

2024.05.23.

Az Elektrodermális Biofeedback Szerepe a Stresszcsökkentésben

Dobó Péter Imre

TÉMAVEZETŐ: DR. KASOS KRISZTIÁN, EGYETEMI ADJUNKTUS
INTÉZMÉNY: EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
PSZICHOLÓGIA INTÉZET

Tartalomjegyzék

Absztrakt	3
Bevezető	4
Előszó	4
Szakirodalmi Összefoglaló	4
A stressz Konceptualizációja és a Kapcsolódó Betegségek Prevalenciája	4
A Szorongás Definíciója és a Stresszválasz.....	5
A stressz és a Szorongás Kapcsolata.....	5
Jelenlegi Kezelések	6
A Biofeedback Definíciója.....	7
A Biofeedback Alkalmazása	7
A Biofeedback Szorongáscsökkentő Hatása.....	7
Modern EDA Kutatási Módszerek, Elméletek	8
Célkitűzések	8
Hipotézisek.....	9
Tanulmány 1.....	9
Módszer.....	9
Minta.....	9
Eljárás	9
Csoportbeosztás	10
Mérési Pontok	10
Instrukciók	11
Biofeedback Intervenció	12
Kontrollcsoport	12
Utóbeszélgetés (debriefing)	12
Eszközök.....	13
EDA és Biofeedback Mérőeszköz	14
Statisztikai Elemzés.....	14
Mintanagyság Meghatározása.....	14
Eredmények 1. Kísérlet	15
Tanulmány 2.....	16
Módszer	16
Minta.....	16
Eljárás	17
Eredmények 2. Kísérlet	17

Megbeszélés	18
Limitációk	20
Referenciák.....	20

Absztrakt

A stressz egy komplex válaszreakció, mely adekvát módon és mértékben a túlélést szolgálja, azonban a krónikus formában számos betegség okozója lehet. Ez, a szorongásos zavarokkal együtt, jelentős problémát okoz napjainkban. A stressz és a szorongás szorosan összekapcsolódik. A jelenleg leggyakoribb kezelésekre a szorongásban sokan rezisztensek, illetve ezek a módszerek általában nem helyeznek kellő hangsúlyt a szorongás egy jelentős aspektusára a fiziológiai arousalre. Az elektrodermális aktivitás (EDA) megfelelő fiziológiai mutatónak ígérkezik a szorongáscsökkentő célú biofeedback alkalmazásához, azonban az eredmények ellentmondásosak a szakirodalomban. A legfőbb célkitűzéseim közé tartozott az elektrodermális biofeedback szorongáscsökkentésének vizsgálata, valamint a módszer hatékonyságának tesztelése alternatív mérési helyeken.

A vizsgálatban résztvevő alanyok egy tízperces biofeedback ülésben részesültek, amely előtt és után az Állapot- Vonás Szorongás Kérdőív (STAI) állapotszorongás skáláját (STAI-S) töltötték ki. A kutatás randomizált kontrollált vizsgálatként került végrehajtásra, aktív kontrollcsoport bevonásával, egyetemista mintán. A kísérleti csoport tagjai számára különböző mérési helyekről (ujjak, csuklók) biztosítottunk adatot a biofeedbackhez. Az ülés előtti és utáni STAI-S pontszámokat hasonlítottam össze összetartozó mintás varianciaanalízissel. Ennek eredménye szignifikáns idői főhatást mutatott ($F(1,108)=85.25$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.44$). Eredményeim validálására végzett második adatfelvételben szintén szignifikáns idői főhatást találtam ($F(1, 36) = 17.79$, $p<0.001$, $\eta_p^2 = 0.33$). Egyéb szignifikáns hatást egyik elemzés során sem találtam.

Az eredményeim alapján az elektrodermális biofeedback hatékonynak ígérkezik a szorongáscsökkentésében. Továbbá az adatok azt mutatják, nincs különbség a hatékonyságban attól függően, hogy ujjakról vagy csuklóról történik a biofeedback, amely eredmény nagy potenciálra utalhat az olyan elterjedt eszközök, mint az okosórák EDA biofeedback céljából történő felhasználásra.

Bevezető

Előszó

Pályamunkámban egy szorongáscsökkentésre alkalmasnak ígérkező módszer hatékonyságát járom körül, mellyel kapcsolatosan a szakirodalomban nem egyeznek meg az álláspontok. Témaválasztásom oka és célja, hogy hozzájárulhassak az ellentmondásosságok csökkentéséhez egy olyan területen, melynek a fejlődése az emberek tág körének az életszínvonalát javíthatja, tehát fontos alkalmazott pszichológiai potenciállal is rendelkezik. Ez az alkalmazott potenciál az, ami számomra igazán érdekessé tette a biofeedback kutatást. Szakmai célom, hogy képzett szakemberként minél sokrétűbben segíthessem az embereket, mind a tudományhoz való hozzájárulással, mind terápiás munkával. Ehhez a karrier úthoz kiváló lehetőséget jelentett számomra ebben a kutatásban való részvétel, amelyből pályamunkám készült, és amelyhez több ponton önállóan hozzájárulhattam. Saját hipotéziseket fogalmaztam meg, melyeket önállóan teszteltem statisztikai módszerekkel, segédkeztem a kísérlet előzetes megtervezésében, a kontroll feltétel kialakításában, valamint adatfelvételt végeztem. Szakmai fejlődésemhez nagyban hozzájárult a tapasztalatszerzés a kísérlettervezésben, a kísérlet vezetésében, valamint az adatelemzésben. Továbbá a témavezetőmmel való közös munka nagy mértékben formálta kritikus gondolkodásom és akadémiai látásmódom. Jelen pályamunkám ennek az önálló kutatói tevékenységnek az eredménye témavezetőm hozzájárulásával.

Szakirodalmi Összefoglaló

A stressz Konceptualizációja és a Kapcsolódó Betegségek Prevalenciája

A stressz egy komplex válaszreakció, melyet környezeti, szociális vagy pszichológiai stresszorok váltanak ki, és egy sor ideiglenes biológiai, viselkedéses és kognitív változást idéznek elő a szituációra adott adaptív viselkedés érdekében (Hellhammer és mtsai., 2010). Azonban a krónikus stressz hozzájárul mind a fizikai, mind a mentális egészség leromlásához, és olyan állapotok kialakulásában rizikófaktor, mint a kiégés, depresszió vagy a szorongásos és a kardiovaszkuláris betegségek. A szorongás szorosan összekapcsolódik a stresszel különösen, ha az egyén kognitív kiértékelése alapján a helyzet túlmutat az észlelt erőforrásain vagy képességein (Meijer, 2001). A szorongást kiválthatja akut stressz is és fordítva, mely két állapot közötti kétirányú kapcsolatnak neurológiai összefüggésére is van empirikus bizonyíték (Daviu és mtsai., 2019).

Világszerte körülbelül 264 millióra becsült azon felnőttek száma, akik valamilyen szorongásos zavarral küzdenek (World Health Organization, 2017), melynek nagyjából kétharmada nő, harmada férfi (Our World In Data, 2018). Ezenfelül a statisztikák szerint a számok egyre romló

tendenciát mutatnak. A World Health Organization közlése szerint az összes mentális betegség prevalenciája 50%-kal nőtt (416 millióról 615 millióra) 1990 és 2013 között (World Health Organization, 2016). Továbbá a COVID-19 pandémia után a szorongásos betegségek prevalenciája 26%-kal emelkedett az előző évhez képest világszerte (Santomauro és mtsai., 2021).

A Szorongás Definíciója és a Stresszválasz

A stresszválasz fiziológiai mechanizmusai két úton zajlanak. Egyfelől a szimpatikus idegrendszer aktivációja beindítja az „üss vagy fuss” választ, másrészt a hipotalamusz-hipofízis-mellékvese tengely (HPA) aktivációja stresszhormonok (pl. kortizol) felszabadulását eredményezi, mely utóbbi reakció lassabb, de hosszabb távú változást eredményez, míg előbbi gyorsabb és hamarabb lecseng (Allen és mtsai., 2014). Ezen reakciók elengedhetetlenek a túlélés szempontjából, azonban rosszul differenciálnak életveszélyes helyzetek és egyéb mentálisan megterhelő, szorongató helyzetek között, mint például egy vizsgahelyzet, ahol nem szükséges fizikai igénybevétel a szituációval való megküzdéshez. A stresszreakciók prolongált, krónikus aktivációja számos szomatikus és mentális betegséghez vezethetnek a felborult homeosztázisnak köszönhetően (Allen és mtsai., 2014).

A szorongás konstrukumának definíciójára több megközelítés is létezik. Lewis (1970) definíciója szerint „egy érzelmi állapot, amelyhez a szubjektíven megélt minőségű félelem emóció szorosan hozzákapcsolódik” (p. 77). Megkülönböztetünk állapot- (state) és vonásszorongást (trait anxiety) (Spielberger, 1966). Spielberger definíciója szerint a vonásszorongás az egyén vonás szintű hajlama a szorongásra, általános szorongásszintje, tehát a vonásméletekhez hasonlóan egy viszonylag állandó személyiség jellemzőként gondol a szorongás ezen fajtájára. Ezt az elképzelést erősítik egyes eredmények, melyek mérsékelt összefüggést találtak genetikai faktorok és a vonásszorongás mértéke között (Lau és mtsai., 2006). Ezzel szemben az állapotszorongás egy mulandó emóció, melyet a fiziológiai arousal és a tudatosult szorongás, rettegés, feszültség érzése jellemez. Spielberger (1966) unidimenzionális változóként gondol a szorongásra szemben a multidimenzionális elképzeléssel (Endler és mtsai., 1991). Az unidimenzionális elképzelés szerint elmondható az állapot- és vonásszorongás kapcsolatáról, hogy a két féle szorongás helyzetektől függetlenül pozitív korrelációt mutat.

A stressz és a Szorongás Kapcsolata

A stressz és a szorongás kapcsolatát számos szerző tárgyalja. Úgy tűnik, a szorongás egyfelől egy aspektusa lehet a stressz megélésének, mediálhatja azt (Meijer, 2001). A stressz és a

szorongás dinamikus kapcsolatot mutat, melyek oda-vissza hatnak, azonban több tényezőtől is függ, hogy pontosan milyen hatást gyakorolnak egymásra, így elképzelhető, hogy valaki nagy elvárás mellett aránylag alacsony szorongással teljesítsen, ha magát kompetensnek és kellően képzettnak ítéli meg a feladathoz. Amennyiben az egyén a kihívást teljesíthetetlennek vagy túlzottnak észleli, a stresszhelyzet fenyegetéssé válhat, megemelve a szorongásszintet (Poolton és mtsai., 2011). A stressz és a szorongás kombinációja a környezeti fenyegetésnek, fiziológiai arousalnak, kognitív kiértékelésnek és az egyén stresszorra adott viselkedéses válaszának. Ezek közül a faktorok közül bármelyikének intervenciója hatásos lehet a stressz és szorongás csökkentésére (Bystritsky & Kronemyer, 2014).

Másfelől a hosszan vagy erőteljesen megélt stressz szorongásra szenzitizálhatja az embereket (Pêgo és mtsai., 2009; Shin & Liberzon, 2010). Egy kutatásban biológiai és viselkedéses változókat egyaránt mérve bizonyítékot találtak rá, hogy a szorongást növelte a korábbi stressznek való kitettség (Grillon és mtsai., 2007). Az értékeléssel kapcsolatos stresszről például elmondható, hogy megnöveli az egyén állapotszorongását, illetve hogy ez a hatás jelentősebb a magas vonásszorongású személyek esetében, mint az alacsony vonásszorongásúaknál (Meijer, 2001).

Jelenlegi Kezelések

A szorongásos megbetegedések kezelésének jelentőségét jól demonstrálják a fentebb idézett adatok. Erre a célra a jelenleg leggyakrabban és legszélesebb körben alkalmazott protokoll a kognitív viselkedésterápia (CBT), azon belül is annak egy komponense, az expozíciós terápia (Craske és mtsai., 2014). Jóllehet a CBT hatékonysága empirikusan megalapozott (Craske, 2017), a páciensek egy jelentékeny hányada nem reagál a kezelésre, vagy a terápia befejezte után visszaesést tapasztal (Craske és mtsai., 2014). Kiemelendő hiányossága a CBT és a pszichofarmakológiai terápiáknak, hogy bár standard eljárásnak számítanak a szorongás kezelésében, a beavatkozás fókuszában a kognitív dimenziók állnak gyakran figyelmen kívül hagyva a fiziológiai diszregulációt – specifikusan a szimpatikus arousal jelentőségét – annak ellenére, hogy megkerülhetetlen jellemzője ennek az állapotnak (Bandelow & Michaelis, 2015; Foa & Kozak, 2019; Weerdmeester és mtsai., 2020).

A fentiek fényében megfogalmazásra került az igény a szakmai diszkusszióban a kognitív-érzelmi folyamatok megtestesítésére az expozíciós terápiában, kimondottan fókuszálva az érzelemszabályozásra és az énhatékonyság fejlesztésére (Craske és mtsai., 2014), mely faktorokat gyakran hozzák összefüggésbe a biofeedback technikák működési mechanizmusaival (Weerdmeester és mtsai., 2020).

A Biofeedback Definíciója

A biofeedback egy olyan technika, mely lehetővé teszi a résztvevő számára, hogy kontrollt szerezzen az automatikus fiziológiai folyamatai felett azáltal, hogy visszajelezzük a számára a perifériás idegrendszerrel mért adatokat a tudatos irányítás céljából (Pop-Jordanova & Pop-Jordanov, 2002). Az automatikus fiziológiai folyamatok feletti uralom pszichológiai hatásáról feltételezhető, hogy növelheti a belső észlelt kontrollt, valamint az énhatékonyságot, és elősegítheti a percepció megváltozását a helyzet fenyegetőként értékelése helyett kihívásként történő észlelésére, azonban ezeknek a pszichológiai tényezőknek a pontos összefüggései nem tisztázottak (Weerdmeester és mtsai., 2022).

Különböző biofeedback technikák léteznek attól függően, hogy milyen fiziológiai adatot mérnek és jeleznek vissza a kliens számára (pl. szívfrekvencia variabilitás, bőr hőmérséklet, izomtónus, stb.) (Labbé, 2001). Ilyen módszer az elektrodermális biofeedback is, melynek esetében a mért és visszajelzett adat az elektrodermális aktivitás (EDA). Az EDA kiváltása az ekrin izzadásmirigyek aktivitásához köthető, melyek az autonóm idegrendszer szimpatikus ágának szabályozása alatt állnak, ezáltal az elektrodermális biofeedback fókuszában a szimpatikus idegrendszer működése áll (Boucsein, 2012; Dawson és mtsai., 2007).

A Biofeedback Alkalmazása

A biofeedback szakirodalomban számos bizonyíték van különböző fizikai és mentális betegségekben történő alkalmazására és mind az akut, mind a krónikus stresszel való megküzdésre, valamint a figyelemfejlesztésre (Tinello és mtsai., 2022). Azonban a pszichológiában sosem nyert teret szélesebb körben az alkalmazása, mindvégig egy kiegészítő vagy alternatív kezelés maradt inkább (Weerdmeester és mtsai., 2020). Emögött egyfelől olyan praktikus okok állhatnak, mint például a méréshez szükséges eszközök kényelmetlensége, másfelől a technológia hiánya, mely könnyen hozzáférhetővé tehetné a biofeedback alkalmazását (Weerdmeester és mtsai., 2020). Azonban az elmúlt évek technológiai fejlődésének köszönhetően nagy számban terjedtek el olyan eszközök, melyek kényelmes és praktikus hardveres lehetőséget biztosíthatnak a biofeedback számára (például okosórák).

A Biofeedback Szorongáscsökkentő Hatása

Az elektrodermális biofeedback marginalizált felhasználásának megfelelően kevés, ugyanakkor gyakran ellentmondásos empirikus bizonyíték áll rendelkezésünkre a szorongáscsökkentésre történő alkalmazásáról. Ezentúl több kutatásban is csak más gyógymóddal együtt, kiegészítő kezelésként alkalmazták, így nehéz elválasztani az eredmények értelmezésekor az EDA biofeedback szerepét (Bhambri, 2021; Rusciano és mtsai.,

2017; Yahav & Cohen, 2008). Egyes kutatások bizonyítékot találtak a szorongáscsökkentő hatásra, azonban kontrollcsoport nélküli elrendezést használtak (Archana Khanna és mtsai., 2007; Palekar és mtsai., 2015). Azok közül a kutatások közül, amelyek kontrollált randomizált vizsgálatok voltak, néhány kis hatásméretet talált a biofeedback jótékony hatásában (Teufel és mtsai., 2013), míg van, amelyik nagy hatásméretet (Dillon és mtsai., 2016), azonban más kutatások nem találtak ilyen hatást, vagy éppen az önbevallásos szorongásszint emelkedését találták (MacLean és mtsai., 2013; Raaijmakers és mtsai., 2013). Fontos kiemelni, hogy ezen kutatások közül mindössze egy vizsgálta egyetlen alkalmas elektrodermális biofeedbacknek a hatását (Dillon és mtsai., 2016). Ez a kutatás gamifikáltan alkalmazott elektrodermális biofeedbacket, és nagy pozitív hatást találtak.

A fenti szakirodalmi áttekintés fényében nehezen összegezhető az elektrodermális biofeedback hatása. Az idézett kutatások nagyon különböző eredményekre jutottak, nagyon különböző elrendezéseket alkalmaztak, valamint különböző számú és hosszúságú intervenciót használtak, illetve kis számú mintát vizsgáltak. Továbbá az EDA mérés módja nem testesíti meg a legmodernebb elméleteit az EDA-nak.

Modern EDA Kutatási Módszerek, Elméletek

A tradicionális EDA kutatásban egyetlen mérési pontot alkalmaztak, amely általában a nem domináns kéz ujjai, azt feltételezve, hogy az arousal és az EDA megegyezik a test különböző részein (Dawson és mtsai., 2007). Ezzel szemben a mai irodalomban megjelent az arousalról, mint nem egy uniform, hanem testrészenként eltérő szintet mutató konstruktumról való gondolkodás, mint például a Többszörös Arousal elmélet (Multiple Arousal Theory- MAT), mely szerint az arousal és az EDA különbözhet a dermatómák között az érzelmi és idegi befolyásoltság függvényében (Picard és mtsai., 2016). Korábbi kutatások eredményei arra is rámutattak, hogy a tradicionális és az alternatív mérési pontok között mérsékelt korreláció van (Kasos és mtsai., 2020). Ez felveti annak a kérdését, hogy milyen hatékonysággal alkalmazhatóak a tradicionálishoz képest alternatív EDA mérési pontok szorongáscsökkentés céljából biofeedbackhez. Mindazonáltal egy laboratóriumon kívüli biofeedback eszköz mindennapos felhasználásához kényelmes és praktikus mérési pontra van szükség, mely közben hatékonyan és megbízhatóan mér és továbbít vagy dolgoz fel adatokat.

Célkitűzések

Jelen pályamunkám célja csökkenteni az ellentmondást a szakirodalomban az elektrodermális biofeedback intervenció szorongáscsökkentésben betöltött szerepével kapcsolatban. Ennélfogva a kutatásomban azért, hogy segítsen a szakirodalomban annak az összegzését,

hogyan az elektrodermális biofeedback milyen hatást fejt ki a szorongáscsökkentésre, célom volt a fent részletezett, az összevetést megnehezítő tényezőket (pl. kontrollcsoport hiánya, változatos intervenciós körülmények) kiküszöbölni. Továbbá célkitűzéseim közé tartozik még empirikus bizonyítékot gyűjteni olyan alternatív mérési helyekkel kapcsolatban, mint a csukló, amely potenciális mérési helyként szolgálhat a későbbiekben laboratóriumon kívül, olyan széleskörben hozzáférhető eszközök elektrodermális biofeedback célú felhasználására, mint például az okosórák. A vizsgált kérdések alapos elemzése érdekében két kutatást végeztünk. Az első kutatás egy nagy létszámú mintán zajlott, míg a második kutatás célja a kezdeti eredmények megerősítése volt.

Hipotézisek

- 1) Egy egyetlen alkalmas elektrodermális aktivitás alapú biofeedback ülés jelentősen csökkenti az önbevallásos szorongást.
- 2) Egy alkalmas elektrodermális biofeedback ülés hatékonyabb az önbevallásos szorongás csökkentésére, mint a kontroll.
- 3) A mutató- és a középsőujjokról biztosított elektrodermális biofeedback hatékonyabb az önbevallásos szorongáscsökkentésben, mint a csuklóról történő.

Tanulmány 1

Módszer

Etikai Engedély

A kutatást az egyetem Pszichológiai és Pedagógiai Karának kutatásetikai bizottsága (KEB) hagyta jóvá (2023/50).

Minta

A kutatáshoz kényelmi mintavételt alkalmaztunk ($N=113$, ebből nő $N=84$; férfi $N=29$). A résztvevők átlag életkora $M=21,5$ év ($\pm 3,1$), és mind az Eötvös Loránd Tudományegyetem hallgatói az egyetem különböző karain. A vizsgálati személyek közül 104-nek a jobb a domináns keze, négynek a bal és kettő kétkezes.

Eljárás

A vizsgálati személyek a kísérletet megelőző este egy kérdőívesomagot töltöttek ki, mely a demográfiai adatokon (nem, életkor) kívül tartalmazta az Állapot- Vonás Szorongás Kérdőívet (STAI), illetve az *eszközök* részben részletezett kérdőíveket. A vizsgálat végig ugyanabban a szobában zajlott, mely hangszigetelt és állandó hőmérsékletű (kb. 24°C) volt. Megérkezést

követően a résztvevők először kitöltötték a STAI állapotszorongás kérdőívet, majd 10 perces biofeedback ülésen vettek részt (a kontrollcsoport olvasott ehelyett), majd ismét kitöltötték a STAI kérdőív STAI-S skáláját.

Csoportbeosztás

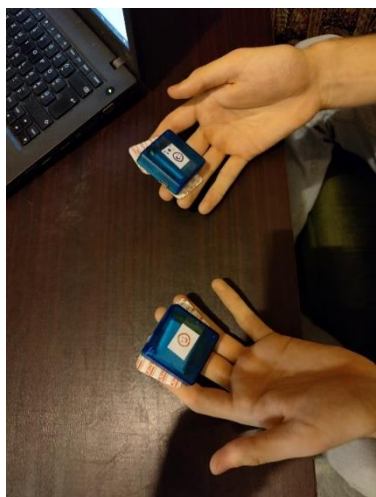
A kísérleti személyek előzetes véletlenszerű csoportbeosztás szerint különböző csoportokba kerültek, kontroll- és kísérleti csoport (domináns ujj, nem domináns ujj, domináns csukló, nem domináns csukló). A 4 kísérleti kondíció abban különbözött egymástól, hogy melyik mérési pontról szolgáltatunk adatokat a kísérleti személyek számára a biofeedback végzéséhez.

Mérési Pontok

Négy különböző mérési pontról (domináns és nem domináns oldali csukló és ujjak) gyűjtöttünk EDA adatokat a biofeedback ülés közben. Az elektródák felhelyezése ujjak esetében rendre a középső- és mutatóujjakra (Kép 1), míg csuklók esetében az alkarcsont disztális végéhez, illetve attól proximálisan kb. 2-3 cm-re történt az alkar ventrális oldalán (Kép 2). Referencia mérési pontként minden vizsgálati személy esetében a nem domináns kezének mutató- és középsőujjának ujjbegyei szolgáltak.

Kép 1.

Az eszközök felhelyezése ujjakra



Megjegyzés. A képen látható felhelyezési mód megegyezett a domináns és nem domináns ujjak kísérleti kondíciók esetében.

Kép 2.

Az eszközök elhelyezése csuklóra és a referenciapontra



Megjegyzés. A képen látható felhelyezési mód megegyezett a domináns és nem domináns csukló kísérleti kondíciók esetében.

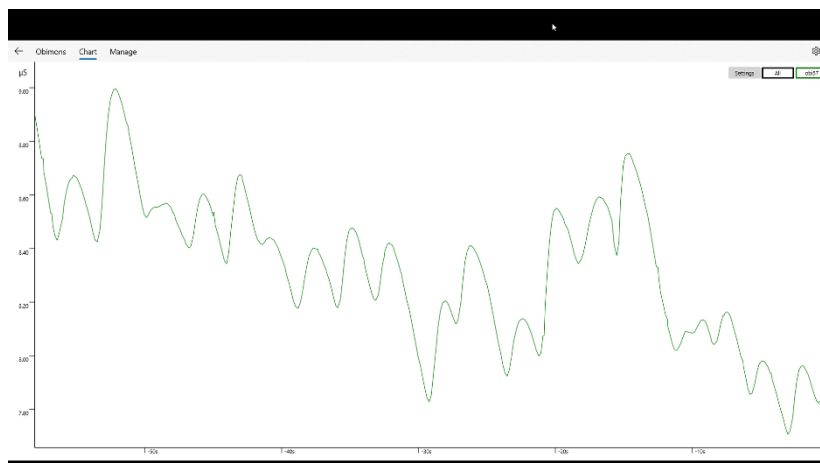
A kontrollcsoport esetében a nem domináns kéz ujjairól, valamint a nem domináns csuklóról gyűjtöttünk EDA adatokat. A kísérleti csoportnál a csoportbeosztásuknak megfelelő mérési helyről történt mind az adatgyűjtés, mind a biofeedback, valamint minden esetben gyűjtöttünk adatot a referenciapontról is. Annál a csoportnál, ahol az adat a biofeedbackhez a referenciapontról érkezett („nem domináns ujjak” csoport), a másik mérési pont a domináns kéz ujjai voltak.

Instrukciók

A mérőeszközök felhelyezését követően az alanyok megkapták az instrukciókat, melyben képet kaptak arról, hogy mi az EDA, valamint a biofeedback szorongáscsökkentő hatása mögött feltételezett folyamatról, és tanácsot kaptak, hogyan tudják csökkenteni a bőrvezetésük mértékét, melyet egy előttük elhelyezett monitoron megjelenített görbén tudtak nyomon követni (Kép 3).

Kép 3.

Az EDA adatok visszajelzése a résztvevő számára



Biofeedback Intervenció

Az instrukciók megértéséről való meggyőződés után 10 perces biofeedback ülés következett. Ennek során a vizsgálati személyek egyedül maradtak a helyiségben. A résztvevők – az instrukciók segítségével – ez idő alatt igyekeztek stratégiákat alkalmazni a görbe manipulálására, hogy azt minél alacsonyabb szintre tudják hozni, ez által közvetetten csökkentve saját bőrvezetésszintjüket. A 10 perc letelte után a kísérletvezető levette az eszközöket, és ismét kitöltötték a vizsgálati személyek a STAI állapotsszorongás kérdőívét.

Kontrollcsoport

A kutatásunkban aktív kontrollcsoportot alkalmaztunk, mely egy általános körben szorongáscsökkentőnek tartott tevékenységet végzett. A kontrollcsoport kísérleti feltételei annyiban különböztek a kísérleti csoportétól, hogy biofeedback intervenció helyett egy szépirodalmi szöveget olvastak (Shakespeare: Hamlet, dán királyfi) a biofeedback üléssel megegyező ideig (10 percig). A kapott instrukciók megegyeztek a kontroll- és a kísérleti csoport esetében, leszámítva utóbbinál a biofeedback módszer részletezését. A csoport tagjai az olvasás előtt és után szintén kitöltötték a STAI-S skálát.

Utóbeszélgetés (debriefing)

A vizsgálat végén minden résztvevő lehetőséget kapott, hogy kérdéseket tegyen fel a kutatással kapcsolatban, valamint a kontrollcsoport tagjainak felajánlottuk, hogy részt vehetnek a kísérleti csoportéval megegyező biofeedback intervención.

Eszközök

A kérdőív csomagban több kérdőívet alkalmaztunk. A jelen pályamunkám szempontjából ezek közül a State-Trait Anxiety Inventory kérdőív releváns, a többi kérdőív dolgozatomon túlmutató kutatói munka érdekében került felvételre.

1) Állapot- Vonás Szorongás Kérdőív- Y forma (State- Trait Anxiety Inventory-STAI)

Az Állapot- Vonás Szorongás Kérdőív (STAI) egy nagyon gyakran alkalmazott 20 tételes mérőeszköz a szorongás mérésére (Spielberger, Gorsuch, Lushene, Vagg, & Jacobs, 1983). A kitöltő 20 tételt pontoz 1-4-ig (1- egyáltalán nem találom igaznak magamra, 4-teljesen igaznak találom), annak függvényében, hogy mennyire találják önmagukra igaznak az adott állítást az adott pillanatban (STAI-S) vagy általánosságban (STAI-T). A kérdőívnek tehát két skálája van, az állapotszorongást mérő STAI-S és a vonásszorongást mérő STAI-T. A mérőeszköz olyan tételeket tartalmaz, mint például „Valami bánt” „Zaklatott vagyok” „Aggódok, hogy bajba keveredem” „Szorongok”, melyekkel a szorongás szintjét 20-80 pontig terjedő skálán méri. Fordított tételek a STAI kérdőív állapotszorongás skáláján (STAI-S) az 1., 2., 5., 8., 10., 11., 15., 16., 19. és 20., míg a vonásszorongás skáláján (STAI-T) a 21., 23., 26., 27., 30., 33., 34., 36. és 39. tételek.

Ezen kívül a kérdőív csomag része volt még:

2) Depression Anxiety Stress Scale-21 (DASS-21)

A Depression Anxiety Stress Scale-21 (DASS-21) (Lovibond & Lovibond, 2011) 3 kapcsolódó negatív állapotot mér, a depressziót, szorongást és a feszültséget/stresszt.

3) Maslach Burnout Inventory-Student Version (MBI-SS)

A Maslach Kiegészítés-teszt Hallgatói Változata (Maslach Burnout Inventory-Student Version; MBI-SS) (Hazag és mtsai., 2010; Maslach & Jackson, 1981), melynek tételei az elmúlt 3 hónapban a kitöltő egyetemi tanulmányainak, illetve adott állapotoknak a megélésére vonatkoznak.

4) Connor-Davidson Reziliencia

A Connor-Davidson Reziliencia Skálájának 10 elemes magyar adaptációja (Járai Róbert és mtsai., 2015). A kérdőív a lelki ellenálló képesség mértékét mérő eszköz.

5) Patient Health Questionnaire (PHQ-15)

Az Egészségi Kérdőív (Patient Health Questionnaire- PHQ-15) (Kroenke és mtsai., 2002; Stauder és mtsai., 2021) testi tünetek és szomatizáció feltárására alkalmas eszköz.

6) **Percieved Stress Scale (PSS)**

Az Észlelt Stressz Kérdőív (Percieved Stress Scale- PSS) magyar adaptációja (Stauder & Konkoly Thege, 2006). A mérőeszköz az egyén által szubjektíven megélt stressz mértékének mérésére került kidolgozásra.

7) **Big Five Short**

A Big Five Kérdőív (John és mtsai., 1991; Sándor Rózsa, 2010) rövidített változata.

8) **Self-efficacy Scale**

Az Általános Énhatékonyság Skála (Schwarzer & Jerusalem, 1995) 10 kérdéssel méri a személy énhatékonyságát.

EDA és Biofeedback Mérőeszköz

A bőrvezetés mértékét Obimon márkájú eszközökkel mértük, melyekhez Skintact ECG típusú elektródákat csatlakoztattunk. Az Obimon eszközöknek empirikus adatok alapján magas a validitásuk, így alkalmasnak bizonyultak az EDA mérésére (Kasos és mtsai., 2019), továbbá vezetékmentességüknek és kis méretüknek köszönhetően praktikus volt az alkalmazásuk mind biofeedback intervencióhoz, mind olvasáshoz. Az eszközök másodpercenként 8 adatot rögzítenek.

Statisztikai Elemzés

A statisztikai elemzéseket Jasp 0.18.1 program segítségével végeztem el.

A hipotéziseim teszteléséhez többszemponos összetartozó mintás varianciaanalízist alkalmaztam. Az összetartozó minta az ülések előtt és után kitöltött STAI-S kérdőívek pontszáma volt, a csoportosító változó pedig a kísérleti kondíciók (kontroll, jobb és bal ujjak és csuklók).

Mintanagyság Meghatározása

A kísérletek mintanagyságát az előző, hasonló felépítésű kísérletek eredményei alapján becsült statisztikai erő ($\beta > 0,8$, $\eta^2 = 0,06$) figyelembevételével határoztuk meg a G*Power 3 (Faul és mtsai., 2007) program segítségével. Az 1. tanulmányban eredetileg 90 résztvevő adatait kívántuk gyűjteni, azonban a korábbi tapasztalatok alapján az adatvesztést figyelembe véve 113 ember adatait vettük fel. A második kísérletben az 1. tanulmány eredményeit figyelembe véve ($\beta > 0,8$, $\eta^2 = 0,12$) összesen 24 ember adataira volt szükség, de ebben a kísérletben is figyelembe vettük az esetleges adatvesztést, így 39 ember adatait gyűjtöttük össze.

Eredmények 1. Kísérlet

Többszemponτος összetartozó mintás varianciaanalízist végeztem annak érdekében, hogy összehasonlítsam az intervenció előtt és után mért STAI állapotssorongás pontszámok átlagait a 4 kísérleti kondícióban és a kontrollcsoportban. A kondíciók leíró statisztikái az 1-es számú táblázatban kerülnek bemutatásra. A mintán az ülések előtt és után felvett STAI kérdőívek belső megbízhatósága megfelelő volt (Táblázat 2).

Táblázat 1.

Leíró statisztikák és a STAI-S átlagpontszámok összehasonlítása

Csoportok	N	Előtte		Utána		Szignifikancia
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
Domináns csukló	23	40.83	9.38	32.91	6.49	0.001
Domináns ujjak	23	40.17	7.89	34.13	7.75	0.004
Nem domináns csukló	22	37.86	10.56	31.18	7.05	<0.001
Nem domináns ujjak	23	37.09	7.78	33.04	4.49	0.004
Kontroll	23	40.86	8.96	36.41	6.65	0.001

Megjegyzés. A szignifikancia oszlop az ülés előtt és után felvett STAI-S pontszámokkal végzett összetartozó mintás t-próbák eredményeit tartalmazza.

Táblázat 2.

A STAI kérdőívek belső megbízhatósága

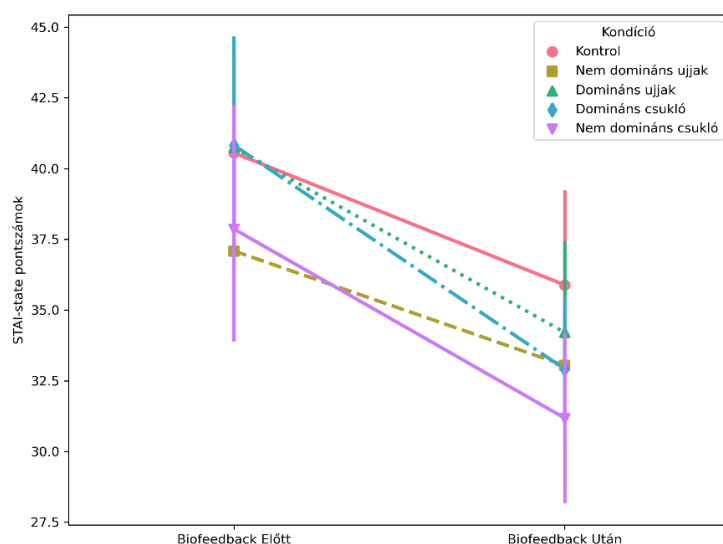
Cronbach α STAI-S	Biofeedback előtt	Biofeedback után
Tanulmány 1	0.907	0.875
Tanulmány 2	0.929	0.73

Megjegyzés. A táblázatban összesítve látható a két tanulmány során a biofeedback ülés előtt és után felvett STAI-S skálák Cronbach alfa értékei.

A varianciaanalízis eredményeként szignifikáns idői főhatást találtam $F(1,108)=85.25$, $p<0.001$, $\eta_p^2=0.44$. A STAI állapotszorongás pontszámok változása az 1-es számú ábrán látható. A csoportosítási hatás sem a 4 különböző mérési pont szerint ($p=0.305$), sem aszerint csoportosítva, hogy ujjak vagy csukló nem volt szignifikáns ($p=0.268$), valamint az összes kísérleti csoport a kontrollcsoporttal szemben sem mutatott szignifikáns hatást ($p=0.108$) Lásd 1-es ábra.

Ábra 1.

A csoportok biofeedback intervenció előtt és után mért állapot szorongás átlagos értékei



Megjegyzés. Az Y tengellyel párhuzamos hibasávok a 95% konfidencia intervallumot jelölik.

Tanulmány 2

Módszer

Minta

A második tanulmányt az első tanulmány eredményeinek validálására végeztük, szigorúan betartva azonos etikai normákat és toborzási stratégiákat. A második vizsgálatban 39 egyetemi hallgató vett részt (ebből nő $N=29$, férfi $N=10$), akik tanulmányi kreditekért cserébe csatlakoztak a kutatáshoz. A résztvevők átlagéletkora $M=21,8$ év volt ($\pm 3,2$).

Eljárás

Azonos módszertant és eljárásokat alkalmazva, a második vizsgálatot az elsővel megegyező helyszínen és körülmények között végeztük. A két tanulmány közötti fő különbség a kezelési csoportok konfigurációjában mutatkozott. A második tanulmányban a résztvevőket két specifikus kezelési csoportba soroltuk – az egyik csoport a nem domináns ujjakról, a másik a nem domináns csuklókról kapott biofeedbacket – miközben az első tanulmányban alkalmazott kontrollfeltételt fenntartottuk. Az adatkezelés és statisztikai elemzés az első tanulmányban lefektetett módszerek szerint történt.

Eredmények 2. Kísérlet

A mintán az ülések előtt és után felvett STAI kérdőívek belső megbízhatósága megfelelő volt (Táblázat 2). Többszemponos összetartozó mintás varianciaanalízist végeztem azzal a céllal, hogy összehasonlítsam az intervenció előtti és utáni STAI állapotsszorongs pontszámok átlagait a három kísérleti kondícióban és a kontrollcsoportban. A kondíciók leíró statisztikái a 3-as számú táblázatban kerülnek bemutatásra.

Táblázat 3.

Leíró statisztikák és a STAI-S átlagpontszámok összehasonlítása

Csoportok	N	Előtte		Utána		Szignifikancia
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
Csukló	13	40.23	7.47	34.92	5.72	0.002
Ujjak	12	35.33	7.62	32.33	5.26	0.035
Kontroll	14	40.21	13.15	36.36	9.30	0.071

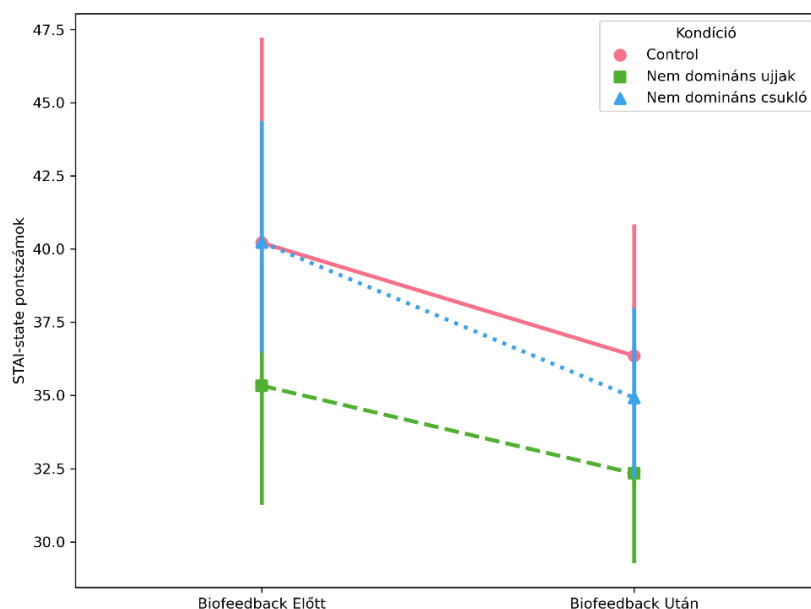
A szignifikancia oszlop az ülés előtt és után felvett STAI-S pontszámokkal végzett összetartozó mintás t-próbák eredményeit tartalmazza.

A varianciaanalízis eredményeképpen jelentős idői főhatást találtam: $F(1, 36) = 17.79$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.33$. Az elemzés nem tárt fel további jelentős hatásokat. Az eredmények szerint

a szorongásszint minden résztvevőnél csökkent, függetlenül attól, hogy melyik csoportba tartoztak (Ábra 2).

Ábra 2.

A csoportok biofeedback intervenció előtt és után mért állapot szorongás átlagos értékei



Megjegyzés. Az Y tengellyel párhuzamos hibasávok a 95% konfidencia intervallumot jelölik.

Megbeszélés

A krónikus szorongás, valamint az abból következő stressz számos betegséghez, illetve az életminőség leromlásához vezet. Az egyre nagyobb prevalenciával bíró szorongásos betegségek is jelzik, hogy a szorongás kezelésére alkalmas módszerekre nagy igény van. Az EDA, mint az arousal szintet közvetlenül jelző fiziológiai változó, alkalmazására a szorongás csökkentő biofeedback intervencióban ellentmondásos empirikus bizonyítékok állnak rendelkezésünkre jelenleg. Ezért jelen munkám, a várakozásaimnak megfelelően, abban segít eloszlatni a kételyt, hogy az elektrodermális biofeedback valóban hatékony eszköz lehet az állapotszorongás csökkentésében. Ezen kívül az eredmények azt mutatják, hogy a nem hagyományos mérési pontról történő EDA biofeedback egyaránt hatékony a szorongás csökkentésben, melynek jelentős szerepe lehet a gyakorlati alkalmazásban.

Az eredmények alapján már az egyetlen alkalommal 10 percen át végzett elektrodermális biofeedback ülés is hatékonyan csökkenti az önbevallásos szorongás mértékét. Az ülés előtt és

után kitöltött STAI állapotszorongás kérdőív pontszámai szignifikánsan alacsonyabbak voltak az intervenció után, mely eredmény egybevág a várakozásaimmal, illetve korábbi kutatások eredményeivel is (pl. Kennedy & Parker, 2019; Pop-Jordanova & Pop-Jordanov, 2020; Yu és mtsai., 2018).

Azonban arra a feltételezésemre, hogy hatékonyabb lenne az említett biofeedback intervenció egy biofeedback kezelés nélküli kontrollcsoportnál, nem találtam bizonyítékot. A kontrollcsoport esetében, akik 10 percen keresztül egy szépirodalmi szöveget olvastak a kísérleti csoporttal megegyező körülmények között, nem találtam statisztikailag jelentős különbséget a szorongásszint változásban a biofeedbacket végző csoporthoz képest. A második – az első tanulmány eredményeinek megerősítését célzó – kutatás is megerősítette ezt az eredményt, amely szintén összefüggésben van korábbi irodalommal (pl. Holmes és mtsai., 1981). Weedmester és munkatársai (2021) arról számoltak be, hogy a mély légzésre épülő kontrollfeltétel éppolyan hatékonyan csökkentette a szorongást, mint a virtuális valóságon alapuló biofeedback. Az eltérő eredmények még további tisztázása érdekében elkövetkező kutatásokban érdemes lehet vizsgálni különböző faktorokat, mint a kiindulási szorongásszintnek vagy a bőrvezetésszint változásának mértéke, illetve különböző pszichológiai faktorokat, mint a személyiségjegyek, észlelt kontroll stb., amelyek befolyásolhatják az elektrodermális biofeedback szorongás csökkentésében való hatékonyságát egyes személyek esetében.

Végül azt a hipotézisemet sem tudtam alátámasztani, hogy a tradicionális mérési pontról (mutató- és középsőujjak ujjbegyei) biztosított elektrodermális biofeedback hatékonyabban csökkentené a szorongást, mint a csuklókról történő. Hasonló eredményt kaptam a második tanulmány során is. Ennek az eredménynek nagy gyakorlati jelentősége lehet, hiszen a tradicionális mérési pontok nem praktikusak, kényelmetlenek a mindennapi élet során. Azonban az okosórák elterjedésével, illetve azáltal, hogy ezek az eszközök egyre gyakrabban képesek EDA mérésre is, az elektrodermális biofeedbackhez szükséges hardver egyre elérhetőbbé válik egyre tágabb populáció számára, így érdekessé válik a biofeedbacket lehetővé tevő szoftverek fejlesztése is ezekre az okoseszközökre.

Összegezve legfontosabb eredményeit a kutatási munkámnak elmondható, hogy az elektrodermális biofeedback hatékonyan alkalmazható a szorongásszint csökkentésére. A módszerben, az okosóráknak köszönhetően, jelentős gyakorlati alkalmazhatósági potenciál rejlik, melyet kutatva és fejlesztve a jövőben újabb eszközzel gazdagodhatunk a mindennapi szorongáskezeléssel folytatott harcban. A jövőben érdemes lehet utánkövetéses kutatásokat

végezni az elektrodermális biofeedback stresszcsökkentő hatásait vizsgálándó. Ezáltal egyrészt jobban megérthető lenne, hogy mennyire hosszútávúak a szorongáscsökkentő hatásai az intervenciónak, illetve hogy hat-e a vonásszorongásra is. Másrészt pedig az, hogy milyen egyéb hosszútávú hatásai lehetnek az üléseknek. Továbbá a most végzett kutatásomban átlagos populációt vizsgáltam, nem pedig olyat, ahol a szorongás klinikai szintet ér el, azonban érdemes lehet erősebben szorongó populáción is vizsgálni a hatásokat.

Limitációk

Kutatásomnak limitációja, hogy a vizsgált mintám nem volt reprezentatív, azonban az alanyok érdeklődési köre változatos volt, hiszen az egyetem minden karáról toboroztunk résztvevőket. A tanulmány során viszonylag rövid idejű biofeedback intervenciót kaptak a kísérleti személyek, hiszen egyszeri 10 perces üléseket alkalmaztunk. A keresztmetszeti kutatás nem biztosít lehetőséget arra, hogy az elektrodermális biofeedback hosszútávú hatásait vizsgáljuk. Valamint a szorongásszint mérésére kizárólag önbevallásos mérőeszközt alkalmaztunk, az EDA-n kívül semmilyen fiziológiai mutatót nem mértünk. Jövőbeli kutatások esetében hasznos irányt jelenthet a szorongást az önbevallásos módszereken túl fiziológiai mutatók segítségével is mérni.

Referenciák

Allen, A. P., Kennedy, P. J., Cryan, J. F., Dinan, T. G., & Clarke, G. (2014). Biological and

psychological markers of stress in humans: Focus on the Trier Social Stress Test.

Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 38, 94–124.

<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.11.005>

Archana Khanna, Maman Paul, & J. S Sandhu. (2007). *Efficacy of two relaxation techniques in reducing pulse rate among stressed females*. 5.

Bandelow, B., & Michaelis, S. (2015). Epidemiology of anxiety disorders in the 21st century.

Dialogues in Clinical Neuroscience, 17(3), 327–335.

<https://doi.org/10.31887/DCNS.2015.17.3/bbandelow>

- Bhambri, E. (2021). Effect of biofeedback assisted psychological interventions of anxious sports persons. *International Journal of Physical Education, Sports and Health* 2021; 8(5): 246-250, 8(5), 246–250.
- Boucsein, W. (2012). *Electrodermal Activity*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1126-0>
- Bystriksy, A., & Kronemyer, D. (2014). Stress and Anxiety. *Psychiatric Clinics of North America*, 37(4), 489–518. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2014.08.002>
- Craske, M. G. (2017). *Cognitive-behavioral therapy (2nd ed.)*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000027-000>
- Craske, M. G., Treanor, M., Conway, C. C., Zbozinek, T., & Vervliet, B. (2014). Maximizing exposure therapy: An inhibitory learning approach. *Behaviour Research and Therapy*, 58, 10–23. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2014.04.006>
- Daviu, N., Bruchas, M. R., Moghaddam, B., Sandi, C., & Beyeler, A. (2019). Neurobiological links between stress and anxiety. *Neurobiology of Stress*, 11, 100191. <https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2019.100191>
- Dawson, M. E., Schell, A. M., Filion, D. L., & Berntson, G. G. (2007). The Electrodermal System. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, & G. Berntson (Szerk.), *Handbook of Psychophysiology* (3. kiad., o. 157–181). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511546396.007>
- Dillon, A., Kelly, M., Robertson, I. H., & Robertson, D. A. (2016). Smartphone Applications Utilizing Biofeedback Can Aid Stress Reduction. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00832>

- Endler, N. S., Parker, J. D., Bagby, R. M., & Cox, B. J. (1991). Multidimensionality of state and trait anxiety: Factor structure of the Endler Multidimensional Anxiety Scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 60(6), 919–926. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.60.6.919>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Foa, E. B., & Kozak, M. J. (2019). Treatment of Anxiety Disorders. In A. H. Tuma & J. Maser (Szerk.), *Anxiety and the Anxiety Disorders* (1. kiad., o. 421–452). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203728215-32>
- Grillon, C., Duncko, R., Covington, M. F., Kopperman, L., & Kling, M. A. (2007). Acute Stress Potentiates Anxiety in Humans. *Biological Psychiatry*, 62(10), 1183–1186. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2007.06.007>
- Hazag A., Major J., & Ádám S. (2010). Assessment of burnout among students. Validation of the Hungarian version of the Maslach Burnout Inventory-Student Version (MBI-SS). *Mentálhigiéné és Pszichoszomatika*, 11(2), 151–168. <https://doi.org/10.1556/Mental.11.2010.2.4>
- Hellhammer, D. H., Stone, A. A., Hellhammer, J., & Broderick, J. (2010). Measuring Stress. In *Encyclopedia of Behavioral Neuroscience* (o. 186–191). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-045396-5.00188-3>
- Holmes, D. S., Frost, R. O., Bennett, D. H., Nielsen, D. H., & Lutz, D. J. (1981). Effectiveness of skin resistance biofeedback for controlling arousal in non-stressful and stressful situations: Two experiments. *Journal of Psychosomatic Research*, 25(3), 205–211. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(81\)90034-9](https://doi.org/10.1016/0022-3999(81)90034-9)

Járai Róbert, Vajda Dóra, Hargitai Rita, László, N., Csókási Krisztina, & Kiss Enikő Csilla. (2015).

A Connor-Davidson Reziliencia Kérdőív 10 itemes változatának jellemzői.

<https://doi.org/10.17627/ALKPSZICH.2015.1.129>

John, O. P., Donahue, E. M., & Kentle, R. L. (1991). *Big Five Inventory* .

<https://doi.org/10.1037/t07550-000>

Kasos, K., Kekecs, Z., Csirmaz, L., Zimonyi, S., Vikor, F., Kasos, E., Veres, A., Kotyuk, E., & Szekely, A. (2020). Bilateral comparison of traditional and alternate electrodermal

measurement sites. *Psychophysiology*, 57(11), e13645. <https://doi.org/10.1111/psyp.13645>

Kasos, K., Zimonyi, S., Gonye, B., Köteles, F., Kasos, E., Kotyuk, E., Varga, K., Veres, A., & Szekely, A. (2019). Obimon: An open-source device enabling group measurement of

electrodermal activity. *Psychophysiology*, 56(8), e13374. <https://doi.org/10.1111/psyp.13374>

Kennedy, L., & Parker, S. H. (2019). Biofeedback as a stress management tool: A systematic

review. *Cognition, Technology & Work*, 21(2), 161–190. <https://doi.org/10.1007/s10111-018-0487-x>

Kroenke, K., Spitzer, R. L., & Williams, J. B. W. (2002). The PHQ-15: Validity of a New Measure for Evaluating the Severity of Somatic Symptoms: *Psychosomatic Medicine*, 64(2), 258–266.

<https://doi.org/10.1097/00006842-200203000-00008>

Labbé, E. E. (2001). Biofeedback. In *Assessment and Therapy* (o. 37–45). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/B978-012267806-6/50038-X>

Lau, J. Y. F., Eley, T. C., & Stevenson, J. (2006). Examining the State-Trait Anxiety Relationship: A Behavioural Genetic Approach. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 34(1), 18.

<https://doi.org/10.1007/s10802-005-9006-7>

Lewis, A. (1970). The ambiguous word „anxiety”. *International Journal of Psychiatry*, 9, 62–79.

- Lovibond, S. H., & Lovibond, P. F. (2011). *Depression Anxiety Stress Scales* [dataset].
<https://doi.org/10.1037/t01004-000>
- MacLean, D., Roseway, A., & Czerwinski, M. (2013). MoodWings: A wearable biofeedback device for real-time stress intervention. *Proceedings of the 6th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 1–8.
<https://doi.org/10.1145/2504335.2504406>
- Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. *Journal of Organizational Behavior*, 2(2), 99–113. <https://doi.org/10.1002/job.4030020205>
- Meijer, J. (2001). Stress in the Relation between Trait and State Anxiety. *Psychological Reports*, 88(3_suppl), 947–964. <https://doi.org/10.2466/pr0.2001.88.3c.947>
- Palekar, T. J., Mokashi, M. G., Anwer, S., Kakrani, A. L., Khandare, S. D., & Alghadir, A. H. (2015). Effect of Galvanic Skin Resistance-Aided Biofeedback Training in Reducing the Pulse Rate, Respiratory Rate, and Blood Pressure Due to Perceived Stress in Physiotherapy Students. *Türkiye Fiziksel Tip ve Rehabilitasyon Dergisi*, 61(2), 116–119.
<https://doi.org/10.5152/tftrd.2015.97957>
- Pêgo, J. M., Sousa, J. C., Almeida, O., & Sousa, N. (2009). Stress and the Neuroendocrinology of Anxiety Disorders. In M. B. Stein & T. Steckler (Szerk.), *Behavioral Neurobiology of Anxiety and Its Treatment* (Köt. 2, o. 97–118). Springer Berlin Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/7854_2009_13
- Picard, R. W., Fedor, S., & Ayzenberg, Y. (2016). Multiple Arousal Theory and Daily-Life Electrodermal Activity Asymmetry. *Emotion Review*, 8(1), 62–75.
<https://doi.org/10.1177/1754073914565517>

- Poolton, J. M., Wilson, M. R., Malhotra, N., Ngo, K., & Masters, R. S. W. (2011). A comparison of evaluation, time pressure, and multitasking as stressors of psychomotor operative performance. *Surgery*, 149(6), 776–782. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2010.12.005>
- Pop-Jordanova, N., & Pop-Jordanov, J. (2002). Psychophysiological comorbidity and computerized biofeedback. *The International Journal of Artificial Organs*, 25(5), 429–433. <https://doi.org/10.1177/039139880202500513>
- Pop-Jordanova, N., & Pop-Jordanov, J. (2020). Electrodermal Activity and Stress Assessment. *PRILOZI*, 41(2), 5–15. <https://doi.org/10.2478/prilozi-2020-0028>
- Raaijmakers, S. F., Steel, F. W., De Goede, M., Van Wouwe, N. C., Van Erp, J. B. F., & Brouwer, A.-M. (2013). Heart Rate Variability and Skin Conductance Biofeedback: A Triple-Blind Randomized Controlled Study. *2013 Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction*, 289–293. <https://doi.org/10.1109/ACII.2013.54>
- Rusciano, A., Corradini, G., & Stoianov, I. (2017). Neuroplus biofeedback improves attention, resilience, and injury prevention in elite soccer players. *Psychophysiology*, 54(6), 916–926. <https://doi.org/10.1111/psyp.12847>
- Sándor Rózsa. (2010). *A Big Five Inventory magyar adaptációja*.
- Santomauro, D. F., Mantilla Herrera, A. M., Shadid, J., Zheng, P., Ashbaugh, C., Pigott, D. M., Abbafati, C., Adolph, C., Amlag, J. O., Aravkin, A. Y., Bang-Jensen, B. L., Bertolacci, G. J., Bloom, S. S., Castellano, R., Castro, E., Chakrabarti, S., Chattopadhyay, J., Cogen, R. M., Collins, J. K., ... Ferrari, A. J. (2021). Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic. *The Lancet*, 398(10312), 1700–1712. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02143-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02143-7)

- Shin, L. M., & Liberzon, I. (2010). The Neurocircuitry of Fear, Stress, and Anxiety Disorders. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 169–191. <https://doi.org/10.1038/npp.2009.83>
- Spielberger, C. D. (1966). The Effects of Anxiety on Complex Learning and Academic Achievement. In *Anxiety and Behavior* (o. 361–398). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4832-3131-0.50019-6>
- Stauder, A., & Konkoly Thege, B. (2006). **AZ ÉSZLELT STRESSZ KÉRDŐÍV (PSS) MAGYAR VERZIÓJÁNAK JELLEMZŐI.** *Mentálhigiéné És Pszichoszomatika*, 7(3), 203–216. <https://doi.org/10.1556/Mental.7.2006.3.4>
- Stauder, A., Witthöft, M., & Köteles, F. (2021). Validation of the Hungarian PHQ-15. A latent variable approach. *Ideggyógyászati szemle*, 74(5–6), 183–190. <https://doi.org/10.18071/isz.74.0183>
- Teufel, M., Stephan, K., Kowalski, A., Käsberger, S., Enck, P., Zipfel, S., & Giel, K. E. (2013). Impact of Biofeedback on Self-efficacy and Stress Reduction in Obesity: A Randomized Controlled Pilot Study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 38(3), 177–184. <https://doi.org/10.1007/s10484-013-9223-8>
- Tinello, D., Kliegel, M., & Zuber, S. (2022). Does Heart Rate Variability Biofeedback Enhance Executive Functions Across the Lifespan? A Systematic Review. *Journal of Cognitive Enhancement*, 6(1), 126–142. <https://doi.org/10.1007/s41465-021-00218-3>
- Weerdmeester, J., Van Rooij, M. M., Engels, R. C., & Granic, I. (2020). An Integrative Model for the Effectiveness of Biofeedback Interventions for Anxiety Regulation: Viewpoint. *Journal of Medical Internet Research*, 22(7), e14958. <https://doi.org/10.2196/14958>
- Weerdmeester, J., Van Rooij, M. M. J. W., & Granic, I. (2022). Visualization, Self-Efficacy, and Locus of Control in a Virtual Reality Biofeedback Video Game for Anxiety Regulation.

Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 25(6), 360–368.

<https://doi.org/10.1089/cyber.2022.0030>

Yahav, R., & Cohen, M. (2008). Evaluation of a cognitive-behavioral intervention for adolescents.

International Journal of Stress Management, 15(2), 173–188. <https://doi.org/10.1037/1072-5245.15.2.173>

Yu, B., Funk, M., Hu, J., Wang, Q., & Feijs, L. (2018). Biofeedback for Everyday Stress

Management: A Systematic Review. *Frontiers in ICT*, 5, 23.

<https://doi.org/10.3389/fict.2018.00023>