

A kutatássorozat fő célkitűzései a következők voltak:

- 1) a veleszületett arcvaktság komplex neuropszichológiai viselkedésmintázatainak vizsgálata a perceptuális és asszociatív altípusok elkülönítés relevanciájának mérésével.
- 2) a veleszületett arcvaktsággal élők arcdetekciójának, valamint a felismerési szakasz idegrendszeri mechanizmusainak vizsgálata elektromos kiváltott válasz (EKV) technikával mind SSVEP, mind klasszikus kiváltott válasz paradigmák segítségével.
- 3) megvizsgálni, vajon a nyugalmi EEG (ún. resting-state) felvételek elemzéséből származó funkcionális konnektivitás mutatók diagnosztikusak-e a veleszületett prosopagnosia esetén
- 4) a veleszületett prosopagnosia komorbiditásvizsgálata (pl. diszlexia).
- 5) a veleszületett prosopagnosia részletes szocio-kognitív, affektív és személyiség-korrelátumainak (pl. megküzdés) vizsgálata.

Az elért eredmények ismertetése:

1. év (2018-2019)

1. Alanyverbuválás, neuropszichológiai és személyiségpszichológiai tesztsorozat online adaptációja
A komplex neuropszichológiai vizsgálatok viselkedéses tesztjeit az arclabor.com oldalon vettük fel. A kutatásba bevonandó személyek adatainak kezelésére és aneuropszichológiai tesztelések megkönnyítésére kialakított online felület (arclabor.com/test) harmonizált a GDPR és egyéb kapcsolódó szabályozási, valamint információtechnológiai adattárolási irányelvekkel. Az oldalra adaptálva kidolgoztuk a fiatalok szülői beleegyezéshez kötött, validációs beléptetési protokollját is, miáltal a vizsgálatok többé nem korlátozódtak a 18 év fölötti populációra. Ez azért is bizonyul(t) hasznosnak, mert sok szülő keresett meg személyesen, hogy elmondják, úgy vélik, gyerekük is az arcvaktság valamilyen formájával élhet, és szeretnék, ha ezzel kapcsolatban lenne valamilyen kézzel fogható, megbízható információjuk. A tesztfelületen a részletes, regisztrációs oldalon elhelyezett – a kutatás szempontjából releváns – orvosi és egyéb személyes jellegű kérdéseken túl megtalálható 19 online vizsgálóeljárás otthonról, internetkapcsolattal rendelkező – és a technikai feltételeket teljesítő (melyet ellenőrzünk a teszt indítása előtt) – számítógépről, önütemezetten tesztelhetővé vált az arcfeldolgozás. Az arcvaktság kérdőívén kívül mérjük az alanyok intelligenciáját, arcfeldolgozási, valamint tárgyemlékezeti teljesítményét nemzetközi vizsgálatokban leggyakrabban alkalmazott tesztekkel. A tesztcsomag tartalmaz ezen kívül több arcérzelem-tesztet és kérdőívet, amikkel mérhetők olyan releváns pszichológiai dimenziók, amik szerepet játszhatnak az arcfelismerési folyamatokban (pl. autisztikus vonások), vagy összefüggésbe hozhatók velük (pl. vonásszorongás, félelem a társas elutasítottságtól, szociális szorongás, megküzdés típus). A tesztalany azonnali, rövid, informatív, személyes értékelést kap a teljesítményéről, mely tartalmazza a saját eredményét, a tesztet adott időpontig kitöltők átlagpontszámát, az elérhető minimum és a maximum értéket. Bizonyos teszteknel, ha rendelkezésre áll, a nemzetközi standardok alapján az aktuális kitöltők átlaga helyett az alany életkora és neme alapján várható átlag pontszám jelenik meg. 2021.09.25-ig 737 regisztrált felhasználói fiók jött létre, a 100%-os kitöltés 2%-os, ami köszönhető a sokféle, szerteágazó tesztnek. A prosopagnosia diagnosztikai tesztjét, a CFMT-t 457 kitöltő csinálta meg, akik között nagy arányban találhatók a nemzetközileg elfogadott kritériumrendszer alapján arcvak-gyanús személy. A laborvizsgálatok az ő bevonásukkal történtek.

2. Tudománynépszerűsítés, médiajelenlét

A pályázat első évében 3 hosszabb rádióinterjú, illetve tematikus műsor és egy televíziós riport készült a zavarral kapcsolatban országos lefedettségű médiumokban (<https://arclabor.com/media/>).

3. Individuális variancia az arcfeldolgozásban

Az arcfeldolgozásban megfigyelhető egyéni varianciával kapcsolatban a saját vizsgálatok eredményi alapján elmondható, hogy mind aneuropszichológiai tesztek, mind a megtörtént EEG mérések alapján jelentősnek mutatkoznak emlékezeti és perceptuális folyamatok esetében is. A Cambridge arcemlékezeti teszt pontszámait összevetve az arcvaktság egyik nemzetközileg alkalmazott önbevallásos kérdőív pontszámával elmondható, hogy az arcfeldolgozás hatékonyságára való rálátás részben reális ($R = 0.42$, $p < 0.05$), azonban az együttjárás nem olyan erős, hogy pusztán a kérdőív adatai alapján megállapítható lenne, hogy valakinek milyen az arcemlékezeti teljesítménye, ami rámutat a feltáró neuropszichológiai vizsgálat sorozat szükségességére.

4. EEG kiváltott válasz kategóriaszenzitivitást tesztelő kísérlet

Az EEG kiváltott válasz kísérletben 5 ingerkategóriát használtunk. Arcok normál és 180 fokkal elfordított változatát, házokról, ill. házrészletekről készült normál állású és 180 fokkal elfordított képeket, valamint a ház és az arcképek alapján készített ún. fázis-kevert, spektrális energia szempontjából a származási képekkel ekvivalens képeket. Minden kategóriában 200 egyedi képet alkalmazunk. A mérések adatainak elemzése több fontos dologra is rávilágít az arcfelismerés hálózatszerűségének működési dinamikájával kapcsolatban. Habár a klasszikus kiváltott válasz elemzési módszertannal (P1-N1-P2 kiváltott válaszok amplitúdóinak és latenciáinak csoportonkénti összevetése különböző ingerkategóriák mentén) nem mutatható ki statisztikai különbség az egyes csoportok között, azonban az elektrofiziológiai jelek spektrális elemzéséből származó mutatók (theta/alpha/beta/gamma tartományban) konnektivitás-vizsgálata az arcvak személyeknél ($n=37$) rámutat a vizuális feldolgozást végző területekről elvezethető neurális jelek eltéréseire. Gráfelméleti megközelítés rávilágít, hogy az arcvaktsággal élők a mikro/mezo- és makroszintű hálózati jellemzői (pl. fázis-késési index – PLI) aszimmetrikusabbak és modulárisabbak a neurotipikusokhoz ($n=40$) képest, ami arra utal, hogy az arcfeldolgozás mag területeihez köthető infero-temporális kérgi területek szinkronizációjában zavarok állnak fenn.

5. Új felismerések a diszlexia és arcfelismerési zavarok kapcsolatáról

Mivel az utóbbi időben néhány tanulmány hipotetikusan összekapcsolta a vizuális feldolgozás zavarát (arcvaktság és fejlődési diszlexia) két, teljesen eltérő ingerkategória esetén, fontosnak tartottuk ennek az empirikus vizsgálatát is elkezdni. Ennek megfelelően a folyó EEG kísérlettel az arcvak és kontrol személyeken túl egy egyelőre még kisebb létszámú ($n=10$) fejlődési diszlexiás személy EEG-jét regisztráltuk azért, hogy megvizsgáljuk, mutat-e kapcsolatot a vizuális feldolgozás két különböző típusú (arc vs. nyelvi) ingerfeldolgozási zavara esetén. Meglepő módon a diszlexiás csoport eredménye mind a kontrol, mind pedig az arcvak személyekétől eltér. A másik két csoportnál megfigyelhető jobb oldali lateralizáció (ami már jellemzően a P1 időablakában, erőteljesen megjelenik) egyáltalán nem mutatható ki diszlexiában, és ez a hiány nem ingerspecifikus, vagyis egyformán hiányzik arcok és nem arcszerű tárgykategóriák esetén. Mindezzel nem csak az arcfeldolgozással kapcsolatos ismereteink, hanem a diszlexiáról és általában a vizuális ingerfeldolgozásról lévtudásunk is bővül, további fontos kiindulási információval szolgálva későbbi, a két zavar kapcsolatát vizsgáló kutatások számára.

Konferenciamegjelenések, publikációk

- Németh, K., Lukács, Á., Szöllősi, Á.: A baj nem jár egyedül – arcfeldolgozási zavar diszlexiában, Logopédia Európai Napja – Budapest, Magyarország (2019. márc. 06.)
- Oláh A.R., Németh, K.: Face processing differences between dyslexics and neurotypicals, XI. Dubrovnik Conference on Cognitive Science: Computational Rationality – Dubrovnik, Horvátország (2019. máj. 23-25.)

- Oláh, A.R., Lukács, Á., Szöllősi, Á., Németh, K.: Face processing deficit in developmental dyslexia, MITT kongresszus 2019 – Debrecen, Magyarország (2019. jan. 17-18.)
- Oláh, A.R., Lukács, Á., Szöllősi, Á., Németh, K.: Az arcfeldolgozásérzékenysége fejlődési diszlexiában, MPT XXVIII. Országos Tudományos Nagygyűlés – Debrecen, Magyarország (2019. máj. 30 – jún. 1.)
- Oláh, A.R., Németh, K.: Arcfeldolgozási folyamatok fejlődési diszlexiában, Magyar Pszichológia Szemle
- Varga Zs., Németh K.: Depression, Social anxiety and Coping Strategies – empirical study of congenital prosopagnosia , XI. Dubrovnik Conference on Cognitive Science: Computational Rationality – Dubrovnik, Horvátország (2019. máj. 23-25.)
- Varga Zs., Németh K.: Depresszió, szociális szorongás és megküzdéstratégiák a prosopagnosia tükrében, MPT XXVIII. Országos Tudományos Nagygyűlés – Debrecen, Magyarország (2019. máj. 30 – jún. 1.)

2. év (2019-2020)

A második évben folytattuk az első évben megkezdett munkát, folytattuk az elkezdett kísérleteket, célzottan az arc-feldolgozás kezdeti lépését, a detekciót tesztelve viselkedési és SSVEP módszerekkel. Kontrollcsoportot illesztettünk a prosopagnosiás csoporthoz, valamint számos új vizsgálatot is indítottunk.

1. Alanyverbuválás

2020.09.29-ig az arcvakság diagnosztikus teszteredményét (CFMT) az arclabor.com-ra regisztrált 669 felhasználó közül 397 alanytól gyűjtöttük össze. Az eredmények alapján a nemzetközileg alkalmazott szigorú standard szerint (várható átlag – 2 SD) 80 alanyt választottunk ki a további tesztelésre, őket egyesével kerestük fel telefonon, illetve emailben. A vizsgálatok személyes folytatásától 23 fő nem zárkozott el, akiket a BME-TTK Kognitív Tudományi Tanszékén található elektrofiziológiai laboratóriumába invitáltunk. A COVID19 pandémia nyomán bevezetett karantén miatt a személyes mérésekre 2020 márciusától 2020 augusztusáig egyáltalán nem volt lehetőség. A korlátozásokon kívüli időszakban 12 arcvak és ugyanennyi illesztett kontroll személyeket sikerült személyesen letesztelni.

2) Detekciós küszöb vizsgálat

A kalkulált CFMT pontszámok alapján kialakított prosopagnosiás csoport észlelési detekciós küszöbe csoportszinten nem tér el a kontroll személyekétől sem arc, sem nem-arc kategória esetén, azonban a perceptuális feldolgozás zavarára visszavezethető típus esetén kontrollokkal szemben eltérés van az arc detekciós küszöbértékében (EEG SSVEP power).

3. Spontán szemmozgás vizsgálata érzelmi valencia és tartalom mentén

Tekintettel az alanyverbuválás nehézségeire, a 3. évre tervezett kísérleteket párhuzamosan elindítottuk azzal az indokkal, hogy ha sikerül egyáltalán alanyt a laborba szervezni, ne egy 20 perces kísérletet végezzünk csak el rajta, hiszen vélhetően nem lesz újra lehetőségünk ezeket az alanyokat behívni a laborba, így kidolgoztunk 2 másik kísérletet is, amit a munkaterv szerint később terveztünk, és egy ülésben felvettünk ezeket is az alanyokkal. Az egyikben tartalom szempontjából 5 csoportba sorolt 100 IAPS kép bemutatása alatt regisztráltuk a spontán szemmozgást. Az ingerek tartalom szempontjából eltérő képek voltak (1. csak arc; 2. domináns

arc, emberi alak; 3. emberi alak(ok) nem kivehető arccal; 4. emberi alak, nem domináns az arc; 5. eszköz v. tájkép), mindegyikből 20 db. A szemmozgás-eredmények alapján alapvető szemmozgás mutatók szerint a prosopagnosiás és kontroll csoport jól elkülöníthető, ami azért kimagasló eredmény, mert nem ismert olyan kutatás a szakirodalomban, amiben komplex, természetes ingerek esetén -tartalomtól és érzelmi töltettől függően- vizsgálta volna a szemmozgás-dinamikát veleszületett arcvakok esetén.

4. Human-computer interface szemmozgás-alapú tréning hatékonyságvizsgálata az arcemlékezet javítására veleszületett prosopagnosiában

A 3. kísérlet pedig egy szemmozgás alapú tréning feladat, melyet a rendelkezésre álló szakirodalom alapján úgy állítottunk össze, hogy mérni tudjuk, vajon az arcvakok -legalább bizonyos esetekben, és ha igen, náluk miért igen, akiknél nem, miért nem- esetén javítható-e a felismerési teljesítmény a szuperfelismerők vizsgálatából ismert szemmozgás-dinamika alkalmazásával. A kísérletben az alanyok 3 különböző helyzetben végeznek arctanulási feladatot. A három helyzetben a tanulás során a bemutatás alatti szemmozgások térnek el. Egy 2.5 fokos éles folton keresztül látták a megtanulandó arcot, a spontán feltételben azt és úgy néztek meg a bemutatás 5mp-e alatt, amit szeretnének (az éles folt leköveti a szemmozgásukat, mindig a pupilla aktuális koordinátái szerint bemutatva az ingert, a 2. feltételben a szuperfelismerési vizsgálatok alapján lemodellezett dinamikával vezettük végig a tekintetet a megfelelő útvonalon a tanulandó arcokon, míg a 3. feltételben a jó útvonalat elrontva prezentáltuk az arcokat. A prosopagnosiás személyek és a kontrollok eredményeinek elemzése megerősíti, hogy az arcvakoknak szignifikánsan nehezebb az arcok elsajátítása (spontán helyzetben ~20% rosszabb teljesítmény kontrollokhoz képest), míg a vezetett helyzetben a viselkedési teljesítmények eltérnek. A szuperfelismerési prezentációs dinamika az arcvakok teljesítményén 7-10%-ot javít, a kontrollokén 5-7%-ot ront a saját spontán eredményükhöz képest. Ezzel szemben a rontott vezetési dinamika mindkét csoportban egyformán rossz teljesítményre vezetett. Úgy tűnik, a normál észlelők folyamatait megzavarja, bármilyen módon is kényszerítjük ki a spontántól eltérő letapogatási mintázatot, míg a prosopagnosiásoknál el lehet érni a megfelelő letapogatási útvonal használatával szignifikáns viselkedéses javulást,

5. Az arcfeldolgozás szociális aspektusainak vizsgálata kötődési mintázat alapján

2019 őszén lefolytattunk egy vizsgálatot, melyben 50 neurotipikus fiatal felnőtt bevonásával teszteltük, hogy az érzelmi arckifejezések segítenek-e az arc-émlékek kialakulásában. A feladat során szemmozgáskövetést alkalmaztunk. Az alanyokkal felvett felnőtt kötődési kérdőív (ECR) alapján a kötődésirodalom klasszikus 4-es felosztása szerint kialakított csoportok mentén elemeztük a viselkedéses és szemmozgás adatokat. Ez alapján megállapítottuk, hogy az érzelmi arcok kódolása és felidézése során regisztrált szemmozgásmintázatok eltérnek a kötődés függvényében. Az általánosságban igaz orr-bal szem-jobb szem-száj dinamikától eltérően az elkerülő személyek a jobb szemre fixáltak arányaiban legtöbbször, mely alapján úgy gondoljuk, ez a mintázat az elkerülési viselkedés kialakulásának egyik fontos komponense lehet.

6. Komorbiditástesztelés - arcfelismerés elektrofiziológiai korrelátumai fejlődési diszlexiában
Olvasási zavaros és arcvak kontroll személyek kiváltott válaszait regisztráltuk arcfeldolgozási helyzetben. Az eredmények alapján (15 diszlexiás és illesztett 15 kontroll) elmondható, hogy az olvasási deficittel élők kiváltott válaszai az ingerfeldolgozás agykérgi értelemben véve első állomásának működését tükröző időszakban (P1) jelentős, ám ingerfüggetlen lateralizációs deficitre utalnak. Míg a kontrolloknál – és érdekes módon az arcvak személyeknél is – megfigyelhető már itt is az arcprezentáció jobboldali lateralizáltsága, addig az olvasási zavarral élőkénél ennek (ahogy más ingerek esetén sem) nyoma sincs.

Az adott időszakban számos médiamegjelenés kapcsolható a kutatási témához kapcsolódóan (részletesen a <https://arclabor.com/media/> oldalon), valamint 2 szakdolgozat született (5. és 6. ponthoz kapcsolódóan), három további szakdolgozat (3-5. pont) és egy TDK munka folyamatban volt (4. pont). Az 5. ponthoz kapcsolódóan 2020-tól témavezetéssel a BME Pszichológia Doktori Iskolájában Suri Karolin az arcfeldolgozás szociális, kötődélméleti aspektusait vizsgálja szemmozgás és EEG módszertannal.

Konferencia részvétel

- Suri, K., Németh, K. Investigating the relationship between attachment styles, emotion recognition and face-memory in a neurotypical adult sample. DUCOG 2020 Dubrovnik, Horvátország (COVID19 miatt elhalasztva), 2020.05.23-25. (előadás)
- Bencze, D., Szöllősi, Á., Németh, K., Racsmány, M. (2019) Testing in the form of forced-choice recognition decreases false memory on morphed faces. 60th Annual Meeting of the Psychonomic Society, Montreal, Quebec, Canada, 2019.11.07. (poszter)
- Suri K., Németh, K. A kötődési stílusok és az érzelmi arc- emlékezet kapcsolatának vizsgálata neurotipikus felnőtt mintán, Magyar Pszichiátriai Társaság XXIII. Jubileumi Vándorgyűlése, Budapest. 2020.01.22-25. (előadás)
- Németh, K., Szöllősi, Á., Lukács, Á. Arcfelismerés fejlődési diszlexiában – Magyar Pszichológiai Társaság XXIX. Országos Tudományos Nagygyűlés – Budapest, Magyarország (2020.05.28-30. előzetes tervek szerint 2020 október 1-3-ra halasztva)
- Varga, Zs., Németh K. Can eyemovement training improve face recognition performance in developmental prosopagnosia? – ECVP ZG2020 (43rd European Conference of Visual Perception) – Zágráb, Horvátország (2020.08.23-27. törölve)

3. év (2020-2021)

A harmadik évben köszönhetően a szinte egész tanévre kiható jelenléti oktatás-korlátozásnak, valamint az alanyok személyes kísérletekben való hajlandóságának csökkenésének elsősorban az összegyűjtött adatok részletes elemzésére és disszeminációjára koncentráltunk.

Elsősorban a szemmozgás-számítógép interakciós arcemlékezeti tréning feladat elektrofiziológiai adatainak elemzésére, és a szemmozgásadatok mélyrehatóbb feldolgozásával foglalkoztunk. A tréning-feladat során a korai (P1-N170) esetén nem találtunk szisztematikus eltérést a prosopagnosiás és a kontroll személyek eredményei között, míg a későbbi, a feldolgozás magasabb szintjeihez kapcsolható kiváltott válaszokban (P2, P3, 350-450ms közötti időszak) eltéréseket láttunk az arcvak és a neurotipikus regisztrátumok elemzésekor. A prosopagnosiások agyműködése az EEG regisztrátumok kiváltott válasz analízise alapján fokozottabb a 350-450ms időszakban függetlenül attól, hogy a tanulási feladat melyik feltételében vesznek részt. Ez az extra aktivitás a jobb oldali occipito-parietális (O10, PO8) elektródák esetén volt a legkifejezettebb.

Az említett időszakban a szemmozgás alapú tréningfeladatból származó eredmények bemutatásával témavezetésem alatt Varga Zsófia megvédve szakdolgozatát diplomát szerzett pszichológia szakon, 2. helyezést ért el a BME helyi TDK rendezvényén, valamint megnyerte a 2021-es tavaszi OTDK általános lélektani szekcióját.

Konferencia részvétel

- Suri, K., Németh, K. A koronavírus és a kialakult helyzet összefüggései a mentális egészséggel és az arcészleléssel, a kötődési stílusok tükrében, MPT XXIV. Vándorgyűlése, 2021.06.9-12., online (előadás)
- Suri, K., Németh, K. Az érzelem-észlelés és az arc- emlékezet vizsgálata a felnőtt kötődési stílusokkal összefüggésben, Magyar Pszichológiai Társaság XXIX. Országos Tudományos Nagygyűlés, 2021.08.26-28., Székesfehérvár (előadás)
- Varga Zs., Németh, K. Szemmozgás-alapú tréning hatásvizsgálata veleszületett prosopagnosiában, Magyar Pszichológiai Társaság XXIX. Országos Tudományos Nagygyűlés, 2021.08.26-28., Székesfehérvár (előadás)
- Suri, K., Németh, K. Using eye-tracking to examine attachment-related differences in facial emotion perception and face memory, ECVP 2021, 2021.08.22-27., online (poszter)
- Varga Zs., Németh, K. The effect of eye movement-based training in congenital prosopagnosia, ECVP 2021, 2021.08.22-27., online (poszter)
- Suri, K., Németh, K. An attachment-related approach to differences in emotion perception and face memory, DUCOG 2021, 2021.05.18-21., online (poszter)
- Lukács, Á., Lukics, K., Dobó, D., Németh, K., Szöllősi, Á.: Statistical Learning in Developmental Language Disorder and in Developmental Dyslexia Across Modalities and Domains, Conference of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association (ICPLA), 2021.06.23-25., online (előadás)
- Lukics, K., Dobó, D., Szöllősi, Á., Németh, K., Lukács, Á. The Contribution of Cognitive Control and Short-Term Memory to Semantic Interference Resolution in Developmental Dyslexia and Typical Development, Conference of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association (ICPLA), 2021.06.23-25., online (poszter)
- Dobó, D., Lukics, K., Szöllősi, Á., Németh, K., Lukács, Á., Statistical Learning, Cognitive Control, Working Memory and their Contributions to Reading in Developmental Dyslexia and Typical Development, Conference of the International Association for the Study of Child Language (IASCL), 2021. 07.15-23., online (előadás)

Tanulmányok

- Bencze, D., Szöllősi, Á., Németh, K., & Racsmány, M. An event-related potential study of the testing effect: Electrophysiological evidence for context-dependent processes and decreased monitoring. Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience (bírálat alatt).
- Dobó, D., Ladányi, E., Szöllősi, Á., Németh, K., Lukics, K., & Lukács, Á. The contribution of cognitive control and short-term memory to lexical conflict resolution

in developmental dyslexia. *Journal of Clinical Linguistics and Phonetics* (első bírálati kört követően visszanyújtva, bírálat alatt).

- Lukács, Á., Dobó, D., Szöllősi, Á., Németh, K., & Lukics, K. Segmentation impairment in dyslexia across modalities and domains: Online and offline measures. *Cognitive Science* (bírálat alatt).
- Dobó, D., Lukics, K., Szöllősi, Á., Németh, K., & Lukács, Á. (2021). Statistical learning and the effect of Starting Small in developmental dyslexia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64, 1621-1635.
http://dx.doi.org/10.1044/2020_JSLHR-20-00145