

„NYOMÁS ALATT NŐ A PÁLMA”

**Az elektrodermális aktivitás laterális különbségei
egy kognitív játék feszült helyzetében**

**Székely Szabolcs¹
ELTE TTK Biológia BSc**

Témavezető: Kótyuk Eszter^{1,2}

¹MTA-ELTE Lendület Adaptáció Kutatócsoport

²ELTE PPK Pszichológiai Intézet Affektív Pszichológia Tanszék

OTDK dolgozat

2023, Budapest

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani elsősorban Dr. Veres-Székely Annának, az MTA-ELTE Lendület Adaptáció kutatócsoporthoz vezetőjének, hogy öt évvel ezelőtt – középiskolásként – befogadott Kutatócsoportjába, és a mai napig bizalommal támogatja önálló vizsgálataimat.

Hálás vagyok témavezetőmnek, Kótyuk Eszternek, aki a jelen dolgozat elkészítéséhez sokrétű segítséget nyújtott.

Köszönettel tartozom Dr. Bárdos Györgynek, hogy ÚNKP pályázatom témavezetőségét elvállalta, és bármikor fordulatok Hozzá kérdéssel.

Szeretnék köszönetet mondani Schmidt Lilla pszichológus hallgatónak, akivel együtt vettük fel a csoportos vizsgálat adatait. Hálásan köszönöm Laura Blaznik segítségét, Kasos Krisztiánt fontos szakmai tanácsait és a munkacsoport valamennyi tagjának hasznos kritikáját és észrevételeit.

A bemutatott munka a Kulturális és Innovációs Minisztérium **ÚNKP-22-6** kódszámú **(Székely Szabolcs, témavezető Prof. Bárdos György)** Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

TARTALOMJEGYZÉK

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	2
TARTALOMJEGYZÉK.....	3
RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK.....	6
A DOLGOZATBAN HASZNÁLT VÁLTOZÓK	6
ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	7
BEVEZETŐ.....	8
Motiváció	8
A bemutatásra kerülő munka általam végzett része	9
SZAKIRODALMI HÁTTÉR	10
Az elektrodermális aktivitás.....	10
Az EDA mérése	10
EDA és stressz	11
Anatómiai háttér	12
Az EDA lateralitási aszimmetria.....	12
One True EDA vs Multiple Arousal Theory	12
Az EDA lateralitási aszimmetria mint pszichofiziológiai jellemző	13
KORÁBBI EREDMÉNYEK.....	13
A mozgás önmagában nem indukál lateralitást.....	13
Mérőeszköz csere és dobó kéz váltás nincs hatással a lateralitási aszimmetriára.....	14
A lateralitási aszimmetria iránya a versenyhez való hozzáállással függ össze	14
Előzetes munkáim és a bemutatásra kerülő kutatás összehasonlítása.....	14
Hasonlóságok	14
Eltérések	15
HIPOTÉZISEK.....	16
A csoportos vizsgálat hipotézise (H3 itt: https://osf.io/kx8uw):	16

Az egyéni vizsgálat vonatkozó hipotézisei (Hip1, Hip2 és Hip3 itt: https://osf.io/3myqj):.....	16
MÓDSZEREK	17
Etikai engedély és kutatási támogatás	17
A minta.....	17
Résztevők, beválasztási és kizárási kritériumok	17
Önbeszámolón alapuló mérések.....	18
A kezűség meghatározása.....	18
A szorongás felmérése kérdőívvel.....	19
A hétköznapi és aktuálisan megélt stressz csúszó-skálás felmérése	19
Az EDA szint és a lateralitási aszimmetria mérése.....	20
Az EDA mérése Obimon készülékkel	20
Az EDA szint átlagának és a lateralitási aszimmetria átlagnak kiszámítása.....	20
CTW biofeedback (Hullámszelídítés)	22
A „Tetris” számítógépes játék.....	22
Kihívások a Tetris játék során.....	23
Adatfeldolgozás.....	24
EDA adatok szinkronizálása.....	24
Adatbázisok	24
Statisztikai elemzés	24
A vizsgálat menete	25
Csoportos vizsgálat:.....	25
Egyszemélyes vizsgálati protokoll:	25
EREDMÉNYEK	27
A mérőeszközök validálása.....	27
A szorongás mérő módszerek egymás közti korrelációja	27
A csoportos vizsgálat eredményei.....	28
Az EDA mintázat jelentős egyedi variabilitást mutat	28
Az EDA szint átlag és lateralitási aszimmetria (LA) átlagok nem függ össze.....	29
A lateralitási aszimmetria összefügg a szorongással.....	30
Az egyszemélyes vizsgálat sorozat eredményei.....	31

MEGBESZÉLÉS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK.....	35
Bőröm, bőröm, mondd meg nékem.....	35
Mit üzen az elektrodermális aktivitás laterális aszimmetriája?.....	35
Terhelésre nő a pálma?.....	38
IRODALOMJEGYZÉK	39

RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK

CTW biofeedback	Calm the Waves (Hullámszelídítés). Egy, az érzelmi arousal azonnali visszajelzésén alapuló érzelmi regulációs tréning: https://sites.google.com/view/obimonctw/ .
EDA	Elektrodermális aktivitás (érzelmi-feszültségi szint, mely a bőr vezetőképességének pszichofiziológiai mérésén alapszik)
LA	lateralitási aszimmetria
SCL	skin conductance level (bőrvezetési szint)
STAI	State-Trait Anxiety Inventory (Állapot-Vonás Szorongás Kérdőív)

A DOLGOZATBAN HASZNÁLT VÁLTOZÓK

EDA szint átlag	Egy adott Tetris játék alatt az összes (jobb és a bal csuklón mért) EDA érték átlaga. Dimenziója: nanoSiemens
Hétköznapi stressz skála	A „ <i>Mennyire stresszesek a hétköznapijaid?</i> ” kérdésre a résztvevő egy csúszó-skálán válaszolt, melynek két végpontja és értékei: -100: „ <i>legtöbbször nyugodt vagyok</i> ”, +100: „ <i>folyton stresszesnek érzem magam</i> ”
LA átlag	A jobb és a baloldali csuklón mért EDA értékek különbsége osztva ezek összegével, százalékban kifejezve. -100%: csak a baloldali csuklón van mérhető EDA érték; 0%: a két csuklón egyforma az EDA érték, +100%: csak a jobb oldalon van mérhető EDA. Az átlagolás egy adott Tetris játék teljes idejére vonatkozik.
STAI állapotszorongás	Négyfokú skála, 20 kérdés (min 20, max 80 pont), a pillanatnyi szorongási állapotot jelzi (magasabb pontszám – erősebb pillanatnyi szorongás).
STAI vonásszorongás	Pontozása megegyezik az állapot-szorongással, de a szorongásra való hajlamot jellemzi (magasabb pontszám – erősebb vonásszorongás).
Tetris után mért feszültség skála	A „ <i>Hogy érzed magad most?</i> ” kérdésre a Tetris játék után a résztvevő egy mínusz 100-tól +100-ig terjedő csúszó-skálán válaszolt, melynek értékei: -100: „ <i>teljesen ellazult vagyok</i> ”, +100: „ <i>kifejezetten feszült vagyok</i> ”.

ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat. Az alkalmazott szorongásmérő eszközök egymás közti korrelációja
2. táblázat. A kiértékelés egysége: 1 teljes Tetris játék
3. táblázat. Az EDA szint átlagának számolása
4. táblázat. A lateralitási aszimmetria (LA) átlagának számolása
5. táblázat. Az alkalmazott szorongásmérő eszközök egymás közti korrelációja
6. táblázat. A jobb vagy baloldali EDA dominancia megoszlása
7. táblázat. Az EDA mintázat jellemzői és a szorongás
8. táblázat. A Tetris játék 4 faktorának regresszió analízise
9. táblázat. A lateralitási aszimmetria összefüggése a kihívás mértékével
10. táblázat. A lateralitási aszimmetria összefüggése a kihívás mértékével

1. ábra. A kutatásban alkalmazott csúszó-skálák
2. ábra. Az Obimon készülék rögzítése
3. ábra. Képernyőkép részlet a Tetris játékról CTW hullámmal (A) és anélkül (B).
4. ábra. Individuális variabilitás az EDA mintázatában.
5. ábra. A Lateralitási aszimmetria (LA) átlag és két csúszós-skálán kapott értékek korrelációja
6. ábra. Kihívások hatása a lateralitási aszimmetriára

BEVEZETŐ

MOTIVÁCIÓ

Szerencsésnek érzem magam, hogy immár öt éve vehetek részt az MTA-ELTE Lendület Adaptáció Kutatócsoport munkájában. Kezdetben főként az elektrodermális aktivitás (EDA) Obimon készülékkel történő mérésben vettem részt. Megtetszett ez a miniaturizált, könnyen hordható, internetes kapcsolattal rendelkező eszköz, mely percenként több száz adatot generál. Ezek az éppen aktuális érzelmi arousal mintázatunk pontos lenyomatai. Az adatok feldolgozása igazi kihívást jelentett, nem beszélve arról az izgalmas problémáról, hogy a test két oldalán (például a jobb és bal csuklón) – a klasszikus szakirodalmi elképzeléssel ellentétben – gyakran teljesen eltérő időbeli lefutást tapasztaltunk. A EDA lateralitási aszimmetriája (LA) új koncepció a szakirodalomban, és cáfolja azt a korábbi elképzelést, hogy az EDA egységes az egész testen.

Az agyi lateralitásról már sokat hallottam, de az EDA vegetatív funkció, így aszimmetriája egyáltalán nem nyilvánvaló. Középiskolás TDK-zóként önálló vizsgálatokat tervezhettem, hogy tetten érjem a jobb és a bal kéz eltérő EDA mintázatát. Mivel több, mint egy évtizedig versenyszerűen sportoltam, az első ötletem az volt, hogy az aszimmetrikus lateralitást egy sportverseny során vizsgáljam. Olyan szituációt kerestem, ahol a mozgás nem túl nagymértékű (ez zavarná a mérést), ugyanakkor a verseny helyzet miatt várható, hogy a versenyzők arousal szintje megemelkedjen. Amatőr verseny jöhetett csak szóba, mivel bármilyen könnyűek is a készülékek, viselésük mégis némileg zavaró. Így fiatal önkéntesekkel szerveztem meg a vizsgálatot, akik kisebb csoportokban darts versenyen vettek részt. Nagy kihívás volt ebben a szituációban azt eldönteni, hogy vajon mozgás közben egyáltalán lehet-e megbízható EDA adatokat felvenni. Szerencsére 2020 körül fejlesztették ki az Obimon mérőeszköz új változatát, ami nemcsak bőrellenállást, de a hordozó felület (kéz) gyorsulását is mérte. Így lehetőségem nyílt elsőként alkalmazni Laboratóriumunkban az EDA mérésével párhuzamos gyorsulásmérést. Sikerült bizonyítanom (Székely, 2021a), hogy versenyhelyzetben jól mérhető a lateralitási aszimmetria, melyet nem befolyásol a nyíl eldobásával járó mozgás. Azt is kimutattam, hogy az LA összefügg a dobási teljesítményhez való optimista vagy pesszimista hozzáállással. Ezekből az eredményekből készítettem el még gimnazistaként az első OTDK dolgozatomat, mellyel III. helyezést értem el (Székely, 2021b).

A tapasztalatok alapján új irányokban folytattam ezt a kutatási témát, melynek legérdekesebb eredményeit mutatja be a jelen pályamunka. A 2021-es év végétől egy CTW biofeedback (Calm the Waves, Hullámszelídítés) mesterkurzuson vettem részt először tanulóí, majd mentor státuszban. A képzés lényege az érzelmi arousal szint irányítása. Ez a gyakorlatban úgy néz ki, hogy a hullám formájában visszajelzett aktuális érzelmi arousal szintet a résztvevőnek „meg kell szelídítenie”, vagyis az EDA hullámot ki kell simítani, és megpróbálni ebben a kisimult állapotban tartani egy adott ideig. Három nehézségi szinten (kezdő, középhaladó, haladó) kell teljesíteni a feladatot, ahol az egyre magasabb szinten fokozódó érzékenységgel jelzi vissza a rendszer a saját érzelmi működés „kilengéseit”. Ebből adódóan sokkal nehezebb kontrollálni a hullámokat a középhaladó és haladó szinten, mint a kezdő szinten. A mesterkurzus teljesítéséhez résztvevőként el kellett érnem a haladó szintet, mely sok gyakorlással, de sikerült. Később, még a képzés elején járó résztvevőknek segítettem érzelmi szabályozásuk biofeedback-alapú fejlesztésében. Azt tapasztaltam, hogy az érzelmek szabályozásának gyakoroltatása igen hatékony tud lenni akkor, ha a résztvevő egy kognitív jellegű, játékos számítógépes feladatot végez, például Tetris-ezik.

A Tetris feladat tehát kifejezetten érdekes, összetett, ugyanakkor a szerencse is szerepet játszik az eredményben, tehát izgalmas is. A játék során a résztvevő különböző, folyamatosan lefelé eső alakzatokat forgathat el a térben úgy, hogy azokat a már meglevőkhöz illesztheti teljes sorokat létrehozva. Úgy éreztem, hogy a Tetris pont megfelelő összetettségű ahhoz, hogy a résztvevőnek kihívást jelentsen. Másrészt a gyors döntési kényszer stresszes szituációba helyezi a személyt, ami a szakirodalom alapján növeli az aktuális érzelmi arousalt, ezen keresztül pedig az EDA szintet. Előző tapasztalataim alapján pedig nyilvánvalóvá vált, hogy nem csupán az EDA szintet, de a lateralitás aszimmetriáját is érdemes vizsgálnom ebben a szituációban, mivel ilyen jellegű kutatással még egyáltalán nem találkoztam a szakirodalomban. Diáktudományos kutatásaimat 2022 szeptemberétől az ÚNKP 22-6-I-ELTE-383 számú támogatásával végezhettem.

A BEMUTATÁSRA KERÜLŐ MUNKA ÁLTALAM VÉGZETT RÉSZE

Két, önálló vizsgálatot végeztem. Az első, csoportos mérés korábban történt, egy vizsgaszorongás csökkentő kurzus keretein belül. Egy szakdolgozó hallgatóval együtt 101 diák adatait vettük fel. Ez a szám eredetileg többnek ígérkezett, azonban az akkor kialakult pandémia miatt több, mint 30 ember adatainak felvételére nem került sor.

A csoportos mérésben közösen felvett adatokból a jelen munkához az önértékeléssel kapott szorongás (STAI kérdőív) és stressz (csúszó-skálák) pontszámokat, valamint kizárólag a Tetris játék idejére vonatkozó EDA adatokat használtam. A szükséges adatok kinyerését egyedül végeztem, és a különböző technikai problémák ellenére 53 ember jobb és bal csuklóján mért EDA adatait sikerült időben szinkronizálnom. A kapott értékeket további analízis céljára SPSS programcsomagba exportáltam R program segítségével.

Az egyéni vizsgálatsorozat hipotéziseit Laboratóriumunk vezetőjével egyeztettem, majd megterveztem a vizsgálati protokollt és egyedül végeztem el a vizsgálatot. Mentorként vezettem a résztvevő egy hónapos CTW érzelmi regulációs tréningjét, ezután két héten keresztül összesen 6 nap alatt 33, a hipotéziseimet tesztelő mérést végeztem el. A jobb és bal csuklóján mért valamennyi EDA adatot sikerült időben szinkronizálnom, majd R program segítségével exportálnom az SPSS programcsomagba.

Mindkét vizsgálat statisztikai elemzéséhez jelentős segítséget kaptam témavezetőmtől, útmutatásai alapján önállóan állítottam össze az elemzéshez szükséges adatbázisokat és végeztem az eredmények összegzését, ábrázolását és értelmezését. A bemutatásra kerülő eredményekből külföldi konferencia abstract van jelenleg elbírálás alatt első szerzőségemmel.¹

SZAKIRODALMI HÁTTER

AZ ELEKTRODERMÁLIS AKTIVITÁS

Az EDA mérése

Az EDA méréssel kapcsolatos kutatások több mint 100 évre nyúlnak vissza. Dawson történeti áttekintése alapján (Dawson, Schell & Fillion, 2000) legelőször az 1800-as évek vége felé Jean Charcot francia neurológus végzett ilyen jellegű vizsgálatokat. A ma is használatos módszerek alapját ugyanezen idő tájt Féré, valamint Tarchanoff dolgozták ki, akik felfedezték, hogy külső áram alkalmazása nélkül is lehet az elektromos potenciálban különbségeket mérni a bőrön

Szekely, Sz., Kotyuk, E., Veres, A., Szekely, A (2023). Bilateral Electrodermal Asymmetry in Competitive Tasks. 21th World Congress of Psychophysiology, Jun2 26-30, 2023, Geneva, Switzerland. Abstract bírálatra beadva. <https://iop2023.com/>

elhelyezett két elektróda között. Természetesen azóta a technológia jelentős fejlődésével az EDA mérése pontosabbá és egyszerűbbé vált.

Az elektrodermális aktivitás összetett, hullámtermészetű jel, melyet két összetevőre szoktak bontani (Dawson, Schell & Filion, 2000). Ezek az SCL (skin conductance level, azaz a bőrvezetés alapszintje), valamint az ingerekre létrejövő SCR (skin conductance response, azaz a bőrvezetési válasz). Fontos megemlíteni az NS-SCR-t (nonspecific skin conductance response, azaz nem specifikus bőrvezetési válasz), mivel specifikus ingerek hiányában is jellemzően létrejön érzelmi válasz. A jelen pályamunkában használt EDA változó a személy egy az adott időpillanatban mért elektrodermális aktivitását jellemzi, melyben nem különülnek el az SCL, SCR és NS-SCR értékei.

EDA és stressz

Testünk egy feszültségkeltő ingerre többek között az ekkrin mirigyek felfokozott működésével reagál, melynek különböző fejlődéstani előnyei lehettek (Molnár, 2014). Ennek oka, hogy azokon a testtájakon, ahol ezek a mirigyek megtalálhatóak (például a tenyér és talp) nő a tapadás a kibocsátott NaCl tartalmú váladéknak köszönhetően. A stresszes helyzetek és döntéshozatalok legtöbbször együtt járnak. Mindkettő lehet ok is és okozat is: különböző stresszes körülmények között (például vezetés közben vagy egy teszten való válaszadás során) gyakran kell döntéseket hozni, illetve van olyan helyzet is, amikor a döntés indukál stresszt. A stressz hatással van a döntéshozatalra (Starcke, 2012). Lo és Repin (Lo & Repin, 2002) kimutatta például, hogy a piaci változékonyság EDA változást okoz pénzügyi kereskedőknél. Megjegyzem, hogy ezeket az embereket arra képezték ki, hogy a gazdasági döntéseikben tényekre és ne érzelmekre alapozzanak.

Stressz és stressz nem ugyanolyan, erősségüket tekintve legalábbis biztosan nem egyformák. Feltételezem, hogy van aki jobban izgul, ha éppen vizsgázik, mintha egy esti társasjáték utolsó, „létfontosságú” körében lép. Az EDA feltehetően e széles stressz skála teljes spektrumán nyújt objektív visszajelzést az éppen aktuális érzelmi feszültségről. Az elektrodermális aktivitást legtöbbször egyéb fiziológiai mérésekkel együtt használják (például EEG, EKG). Ugyanakkor van arra is példa, hogy e pszichofiziológiai mérőszám önmagában is megbízható, például Liu és Du (Liu & Du, 2018) igazolta, hogy a stressz három különböző szintjét (gyenge, közepes, magas) megbízhatóan el lehetett különíteni csupán az EDA mérés eredményeit használva. Az EDA csúcscsérték nagysága (amplitúdója) fontos információ az illető stressz szintjével kapcsolatban.

Ugyanakkor az elektrodermális aktivitásra nem csak a stressz van hatással, hanem például a kognitív terhelés is (Setz és mtsai., 2010).

Anatómiai háttér

Az elektrodermális aktivitásért az ekkrin szekréciós mirigyek felelősek, pontosabban az ekkrin mirigyek azon típusai, amelyek nem a termoreguláció szabályozásában vesznek részt, hanem a pszichológiai izzadásért felelősek (Dawson, Schell & Fillion, 2007). Ezek a mirigyek a bőrben, azon belül is a bőraljában helyezkednek el. Ezen mirigyek sűrűsége eltérő a test különböző felületein: legsűrűbben a tenyéren, valamint a talpon helyezkednek el. Laboratóriumunkban Kasos Krisztián és munkatársai kimutatták, hogy a különböző testrészek más-más gyorsasággal reagálnak az ingerre, melynek a központi idegrendszerrel való távolság lehet az egyik magyarázata (Kasos és mtsai., 2020).

Többen úgy gondolják, hogy az elektrodermális aktivitás létrehozásáért a vegetatív idegrendszer szimpatikus és paraszimpatikus ága együttesen felel, mások szerint ezt egyedül a szimpatikus idegrendszer szabályozza (pl. Critchley, 2002). Az elektrodermális aktivitás hátterében egy komplex rendszer áll, melyben szerepet játszik mind a perifériás, mind pedig a központi idegrendszer. Wallin (Wallin, 1981) erős összefüggést mutatott ki az SCR és a szimpatikus idegek működésében levő kilengések között. Az SCR létrehozásában Boucsein (Boucsein, 2012) mind kontralaterális, mind ipszilaterális területeket megnevezett. Kontralaterális oldalon a premotor kéreg és a bazális ganglionok befolyásolják az EDA kialakulását, ipszilaterális oldalon pedig a hipotalamusz és a limbikus rendszer.

AZ EDA LATERALITÁSI ASZIMMETRIA

One True EDA vs Multiple Arousal Theory

Fontos kérdés, hogy létezik-e egy, az emberi testet általánosságban jellemző elektrodermális aktivitás. A szakirodalomban sokáig elfogadott volt az a nézet, hogy a test egy pontján (például a bal csuklón) mért elektrodermális aktivitási szint jól jellemzi az egész testet. Tehát ugyanazon érzelmi aktivitást mérhetnénk akár a jobb csuklón, akár a test bármely más pontján. Ezen alapszik Dawson „Egy Igaz EDA” elmélete (Dawson, Schell & Fillion, 2007).

Újabb kutatások azonban kimutatták, hogy a különböző érzelmi szituációk következtében a test eltérő pontjain más-más EDA szinttel reagál a vegetatív idegrendszer. Ez a „Többszintű Arousal Elmélet”, melyet Picard és munkacsoportja fogalmazott meg (Picard és mtsai., 2016).

Ennek lehetséges oka, hogy különböző agyterületek lépnek működésbe más-más érzelmek hatására, melyeknek összeköttetései a különböző testtájakkal az elektrodermális aktivitás mintázatának időben és térben összerendezett, egyedi változatait hozzák létre.

Az EDA lateralitási aszimmetria, mint pszichofiziológiai jellemző

A szakirodalomban tehát vitatott kérdés, hogy az EDA lateralitásában kialakuló aszimmetria fontos pszichofiziológiai jellemző-e, vagy csupán artefaktum. Vannak kutatások, melyek a tradicionális álláspontot támasztják alá, például Bjorhei és munkatársai vizsgálata (Bjorhei és mtsai., 2019), melyben egy vizuális keresési feladat alatt nem találtak lateralitási aszimmetriát akkor sem, ha egy értékes díjat ajánlottak fel a résztvevőknek. Ezzel szemben több kurrens kutatás is olyan eredményeket közölt, amelyek a lateralitás aszimmetriájának fontosságát támasztják alá. Munkacsoportunkban például Kasos Krisztián (Kasos és mtsai., 2018) kimutatta, hogy a szomorúságot vagy félelmet indukáló rövid zenei szegmensek jobb oldali dominanciát váltottak ki az EDA-ban. Különösen érdekes Kryklywy munkacsoportjának nemrég megjelent munkája (Kryklywy és mtsai., 2022), mely szerint a bal, illetve jobb kézre mért gyenge elektromos áramütés nyomán magasabb EDA választ mértek az adott oldalon. Korábbi vizsgálatomban én is azt találtam, hogy a Darts versenyben résztvevők lateralitása összefüggést mutatott a teljesítményükkel kapcsolatos optimista-pesszimista véleményükkel (Székely, 2021b).

KORÁBBI EREDMÉNYEK

Korábbi vizsgálataimban darts verseny alatt mértem a résztvevők EDA szintjét és lateralitásának aszimmetriáját. Vizsgálataim során három Obimon készüléket használtam minden személynél: egyet-egyet a jobb és a bal csuklón, egyet pedig a bal kézfej középső és mutató ujjain rögzítettem. Ez az elrendezés megegyezik a jelen munkában alkalmazottakkal, és az adatok feldolgozása is hasonló módon történt - a vizsgálatok célja azonban eltért.

A MOZGÁS ÖNMAGÁBAN NEM INDUKÁL LATERALITÁST

Korábban mozgással együtt járó feladat (darts) során vizsgáltam az EDA lateralitási aszimmetria irányának egyedi variabilitását. A szakirodalom tradicionálisan úgy tartja, hogy a mozgás „zavarja” az EDA mérését, mivel túl sok artefaktumot okoz. Ezért először meg kellett vizsgálnom, hogy megbízható EDA értékeket lehet-e mérni a darts verseny sajátos körülményei között. A kéz mozgását az Obimon készülékbe beépített gyorsulásmérővel követtem. A gyorsulási

adatok és az EDA hullámok közös analízise azt mutatta, hogy a dobás pillanatában gyakran megfigyelhető egy jellegzetes, tört másodpercig tartó negatív EDA csúcs a dobó kézen. Ugyanakkor a dobó kéz és a pihenő kéz EDA mintázata a dobás +/- 10 másodperces intervallumában nagymértékű egyezést mutat, mely arra utal, hogy a mozgó kézen mért értékek a mozgás artefaktum mellett is használhatók. Ami azonban még ennél is fontosabb, hogy a két kézen mért lateralitást egyáltalán nem befolyásolja a mozgás. Ezeket az eredményeket az ELTE-PPK Pszichológiai Intézetének országos szintű Kardos Lajos Pszichológia Versenyén adtam elő, ahol II. helyezést értem el (Székely, 2021a).

MÉRŐESZKÖZ CSERE ÉS DOBÓ KÉZ VÁLTÁS NINCS HATÁSSAL A LATERALITÁSI ASZIMMETRIÁRA

A darts verseny során a résztvevők egy részénél a jobboldali, másik részénél a baloldali EDA értékek voltak jellemzően magasabbak, mint a másik oldali értékek (annak ellenére, hogy mindenki jobb kézzel dobott). Kimutattam továbbá, hogy a lateralitási aszimmetriára nincs hatással az sem, ha a jobbkezes résztvevő bal kézzel dob. Az sem okozott változást az EDA mintázatban, ha megcseréltem a jobb és a bal kézen rögzített EDA készülékeket (Székely, 2021a).

A LATERALITÁSI ASZIMMETRIA IRÁNYA A VERSENYHEZ VALÓ HOZZÁÁLLÁSSAL FÜGG ÖSSZE

Korábbi munkáim egy része tehát azt a célt szolgálta, hogy kizárjam a jobb és a bal csukló között mért EDA eltérések artefaktum jellegét. Ezek után igazolható volt az a hipotézisem, hogy lateralitás iránya inkább a versenyző pszichés állapotával függ össze. Eredményeim alapján a dobások során mért EDA lateralitási aszimmetria iránya összefügg a versenyző saját teljesítményéhez való optimista vagy pesszimista hozzáállásával. Az eredményeket a 2021-es OTDK dolgozatomban foglaltam össze (Székely, 2021b), melyeket nemzetközi szaklapban fogunk publikálni.

ELŐZETES MUNKÁIM ÉS A BEMUTATÁSRA KERÜLŐ KUTATÁS ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Hasonlóságok

Mint a fejezet bevezetőjében is említettem, 3 db EDA készüléket használtam személyenként a korábbi, valamint az itt bemutatandó vizsgálatokban is. A bal kéz középső és mutató ujján elhelyezett készüléket a szakirodalomban leggyakrabban használt módszer szerint helyeztem el, melyet elsősorban a bal és a jobb kéz időbélyegeinek szinkronizálására használtam. Korábbi munkámban nem volt más jelentősége az ujjakon mért EDA értékeknek, a jelen vizsgálatban azonban ezt az EDA hullámot használtam a CTW biofeedback (Hullámszelídítés) érzelmi

regulációs tréninghez. A jobb és a bal csuklón elhelyezett készülékek a jelen munkában is és a korábbiakban is az EDA lateralitás mérését szolgálták.

A kutatócsoportunkban használt elektrodermális aktivitást mérő Obimon szoftverek jelentős fejlődésen mentek keresztül az utóbbi években. Előző vizsgálataimban még „kézzel” szinkronizáltuk a mérési adatokat, azaz a mérés előtt egy külön szoftver segítségével összekapcsoltuk a méréshez használt számítógépet és a használni kívánt EDA készülékeket, hogy ezzel biztosítsuk az adatok letöltésekor az időbeli szinkront. A mérési adatok letöltését egyesével, szintén kézzel végeztük, és ha hiba csúszott ebbe a folyamatba, akkor a mért értékek időbélyege eltűnt, lehetetlenné téve az adatok beazonosítását. Így történt, hogy az előző TDK vizsgálatom 26 résztvevőjéből csupán 10 fő adatait sikerült kiértékelni. A jelen dolgozat csoportos vizsgálata is még ezzel a rendszerrel történt, így itt is jelentős volt az adatvesztés (a 104 lemért személy adataiból csupán 53-nak az adatait tudtam feldolgozni). A program fejlesztésének köszönhetően a jelen vizsgálatok egyéni részében azonban a szinkronizálási folyamat már a rendszeren belül, automatikusan zajlott, nagymértékben megkönnyítve az adatok feldolgozását.

Eltérések

A korábbi és a jelen vizsgálati elrendezés alapvetően különbözött: az előző vizsgálat sorozatban mozgás (darts verseny) közben mértem az EDA értékeket, és csoportokban versenyeztek egymással a résztvevők. A kiértékelés egysége a nyíl elhajítása körüli +/- 10 másodperc („dobás”) volt. A kiértékelésnél a lateralitási aszimmetriájának irányát („balra vagy jobbra lateralizált”) használtam, annak pontos értékét nem. A jelen munkában a résztvevők kognitív jellegű számítógépes feladatot (Tetris) oldottak meg egyénileg, melynek ugyan volt „tétje” (a pontszám), de nem volt verseny jellege. A kiértékelés egysége az adott Tetris feladat, melynek teljes ideje alatt valós időben mértük a jobb és a baloldali EDA értékeket. A dolgozat két fő változója a Tetris feladatonként átlagolt EDA szint és a lateralitási aszimmetria, melyeket egy 49 fős csoportos vizsgálatban, illetve egyetlen személlyel felvett 33 feladatban vizsgáltam.

A jelen vizsgálat célkitűzése markánsan különbözött a korábbi vizsgálatokétól. Mivel az EDA lateralitási aszimmetria mérése laboratóriumunkban is új keletű, a korábbi vizsgálat erősen fókuszált annak a bizonyítására, hogy a bal és a jobb kézen mért EDA szintkülönbség nem artefaktum. Ezen felül a verseny eredményeihez való optimista vagy pesszimista hozzáállást próbáltam meg jellemezni a dobások előtt és után felvett rövid interjúkkal, melyet a dobások

idejében mérhető EDA lateralitással vetettem össze. A jelen munkában ezekre a módszertani eredményekre építve a kérdések szakmaibbak: a szorongás, illetve a pszichikai nyomás és az EDA lateralitási aszimmetria összefüggéseit vizsgáltam egy olyan helyzetben, ahol a személy kísérletet tesz arra, hogy érzelmeit a CTW biofeedback módszerével kontrollálja. Ehhez a csoportos vizsgálatban szorongás-mérő pszichológiai tesztek, az egyéni vizsgálatban pedig a teljesítmény fokozására irányuló nyomást (pl. időkorlát, CTW biofeedback, motiváció) használtam fel.

HIPOTÉZISEK

A bőrvezetés (EDA) mérését széles körben alkalmazzák az arousal szint jellemzésére. Ugyanakkor kevés vizsgálat foglalkozik a potenciálisan kimutatható jobb és baloldali EDA értékek különbözőségével, azaz az EDA lateralitási aszimmetriával.

Saját vizsgálataim fő iránya a lateralitási aszimmetriát befolyásoló tényezők kutatása. A jelen munka első részében, a csoportos vizsgálatban összefüggést kerestem az EDA szint és lateralitási aszimmetria értékei, valamint a szorongási mutatók (STAI kérdőív és az aktuális állapotot felmérő skálák) közt. Kutatásaim második részében egy egyéni vizsgálatsorozatban a feszült helyzetek hatását vizsgáltam az EDA lateralitási aszimmetriára. Ehhez a feladat (Tetris játék) jellemzőit variáltam szisztematikusan: például időkényszer alkalmaztam, láthatóvá tettem az érzelmi arousal változásait (CTW biofeedback), illetve extrinzik és intrinzik teljesítmény-motivációt alkalmaztam.

Célkitűzésem egy stresszkeltő, kognitív teljesítményt igénylő helyzetben fontos pszichológiai (szorongás) és helyzeti tényezők (például az idő és teljesítmény-kényszer) hatásának vizsgálata az EDA laterális mintázatára.

Az alábbi hipotéziseket az Open Science Framework (OSF) adatbázisban rögzítettük a csoportos (Székely és mtsai., 2022a) és az egyéni (Székely és mtsai., 2022a) vizsgálatok eredményeinek feldolgozása előtt:

A csoportos vizsgálat ide vonatkozó hipotézise (Hip3 itt: <https://osf.io/kx8uw>):

1.1. Az EDA mintázata jelentős egyéni különbségeket mutat és összefügg az adott személy szorongás szintjével (STAI pontszámokkal).

Az egyéni vizsgálat ide vonatkozó hipotézisei (Hip2 és Hip3 itt: <https://osf.io/3myqj>):

2.1. Az időkényszer szignifikánsan befolyásolja a lateralitási aszimmetria játékonként számolt átlagát.

2.2. Az EDA szint átlagértékei és a lateralitási aszimmetria átlagai nem feltétlenül mutatnak párhuzamos változást a Tetris játék során különböző helyzetekben. Például, ha nincs biofeedback, akkor várhatóan (1) az EDA átlagos szintje magasabb lesz; (2) a lateralitási aszimmetria megváltozik.

MÓDSZEREK

ETIKAI ENGEDÉLY ÉS KUTATÁSI TÁMOGATÁS

A jelen kutatás az Eötvös Loránd Tudományegyetem Kutatásetikai bizottságának jóváhagyásával készült². A protokollnak megfelelően a résztvevők írásbeli és szóbeli tájékoztatást kaptak a vizsgálat elején, és minden alkalommal megkérdeztem, hogy van-e valakinek kérdése. Ezután a résztvevők írásban járultak hozzá az önkéntes részvételhez a „Bejegyzési nyilatkozat” aláírásával.

A vizsgálatok az általam elnyert ÚNKP-22-6-I-ELTE-383 és az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat LP-2018-21/2018 számú projektek támogatásával valósultak meg.

A MINTA

Résztvevők, beválasztási és kizárási kritériumok

Csoportos vizsgálat

A csoportos vizsgálatban az Eötvös Loránd Tudományegyetem 101 hallgatója vett részt. Mivel a jelen vizsgálat elsősorban a jobb és baloldali EDA mintázatok eltérésére koncentrál, a szakirodalmi gyakorlat alapján jelen munkámban kizárólag jobbkezes személyek adataival dolgoztam. Kizárásra kerültek azok is, akiknek a mérés során felmerülő technikai probléma miatt hiányzott bármelyik EDA adatsorának (bal kéz középső és mutató ujj, jobb csukló, bal csukló) időbélyege, mivel így nem tudtam elvégezni a két kéz értékeinek időbeli szinkronizálását.

A csoportos vizsgálat adatbázisát a fenti szűrési feltételek alkalmazásával 53, szinkronizált adatsorral rendelkező, jobbkezes személy EDA adataiból hoztam létre. Közülük az első

²Az engedély száma: 2018/330-3; címe: „A hatékony alkalmazkodás kulcsfontosságú elemei kihívást jelentő környezetben”; tudományterülete: Pszichofiziológia, Affektív pszichológia; a kutatás vezetői: Kótyuk Eszter Ph.D. és Székely Anna, D.Sc.

adatfeldolgozás alkalmával kiszűrtem még 2 olyan személyt, aki nem rendelkezett kitöltött STAI kérdőívvel, valamint 2 személyt azért, mert a laterális aszimmetriája a csoport szórásának több mint 4-szeresével volt magasabb az átlagnál, melynek feltehetően valamilyen mérési hiba volt az oka. Összesen tehát 48 jobbkezes személy adatát elemeztem a jelen munkámban (14% férfi, 86% nő, átlag életkoruk 22,06 év $\pm$ 3,84 év).

Egyszemélyes vizsgálatsorozat

Ebben a vizsgálatban egyetlen személlyel 6 nap alatt összesen 36 mérést végeztem, melyből 33 volt értékelhető. Ő a labor külföldi vendéghallgatója, aki 2022 őszén érkezett hozzánk (24 éves nő). Számára a jelen munkában alkalmazott módszer és mérési eljárás teljesen új volt, így lehetőségem nyílt arra, hogy kizárólag a hipotéziseim teszteléséhez szükséges mennyiségű információt ismertessek meg vele és szabad kezet kaptam abban is, hogy a laborunkban alkalmazott EDA alapú érzelmi szabályozás tréninget (CTW biofeedback) a hipotéziseimhez szükséges módon végezzem el vele. A csoportos vizsgálatához hasonlóan itt is a két csuklóra, valamint a bal kezének mutató és középső ujjára helyezett Obimon készülékkel mértem az EDA értékeket. Az ujjon lévő Obimon alapján történt az érzelmi reguláció visszajelzése, és ez rögzítette a Tetris játék időtartamát, ezáltal ehhez tudtam szinkronizálni a két csukló időbélyegeit. Fontos megjegyezni, hogy ez a vizsgálat időben később történt, mint a csoportos vizsgálat, így itt már olyan, továbbfejlesztett mérési módszert alkalmazhattam, mely biztosította az EDA értékek időbélyegeinek automatizált szinkronját.

ÖNBESZÁMOLÓN ALAPULÓ MÉRÉSEK

A kezűség meghatározása

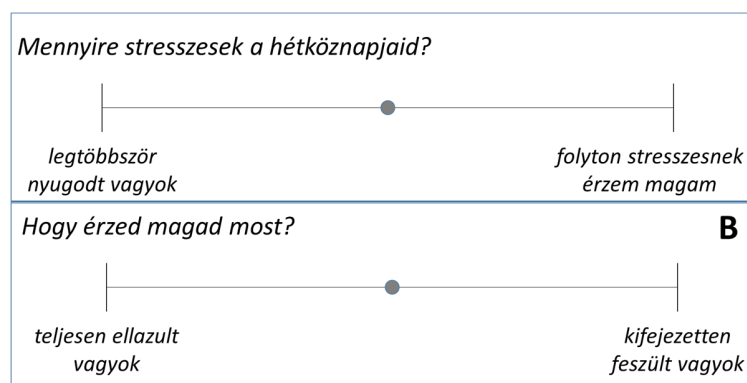
Jelen vizsgálat egyik központi témája a laterális aszimmetria, ezért fontos volt annak meghatározása, hogy az illetőnek a jobb vagy bal keze domináns. E célból egy 16 kérdésből álló kérdőívet töltettünk ki a vizsgálatban részt vevő személyekkel, mely az Edinburgh Handedness Inventory (2020) kérdőív magyarra adaptált változata. Ugyanezt a kérdőívet használtam korábbi munkáimban is (Székely, 2021a és Székely, 2021b). A kérdőívben arra kellett választ adni, hogy az egyes tevékenységeket (például írás, rajzolás, fogmosás, kulcs használata ajtókinyitáshoz stb.) bal, vagy jobb kézzel végzik el gyakrabban, vagy nincs preferált kéz. A kérdőív alapján meghatározott kezűség minden esetben egyezett a résztvevő saját véleményével kezűségével kapcsolatban. A jelen munkában tehát kizárólag jobbkezes személyek adataival dolgoztam.

A szorongás felmérése kérdőívvel

A csoportos vizsgálat résztvevői szorongásukról kérdőíven számoltak be. A STAI (State-Trait Anxiety Inventory) kérdőívet kiterjedten használják a szakirodalomban, melyet eredetileg Spielberger és munkatársai dolgoztak ki 1970-ben (Spielberger, Gorsuch, & Lushene, 1970). 20 item szolgál a pillanatnyi állapot szorongás szintjére, és másik 20 item kérdez rá a személyre általánosan jellemző vonás szorongásra. Minden itemhez egy 4 pontos Likert skála tartozik, melynek végpontjai: „jóformán soha” és „majdnem mindig”, így az összpontszám mindkét skálán minimum 20, maximum 80 lehet. Minél magasabb a pontszám, annál szorongóbb a személy. A jelen vizsgálatban a skála magyar nyelvű változatát használtuk (Sipos & Sipos, 1983).

A hétköznapi és aktuálisan megélt stressz csúszó-skálás felmérése

A kérdőívek mellett egy egyszerű módszerrel is felmértük a személyek általános és aktuális szorongási állapotát (ez utóbbit közvetlenül a Tetris feladat befejezése után). Ez egy, a számítógép képernyőjén elvégezhető csúszó-skálás visszajelzés, melynek során a személyeket arra kértük, hogy helyezzenek el egy jelölőt az alábbi skálán arra vonatkozóan, hogy hogy érzik magukat általában, illetve a jelen pillanatban (1. ábra).



1. ábra. A kutatásban alkalmazott csúszó-skálák.

A: „Hétköznapi stressz” skála. B: „Tetris után mért feszültség skála”. A résztvevők egy jelölőt (szürke kört) mozgattak az egér segítségével az általános vagy aktuális hangulatuknak megfelelő pozícióba. Az ennek megfelelő számértéket a program a két végpont között rögzíti (-100-tól +100-ig).

A számítógépes program a válaszoknak megfelelő pontszámot rögzítette egy mínusz 100-tól plusz 100-ig terjedő skálán. Az első skálát: „Mennyire stresszesek a hétköznapjaid?” „Hétköznapi stressz” skálának neveztem el, a második mérést pedig „Hogy érzed magad most?” (a Tetris feladat után) „Tetris után mért feszültség” skálának neveztem el. A csúszó-skála számszerű beosztását a résztvevők nem látták.

AZ EDA SZINT ÉS A LATERALITÁSI ASZIMMETRIA MÉRÉSE

Az EDA mérése Obimon készüléssel

Az EDA mérése kicsiny (5x5 cm), könnyen felszerelhető és viselhető, a munkacsoportunk által az utóbbi néhány évben használt Obimon készüléket (obimon.com) alkalmaztam. A mérés a jobb és a bal csuklón, valamint a bal kéz középső és mutató ujjára felerősített Obimon készülékekkel történt.



Az Obimon egy vezetékmentes eszköz, mely valós idejű visszajelzést szolgáltat a bőrvezetés mértékéről. A legújabb szoftver verzió a mért adatokat automatikusan tárolja egy interneten hozzáférhető felhasználói fiókba. A 2. ábra egy ilyen készüléket mutat be a kéz 2 ujjára tapasztva. Az eszközök érzékelő fém felülete és a bőr között gél-alapú elektródák biztosítják a kapcsolatot (ezek a 2. ábrán látható, fehér színű, Skintact márkájú „tappancsok”). A tappancsok bőrrel érintkező részét gél vonja be, mely igen jól vezeti a bőr kis feszültségű elektromos jeleit.

2. ábra. Az Obimon készülék rögzítése

A csuklón elhelyezett készülékeket a csoportos vizsgálat során csuklószorítóval körbezártuk, ezáltal biztosítva, hogy az elektródák és a bőr tapadási felülete még biztosabb legyen.

Az EDA szint átlagának és a lateralitási aszimmetria átlagnak kiszámítása

Az egy emberen elhelyezett három Obimon készülék különböző célokat szolgált. Az ujjakon lévő Obimon alapján történt a jobb és a bal csukló EDA értékeinek időbeli szinkronizálása. Emellett a CTW biofeedback során az aktuális érzelmi állapot visszajelzését az ujjakon mért EDA értékek szolgáltatták. A jelen munkában a CTW biofeedback adatai nem szerepelnek, mivel ez egy másik témakörhöz tartozik (Schmidt, 2021). A jelen munkában csupán azt a helyzeti tényezőt használtam, hogy a résztvevő látott vagy nem látott CTW visszajelzést.

A kiértékelés egysége a jelen munkában egy személy egy teljes Tetris játéka, ezek számát foglalja össze az 2. táblázat. A csoportos vizsgálatban minden személy csak egy játékot játszott, az egyszemélyes vizsgálatban azonban a résztvevő összesen 33 játékát értékeltem, melyek különböző körülmények között zajlottak.

	Személyek száma	Tetris játék száma/személy	Tetris játék összesen (N)
Csoportos vizsgálat	48	1	48
Egyszemélyes vizsgálat	1	33	33

2. táblázat. A kiértékelés egysége: 1 teljes Tetris játék

A dolgozat két fő változója az EDA szint átlag és az Lateralitási aszimmetria átlaga, az átlagolás a kiértékelés egységére (1 teljes Tetris játék) vonatkozik. A változó kiszámításának módját a 3. és 4. táblázat foglalja össze. A nyers adatok az Obimon készülék által automatikusan tárolt bőrvezetési értékek (EDA_{nyers}). A 3. táblázatban látható, hogy egy másodperc alatt 4 értéket mért a készülék, tehát egy adott Tetris játékban egy Obimon készülékről négyszer annyi nyers EDA adatot kapunk, mint amennyi az adott játék teljes ideje másodpercben kifejezve. Ez az adatszám játékosonként eltérő attól függően, hogy mennyi ideig tudtak játékban maradni, de az átlagot minimum 240 (60 mp) adatból számoltam. Az EDA szint átlagát az 1 játékos 1 Tetris játéka alatt mért mindkét oldali EDA értékeinek átlagaként számoltuk ki (3. táblázat).

Mért értékek 2 Obimon készüléken mérve személyenként		Adatszám (N) 1 Tetris játék alatt, Obimon készülékenként	Kiszámított érték: EDA szint átlaga 1 Tetris játék alatt
nyers EDA_{jobb}	nyers EDA_{bal}	játékidő(mp)*4	$(\sum nyersEDA_{jobb} + \sum nyersEDA_{bal}) / 2N$

3. táblázat. Az EDA szint átlagának számolása

Az EDA lateralitási aszimmetria (LA) értékeit Kryklywy (2022) nyomán számoltuk ki. Az LA százalékban kifejezett átlagos értéke +100 és -100 közé esik. Nulla akkor, ha nincs lateralizáció, azaz a jobb és a bal csuklón mért EDA átlagok megegyeznek, +100, ha csak a jobb csuklón, -100 ha csak a bal csuklón mérhető elektrodermális aktivitás. A pozitív érték jobb oldali dominanciát, a negatív érték az lateralitási aszimmetria baloldalra való tolódását jelzi.

Mért értékek személyenként 2 Obimon készüléken		Adatszám (N) 1 Tetris játék alatt, Obimon készülékenként	Kiszámított érték: Lateralitási aszimmetria átlaga 1 Tetris játék alatt
nyers EDA_{jobb}	nyers EDA_{bal}	játékidő(mp)*4	$\Sigma[(nyersEDA_{jobb} - nyersEDA_{bal}) / (nyersEDA_{jobb} + nyersEDA_{bal})] * 100 / 2N$

4. táblázat. A lateralitási aszimmetria (LA) átlagának számolása

CTW biofeedback (Hullámszelídítés)

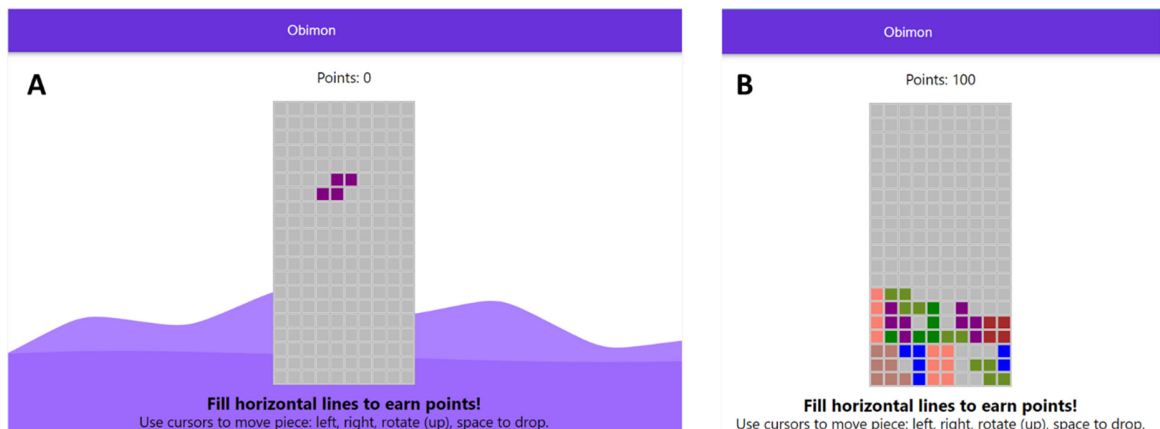
Az egyszemélyes vizsgálat sorozatot egy érzelmi regulációs tréning (Calm The Waves (CTW) vagy „Hullámszelídítés”) előzött meg, mely körülbelül egy hónapig tartott. Ennek során a résztvevő feladata az volt, hogy minél jobban tudja szabályozni a saját, aktuális érzelmi állapotát, melyet az ujjain mért EDA valós idejű értékei alapján, „hullám” formájában, folyamatosan jelezte vissza az Obimon EDA szoftver³. A cél az volt, hogy a résztvevő ezt a hullámot minél jobban „kisimítsa”, így szabályozva a saját érzelmi állapotát. Az általam, a jelen pályamunka céljához igazított speciális tréning három szintből állt (kezdő, középhaladó, haladó), és a szintek növekedésével egyre érzékenyebb volt a visszajelzés mértéke. Így a magasabb szinteken nehezebb volt a hullám kisimítása. A résztvevő a tréning elvégzésével képessé vált arra, hogy az aktuális érzelmi arousal-ját szabályozza. Ugyanakkor a tréning során nem alkalmaztam a tréning részét képező Tetris játékot, mivel fontos volt, hogy ezzel a feladattal a résztvevő a méréseim során találkozzon először.

A tréning befejeztével kezdődött el az a 6 napos Tetris játéksorozat, mely a hipotéziseim tesztelését célozta meg. A feltevések kiindulópontja az volt, hogy a személy már képes érzelmeit szabályozni – a mérések arra irányultak, hogy ez a képesség hogyan módosul különböző helyzetekben és milyen lateralitási mintázatot mutat. Éppen ezért a személyt arra kértem, hogy a mérés elején teljesítsen egy „beugró” feladatot (hasonlót a tréning során már többször is sikerült elvégeznie). Ebben 30 másodperc alatt „simította ki” az érzelmi hullámait. Ez egy jelentős kihívás, hiszen egy viszonylag rövid időkorlát áll rendelkezésre. A sikeres végrehajtás itt azt igazolta, hogy készen áll: képes érzelmeinek hatékony szabályozására a CTW biofeedback módszerével.

A „TETRIS” SZÁMÍTÓGÉPES JÁTÉK

A résztvevők a „Tetris” számítógépes játék teljesítése során minél több pontot próbálnak szerezni, ehhez úgy kell elforgatni a játékban „lehulló”, négyzetekből álló alakzatokat, hogy azok teljesen kitöltsenek egy sort (3. ábra). Egy sor teljes kitöltése 100 pontot ér. A sorok eltűnnek a kitöltés után, így elméletben végtelen pontot is el lehet érni.

³ <https://sites.google.com/view/obimonctw/>



3. ábra. Képernyőkép részlet a Tetris játékról CTW hullámmal (A) és anélkül (B).

A: A kék hullámok a játékos ujján mért EDA értékek változásait jelzik. CTW biofeedback célja a hullámok amplitúdójának akaratlagos csökkentése. Ez a képernyőkép a játék elején készült, amikor éppen az első, négyzetekből álló alakzat „hullik le”.

B: CTW biofeedback nélküli képernyőkép részlet. Ezen a képen már több négyzet „hullott le”.

Az egyéni vizsgálatorozat során azokban a mérésekben, ahol a résztvevő kapott visszajelzést az érzelmi arousal aktuális változásairól, az arousal szintnek megfelelő, valós időben változó amplitúdójú hullámot látott a képernyőn (CTW biofeedback) (3. ábra A). A „Tetris” játék mellett az is feladat volt, hogy az aktuális érzelmi arousal-ját szabályozza, azaz a hullámot laposan tartsa. Voltak olyan Tetris játékok is, ahol nem volt visszajelzés (képernyőkép részlet: 3. ábra B).

KIHÍVÁSOK A TETRIS JÁTÉK SORÁN

Az egyszemélyes vizsgálatorozatban a résztvevő a Tetris feladatokat különböző feltételek mellett végezte el. A CTW biofeedback-et az egyszemélyes vizsgálatban csak az első játék-blokkban alkalmaztam. A második blokkban a visszajelzést megszüntettem. Mindkét blokkban random sorrendben, de ugyanolyan játék-számban alkalmaztam idő-korlátot vagy motivációt. Az idő-korlát azt jelentette, hogy a játékosnak 1, 2 vagy 5 perc alatt kellett a lehető legjobb eredményt produkálnia a játékban. Extrinzik motivációként csokoládét ígértem be jutalmul, ha még jobban teljesít a résztvevő, vagy bíztattam a játékost saját teljesítményének felülmúlására (intrinzik motiváció).

ADATFELDOLGOZÁS

EDA adatok szinkronizálása

A két kéz adatainak szinkronizálása az ujjaklon mért EDA értékek időbélyege alapján történt. A bal és jobb csukló adatait az Obimon készülék automatikusan rögzítette másodpercenként négyszer, a szinkronizálást Excel program segítségével végeztem.

A jobb és bal csuklón mért EDA értékek időbeli szinkronizálás a mérőkészülékek időbélyegei alapján történt. A Tetris játék indítására a bal kéz középső és mutató ujjain elhelyezett Obimon készüléket használtam, így a játék pontos időtartalmát ennek az eszköznek az időbélyegei mutatták. Ezért a két csuklón mért EDA értéksorozatok kezdetét és végét az ujjakon mért adatokhoz mérve vágtam ki. Ezzel a módszerrel a bal és a jobbcsukló időszinkronja a mérés határain belül (1/4 másodperc) pontos volt.

Adatbázisok

Az Obimon készülék másodpercenként 4 EDA értéket rögzített, időbélyeggel ellátva, folyamatosan a felszerelés pillanatától kezdve a készülék levételéig. A statisztikai számítások adatbázisainak elkészítéséhez R programot használtam, melynek segítségével exportáltam a készülék által rögzített nyers EDA értékeket, a „Tetris” játék időtartamában. A statisztikai elemzésekhez elkészítettem mind a csoportos adatfelvétel, mind pedig az egyszemélyes adatfelvétel méréseinek adatait tartalmazó adatbázisokat, melyet az SPSS programcsomagban egyesítettünk a személyek kérdőíves adatait és a csúszó-skálák értékeit tömörítő adatbázisokkal.

Statisztikai elemzés

A statisztikai elemzés témavezetőm segítségével, SPSS programcsomaggal történt. A csoportos vizsgálathoz Pearson féle lineáris korrelációt alkalmaztam a STAI állapot és vonás szorongás, valamint az EDA szint és a lateralitási aszimmetria átlagai közti együttjárások feltérképezésére. Az egyszemélyes kísérletnél regresszió analízist alkalmaztam annak bejósolására, hogy milyen változók befolyásolják a lateralitási aszimmetria átlagértékeit. A regresszió elemzés eredményének pontosabb megértéséhez 2 szempontos ANOVA-t használtam.

A VIZSGÁLAT MENETE

Csoportos vizsgálat:

A vizsgálat egy vizsgaszorongás csökkentő kurzus keretein belül zajlott, a hallgatók egyik kötelezően választható feladata volt e vizsgálatban való részvétel. A csoportos vizsgálatot egy pszichológus szakdolgozóval közösen, egyszerre két teremben végeztük. Termenként 2 személy vett részt egyszerre a vizsgálatban, egyikünk pedig, mint a kísérlet vezetője volt jelen a teremben. Tájékoztató után a résztvevők beleegyező nyilatkozatot töltöttek ki, valamint kitöltötték a STAI kérdőívet, melyet egy ötperces relaxációs feladat követett. Ezután következett a „Tetris” feladat, mely általában 3-5 percig tartott (a pontos idő minden személynél rögzítésre került). A résztvevők a továbbiakban egy speciális (a szakdolgozatra specializált) CTW feladatot végeztek el, mely után csoportjuktól függően mindfulness meditációt, vagy egy szöveget tartalmazó hangfelvételt hallgattak meg. Végezetül pedig ismét egy rövid CTW feladatra került sor. A jelen munkában kizárólag a „Tetris” feladat alatt rögzített, bilaterális EDA adatokat dolgoztam fel.

Egyszemélyes vizsgálati protokoll:

Az egyszemélyes vizsgálat sorozatot 2 hét alatt, 2 x 3 napon végeztem el önállóan, a kiválasztott személy CTW tréningjét követően. A játékos feladat egyszerű volt: a lehető legtöbb pontot kellett összegyűjtenie egy Tetris játékban a CTW tréning részeként. A személy a vizsgálatom hipotéziseire naiv volt, témavezetőmmel csupán annyit árultunk el, hogy a tréning ezen részében engem érdeklő bilaterális adatokat szeretnék felvenni a közreműködésével, melybe beleegyezett. Az adatfelvétel két blokból állt: (1) az első héten a résztvevő kapott visszajelzést az aktuális érzelmi arousal-járól a bal ujjakon mért EDA értékek alapján, (2) a második hét során nem. A továbbiak tekintetében a két blokk teljesen megegyezett.

A résztvevő minden nap kezdetén egy „beugró” CTW biofeedback feladatot teljesített: egy előre meghatározott időkorláton belül (30 másodperc) kellett teljesen kisimítania az aktuális érzelmi arousal szintjét megjelölő hullámokat. Az időkorlát meghatározása az előzetes CTW tréning alapján történt, ahol a legrövidebb teljesítés 26 másodperc volt (ezt számos alkalommal elérte a résztvevő). Ritkán, de előfordult, hogy a feladatot nem tudta ennyi idő alatt teljesíteni. Ekkor újra próbálkozhatott, és végül minden esetben sikerült végrehajtani ezt az alapszintű érzelmi szabályozás feladatot.

Az első három nap mindegyikén a résztvevő hat „Tetris” játékot teljesített, miközben a bal ujjakon mért EDA visszajelzés alapján az arousal szintjét minimumon kellett tartania. Az első nap négy időkorlát nélküli játékot, valamint két öt perces időkorlátú játékot játszott. A második napon a résztvevő két 5 perces, és négy 2 perces Tetris feladatot teljesített. A harmadik napon pedig háromszor játszott 1 percig, amelyet követett 1-1-1 kettő, öt, valamint időkorlát nélküli feladat. A következő 3 napos vizsgálatsorozat az előzőekkel teljesen megegyezett, kivéve, hogy itt a résztvevő nem kapott érzelmi-regulációs visszajelzést.

EREDMÉNYEK

Jelen vizsgálatomban az elektrodermális aktivitás mintázatait egy kognitív számítógépes feladat (Tetris) során mértem két, alapvetően különböző elrendezésben. A csoportos vizsgálatban 48, jobbkezes résztvevőnek az adatait elemeztem, míg az egyéni vizsgálat sorozatban egyetlen személy 33 mérésének összetartozó mintáinak elemzését végeztem el. A bőrvezetést minden esetben 3 helyen mértem: a bal ujjakon, a bal és a jobb csuklón. Az ujjakon mért EDA kétféle célt szolgált. Egyrészt ezzel történt a bal és a jobb csukló EDA értékeinek időbeli szinkronizálása, másrészt az itt mért EDA hullámot használtuk a CTW biofeedback alkalmazása során az aktuális arousal szint valós idejű visszajelzésére. Az EDA mintázatot 2 változóval jellemeztem. (1) az EDA szint átlaggal, mely egy adott Tetris játék alatt a két csuklón mért összes EDA érték átlaga. (2) a lateralitási aszimmetria (LA) átlagával, melyet a jobb és a bal csuklón mért nyers EDA értékek különbségéből számoltam ki minden negyed másodpercben, majd ezeket az értékeket szintén átlagoltam a Tetris játék teljes idejére (lásd részletesen a *Módszerek* fejezetben).

A kiértékelés egysége tehát egy adott személy adott Tetris játékának teljes ideje alatt mért EDA jellemzők átlagértékei (EDA szint átlag és lateralitási aszimmetria átlag). A csoportos vizsgálatban a résztvevők egyetlen Tetris feladatot végeztek el, míg az egyszemélyes vizsgálatban ugyanaz a személy 33 db Tetris játékban vett részt 2 x 3 nap alatt. (lásd *Módszerek 1. táblázat*).

A csoportos vizsgálatban kérdőíves (STAI) módszerrel mértem az egyének szorongásszintjét, valamint kétféle csúszó-skálát is használtam egyetlen kérdés alapján aktuális és általános hangulatuk felmérésére. Az egyéni vizsgálat sorozatban résztvevő személyt egy hónapig egy érzelmi regulációs tréninggel képeztem. Ezt követően egy kihívást jelentő Tetris játékban próbáltam jobbnál jobb eredményre sarkallni, miközben a vizsgálati helyzet jellemzőinek szisztematikus változtatásával vizsgálatam azt, hogy mely tényezők befolyásolják a két oldalon mért érzelmi aktivitást. Ilyen volt például a játék hosszabb vagy rövidebb időkorlátja, a különböző (extrinzik és intrinzik) jutalmak, illetve a CTW program segítségével visszajelzés (vagy e visszajelzés hiánya) a saját érzelmi kontroll aktuális állapotáról.

A MÉRŐESZKÖZÖK VALIDÁLÁSA

A szorongás mérő módszerek egymás közti korrelációja

Az alábbiakban bemutatom az alkalmazott, önbevalláson alapuló, szorongás mérő pszichometriai eszközök egymás közti korrelációját (5. táblázat). A táblázat adataiból látható, hogy a két STAI

skála erős pozitív és szignifikáns együtt járást mutat, ami megfelel a szakirodalmi adatoknak. A „Hétköznapi stressz skála” szintén pozitív és szignifikáns korrelációt mutat mindkét STAI szorongásskálával. A két csúszó-skálás módszer egymással gyengébb együtt járást mutat.

		STAI vonás szorongás	Tetris után mért feszültség skála	Hétköznapi stressz skála
STAI állapot szorongás	Pearson korreláció	0,549**	0,252	0,457**
	p	<,001	0,084	0,001
	N	48	48	48
STAI vonás szorongás	Pearson korreláció		0,281	0,536**
	p		0,053	<0,001
	N		48	48
Tetris után mért feszültség skála	Pearson korreláció			0,292*
	p			0,044
	N			48

5. táblázat. Az alkalmazott szorongásmérő eszközök egymás közti korrelációja

A CSOPORTOS VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI

Az EDA mintázat jelentős egyedi variabilitást mutat

Az elektrodermális aktivitás mintázatát a lateralitás iránya alapján három fő csoportra osztottam (lásd 6. táblázat). Az itt vizsgált 48 személy 73%-a volt a jobb oldalára lateralizált, míg a személyek 21%-át a baloldali elektrodermális aktivitás dominanciája jellemezte a Tetris játék alatt. Lateralitás váltás a vizsgálat ideje alatt csupán 3 résztvevőnél (6%) fordult elő.

N=48	Lateralizáció iránya			
	jobb	bal	nincs	irányváltás
N	35	10	0	3
%	73	21	0	6

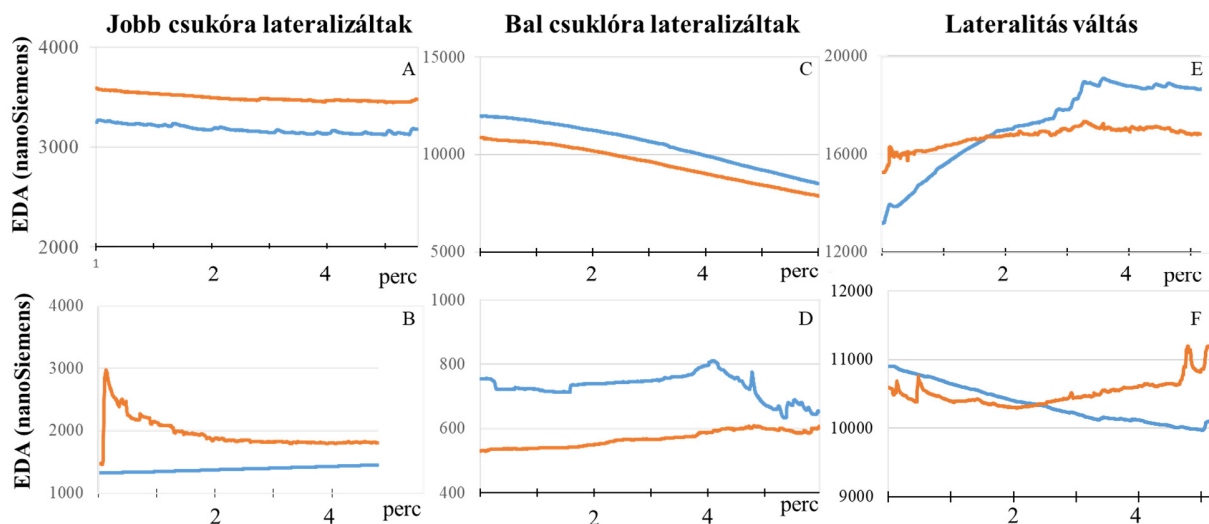
6. táblázat. A jobb vagy baloldali EDA dominancia megoszlása

A különböző irányba lateralizált EDA mintázatokra 2-2 konkrét példát mutat be a 4. ábra. Kiemelném, hogy ezeken az ábrákon – a többivel ellentétben – nem egy adott játékban mért EDA

szint átlag szerepel, hanem az adott játék nyers mérési adatai az idő függvényében mind a 6 személyre (A-F). Narancssárga vonal jelzi a jobb csuklón, kék pedig a bal csuklón mért adatokat.

Látható, hogy az EDA szint értékeiben igen nagyok az egyéni különbségek, hiszen néhány száz nanoSiemenstől (B személy) tízezres nagyságrendig (C és E személy) terjed az E1-es ábra Y skálája a mért nyers adatoknak megfelelően. Egy adott személy adott játék alatt mért EDA szintje lehet kifejezetten stabil (A és C személy) de változékony is (pl. az E személy).

A lateralizáltság iránya függetlennek tűnik az EDA szint értékétől. Például az A és B személyek jobbra lateralizáltak, EDA szintjük 2-4 ezer nanoSiemens körül mozog. A balra lateralizált C személynek 10 ezer nanoSiemens feletti az EDA szintje, a szintén balra lateralizált D személynek viszont csak néhány száz nanoSiemens. Az E és az F ábra olyan eseteket mutat be, amikor a játék alatt történt lateralitás váltás jobbról baloldalra (E), illetve balról jobboldalra (F).



4. ábra. Individuális variabilitás az EDA mintázatában. Az A-F ábrák egy-egy személy jobb (narancssárga vonal) és bal (kék vonal) csuklóján mért nyers EDA értékeket mutatják a Tetris játék ideje alatt. A vízszintes tengelyen a játékidő van feltüntetve, 1 perc alatt 240 adatot rögzített mindkét Obimon készülék. A játékidő a személyek ügyességétől függően változó. Az A és B ábrán jobb csuklóra, a C és D ábrán bal csuklóra lateralizált példákat mutatok be. Az E és F ábrákon a játék ideje alatt a kezdeti lateralitás iránya a játék alatt megfordult.

Az EDA szint átlag és lateralitási aszimmetria (LA) átlagok nem függ össze

Vizsgálatom egyik központi kérdése az volt, hogy mennyire tekinthető függetlennek az elektrodermális aktivitás lateralitási aszimmetriája és a mért EDA szint. Vagyis igaz-e az például, hogy a magasabb EDA szint nagyobb lateralitással jár együtt, vagy a jobb, illetve bal csukló

irányába eltolódott EDA szint egy független jellemző. E célból a laterális aszimmetria értékét úgy határoztam meg, mint a jobb és bal csuklón mért nyers EDA adatok különbségének az EDA szintre vonatkoztatott, százalékos értékét (részletes leírást lásd a „Módszerek” fejezetben). Ez az érték -100% (teljesen balra lateralizált) és + 100% (maximálisan jobbra lateralizált) között mozog, ha az LA=0, akkor a két csuklón azonos EDA értékeket mértem. Mivel a jelen dolgozatban az analízis egysége a Tetris játék, ezért az egyetlen Tetris játék alatt mért átlagos szintet (EDA szint átlag) és ugyanezen adatoknak a relatív különbségét (LA átlag) hasonlítottam össze a csoportos vizsgálatban (48 résztvevő). A Pearson féle lineáris korreláció eredménye azt mutatta, hogy a kétféle változó közt nincs szignifikáns összefüggés (korrelációs együttható: 0,111, $p=0,454$). Ennek alapján a továbbiakban az EDA szint átlagot és az LA átlagot független változóként kezelem.

A laterális aszimmetria összefügg a szorongással

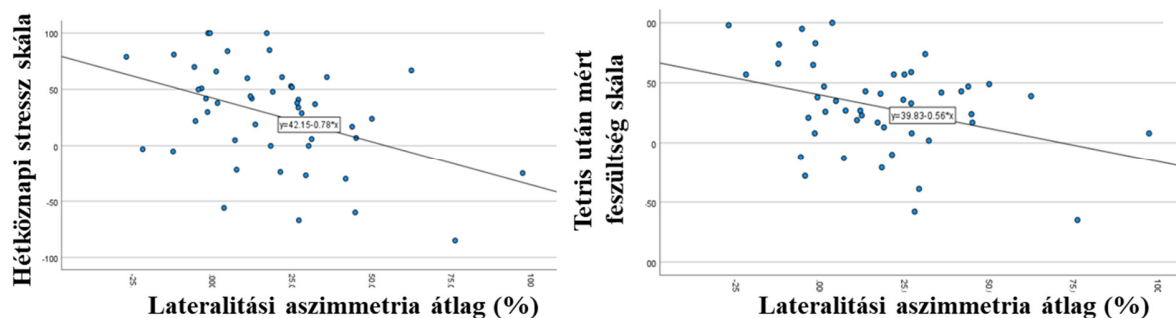
Az alábbiakban az EDA szint átlag, az LA átlag és a szorongás különböző pszichometriai eszközökkel mért értékeinek lehetséges összefüggését vizsgálom. A szorongás mérésére általánosan használt eszköz a State-Trait Anxiety Inventory (STAI), melynek két alskálája a STAI vonásszorongás és a STAI állapotszorongás. Ezen kívül két, számítógépes csúszó-skálát használtam (lásd 1. ábra). Az első tesztben („Hétköznapi stressz” skála) arra kellett válaszolniuk a virtuális korong pozitív vagy negatív irányba mozgatásával, hogy általában mennyire érzik jól magukat a hétköznapiakban. -100-as érték jelentése: *legtöbbször nyugodt vagyok*, +100-as érték jelentése: *folyton stresszesnek érzem magam*. A Tetris játék befejezése után pedig megkérdeztük: „*Hogy érzed magad most?*” („Tetris után mért feszültség” skála), és itt is a csúszka mozgatásával kellett megjelölni, hogy teljesen ellazult (-100) vagy inkább kifejezetten feszült (+100) a résztvevő. A kérdőív és a csúszó-skálák részletesebb leírását a Módszerek fejezet tartalmazza, az EDA mintázattal való összefüggést az 7. táblázat mutatja be.

		STAI állapot szorongás	STAI vonás szorongás	Hétköznapi stressz skála	Tetris után mért feszültség skála
EDA szint átlag	Pearson korreláció	0,228	0,109	0,007	-0,093
	p	0,120	0,460	0,964	0,529
	N	48	48	48	48

LA átlag	Pearson korreláció	-0,149	-0,119	-0,416**	-0,363*
	p	0,312	0,422	0,003	0,011
	N	48	48	48	48

* p < 0,05, * * p < 0,01

7. táblázat. Az EDA mintázat jellemzői és a szorongás



5. ábra. A laterális aszimmetria (LA) átlag és két csúszós-skálán kapott értékek korrelációja.

A csoportos vizsgálatban az LA átlagokat az egyes résztvevők jobb és baloldalon mért EDA értékeinek különbségéből számoltam a módszerekben leírtak szerint. Az ábrán minden kis kör 1-1 személy LA átlagát jelzi, az átlag a Tetris játék teljes idejére vonatkozik.

A: A vízszintes tengelyen a „Hogy érzed magad a hétköznapiakban?” kérdésre adott válasz csúszó-skála értékei vannak feltüntetve. -100: a „*legtöbbször nyugodt vagyok*”, +100: „*folyton stresszesnek érzem magam*”.

B: A vízszintes tengelyen a „Hogy érzed magad a Tetris feladat után?” kérdés válasz-értékei szerepelnek. -100: „*teljesen ellazult vagyok*”, +100: „*kifejezetten feszült vagyok*”.

A Pearson féle lineáris korreláció eredményei alapján az EDA szint átlag változó nem mutatott összefüggést egyik, önbevalláson alapuló mérőeszköz értékeivel sem. Ugyanakkor eredményeim szignifikáns, negatív összefüggést mutatnak a csúszó-skálák („Hétköznapi stressz skála” és „Tetris után mért feszültség skála”) valamint a laterális aszimmetria átlagértékei között. Ez azt jelenti, hogy minél stresszesebbnek, feszültebbnek vallja magát a személy, annál inkább a bal csukló felé tolódik el az EDA laterális aszimmetria. Ezt illusztrálja az 5. ábra is.

AZ EGYSZEMÉLYES VIZSGÁLATSOROZAT EREDMÉNYEI

Az egyszemélyes vizsgálat sorozatban résztvevőnek a csoportos vizsgálatához hasonlóan Tetris feladatot kellett teljesítenie. A játék körülményei viszont eltértek, ugyanis különböző módszerekkel próbáltam meg nagyobb teljesítményre készíteni a játékost. Egyrészt a játék idejére

különböző hosszúságú időkorlátokat alkalmaztam, ami lehetett 1 perces, 2 perces vagy 5 perces. Motiváció alkalmazásával szintén azt próbáltam elérni, hogy tovább fokozzam a kihívás erősségét. A motiváció lehetett intrinzik (pl. önmaga legyőzése), vagy extrinzik (csokoládé). Emellett az első mérési blokkban a résztvevő a Tetris játék alatt az ujjakon mért EDA alapján állandó, valós idejű visszajelzést kapott az arousal szintjéről, melyet minél alacsonyabban kellett tartania (CTW biofeedback). Ezután az volt a kérdésem, hogy vajon a visszajelzés beszüntetése hatással van-e az EDA mintázatra? Ezért a második blokkban ugyanazon elrendezést alkalmaztam, csupán elmaradt a „hullámszelídítés” (CTW feedback) feladat.

Az elemzések során összesen négy faktor hatását vizsgáltam az EDA szint átlagra és a lateralitás aszimmetriájának átlagos értékére regresszió analízissel (lásd 8. táblázat): az idő-korlát, a CTW biofeedback, az extrinzik vagy intrinzik motiváció, valamint a játék során elért teljesítmény hatását.

	Függő változó: EDA szint átlag			Függő változó: LA átlag		
N=33	standardizált koefficiens	t	Sig.	standardizált koefficiens	t	Sig.
idő-korlát	-0,263	-1,314	0,2	0,347	2,078	0,047
feedback	-0,219	-1,142	0,263	0,482	3,022	0,005
motiváció	-0,102	-0,492	0,626	0,259	1,503	0,144
teljesítmény	-0,049	-0,217	0,830	-0,105	-0,564	0,577

8. táblázat. A Tetris játék 4 faktorának regresszió analízise

Az elemzések alapján az EDA szint átlag értékei itt sem mutattak szignifikáns összefüggést egyik vizsgált faktorról sem. Ugyanakkor a négy bejövő változó közül szignifikáns korrelációt kaptunk az idő-korlát ($p=0,047$), valamint a CTW biofeedback jelenléte vagy hiánya ($p=0,005$) és a bejövő változó, az LA átlag közt. E két szignifikáns faktor (idő-korlát és CTW biofeedback) összefüggését a lateralitással kétszemponos ANOVA-val elemeztük tovább (lásd 9. táblázat).

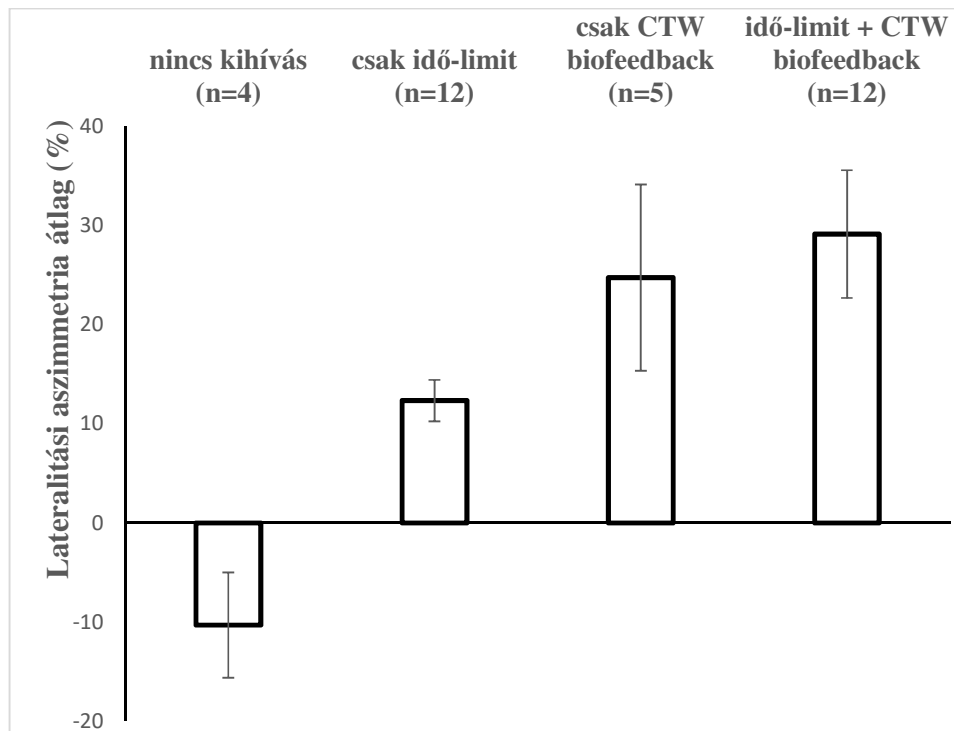
Függő változó: LA átlag (N=33)	F	df	p	Megmagyarázott variancia
Idő-korlát	4,220	1	0,049	0,127
CTW biofeedback	15,510	1	0,0005	0,348

Idő-korlát x CTW biofeedback	1,925	1	0,176	0,062
-------------------------------------	-------	---	-------	-------

9. táblázat. A lateralitási aszimmetria összefüggése a kihívás mértékével

A kétszemponos ANOVA elemzésben a lateralitási aszimmetria (LA) átlagértéke volt a függő változó, és a két bejósoló erővel bíró faktor, az idő-korlát és a CTW biofeedback volt a független változó. Szignifikáns főhatást mutatott az idő-korlát (azaz hogy 1, 2 vagy 5 percre volt korlátozva a játékidő), melynél a megmagyarázott variancia: 13%, ($p = 0,049$). Szintén szignifikáns főhatást mutatott az arousal állapot folyamatos visszajelzése és akaratlagos „csendesítése”, a CTW biofeedback. E faktor által önállóan megmagyarázott variancia 35% volt, ($p=0,001$). A két faktor között nem volt szignifikáns interakció. Ezeket az eredményeket egy ábrában is összefoglaltam (lásd 6. ábra).

A 6. ábra első oszlopa ábrázolja azokat a méréseket ($N=4$), amelyekben a résztvevő tetszőleges ideig játszhatott, és az aktuális érzelmi állapotát sem jeleztem vissza. Ezekben a mérésekben lateralitásának negatív értéke volt, vagyis a bal kezén lévő EDA értékek magasabbak voltak a jobb kéz azonos időben mért értékeinél. A különböző hosszúságú (1-2-5 perces) időkorlátok ($N=12$) alatt a feladat az volt, hogy az adott idő alatt a lehető legtöbb pontot szerezzen a játékban. Ennek a kihívásnak a hatására a lateralitás pozitív értéket vett fel, azaz „visszaállt” a jobb oldal dominanciája, ez látható a második oszlopban ($N=12$). Fontos megjegyezni, hogy itt még mindig nem kapott visszajelzést. A harmadik és negyedik oszlop azokat a méréseket jelzi, ahol a CTW biofeedback folytonosan jelen volt ($N=5$), azaz a játék mellett az arousal szintjét is alacsonyan kellett tartania. Ez a körülmény közel kétszeres értékre emelte az LA átlagot. Fontos megjegyezni, hogy itt nem alkalmaztam időkorlátot. Végül az idő-korlát és a folytonos visszajelzés együttesen ($n=12$) indukálták a legmagasabb LA átlagértékeket, ami erős jobbratulódást mutatott.



6. ábra. Kihívások hatása a lateralitási aszimmetriára

Az egyszemélyes vizsgálatsorozatban a résztvevő 17 (5+12) Tetris játék alatt folyamatos visszajelzést kapott az aktuális arousal szintjéről, melyet alacsonyan kellett tartania („CTW biofeedback”), 16 (4+12) játék alatt nem volt visszajelzés. Maga a Tetris játék kétféleképp zajlott: 24 alkalommal (12 + 12) időkorláttal (1,2 vagy 5 perc), 9-szer (5+4) idő-a nélkül. Az LA értékei a jobb és a bal csuklón mért EDA értékek különbsége százalékban kifejezve, 1 adat egy adott Tetris játék alatt mért értékek átlaga. Az oszlopokon feltüntetett hibasávok a standard hibát jelölik.

MEGBESZÉLÉS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

BŐRÖM, BŐRÖM, MONDD MEG NÉKEM...

Az elektrodermális aktivitást a 19. század óta ismerik, és számtalan pszichofiziológiai mérésben alkalmazzák az aktuális arousal szint jellemzésére. A mérési technológia az „érzelmi bőrválaszon” alapul: az érzelmeket (is) kísérő, nem tudatos aktivációs szint növekedése nyomán a test bizonyos részein (például az ujjakon) megváltozik a bőr vezetőképessége. A módszer tehát egyszerű, azonban a mérési technológia óriási fejlődésen ment keresztül napjainkig, ami lehetővé tette, hogy a robosztus vizsgálati eszközök helyett kényelmes, hordozható eszközökkel történjen e fontos pszichofiziológiai paraméter mérése. A munkacsoportunkban használatos Obimon készülék is rendkívül korszerű (Obimon.com), melynek mérete egészen kicsi, ugyanakkor drótnélküli, precíz mérést tesz lehetővé. Igen nagy lépés a jelfeldolgozás teljesítményének fejlődése is, mely lehetővé teszi az elektrodermális aktivitás hatékony alkalmazását a pszichológia és az orvoslás legkülönbözőbb területein (lásd Posada-Quintero & Chon, 2020 összefoglalóját).

Korábban szentül hitték, hogy a poligráf (melynek egyik fontos eleme az EDA) alkalmas a hazugság kimutatására. Később azonban egyértelmű vált, hogy a módszer nem méri megbízhatóan a hazugságot (Synnott és mtsai., 2015). Az elektrodermális aktivitás ambuláns alkalmazásának talán legérdekesebb területe az epilepsziás rohamok előrejelzése, mely hatékony az epilepsziában jellemző hirtelen halál megelőzésében (Vieluf és mtsai., 2021). Napjaink alkalmazási területei közül talán a legfontosabb, hogy mint biofeedback módszer hatékony eszköze lehet a mindennapi stressz feloldásában és az érzelmi szabályozás fejlesztésében (Pop-Jordanova & Pop-Jordanov, 2020). Kutatócsoportunk ez utóbbi törekvéshez kapcsolódva alkalmaz egy érzelmi szabályozást fejlesztő tréninget, mely játékos, élmény-alapú módszerekkel fejleszti az érzelmi szabályozást és a figyelem tudatos irányítását. Kutatásaim ehhez kapcsolódva egyrészt módszertani szempontból elemzik a bőrelektromos változásokat, bekapcsolódva azokba a szakmai vitákba, melyek tárgya az, hogy *hogyan és hol mérjük* ahhoz, hogy pszichológiailag jól értelmezhető adatokat kapjunk. Másrészt eredményeim azt a kérdést is feszegetik, hogy pontosan *mit mér* az elektrodermális aktivitás, mint multimodális biometria jel.

MIT ÜZEN AZ ELEKTRODERMÁLIS AKTIVITÁS LATERÁLIS ASZIMMETRIÁJA?

A klasszikus nézet szerint a test egy pontján (például a bal kézfej középső és mutató ujjain) mért EDA az egész testet általánosan jellemzi, tehát például a jobb kézen is ugyanazokat az

adatokat mérhetnénk (Dawson, Schell & Filion, 2000). Az újabb vizsgálatok tetemes része azonban ellentmond ennek a koncepciónak. Például Boucsein már 2012-es könyvében (Boucsein, 2012) leírja, hogy az alvás alatt bilaterálisan mért EDA hol jobboldali, hol baloldali dominanciát mutat felvetve, hogy a váltás legvalószínűbben az alvási fázisok határain történik. Sőt, epilepsziás betegek agyi elektromos stimulációját vizsgálva egy munkacsoport már jóval korábban leírta, hogy a jobb, illetve a baloldali amygdalát stimulálva az adott oldalon magasabb az elektrodermális aktivitás értéke (Mangina & Beuzeron-Mangina, 1996). Ezeket a megfigyeléseket erősítette meg a „Multiple arousal theory” (Picard és mtsai., 2016). Ebben a vizsgálatban Picard munkacsoportja bemutatott egy érdekes, egyszemélyes vizsgálatsorozatot: a személy napi tevékenysége során követték az EDA mintázat változását 9 órán át. Eredményeik szerint a kihívásokat tartalmazó időperiódusokban mindkét oldali EDA szint nőtt, de a jobboldali változások kifejezettebbek voltak. Ezt kiegészítette egy 25 fős vizsgálat, ahol a személyeknek hetesével visszafelé kellett számolni, és ha eltévesztették, akkor megszólalt egy kellemetlen hang, továbbá a résztvevőnek hangosan el kellett ismételni a hibáját. Összesen 19 résztvevőnek volt magasabb az EDA átlaga a jobb oldalon a baloldalhoz képest, és ezekből annak a 7-nek, akiknek a legmagasabb EDA szintje volt, azoknál találtak a legnagyobb mértékű laterális aszimmetriát.

Azonban, ha nemcsak tetten akarjuk érni az EDA laterális aszimmetriáját, de az is felmerül bennünk, hogy vajon mi ennek az élettani funkciója, akkor ennek egy nagyon érdekes megközelítését találjuk Kryklywy közelmúltban megjelent közleményében (Kryklywy és mtsai., 2022). A szerző enyhe áramütést alkalmazott a jobb vagy a bal karra, és azt tapasztalta, hogy az azonos oldalon sokkal erősebb az EDA jel, mint a másik oldalon. Ebből arra következtetett, hogy nem feltétlen igaz az a hipotézis, hogy a veszélyhelyzet (stressz) a szimpatikus idegrendszer generalizált válaszát hozza létre. Evolúciós szempontból előnyös, ha laterálisan lokalizált a válasz. Tehát ha a bal kezünk van veszélyben, akkor a baloldali reakció erősebb. Ez a többszintű arousal elmélet lét jogosultágára mutat rá evolúciós szempontból.

Korábbi és jelen TDK vizsgálatom eredményei is egyértelmű adalékok az elektrodermális aktivitás többszintű elméletéhez. Azonban felmerül a kérdés, hogy ha a laterális evolúciós szempontból előnyös, akkor melyik oldaliság a „nyerő” versenyhelyzetben. A szakirodalom alapján a jobboldali túlsúly magasabb szorongást jelez, tehát azt gondolhatjuk, hogy versenyhelyzetben inkább a „baloldaliság” lehet célravezető. Ezt az elképzelést támasztják alá korábbi vizsgálataim eredményei, ahol a vizsgálati személyek darts versenyben vettek részt (Székely,

2021b). A darts játék több dobásból állt, és így módomban volt megkérdezni a játékos véleményét minden dobás után, hogy hogyan értékeli a saját teljesítményét. A visszajelzések alapján a személyeket optimista és pesszimista hozzáállású kategóriákba soroltam. Eredményeim szignifikáns összefüggést mutattak a hozzáállás jellege és az aszimmetria iránya között, tehát a verseny során kialakult jobb vagy baloldali dominancia nem tűnik véletlenszerűnek. A pesszimista módon értékelt dobásoknál az elektrodermális aktivitásának lateralitása jellemzően baloldali túlsújt mutatott, mely összefügghet a saját eredményüket negatívan minősítő személy fokozott szorongásával.

A jelen vizsgálatom csoportos részében önbeszámoló alapján kérdeztem rá az aktuális és vonás-szintű szorongásra. E mutatók és a lateralitás mérőszáma között szisztematikusan negatív irányú volt a kapcsolat mind a pillanatnyi, mind pedig a vonás-jellegű, csúszó-skálán felmért szorongás mérőszámokat használva (lásd 7. táblázat). Vagyis minél magasabb volt a szorongás önbeszámolón alapuló értéke közvetlenül a Tetris játék után, illetve a hétköznapiak során, annál inkább jellemző volt a baloldali EDA dominancia. A kérdőívvel felmért vonás és állapot-szorongás és a lateralitás között ugyanakkor nem találtam szignifikáns összefüggést, mely óvatosságra int az eredmények általánosíthatóságával kapcsolatban.

Mindezek alapján azt gondolom, hogy a lateralitás aszimmetriája fontos biomarkere lehet annak, hogy valaki hogyan érzi magát egy teljesítmény helyzetben. De vajon olyanok is vannak, akikre sem jobb, sem baloldali lateralitás nem jellemző? Mennyire stabil, vonás jellegű ez pszichofiziológiai mutató? Vannak-e alapvetően jobbos és balos személyek? Ha nincsenek, akkor melyik oldaliság túlsúlya jellemző versenyhelyzetben? Vajon a lateralitás szisztematikusan változik a helyzet nehézségének megfelelően? Ezekre a kérdésekre meglepően kevés szakirodalmi adatot találtam. Egy sor korai szakirodalom eredménye arra utal, hogy a jobboldali vagy baloldali dominancia egy-egy feladaton belül viszonylag stabil egyéni különbségeket mutat (Román, Carrillo, & García-Sánchez, 1992), ugyanakkor más munkák ennek ellentmondanak (Schulter & Papousek, 1992; Naveteur & Sequeira-Martinho, 1991). Saját korábbi munkáim (Szekely 2020, 2021a, 2021b) és a jelen dolgozatban bemutatott eredményeim azt bizonyítják, hogy az EDA lateralitás aszimmetriája izgalmi helyzetben egy gyakori, jól megfigyelhető jelenség. A darts verseny alatt - viszonylag kis minta (12 fő) mellett azonos arányban találtam jobb, illetve baloldalra lateralizált személyeket (Szekely, 2021b), a jelen vizsgálatban alkalmazott Tetris játék alatt egy nagyobb mintában (48 fő) a jobbra lateralizáltak aránya magasabb volt. Mindkét vizsgálatban azt

találtam, hogy az aszimmetria iránya az adott személy teljes játék-idejére jellemző, kivéve néhány esetet, amikor a játék közben történt lateralitás váltás (lásd 6. táblázat).

TERHELÉSRE NŐ A PÁLMA?

A bemutatott munka hipotéziseit az Open Science Framework (OSF) adatbázisban rögzítettük a csoportos (Székely és mtsai., 2022a) és az egyéni (Székely és mtsai., 2022b) vizsgálatok eredményeinek feldolgozása előtt. Ezen hipotézisek egy részét a vizsgálati eredmények kiértékelésénél sikerült megerősítenem, másik részét elvetettem. Megerősítettem, hogy az EDA mintázata jelentős egyéni különbségeket mutat, de nem kaptam szignifikáns összefüggést az EDA átlagos szintje és a szorongási szintet önbevallás alapján mérő STAI pontszámok között (1.1 hipotézis). Eredményeim azt mutatták, hogy a különböző kivívások/terhelések, pl. az időkénszer és a biofeedback jelenléte vagy hiánya szignifikánsan befolyásolják az elektrodermális lateralitás aszimmetriáját (2.1 és 2.2. hipotézis). A 2.2 hipotézisnek megfelelően nem kaptam egyértelmű összefüggést az EDA szint átlaga és a lateralitási aszimmetria átlaga közt az alkalmazott figyelmi játék (Tetris) ideje alatt.

Limitációként feltétlen meg kell említenem, hogy a vizsgált minta (48 fő/48 Tetris játék + 1 fő/33 Tetris játék) bár hasonló vagy nagyobb a szakirodalomban alkalmazotknál, mégsem tekinthető elég nagynak ahhoz, hogy a következtetéseket ne befolyásolja a véletlen. Azt is meg kell említenem, hogy a vizsgálat teljes egészében a Tetris elnevezésű figyelmi játék alatti történésekre vonatkozik, ami természetesen csak egy kis szegmense az elektrodermális lateralizáció asszimmetriáját befolyásoló hatásoknak. Végül, de nem utolsósorban meg kell említenem, hogy ezeket az eredményeket mentálisan panaszmentes, szűk életkori és képzettségi tartományba eső résztvevőkkel kaptam.

Összefoglalva a korábbi és a jelen munkám véleményem szerint legfontosabb konklúzióját, az EDA értékek aszimmetrikus lateralizációját megbízható kimutatása verseny vagy teljesítmény helyzetben, azaz fokozott izgalmi állapotban lehetséges. Az aszimmetria irányát azonban nehéz prediktálni, mivel fizikai vagy érzelmi terhelésre (sportverseny, figyelmi játék) egyes személyek jobboldali, mások baloldali dominanciával reagálnak. Ráadásul ez az egyedi pszichofiziológiai paraméter megváltozhat a nyomás (stressz) fokozásával. Például a bemutatott egyszemélyes vizsgálatosorozatban a teljesítmény-motivált személy EDA értéke baloldalon voltak magasabbak, ha nem kapott további kihívásokat a feladat alatt, de a laterális aszimmetria jobb oldalra tolódott el,

ha különböző kihívásokkal terheltem a feladatot. Talán ez az a pont, ahol a terhelés már túl sok, és ebben a szuboptimális helyzetben a terhelésre „kevésbé nő a pálma”?

IRODALOMJEGYZÉK

- Bjørthei A, Pedersen FT, Muhammad S, Tronstad C, Kalvøy H, Wojniusz S, Pabst O, Sütterlin S. An Investigation on Bilateral Asymmetry in Electrodermal Activity. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2019 May 7;13:88. doi: [10.3389/fnbeh.2019.00088](https://doi.org/10.3389/fnbeh.2019.00088)
- Boucsein, W. (2012). *Electrodermal activity*. Springer Science & Business Media.
- Critchley HD. Electrodermal responses: what happens in the brain. *Neuroscientist*, 2002 Apr;8(2):132-42. doi: [10.1177/107385840200800209](https://doi.org/10.1177/107385840200800209)
- Dawson, M. E., Schell, A. M., és Filion, D. L. (2000). The Electrodermal System. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary és G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology*: Cambridge University Press.
- Dawson, M. E., Schell, A. M., és Filion, D. L. (2007). The electrodermal system. In *Handbook of psychophysiology* (3rd ed, pp. 159–181). New York: Cambridge University Press. doi: [10.1017/CBO9780511546396.007](https://doi.org/10.1017/CBO9780511546396.007)
- Edinburgh Handedness Inventory (EHI). (2020, October 27). *Physiopedia*,. Retrieved 21:23, January 4, 2023 from [https://www.physiopedia.com/index.php?title=Edinburgh_Handedness_Inventory_\(EHI\)&oldid=257638](https://www.physiopedia.com/index.php?title=Edinburgh_Handedness_Inventory_(EHI)&oldid=257638)
- Johnson, K. T., & Picard, R. W. (2020). Advancing neuroscience through wearable devices. *Neuron*, 108(1), 8-12. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2020.09.030>
- Kasos K, Zimonyi S, Kasos E, Lifshitz A, Varga K, Szekely A. Does the Electrodermal System "Take Sides" When It Comes to Emotions? *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 2018 Sep;43(3):203-210. doi: [10.1007/s10484-018-9398-0](https://doi.org/10.1007/s10484-018-9398-0)
- Kasos K, Kekecs Z, Csirmaz L, Zimonyi S, Viktor F, Kasos E, Veres A, Kotyuk E, Szekely A. Bilateral comparison of traditional and alternate electrodermal measurement sites. *Psychophysiology*, 2020 Nov;57(11):e13645. doi: [10.1017/CBO9780511546396.007](https://doi.org/10.1017/CBO9780511546396.007)
- Kryklywy JH, Lu A, Roberts KH, Rowan M, Todd RM. Lateralization of autonomic output in response to limb-specific threat. *eNeuron*, 2022 Aug 25;ENEURO.0011-22.2022. doi: [10.1523/ENEURO.0011-22.2022](https://doi.org/10.1523/ENEURO.0011-22.2022)
- Liu, Y., & Du, S. (2018). Psychological stress level detection based on electrodermal activity. *Behavioural brain research*, 341, 50-53.
- Lo, A. W., & Repin, D. V. (2002). The psychophysiology of real-time financial risk processing. *Journal of cognitive neuroscience*, 14(3), 323–339. doi: [10.1162/089892902317361877](https://doi.org/10.1162/089892902317361877)
- Mangina, C. A. & Beuzeron-Mangina, J. H.(1996) Direct electrical stimulation of specific human brain structures and bilateral electrodermal activity. *International Journal of Psychophysiology*, 22(1-2), 1-8. doi: [10.1016/0167-8760\(96\)00022-0](https://doi.org/10.1016/0167-8760(96)00022-0)
- Molnár, M. (2014). *Pszichofiziológia. Egyetemi jegyzet pszichológia BA szakos hallgatóknak*, ELTE, PPK, Budapest
- Naveteur, J., & Sequeira-Martinho, H. (1991). Reliability of bilateral differences in electrodermal activity. *Biological psychology*, 31(1), 47–56. doi: [10.1016/0301-0511\(90\)90077-a](https://doi.org/10.1016/0301-0511(90)90077-a)
- Picard RW, Fedor S, Ayzenberg Y. Multiple Arousal Theory and Daily-Life Electrodermal Activity Asymmetry. *Emotion Review*, 2016;8(1):62-75. doi: [10.1177/10738584073914565517](https://doi.org/10.1177/10738584073914565517)
- Pop-Jordanova N, Pop-Jordanov J. Electrodermal Activity and Stress Assessment. *Prilozi (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki)*. 2020 Sep 1;41(2):5-15. doi: [10.2478/prilozi-2020-0028](https://doi.org/10.2478/prilozi-2020-0028)

- Posada-Quintero, H. F., & Chon, K. H. (2020). Innovations in Electrodermal Activity Data Collection and Signal Processing: A Systematic Review. *Sensors* (Basel, Switzerland), 20(2), 479. doi: [10.3390/s20020479](https://doi.org/10.3390/s20020479)
- Román, F., Carrillo, E., & García-Sánchez, F. A. (1992). Responsiveness patterns and handedness differences in bilateral electrodermal asymmetry. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 12(1), 71–79.
- Schmidt L. (2021) Mindfulness meditation: a potential route to effortful regulation of emotional arousal. Diplomamunka. Kutatási rész. ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar.
- Schulter, G., & Papousek, I. (1992). Bilateral electrodermal activity: reliability, laterality and individual differences. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 13(3), 199–213. <https://doi.org/10.1016>
- Setz, C., Arnrich, B., Schumm, J., La Marca, R., Tröster, G., & Ehlert, U. (2010). Discriminating stress from cognitive load using a wearable EDA device. *IEEE transactions on information technology in biomedicine: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 14(2), 410–417. doi: [10.1109/TITB.2009.2036164](https://doi.org/10.1109/TITB.2009.2036164)
- Sipos, Kornel & Sipos, M.. (1983). The development and validation of the Hungarian Form of the State-Trait Anxiety Inventory. *Series in Clinical & Community Psychology: Stress & Anxiety*, 2. 27-39.
- Spielberger, C.D., Gorsuch, R.L. and Lushene, R.E. (1970) STAI Manual for the State-Trait Anxiety Inventory. Consulting Psychologists Press, Palo Alto.
- Starcke, K., & Brand, M. (2012). Decision making under stress: a selective review. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 36(4), 1228–1248. doi: [10.1016/j.neubiorev.2012.02.003](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.02.003)
- Synnott, J., Dietzel, D., & Ioannou, M. (2015). A review of the polygraph: history, methodology and current status. *Crime Psychology Review*, 1(1), 59 - 83. doi: [10.1080/23744006.2015.1060080](https://doi.org/10.1080/23744006.2015.1060080)
- Székely Sz. (2020) Repülő lateralitás: A gyorsulásmérő szerepe az elektrodermális aktivitás értékelésében. Kardos Lajos Országos Pszichológia Verseny 2020. nov. 13. Budapest. (2. helyezés).
- Székely Sz. (2021 A): Sweat to win. Illyés Sándor Emlénapok, Student Flash Talks. 2021. márc. 16-19.
- Székely Sz. (2021 B) Tudja-e a balkéz, hogy mit művel a jobb? Az elektrodermális aktivitás laterális különbségei versenyhelyzetben. 35. OTDK, Pedagógiai, Pszichológiai, Andragógiai és Könyvtártudományi Szekció, Alkalmazott Pszichológia III. tagozat (3. helyezés).
- Székely (2022 A): Székely Sz., Székely A., Schmidt L., Kasos K., Veres A., Kotyuk E. The lateral pattern of electrodermal activity during Tetris, an attentional performance task. Center for Open Science, 10. 02., 2022. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/KX8UW>
- Székely (2022 B): Székely Sz., Székely A., Veres V., Kotyuk E. Bilateral electrodermal activity characterizing cognitive performance. Center for Open Science, 11.12.,2022. doi: [10.17605/OSF.IO/3MYQJ](https://doi.org/10.17605/OSF.IO/3MYQJ)
- Vieluf, S., Amengual-Gual, M., Zhang, B., El Atrache, R., Ufongene, C., Jackson, M.C., Branch, S., Reinsberger, C. and Loddenkemper, T. (2021), Twenty-four-hour patterns in electrodermal activity recordings of patients with and without epileptic seizures. *Epilepsia*, 62: 960-972. doi: [10.1111/epi.16843](https://doi.org/10.1111/epi.16843)
- Wallin, B. G. (1981). Sympathetic nerve activity underlying electrodermal and cardiovascular reactions in man. *Psychophysiology*, 18(4), 470-476. doi: [10.1111/j.1469-8986.1981.tb02483.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1981.tb02483.x)