun Shim – Joo Young Oh – Sung Hyun Kim – Ho Sung Kim 2017. Neural correlates of Korean proverb processing: A functional magnetic resonance imaging study. *Brain and Behavior* **7/10**:e00829. [doi:10.1002/brb3.829](https://doi.org/10.1002/brb3.829).
- Yu, Fei – Jianxin Zhang – Jin Fan – Jing Luo – Wencai Zhang 2019. Hippocampus and amygdala: An insight-related network involved in metaphorical solution to mental distress problem. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* **19/4**:1022–1035. [doi:10.3758/s13415-019-00702-6](https://doi.org/10.3758/s13415-019-00702-6).
- Zempleni, Monika-Zita – Marco Haverkort – Remco Renken – Laurie A. Stowe 2007. Evidence for bilateral involvement in idiom comprehension: An fMRI study. *NeuroImage* **34/3**:1280–1291. [doi:10.1016/j.neuroimage.2006.09.049](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.09.049).

## A szerzőről

*Svindt Veronika* a HUN-REN Nyelvtudományi Kutatóközpont Pszicho- és Neuro-lingvisztikai Kutatócsoportjának tudományos főmunkatársa. Kutatási területe a neuropragmatika és a pragmatika, azon belül is a pragmatikai képesség tipikus és atipikus fejlődése. Emellett vizsgálja bizonyos neurodegeneratív betegségekben a kognitív és nyelvi működés összefüggéseit.

Elérhetősége: [svindt.veronika@nytud.hun-ren.hu](mailto:svindt.veronika@nytud.hun-ren.hu)