

# **A felnőttkori figyelemhiányos hiperaktivitás zavar (ADHD) hibázáshoz kötött viselkedéses- és EEG kiváltott válasz eltéréseinek vizsgálata**

Doktori tézisek

**Dr. Balogh Livia**

Semmelweis Egyetem  
Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola



Témavezető: Dr. Czobor Pál, Ph.D., egyetemi docens

Hivatalos bírálók: Dr. Gádoros Júlia, Ph.D., főorvos  
Dr. Bódizs Róbert, Ph.D., tudományos főmunkatárs

Szigorlati bizottság elnöke: Dr. Bereczki Dániel, D.Sc., egyetemi tanár

Szigorlati bizottság tagjai: Dr. Túry Ferenc, Ph.D., egyetemi tanár  
Dr. Tárnok Zsanett, Ph.D., vezető pszichológus

Budapest  
2017

## BEVEZETÉS

A felnőttkorra fennmaradó ADHD diagnosztikája a magtünetek általános jellege, a tünetek időbeli változékonysága és a következményes funkciókárodás retrospektív megítélése miatt sok szubjektív elemet hordoz, melyek az ADHD alul-, és felüldiagnosztizálásának irányába egyaránt hatnak. Az eredményes kezelés igénye a diagnosztika ezen szubjektivitását kiküszöbölő prediktív biomarkerek azonosítását sürgeti.

Az ADHD-ban igazolt strukturális és funkcionális eltérések agyi lokalizációjának átfedése a hibázáshoz kötött kiváltott válaszokat generáló strukturákkal az utóbbi évek kutatói érdeklődését a hibázásra illetve a hibázást kísérő neurobiológiai és viselkedéses mutatók vizsgálatára irányította. A szakirodalom a neuropszichológiai eltérések –így a hibázási arány és reakcióidő mutatók- vizsgálata tekintetében gazdag, a felnőttkori ADHD hibázáshoz kötött eseményfüggő EEG potenciálok vonatkozásában azonban csupán néhány vizsgálati eredmény áll rendelkezésre. Kutatási munkánk általános célkitűzése, hogy a hibázást, a hibafeldolgozást és az azt követő adaptációs változásokat középpontba állítva azt komplex folyamatként vizsgálja neuropszichológiai és elektrofiziológiai módszerek egymást kiegészítő vizsgálatával.

Disszertációm fókuszosa a folyamatos teljesítmény teszt (Continuous Performance Test, CPT) során rögzíthető hibázáshoz kötött viselkedéses mutatók és az elektrofiziológiai módszerrel azonosított hibázáshoz kötött eseményfüggő potenciálok felnőttkori ADHD-ban eddig igazolt eltéréseinek vizsgálata.

# CÉLKITŰZÉS

## Általános célkitűzés

Első és második vizsgálatunk az irodalomban járulékosan említésre kerülő viselkedéses mutató, a hibázást követő reakcióidő lassulás(post-error slowing, PES) vizsgálatát tűzte ki célul irodalmi illetve saját mintán. Harmadik vizsgálatunkban az emocionális valencia és a hibázást követő kiváltott válaszok közötti összefüggést vizsgáltuk, elektrofiziológiai megközelítéssel.

## *Az első vizsgálat célkitűzése*

A hibázást követő reakcióidő lassulást a szakirodalomban az adaptáció viselkedéses mutatójának tartják. A jelenség háttérében azt feltételezik, hogy hibázást követően a következő ingerre való lassabb válaszadás időt és ezáltal nagyobb lehetőséget biztosít egy hatékonyabb válaszstratégia kialakítására. Első vizsgálatunkban a PES gyermek-, és felnőttkori ADHD-ban közölt eredményeinek meta-analízisét tűztük ki célul, a következő kérdésekre keresve választ:

1. Van-e eltérés -és ha igen, akkor milyen irányú- felnőtt ADHD-s személyek hibázást követő reakcióidő lassulásában egészséges kontroll személyekkel összehasonlítva?

2. Milyen hatáserősséggel jellemezhető a hibázást követő reakcióidő lassulás mutató felnőttkori ADHD-ban?
3. Milyen személy- vagy feladatfüggő változók befolyásolják a hibázást követő reakcióidő lassulás hosszúságát felnőttkori ADHD-ban?

### ***A második vizsgálat célkitűzése***

Második vizsgálatunkban a hibázást követő lassulást felnőttkori ADHD-s betegcsoporton vizsgáltuk, a következő kérdésfeltevéssel:

1. Különbözik-e -és ha igen, akkor hogyan- felnőttkori ADHD-val élő betegek és az egészséges kontroll személyek hibázást követő reakcióidő lassulása?

### ***A harmadik vizsgálat célkitűzése***

Bár az emocionális tartalom kognitív folyamatokra való hatása jól ismert jelenség, tudomásunk szerint érzelmi tartalmat hordozó ingerre vonatkozóan még nem vizsgálták a hibafeldolgozás elektrofiziológiai szintű folyamatát felnőttkori ADHD-s betegcsoporton. Munkánk során éppen ezért a semleges

ingerhelyzet mellett kiemelten foglalkoztunk az emocionális ingerek gátlási hibázásra és az azt követő hibafeldolgozásra kifejtett hatásával.

Kérdéseink a következők voltak:

1. Neutrális inger alkalmazása esetén különbözik-e és ha igen, hogyan- az egészséges és felnőttkori ADHD-val élő személyek hibafeldolgozását kísérő kiváltott válasz aktivitása (ERN és Pe kiváltott válasz komponense)?
2. Az alkalmazott inger érzelmi tartalmától (valenciájától) függően változik-e -és ha igen, hogyan- az egészséges és felnőttkori ADHD-val élő betegek hibafeldolgozási folyamatát kísérő kiváltott válasz aktivitás (ERN és Pe kiváltott válasz komponens)?
3. Van-e összefüggés az ADHD tüneteinek súlyossága és a kiváltott válasz aktivitás között?

## **MÓDSZEREK**

### **Az első vizsgálat módszerei**

Első vizsgálatunkban a hibázást követő reakcióidő lassulás jellegzetességeit vizsgáltuk az irodalomban elérhető ADHD-ra vonatkozó adatok meta-analízise segítségével.

## ***Keresési stratégia***

Az Ovid Medline és Pubmed adatbázisokban végeztünk keresést a megfelelő publikációk után, 2012. decemberéig bezárólag. Keresőszavaink a következők voltak: „adhd” vagy „attention deficit hyperactivity disorder” ÉS „post-error slowing” vagy „post error slowing” VAGY „reaction time” és „error” VAGY „error monitoring”.

Meta-analízisünk bevonási kritériumai a következők voltak:

- gyermek illetve felnőtt ADHD-s és illesztett kontroll csoport
- DSM alapú ADHD diagnózis
- a pszichostimuláns kezelés felfüggesztése a vizsgálat előtt legalább 12 órával
- folyamatos teljesítmény teszt (CPT) feladathelyzet
- elérhető információ a hibázást követő lassulás számítási módját illetően
- angol nyelvű publikáció

## ***A releváns közlemények jellemzői***

A fenti kritériumok alapján összesen 15 (két felnőttkori- és tizenhárom gyermekkori ADHD-s betegcsoportra vonatkozó) releváns közleményt

azonosítottunk, a meta-analízisbe összesen 26 ADHD-illesztett kontroll csoport párt tudtunk bevonni. A meta-analízisbe bevont közlemények módszertani szempontból meglehetősen heterogének voltak. A vizsgálatokat három típusba soroltuk: 1.) go/no-go paradigma, 2.) választásos reakcióidő feladat, és 3.) választásos reakcióidő feladat vizuális vagy auditív stop jellel kiegészítve. A feladat nehézsége szempontjából a go/no-go feladatokat és a választásos reakcióidő feladatokat a „könnyebb” csoportba soroltuk, míg a választásos reakcióidő feladatokat stop jellel kiegészítve „nehezebb” feladatként azonosítottuk. Az interstimulus intervallum (ISI) hossza vizsgálatonként változott, illetve bizonyos vizsgálatokban állandó, más vizsgálatokban változó ISI-t alkalmaztak. A gyorsaságra és pontosságra vonatkozó instrukciót a legtöbb vizsgálatban egyenlően hangsúlyozták.

### ***Statisztikai módszerek***

Az ADHD-s és a kontroll csoport közötti PES különbség meghatározása céljából összevont hatáserősséget (Cohen d) számoltunk. Az ADHD-s és a kontroll csoport közötti összevont hatáserősség becsléséhez véletlen hatás meta-regressziós analízist (random-effect meta-regression analysis) végeztünk. Az életkort és a nemet kovariánsként vettük figyelembe. Az ADHD-s és a kontroll csoportok közötti összevont hatáserősséget a kevert modell véletlen hatás komponensein alapuló DerSimonian-Lard módszerrel becsültük. A publikációs torzítás vizsgálatát Egger teszttel végeztük.

## **A második vizsgálat módszerei**

Második vizsgálatunk egy nagyobb elektrofiziológiai kutatás részeként valósult meg, mely a hibázáshoz kötött kiváltott válaszok (ERN, Pe) elektrofiziológiai jellemzőinek megfigyelésére, továbbá ezen komponensek forráslokalizációjára irányult. Saját munkám ebben a vizsgálatban a kutatás során azonosított hibázást követő lassulás (PES) megfigyelésére irányult.

### ***A vizsgálat résztvevői***

A vizsgálatban összesen 51 személy vett részt: 22 kombinált típusú ADHD-s beteg (17 férfi és 5 nő, átlagéletkor: 30.6 év, SD: 9.7, átlagos iskolai évek száma: 14.5 év) és 29 egészséges kontroll személy (19 férfi és 10 nő, átlag életkor: 30.1 év, SD: 9.0, átlagos iskolai évek száma: 15.7 év). A kontroll személyeket egyedileg illesztettük a betegcsoport tagjaihoz nem, kor (+/- 5 év) és végzettség alapján. A betegcsoport tagjai a Semmelweis Egyetem Pszichiátriai és Pszichoterápiás Klinika Felnőttkori ADHD Ambulanciáján gondozott betegek közül kerültek ki. Az ADHD diagnosztikája a DSM-IV-TR kritériumrendszer szerint történt. A kontroll csoportot a Semmelweis Egyetem Pszichiátriai és Pszichoterápiás Klinikájának egészségügyi és adminisztrációs munkakörben dolgozó munkatársai, illetve az ő ismerőseik alkották. A fennálló pszichiátriai komorbiditás kizárására az SCL-90-R kérdőívethasználtuk a kontroll csoportban.



## ***A vizsgálatban alkalmazott folyamatos teljesítmény teszt paradigma***

Az alkalmazott folyamatos teljesítmény teszt paradigmában az IAPS (International Affective Picture System) nemzetközi képcsomagnál választottuk az ingereket, nevezetesen pozitív, negatív és semleges érzelmi tartalmú képeket. A résztvevők feladata az volt, hogy minden kép megjelenésekor nyomják meg a válaszgombot, kivéve akkor, ha a kép közvetlenül ismétlődik. A ciklusidő 1400 ms volt. Két feladatblokkban mutattuk be az ingereket a Presentation 13.0 szoftver (Neurobehavioral Systems, Inc.) segítségével. Blokkonként 139 képet prezentáltunk. Instrukcióadáskor a gyorsaságra és pontosságra való törekvést egyenlően hangsúlyoztuk.

## ***Viselkedéses mutatók azonosítása***

A PES-t a hibás választ követő helyes válasz reakcióidejének és a helyes választ követő helyes válasz reakcióidejének különbségeként számoltuk (RT<sub>ec</sub>-RT<sub>cc</sub>). Ezen felül az átlagos reakcióidőt, a kihagyásos hibák és a komissziós hibák arányát azonosítottuk.

## **A harmadik vizsgálat módszerei**

Vizsgálatunk résztvevői két, azonos vizsgálati paradigmát alkalmazó kutatásból kerültek bevonásra, disszertációm az említett két kutatás

hibázáshoz kötődő elektrofiziológiai korrelátumaival, a hibázási negativitással (error-related negativity, ERN és error positivity, Pe) kiváltott válasz komponensekkel foglalkozik. Vizsgálatunkban alacsony feladatnehézségű go/no-go tesztet alkalmaztunk paradigmaként, majd a módszertani iránymutatásoknak megfelelően a kiváltott válasz elemzéshez szükséges hibaszámot elérő személyek elektrofiziológiai adatait elemeztük. A vizsgálatot a regionális etikai bizottság jóváhagyásával végeztük.

### *A vizsgálat résztvevői*

A vizsgálatban 26 felnőttkori ADHD-val diagnosztizált beteg (20 férfi és 6 nő, átlagéletkor: 26.7 év, SD: 5.7) és 14 kontroll személy (11 férfi és 3 nő, átlag életkor: 31.5 év, SD: 11.4) vett részt, írásbeli beleegyezést követően. Az ADHD diagnózisa második vizsgálatunkkal azonos módon, a DSM-IV-TR kritériumrendszer alapján lett felállítva. A betegcsoportból 12 személy figyelemzavaros, 7 személy hiperaktív/impulzív-, és további 7 személy a kombinált ADHD altípus kritériumainak felelt meg. A kontroll személyek illesztése nem, kor és végzettség szerint, csoport szinten történt. A pszichiátriai komorbiditás kontroll csoportban való kizárására az SCL-90-Rkérdőívet, az ADHD tünetek felmérésére pedig a CAARS tesztet használtuk. Koponyatrauma, eszméletvesztés illetve neurológiai betegség az anamnézisben kizárta a vizsgálatban való részvételt.

## ***A vizsgálatban alkalmazott folyamatos teljesítmény teszt paradigma***

Vizsgálatunk paradigmája a második vizsgálatéval megegyező volt. A vizsgálatba bevont személyek számítógépen végeztek emocionális go/no-go feladatot, stimulusként az International Affective Picture System (IAPS)képcsomagból származó pozitív, negatív és semleges érzelmi tartalmú képeket prezentáltuk. A résztvevők feladata az volt, hogy amint megjelenik egy kép a képernyőn, nyomják meg a válaszgombot, illetve hogy függesszék fel a válaszadást, amennyiben egymást követően ugyanaz a kép jelenik meg. Bár különböző érzelmi tartalmú képek jelentek meg a képernyőn, a válaszadást -illetve annak felfüggesztését kizárólag az ismétlődés határozta meg.

## ***EEG felvétel- és előfeldolgozás***

Az elektroencephalogramot 128 csatornás Biosemi EEG készülék segítségével regisztráltuk. Az elektrofiziológiai adatbázist az Electro-magnetic Source Signal Imaging Suit (EMSE Suit) 5.0 verzióját és a Statistical Analysis System (SAS) 9.4. verzióját használva elemeztük. Egy-egy epoch a hibás válaszadást (gombnyomás „no-go” stimulus esetén) megelőző 200 ms-ot és az azt követő 400 ms-os időszakaszt foglalta magában.

## ***ERP analízis és a vizsgált viselkedéses mutatók***

Vizsgálatunkban az ERN és Pe kiváltott válasz komponenseket elemeztük. Az ERN-t a téves válaszadást követő 20-70 millisekundumos időablakban megjelenő negatív kitérésű hullámjelenségként azonosítottuk, a Pe pedig a 100-300 millisekundumos időtartomány pozitív kitéréséként lett definiálva, az irodalmi adatoknak megfelelően. Az ERN-t -frontocentrális lokalizációjának megfelelően- az FCz és Cz elektródákon mértük, a Pe azonosítása a Cz és Pz elektródákon történt, annak centroparietális maximuma miatt. A viselkedéses mutatók közül az átlagos reakcióidőt, illetve a kommissziós hibák arányát vizsgáltuk.

## **EREDMÉNYEK**

### **Az első vizsgálat eredményei**

#### ***A meta-analízis mintájának jellemzői***

A meta-analízisbe bevont 15 vizsgálatban összesen 1053 ADHD-val élő felnőtt és 614 kontroll személy vett részt. Az átlagéletkor az ADHD-s csoportban 12.2 év (SD=7.9, életkori tartomány: 6-41 év), a kontroll csoportban pedig 12.1 év (SD=7.8, életkori tartomány: 6-40 év) volt. Mindkét csoportban a férfiak aránya volt magasabb, a betegcsoportban a férfi:nő arány 80%:20%-, a kontroll csoportban pedig 69%:31% volt.

#### ***A PES különbségei az ADHD-s és kontroll csoport között***

Meta-regressziós analízisünk eredménye szerint a PES az ADHD-s csoportban szignifikánsan kisebb volt, mint a kontroll csoportban (ADHD: 15 ms, SD:143.6; kontroll 53 ms, SD: 149; F érték=7.56,  $p=0.01$ ). Bár az ADHD-s csoportban a hibázás aránya magasabb volt (ADHD: 32.7%, kontroll: 25.8%), a különbség nem érte el a szignifikancia szintet.

A hibázást követő lassulás csoport különbségének illusztrálásaként kiszámoltuk az összevont hatáserősséget, utóbbi vonatkozásában 0.42-es értéket kaptunk (95% konfidencia intervallum=0.12-0.73), mely a közepes hatáserősségi tartományban helyezhető el. Az interstimulus intervallum (ISI) függvényében elemezve a PES értékek alakulását a kontroll csoportban hosszabb ISI esetében hibázást követően a PES meghosszabbodását láttuk, az ADHD-s betegek teljesítményét az ISI hossza nem befolyásolta. További analízisünkbe ezért csak a hosszabb ISI-t ( $ISI > 2500$  ms) alkalmazó vizsgálatok eredményeit vontuk be, így számolva az összevont hatáserősség a közepes tartomány felső részére tolódott (Cohen  $d=0,65$ , 95% konfidencia intervallum=0.26-1.03).

### ***A PES feladat/és demográfia függő vizsgálatának eredményei***

Nem találtunk asszociációt a PES hosszúsága és a nem illetve életkor változók között ( $p$  mindkét esetben  $>0.05$ ). A PES jellemző számítási módjától (RTec-RTcc) eltérő közlemények adatainak kizárását követően végzett szenzitivitási vizsgálatunk érdemben nem változtatta meg a statisztikai hatáserősséget.

A vizsgált változók közül csoport különbséget a fent leírt, ISI-től való

összefüggésen kívül nem találtunk. Mind az ADHD-s személyek, mind a kontrollok esetében szignifikánsan hosszabb PES volt detektálható, amennyiben a stimulusok között eltelt idő a feladat során állandó volt. Szignifikánsan hosszabb volt a PES mindkét csoportban gátlási hibázást követően, összehasonlítva a választás tévesztéssel ( $F=5.16$ ,  $df=1.49$ ,  $p=0.028$ ). Mindkét vizsgálati csoportban pozitív asszociáció mutatkozott a PES időtartama és a feladat nehézségi foka között ( $F=9.41$ ,  $df=1.49$ ,  $p=0.0036$ )

## **A második vizsgálat eredményei**

### ***Demográfiai és leíró jellemzők***

Az ADHD-s betegek mindegyike a kombinált altípusba tartozott. A CAARS tüneti súlyosságot jellemző pontszáma mind a négy alskála (Figyelemzavar/memóra problémák, Hiperaktivitás/nyugtalanság, Impulzivitás/érzelmi labilitás és Problémák az önképpel) esetében szignifikánsan magasabb volt a kontrollok pontszámánál.

### ***A PES és más viselkedéses mutatók***

Vizsgálatunkban a kontroll csoportot bár hosszabb hibázást követő reakcióidő lassulás jellemezte (ADHD: 48.3 ms, SD: 14.8, illetve kontroll: 67.9, SD: 14.9), a két csoport közötti különbség a szignifikancia szintje alatt maradt (Wald-Chi-square statisztika= 2.10,  $p=0.1555$ ). Az ADHD-s csoport hibázási profilja ezen túlmenően a kommissziós hibák vonatkozásában

szignifikánsan alacsonyabb teljesítményt jelzett a kontroll csoporthoz képest (ADHD: 39.1%, SD:22.5 és kontroll: 14.9, SD:7.0). Az omissziós hibák arányában (ADHD: 1%, SD: 2.3, kontroll: 0.3, SD:0.4) és az átlagos reakcióidő hosszúságában (ADHD:411.2 ms, SD: 95.6, kontroll: 435.9 ms, SD: 63.5) a két csoport nem különbözött szignifikánsan.

## **A harmadik vizsgálat eredményei**

### ***Demográfiai és leíró jellemzők***

Az ADHD-s és a kontroll csoportban is férfiak vettek részt nagyobb számban (férfiak aránya az ADHD-s csoportban 76.9% illetve kontroll csoportban 78.6%). A bevont kontroll személyek átlagéletkora 31.5 év (SD:11.4)-, az ADHD-s betegeké pedig 26.7 év (SD:5.7) volt.

### ***A CPT teszt során azonosított viselkedéses mutatók eredményei***

A stimulus valenciájától függetlenül az ADHD-s csoportot szignifikánsan magasabb tévesztéses hibaszám jellemezte (ADHD: 41.1%, kontroll: 21.6% neutrális inger esetén, illetve ADHD: 40.07%, kontroll: 23.6% negatív stimulus esetén, illetve ADHD:40.7, kontroll: 30.4 pozitív inger esetén). Kvantilis regressziós módszert alkalmazva a csoportkülönbség neutrális és negatív ingerek esetén érte el a szignifikancia szintet (Wald-Chi-square statisztika= 5.97, df=3, p=0.0021 neutrális helyzetre vonatkozóan, Wald-Chi-

square statisztika= 4.23,  $df=3$ ,  $p=0.012$  negatív inger esetén). Az átlagos reakcióidő vonatkozásában a két csoport között nem találtunk szignifikáns különbséget.

### ***Hibázáshoz kötött kiváltott válasz aktivitás***

Az ERN amplitúdó vizsgálatokor negatív valenciájú ingerekre vonatkozóan szignifikánsan alacsonyabb ERN amplitúdót detektáltunk a betegcsoportban az FCz, Cz és Pz elektródákon (FCz  $F=14.15$ ,  $p= 0.0013$ ; Cz  $F=288.74$ ,  $p<0.0001$ ; Pz  $F=75.65$ ,  $p<0.0001$ ). Pozitív valencia esetén a két csoport statisztikailag nem különbözött. Neutrális helyzetben a Cz elektródán volt megfigyelhető szignifikáns ERN amplitúdó különbség ( $F=12.17$ ,  $p=0.0028$ ), a betegcsoport alacsonyabb amplitúdó értékével.

A Pe komponens elemzése során a neutrális ingerekhez kötődő hibázás során azonosítottunk szignifikáns csoportkülönbséget az FCz, Cz és Pz elektródák felett (FCz  $F=54.81$ ,  $p<0.0001$ ; Cz  $F=109.29$ ,  $p<0.0001$ ; Pz  $F=86.26$ ,  $p<0.0001$ ). Érzelmi tartalmú (pozitív és negatív valenciájú) stimulus helyzetben a komponens amplitúdója nem különbözött szignifikánsan a két csoport között.

### ***A tüneti súlyosság és a kiváltott válasz aktivitás összefüggése az ADHD-s csoportban***

További elemzésünk során azt vizsgáltuk, vajon a CAARS teszt tüneti dimenziói hogyan függenek össze a kiváltott válaszok amplitúdójának



nagyságával. Asszociációs összefüggés az FCz elektródán mért ERN aktivitás és a CAARS impulzivitási tünetsúlyossága, továbbá a Cz elektróda felett mért ERN aktivitás és a CAARS hiperaktivitási tünetsúlyossága között igazolódott. Az összefüggés irányát tekintve meglepő eredmény, hogy az impulzivitási tünetek súlyossága és az ERN amplitúdó nagysága között pozitív asszociáció mutatkozott, tehát a betegcsoporton belül az impulzívabb személyek a kontroll csoporthoz jobban hasonlító, nagyobb ERN amplitúdóval voltak jellemezhetőek a kevésbé impulzív ADHD-s személyekkel összehasonlítva. A magasabb CAARS hiperaktivitás pontszám ezzel ellentétes módon, csökkent ERN amplitúdóval társult. A Pe amplitójának nagysága és a CAARS alapján jellemzett tünetsúlyosság között nem találtunk asszociációs összefüggést.

## **KÖVETKEZTETÉSEK (1-3. VIZSGÁLAT)**

Disszertációm központi témája az ADHD-ra jellemző gátlási hibázás és az azt követő hibafeldolgozás elektrofiziológiai és neuropszichológiai szempontú vizsgálata.

Első és második vizsgálatunkban a hibázást követő lassulást vizsgáltuk az irodalomban rendelkezésre álló gyermek- és felnőttkori eredmények összegzésével, továbbá saját, felnőttkori ADHD-s mintán. Meta-analízisünk eredménye szerint valószínűsíthető, hogy a hibázást követő lassulás további megerősítő vizsgálatok alapján biomarkerként használható viselkedéses mutatónak bizonyul, hatáserőssége a közepes tartományba tehető. A gyakorlatot érintő további megfigyelés, hogy a lassulás mértéke ADHD-s betegeknél a kontrollokkal ellentétben nem függ az alkalmazott ISI hosszától,

így hosszabb stimulus közötti időtartamok alkalmazása esetén a mutató érzékenysége fokozódik. A nem, kor, feladat nehézség, ISI állandóságának tekintetében a két csoport között nem volt különbség. Második vizsgálatunk során a felnőtt ADHD-sok hibázást követő lassulás értéke bár kisebb volt mint a kontroll csoporté, a különbség a szignifikancia szintje alatt maradt.

Harmadik vizsgálatunk az ADHD-ra jellemző gátlási hibázás elektrofiziológiai korrelátumait -így az ERN és Pe kiváltott válasz komponenseket- és azok kontroll csoporttól való eltérésének megfigyelését tűzte ki célul. Paradigmánkban semleges és emocionális tartalmú ingereket egyaránt alkalmaztunk, annak vizsgálatát célozva, hogy a klinikai gyakorlatban ismert emocionális impulzivitás hogyan hat a hibafeldolgozásra. Semleges érzelmi tartalmú inger esetében a Pe komponens szignifikáns amplitúdócsökkenését láttuk az ADHD-s csoportban, míg emóciófüggő eltérés negatív tartalom esetén volt megfigyelhető, mely az ADHD-s személyek kisebb ERN amplitúdójában tükröződött.

Összefoglalva tehát eredményeink arra utalnak, hogy a felnőttkori ADHD-val élő személyek a hibázást követő feldolgozási folyamata a kontrolloktól mind a korai és késői hibafeldolgozás, mind az adaptációs működések területén eltér. A folyamatos teljesítmény teszt metodikai jellemzőinek optimalizálásával hosszú távon alkalmas lehet a klinikai diagnosztika segítésére.

## SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

A disszertációhoz kapcsolódó közlemények:

Balogh L, Czobor P. (2014) Post-Error Slowing in Patients With ADHD: A Meta-Analysis. *J Atten Disord*, 20(12):1004-1016.

Czobor P, Kakuszi B, Németh K, Balogh L, Papp S, Tombor L, Bitter I. (2016) Electrophysiological indices of aberrant error-processing in adults with ADHD: a new region of interest. *Brain Imaging Behav*. Doi:10.1007/s11682-016-9610-x.

Balogh L, Czobor P. (2010) Hibázához kötött eseményfüggő EEG potenciálok a pszichiátriai betegségekben: irodalmi áttekintés. *Psychiatria Hungarica*, 25(2): 121-132.

Balogh L, Komlósi S, Papp S, Tombor L, Simon V, Czobor P. (2010) Eseményfüggő agyi potenciál eltérések felnőttkori ADHD-ban: irodalmi áttekintés. *Psychiatria Hungarica* 25 (2): 142-153.

Balogh L, Kakuszi B, Papp S, Tombor L, Bitter I, Czobor P. (2017) Neural correlates of error monitoring in adult attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) after failed inhibition in an emotional go/no-go task. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*. Doi: 10.1176/appi.neuropsych.16100183.

A disszertációtól független közlemények:

Papp S, Tombor L, Komlósi S, Balogh L, Simon V, Czobor P (2010): Gamma oszcilláció szinkronizáció szkizofréniában: irodalmi összefoglaló. *Psychiatria Hungarica* 25(3): 190-201.

Tombor L, Balogh L, Papp S, Komlósi S, Czobor P (2010). Farmakoelektroencefalográfiás vizsgálatok szkizofréniában gyógyszeres terápiajában. *Gyógyszerészet* 54(6): 330-335.