

NEUROFEEDBACK TRÉNING ALKALMAZÁSA UTÁNPÓTLÁSKORÚ VÍVÓKNÁL

THE APPLICATION OF NEUROFEEDBACK TRAINING IN ELITE YOUTH FENCERS

Torma Eszter Panna, Balogh László

Debreceni Egyetem, Sporttudományi Koordinációs Intézet, Debrecen

Összefoglaló

Kutatásaink során neurofeedback tréninget alkalmaztunk ifjúsági vívóknál. Megvizsgáltuk a hathetes intervenció program hatását a tizenéves párbajtőrözők mentális keménységére, stressz tűrésére és végrehajtó funkcióira. Használtuk a validált Muse 2 EEG alapú Teamflow rendszert, a Sport Mental Toughness Questionnaire-t, az Elektrogasztrógráfiai Stressz Holtert (MDE Heidelberg, MSB MET Balatonfüred) és a Vienna Test System nemzetközileg elismert stressztesztjét (Schufried, Bécs). A neurofeedback tréning gyakorlati haszna a kiegészítő módszerként való alkalmazásában mutatkozhat meg, hiszen ez az innovatív protokoll segíthet a sportoló teljesítményének a fokozásában. A neurofeedback tréning hatásával kapcsolatban azonban a nemzetközi irodalom nem fogalmaz egyértelműen.

Összefoglalva, a javulás megfigyelhető a mentális keménység tekintetében és a pszicho-fiziológiai mutatókban, de mindkét sportolónál számos paraméterben negatív változások is megfigyelhetők voltak. Számos más pszicho-fiziológiai tényezőt is figyelembe kell venni, mivel kísérleti tanulmányunkban két résztvevő vett részt.

Kulcsszavak: *neurofeedback, mentális keménység, stressztűrő-képesség, egyéni sportolók, kognitív képességek*

Abstract

During our research, we applied neurofeedback training to youth fencers. We investigated the effects of the six-week intervention program on the mental toughness, stress tolerance and executive functions of teenage epee fencers.

We used the validated Muse 2 EEG-based Teamflow system, the Sport Mental Toughness Questionnaire, Electrogastragraphic Stress Holter (MDE Heidelberg, MSB MET Balatonfüred) and the internationally recognized stress test of the Vienna Test System (Schufried, Vienna).

The practical benefit of neurofeedback training can be seen in its application as a complementary method, as this innovative protocol can help enhance the performance of the athlete. However, the international literature is not clear about the effect of neurofeedback training

In conclusion, the improvements can be observed in mental toughness and psycho-physiological indicators, but negative changes can also be observed in several parameters in both subjects. Various other psycho-physiological factors need to be taken into account, since our pilot study included two participants.

Keywords: *neurofeedback, mental toughness, stress tolerance, individual athletes, cognitive skills*



ELMÉLETI HÁTTÉR

A mozgások készségszintű elsajátítása, a magas fokú motoros teljesítmény, és a sportolók teljesítményének további fokozása, a megfelelő agyi teljesítményen, a kognitív- és emocionális képességek fejlesztésén dől el napjaink versenysportjában (BALLON et al., 2004, SEIDEL-MARZI - RAGERT, 2020; BALOGH et al., 2016). Ratib (2000) szerint, a sportkiválóság attól függ, hogy a játékosok milyen mértékben profitálnak pszichológiai képességeikből, amik nem kevésbé lényegesek, mint a fizikai képességeik. A pszichológiai képességek segítenek az egyéneknek mozgósítani fizikai képességeiket és energiáikat a maximális és legjobb sportteljesítmény elérése érdekében (HEIL et al., 2004).

Egyes tanulmányok alapján, a vívósport nagyobb mértékben igényli a mentális aspektust, mint a fizikait, mivel a vívásban, a fókusz játssza a legnagyobb szerepet, így a vívónak nagy akaraterővel kell rendelkeznie, türelmesnek kell lennie, tudnia kell kontrollálni az érzelmeit (NABIL, 2003). Cole (2008) úgy gondolja, hogy az elit vívók erős kontrollt kell, tanúsítsanak az elme, a test és az érzelmek felett, illetve úgy véli, hogy minden vívónak, aki sikeres akar lenni, annak nyomás alatt nyugalomra, kiegyensúlyozottságra és mentális keménységre van szüksége. Az Ausztrál Vívószövetség szerint, a vívásban a teljesítménystratégiáknak úgy kell működniük, hogy minden feltételt megteremtse a cél elérése felé irányuló figyelem állandó kontrollálásához (MAHMOUD et al., 2022).

Mindezek függvényében választottam a mentális keménységet a vizsgálatom egyik fő tényezőjeként, mely egy olyan kognitív képesség, ami lényegében minden pozitív pszichológiai tényezővel összefüggésbe hozható. A mentális keménység legfontosabb ismérvei között említhető, a magas fokú koncentrációs képesség, a pszichés nyomás megfelelő kezelése, a kudarcból való kilábalás képessége, a magabiztosság és a célok iránti elkötelezettség (TORMA - BALOGH, 2021).

A stressz tűrőképesség szintén kiemelt fontosságú a napjaink élsportolóinál. A stressz egy fiziológiai folyamat, a szervezet nem specifikus válasza, minden olyan hatásra, mely kibillent a homeosztatisz állapotából és adaptációra készíti (SELYE, 1978). Két fajta stresszt különböztethetünk meg, eustresszről és distresszről tehetünk említést. Az előbbi pozitívan hat a sportoló fejlődésére, az utóbbi gátolja azt (FLETCHER et al., 2008; MAKRA - BALOGH, 2021).

A neurofeedback (EEG Biofeedback) széles körben alkalmazott és népszerű technika a sportszakemberek körében napjainkban (RING et al., 2015; SCHWARTZ - ANDRASIK, 2017). A fizikai aktivitás típusától függően számos eltérő változata létezik a neurofeedback alapú edzésprogramnak. Ezek az eljárások a szenzomotoros ritmus megváltoztatásával koncentrációt válthatnak ki és erősíthetik a mentális fókuszot (F. NAGY et al., 2024). A neurofeedback monitorozó eszközöket használ, hogy pillanatnyi információkat nyújtson az egyén élettani működésének állapotáról. Az EEG (elektro-enkefalográf) felvétel segítségével különböző agyhullámok monitorozása lehetséges. Az öt széles körben elismert hullám közül, az alfa és a gamma hullám kap jelen kutatás szempontjából kiemelt figyelmet, hiszen ezek tudják azt az idegrendszeri állapotot biztosítani, melyben a feladat végrehajtását nagyfokú koncentráció, összpontosítás, a feladatmegoldásra való törekvés és



reflektív nyugalom övezi. (CHERON et al., 2016). Az alfa hullámok amplitúdója növekszik az optimális kognitív működés során, de a fáradtság hatására kevésbé ingadozik az alapállapothoz képest (BAZANOVA, 2012). Ezenkívül szükséges megemlíteni az alfa oszcillációját, mely a "funkcionális alfa", ami összefügg a munkamemóriával (KLIMESCH et al., 1994), míg a gamma hullámok a figyelemmel, memóriával és észleléssel (MÜLLER-KEIL, 2004; HERRMANN et al., 2004; TALLON - BAUDRY et al., 2005; JENSEN et al., 2007) hozhatók összefüggésbe.

A rendszeres EEG-neurofeedback tréning javíthatja a pszichofizikai egyensúlyt és ezáltal a sportteljesítményt is (BESSERVE et al., 2008; KERICK et al., 2004). Napjainkban egyre több sportoló mentális felkészülésében használják, hiszen számos tanulmány igazolja, hogy a tréninget követően javult a versenyzők teljesítménye (LANDERS et al., 1994, CHERAPKINA, 2012, STRIZHKOVA et al., 2012).

Tehát összességében megfogalmazható, hogy a folyamatos gyakorlás fejlesztheti a vívók feladatra való koncentráció képességét, növelheti a mentális keménységüket, segíthet uralkodni az érzelmeik felett és nyomás alatt is nyugodtnak maradniuk. Így minden olyan képesség javítására alkalmas lehet, melyek elvártak a magas szinten vívó sportolóktól.

De Brito és munkatársai (2022) szerint, a tréning pozitív hatással van a sportolók reakció idejére, kognitív képességeire és önszabályozó képességére, azonban több tanulmány is ellentmondó véleményt fogalmaz meg az eredményességével kapcsolatban (XIANG et al., 2018; GONG et al., 2021).

Mindezek függvényében állítottam össze az innovatív edzésprogram protokollját.

CÉLKITŰZÉSEK ÉS HIPOTÉZISEK

A kutatási kérdéseim és hipotéziseim a következők (1. táblázat):

1. táblázat: A kutatás fő kérdései és hipotézisei

K1: Lehetséges-e a vívók mentális keménységének fejlesztése a neurofeedback edzésprogrammal?	H1: Feltételezem, hogy fejleszthető a vívók mentális keménysége a neurofeedback programmal.
K2: Pozitív irányba befolyásolja a vívók választásos reakcióképességét a neurofeedback tréning, illetve növelheti-e a stressztűrő-képességük?	H2: Feltételezem, hogy növelhető a vívók stressztűrő-képessége és pozitívan befolyásolható a választásos reakcióképességük a tréninggel.

Forrás: Saját forrás



ANYAGOK ÉS MÓDSZER

A szakirodalmi áttekintést követően kidolgoztam a hat hétig tartó program mérési protokollját, amelyet a nemzetközi kutatások eredményei alapján alakítottam ki. A sportolók a fejlesztési időszak során hat héten keresztül, megfelelő edzésintenzitással végezték a neurofeedback tréninget az edzéseik előtt. A vívók kiválasztását az alábbi kritériumok alapján végeztem, az edzői konzultációt követően: igazolt sportolók, akik országos bajnokságon vesznek részt, párbajtőr fegyvernemben versenyeznek és utánpótláskorúak. A kutatásban két vívó vett részt, az alanyokat, a továbbiakban az alábbi jelkódok alapján azonosítom (2. táblázat).

2. táblázat: A kutatásban résztvevő sportolók jellemzése

alany	jel	nem	életkor	korosztály	sportág	fegyvernem
1. sportoló	A1	férfi	17	U19, U23	vívás	párbajtőr
2. sportoló	A2	nő	13	U13, U14	vívás	párbajtőr

Forrás: Saját forrás

Jelen kutatás pilot, kvantitatív és longitudinális. Az etikai engedély szám, DE RKEB/IKEB 6088-2022.

A neurofeedback tréning helyszíne, a Debreceni Egyetem Sporttudományi Koordinációs Intézetének Komplex Sport Viselkedéselemző Laborja volt, a fejlesztést egyesületi és a sportolók általi megkeresésre valósítottuk meg.

A neurofeedback tréninghez a TeamFlow által fejlesztett "WaveTree" programot alkalmaztam, melynél az agyhullámok érzékelése a nemzetközileg is validált, vezeték nélküli, Muse2 EEG fejpánttal történik. A "WaveTree" program egy olyan algoritmust használ, amely arra ösztönzi a sportolókat, hogy a tréning során, a képernyőn megjelenő fa alsó részén található zöld és lila sávokra összpontosítsanak, amelyek az alfa és a gamma hullámokat jelzik. A vívók egyéb utasításokat nem kaptak, és saját maguknak kellett megtalálniuk a leghatékonyabb módszert a feladat teljesítéséhez.

A tréning sikerességének vizsgálatára az Elektrogasztrógráfias Stressz Holttert (MDE Heidelberg, MSB MET Balatonfüred), a Vienna Test System (Schufried, Bécs) DT/S1 (Determination Test) stressz tesztet és a Sport Mentális Keménység Kérdőívet használtam, a hathetes fejlesztést megelőzően és azt követően.

Az Elektrogasztrógráfias stressz holter (EGIG) alkalmazásával vizsgáltam a stresszhatást. Az EGIG vizsgálati módszer két felhelyezett elektródával a hasfalra, alkalmas a bioelektromos változások nyomon követésére a gyomorban, illetve a vékony- és vastagbélben. Továbbá a két érzékelő képes a szívfrekvencia variabilitás (HRv), a szívfrekvencia (HR), a testhőmérséklet (TH) és bőr galvanikus ellenállásának (GSR)



mérésére ugyanazon a monitoron egyidejűleg, valós időben. Ily módon, egyedileg méri a stressz alapjául szolgáló összes elfogadott fiziológiai paramétert (Balogh, 2016).

A hullámok objektív értékelésének elfogadott módszereként, a Fast Fourier- féle transzformációs (FFT) spektrumelemzést használtam. Az elektromos aktivitás gyakoriságát mutató percenkénti ciklusok értékeit (CPM), a Fold Change (FC) módszerrel konvertáltam át így megvizsgálható, hogyan változnak az értékek a kezdeti nyugalmi értékhez képest. Ezt a kiértékelési módot használtam a Vienna Test System (VTS), Determination tesztjénél is.

A VTS, a különféle pszichológiai konstrukciók széles körben használt objektív mérőeszköze, amelyek képesek információt szolgáltatni bizonyos tényezőknél a sportolók kognitív teljesítményére gyakorolt hatásairól. A Determination Test (DT/S1) egy olyan nemzetközileg elismert teszt, amely a résztvevők reaktív stressztűrő-képességét, reakciósebességét és figyelemszintjét vizsgálja olyan helyzetekben, ahol változó ingerekre gyors és folyamatos reakciókra van szükség. Az ingereket öt színes gomb (sárga, fehér, kék, zöld, piros), két lábpedál (bal, jobb) és két akusztikus hanggal ellátott gomb (magas, alacsony) érzékelésének monitorozásával állította össze a teszt fejlesztője, melyek megfelelnek a sportoló által versenyhelyzetben érzékelttel. A résztvevőket a program arra utasítja, hogy a lehető leggyorsabban és legpontosabban reagáljanak az érkező ingerekre a válaszpanel gombjainak megnyomásával. A teszt stressz tényezője, hogy a sportolónak, változó, folyamatos és gyors reakciókat kell adnia gyorsan változó ingerekre. A teszt időtartama 5-8 perc. A kiértékelés során a helyes, hibás és figyelmen kívül hagyott reakciók száma és a reakcióidő mediánja vizsgálható (HORVÁTH et al., 2022; ONG, 2017). A mentális keménység genetikai tényezőktől függ, de a környezet is befolyásolja, tehát ebből adódóan fejleszthető. Crust és Clough (2011) szerint a mentális keménység kialakításához egy olyan környezet szükséges, amely támogatja a sportolót, miközben a kihívásokkal is szembeállítja. A támogatás és a kihívások által nyújtott tapasztalatok biztosítják a fejlődés lehetőségét, amelyben kiemelt szerepet kap a sportoló önreflexiója is. Sheard, úgy véli, hogy a mentális keménység egyfajta állandó tulajdonság, mely három tényezőtől - kontroll, állóképesség és magabiztosság - áll. A Sport Mentális Keménység Kérdőív 14 tételből áll, melyeket a fent említett három alkomponensbe sorolnak (SMTQ: SHEARD et al., 2009). A kérdőív magyar nyelvű validációja 2022-ben történt (TORMA - BALOGH, 2022). A sportolók a kérdőívet, a 6 hetes programot megelőzően és azt követően töltötték ki, stressz mentes környezetben.

EREDMÉNYEK ÉS MEGBESZÉLÉS

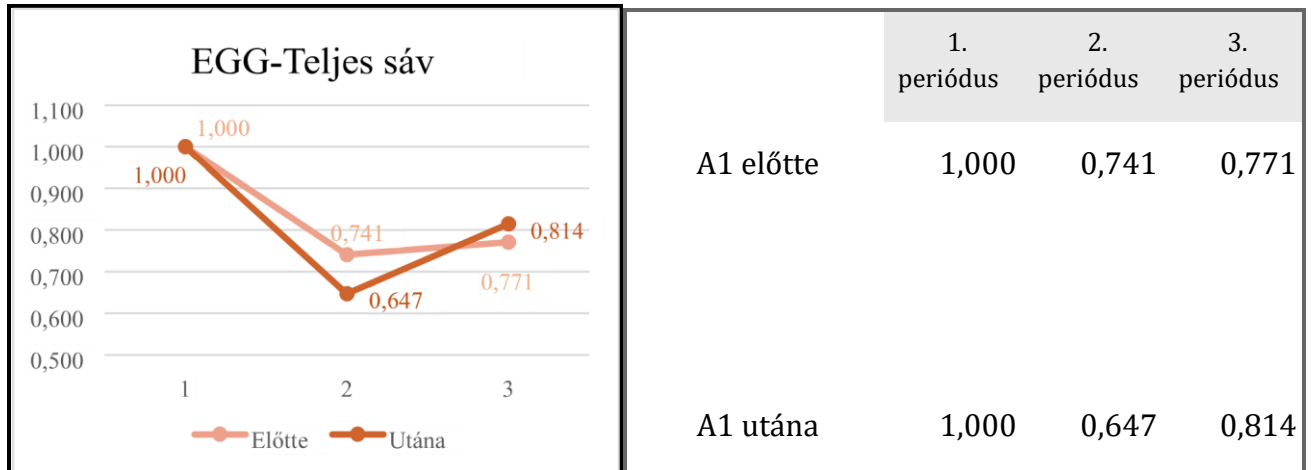
Az eredményeim a kutatási kérdéseim és ezekhez kapcsolódó hipotézisek mentén fogom bemutatni. Az eredmények, kóddal azonosított résztvevők adatain alapulnak.

A1 sportoló eredményei a következőképp alakultak a gasztrális szervek összesítő értékei, a mentális keménység esetében és a kognitív tesztek eredményei alapján.

A gasztrális szervek összesítő értékénél (EGG- teljes sáv) a kezdeti értékhez való százalékos eltérést vizsgáltam meg. Az adatok alapján látható (1. ábra), hogy a protokoll előtti

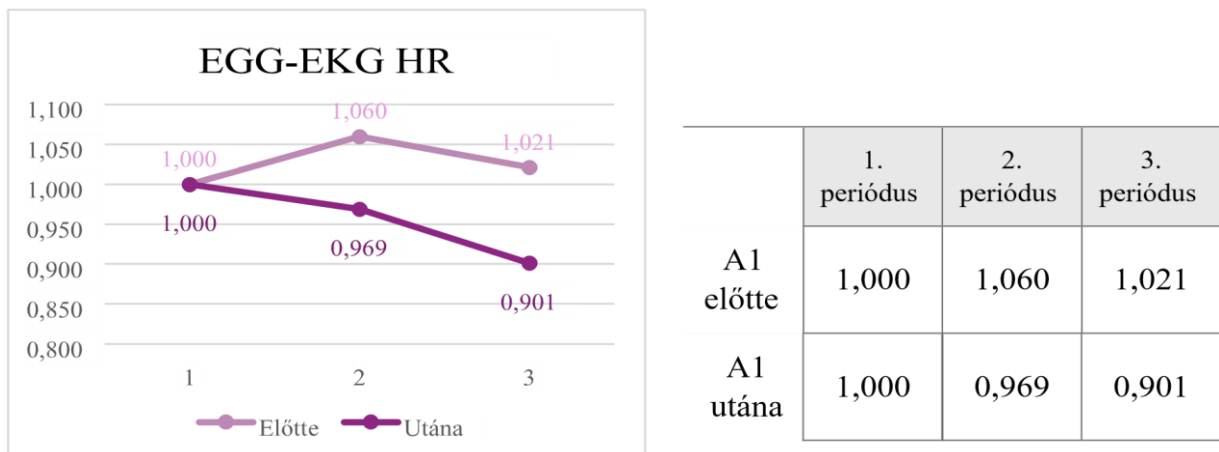


méréshez képest a stresszor megjelenését követően jelentős csökkenés mutatkozik a gasztrális szervek motilitásában. Azonban a latencia szakaszban kisebb volt a megnyugvás a kontroll mérésnél, mint az elsónél, ami azt jelzi, hogy a sportoló számára a kontroll során alkalmazott stresszor kevésbé okozott diszkomfort érzetet, mint az első mérés.



1. ábra: A1 alany gasztrális szervek vizsgálatának összesítő PS max. értékei (nyugalmi- stressz – latencia szakaszban)
 Forrás: Saját forrás

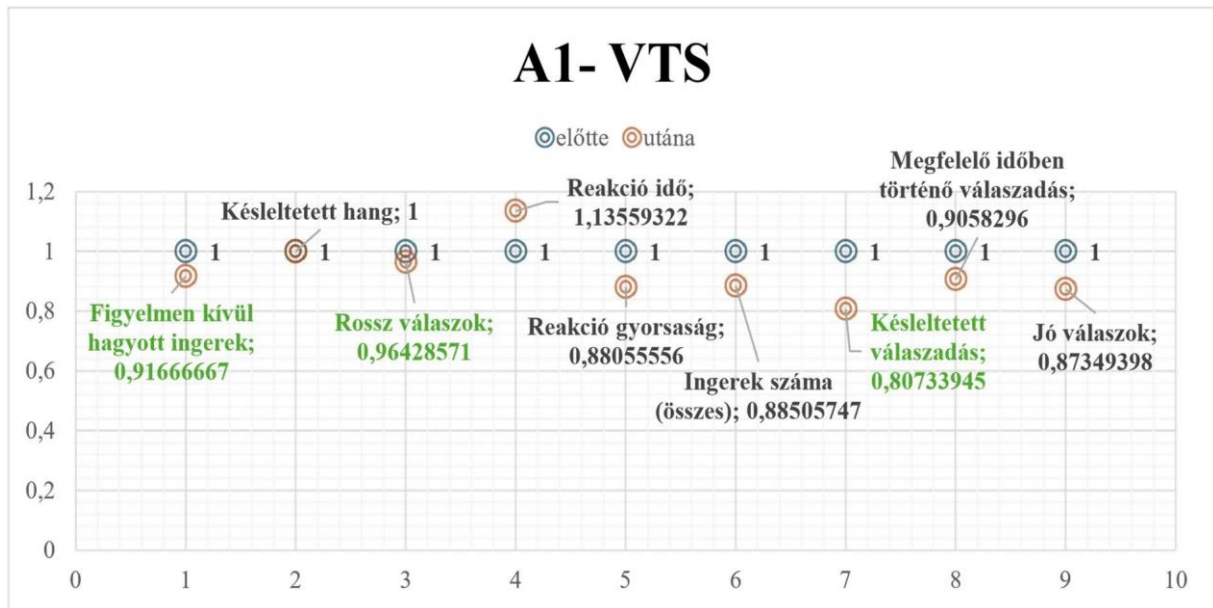
Az EKG HR eredmények (2. ábra), ahogy az ábrán is látható hasonlóan csökkenő tendenciát mutatnak.



2. ábra: A1 alany EKG HR vizsgálatának összesítő PS max. értékei (nyugalmi- stressz – latencia szakaszban)
 Forrás: Saját forrás

A kognitív tesztek eredményeinek vizsgálatához, szintén a kezdeti kiinduló értékhez való százalékos eltérést vettem alapul. Mindezek alapján látható (3. ábra), hogy a figyelmen kívül hagyott ingerek száma és a rossz válaszok aránya, valamint a késleltetett válaszadás

is csökkent, tehát pozitív irányú változás figyelhető meg e paramétereknél, a kontrollmérés során. Azonban a többi paraméter esetében negatív változás volt tapasztalható.

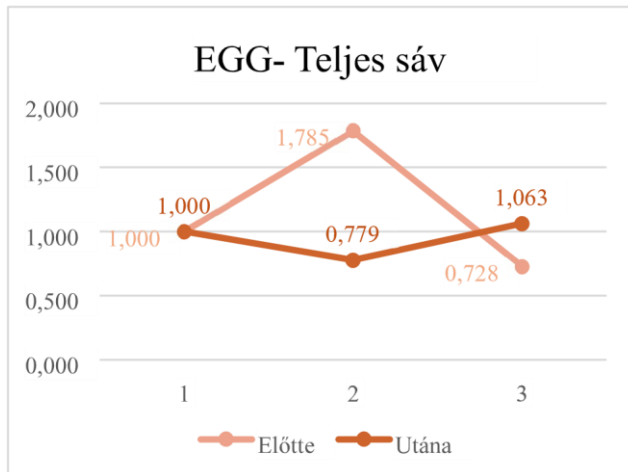


3. ábra: A2 alany kognitív tesztheinek eredményei
Fold Change számítással (NS.)
Forrás: Saját forrás

A mentális keménység kérdőív eredménye a tréning előtt 69,6%-os volt, ami 39 pontnak felel meg a maximális 56-hoz képest. A kontrollmérés során ez az érték 64,2%-ra csökkent. Összegezve A1 sportoló eredményeit, a gasztrális szervek összes paraméterénél leolvasható az ábrázolt vonaldiagramokról, hogy a kontroll mérés értéke a kezdeti érték alá csökkent a második periódusban. Ez azt mutatja, hogy a második mérés során kevésbé emelkedett a stressz szint. A VTS tesztnél azonban a várt eredménnyel ellenkezőleg, a kontroll mérés során a legtöbb paraméternél, illetve az EKG HR eredményeknél is csökkenő tendencia figyelhető meg, ez esetben pedig úgy vélem, hogy a gasztrális szervek összesítő értékeinél észlelhető nyugodtság, inkább apátiát eredményezett, amit a mentális keménység teszt értékei is alátámasztanak.

A2 sportoló eredményei a következőképp alakultak a gasztrális szervek összesítő értékei, a mentális keménység és a kognitív tesztek eredményei alapján.

A fejlesztés előtti mérésekhez képest a nyugalmi szakasz utáni stresszor megjelenését követően jelentős csökkenés figyelhető meg a gasztrális szervek motilitásában (4. ábra). Ugyanakkor a latencia szakaszban kisebb volt a megnyugvás a kontroll mérés során. Ezek alapján azt feltételezem, hogy a sportoló számára a protokollban alkalmazott stresszor nem jelentett olyan nagy kihívást a kontroll során, mint az első alkalommal.

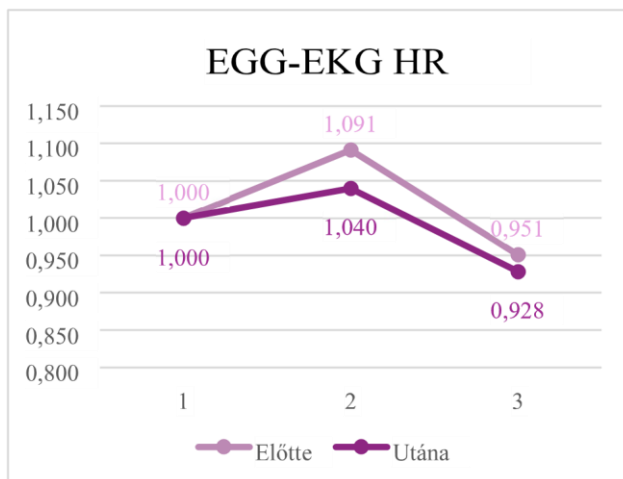


	1. periódus	2. periódus	3. periódus
A2 előtte	1,000	1,785	0,728
A2 utána	1,000	0,779	1,063

4. ábra: A2 alany gasztrális szervek vizsgálatának összesítő PS max. értékei (nyugalmi- stressz – latencia szakaszban)

Forrás: Saját forrás

Az EKG HR adatok alapján (5. ábra) megfigyelhető, hogy a sportoló gyomor motilitása a stressz hatására a kontroll mérés során is növekvő tendenciát mutatott, viszont a fejlesztés előtti méréshez képest csökkenő tendencia figyelhető meg a kontroll mérés során, ami mindenképp pozitív, hiszen azt mutatja, hogy a sportoló nyugodtabban, összeszedettebben tudott fókuszálni a feladat végrehajtásra.

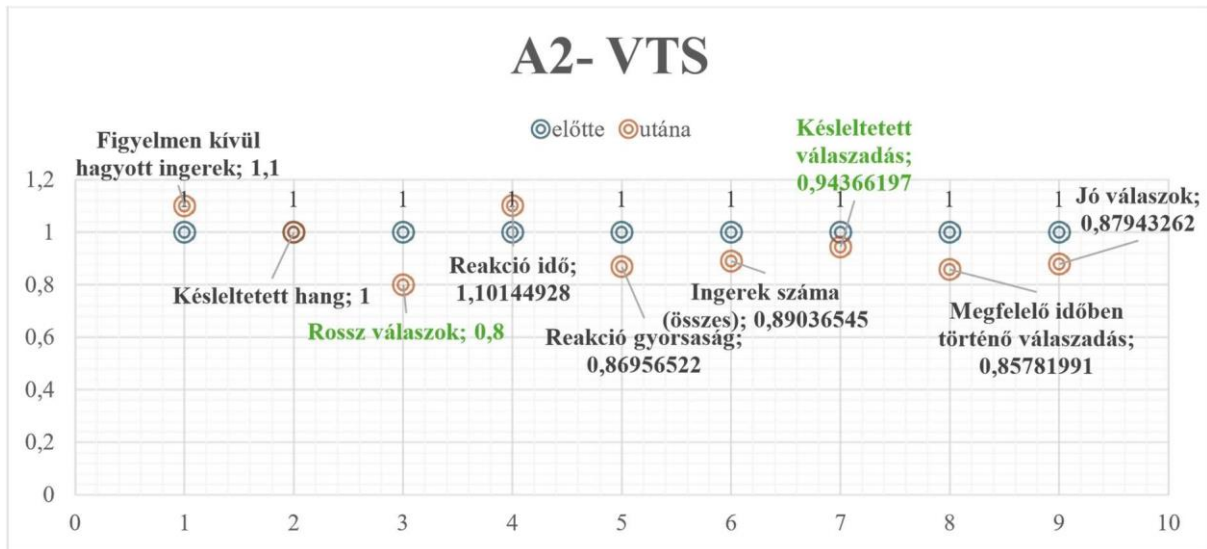


	1. periódus	2. periódus	3. periódus
A2 előtte	1,000	1,091	0,951
A2 utána	1,000	1,040	0,928

5. ábra: A2 alany EKG HR vizsgálatának összesítő PS max. értékei (nyugalmi- stressz – latencia szakaszban)

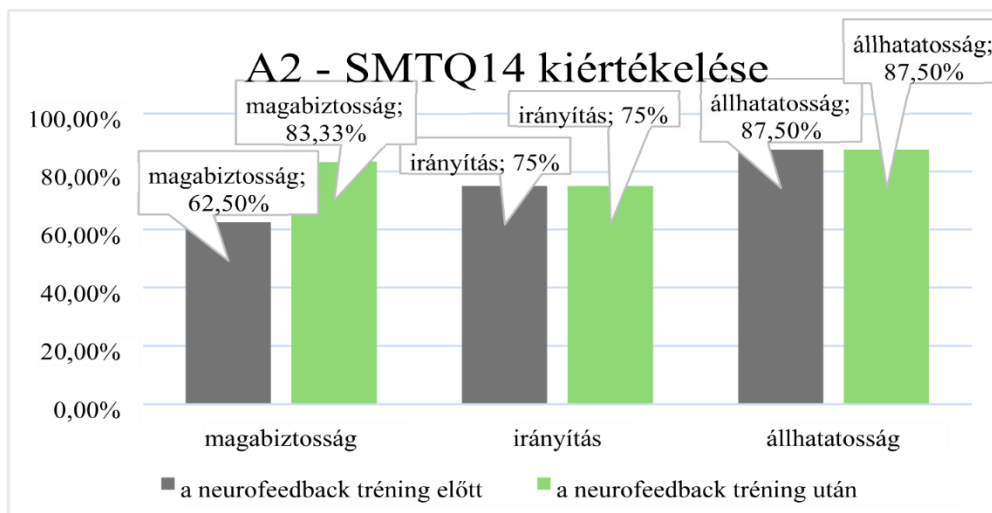
Forrás: Saját forrás

A kognitív tesztek eredményei (6. ábra) alapján, a késleltetett válaszadás és a rossz válaszok aránya is csökkent, azonban a többi paraméternél negatív változás volt megfigyelhető a kontroll mérést követően.



6. ábra: A2 alany kognitív tesztszereinek eredményei
 Fold Change számítással (NS.)
 Forrás: Saját forrás

A sportolói mentális keménység kérdőív eredményeit a diagram kiválóan szemlélteti (7. ábra). A2 alannál, az első kitöltést 73,21%-os értékét követően, a kontroll mérés során több, mint 10%-os javulás volt megfigyelhető, 83,92%-ot ért el a sportoló. Ez az alkomponensek tekintetében a magabiztosság területén mutatkozott meg, hiszen a kezdeti 62,5%-hoz mérten, a kontroll mérés során 83,33%-os eredmény született.



7. ábra: A2 alany sport mentális keménység kérdőív kitöltésének százalékos eredményei
 Forrás: Saját forrás

Összegezve, A2 alany esetében, a gastrális szervek összes paraméterénél elmondható, hogy a kontroll mérés során a második periódusban, a kezdeti kiinduló érték alá csökkent

a kapott érték. Az EKG HR értéknél a kontroll mérés során csökkenő tendencia volt megfigyelhető a tréning előtti adatokhoz képest, viszont növekvő tendencia látható a kontroll során a második periódus értékeit elemezve, mivel a stressz hatásra a gyomor motilitása emelkedett. A kognitív tesztek eredményei alapján látható, hogy két vizsgált értéknél pozitív irányú változás volt, viszont a legtöbb paraméternél negatív irányú volt a változás a kontroll mérés során. A mentális keménység tekintetében javulás volt megfigyelhető A2 alany esetében.

ÖSSZEZÉS

Az elmúlt évek tapasztalatai alapján kijelenthető, hogy napjaink élsportja dinamikusan fejlődik, mely abban is megmutatkozik, hogy nagyon felgyorsultak a játékok, a mérkőzések, jelen kutatás alanyainak esetében, az asszók. Az efféle élsport megköveteli, hogy kiemelt kognitív és affektív képességekkel rendelkezzenek versenyzők, hisz ez lehet a kulcs a döntő pillanatokban. A neurofeedback tréning gyakorlati haszna a kiegészítő módszerként való alkalmazásában mutatkozhat meg, hiszen ez az innovatív protokoll segíthet a sportoló teljesítményének a fokozásában. A neurofeedback tréning hatásával kapcsolatban azonban a nemzetközi irodalom nem fogalmaz egyértelműen. Jelen pilot kutatásban utánpótláskorú vívók kiegészítő edzéseként alkalmaztam a tréninget és figyeltem meg a mentális keménységre, stressztűrő-képességre, választásos reakcióképességre gyakorolt hatását.

A hat héten keresztül, heti két alkalommal megvalósuló program célja, a sportoló, egyéni, önmagához mért fejlődésének monitorozása volt, nem egymáshoz mérten vizsgáltam őket, hiszen az elemszám és az eltérő paraméterek ezt nem is tették volna lehetővé. A tréning előtt és azt követően kontroll mérésekre került sor.

Az eredményeket összegezve, a mentális keménységi - és a pszicho-fiziológiai mutatókban is megfigyelhető javulás, viszont számos paraméternél negatív irányú változás is látható mindkét alany esetében. Mindezek tekintetében egyéb tényezőket is szükséges figyelembe venni, hiszen két utánpótláskorú sportolóról van szó. Lényeges szót ejteni a serdülő – és ifjúkori sajátosságokról, változásokról, a hangulat – és teljesítmény pozitív- és negatív irányú ingadozásairól, amelyek ebben a korban meghatározók lehetnek egy ilyen fejlesztés esetében.

Statisztikailag az alacsony elemszám miatt szignifikáns különbség nem mutatható ki, így a tréning hatásossága ellentmondásos.

Következtetés: A tréning, mint edzésmódszer hasznos lehet, de további pontosítások és fejlesztések szükségesek a protokollt illetően, illetve indokolt az elemszám bővítése.

„A Kulturális És Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-2-1 Kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának A Nemzeti Kutatási, Fejlesztési És Innovációs Alaphól finanszírozott szakmai támogatásával Készült.”



IRODALOMJEGYZÉK

Balogh, L., Petrovszki, Z., Mikulán, R., Nagy, A., Dorka, P., & Molnár, A. (2016). Akut pszichés stressz mérésére alkalmas, a gasztrointesztinális rendszer motilitásán alapuló diagnosztikai eszköz tesztelésének eredményei. In: Molnár A.; Balogh L.; Viorel AP, Alattyányi, I.; & Gyóri, F. (szerk.) *SPORTTUDOMÁNYI KALEIDOSZKÓP: Sportszakmai tanulmány-, és szakcikk gyűjtemény* Szeged, Magyarország: Szegedi Tudományegyetem Juhász Gyula Pedagógusképző Kar, 70-86.

Ballon, JH., Theodorakis, Y., & Auwelle, YV. (2004). Combined effect of goal setting and self-talk in performance of a soccer-shooting task, *Percept Mot Skills*, 98, (1), 89-99.

Bazanova, O. (2012). Comments for Current Interpretation EEG Alpha Activity: a Review and Analysis. In: *Journal of Behavioral and Brain Science*, 2, 239-248.
<https://doi.org/10.4236/jbbs.2012.22027>

Besserve, M., Philippe, M., Florence, G., Laurent, F., Garnero, L., & Martinerie, J. (2008). Prediction of performance level during a cognitive task from ongoing EEG oscillatory activities. *Clinical Neurophysiology*, 119, 897–908.

Cole, B. (2008). *The Mental Game Of Fencing Use Your Mind To Improve Your Performance, The Mental Game Coach™* Silicon Valley, Sports Psychology Coaching California.

Cherapkina, L. (2012). The neurofeedback successfulness of sportsmen. *JHSE*, 7, 116–127.

Cheron, G., Petit, G., Cheron, J., Leroy, A., Cebolla, A., Cevallos, C., ... & Dan, B. (2016). Brain oscillations in sport: toward EEG biomarkers of performance. *Frontiers in psychology*, 7, 246.

Connaughton, D., Wadey, R., Hanton, S., & Jones, G. (2008). The development and maintenance of mental toughness: Perceptions of elite performers. *Journal of Sports Sciences*, 26, 83–95.

Crust, L., & Clough, PJ. (2011). Developing mental toughness: From research to practice. *Journal of Sport Psychology in Action*, 2, (1), 21-32.

De Brito, MA., Fernandes, JR., Esteves, NSA., Müller, VT., Alexandria, DB., Pérez, DIV., ... & Miarka, B. (2022). The Effect of Neurofeedback on the Reaction Time and Cognitive Performance of Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16.



F. Nagy, B., Pucsok, JM., & Balogh, L. (2024). The Investigation of Biofeedback and Neurofeedback Training on Athletic Performance-systematic Review. *Revista de Psicología del Deporte (Journal of Sport Psychology)*, 33, (1), 212-217.

Fletcher, D., Hanton, S., & Mellalieu, SD. (2008). *An organizational stress review: Conceptual and theoretical issues in competitive sport*. New York, NY: Nova Science Publishers.

Gong, A., Gu, F., Nan, W., Qu, Y., Jiang, C., & Fu, Y. (2021). A Review of Neurofeedback Training for Improving Sport Performance From the Perspective of User Experience. *Front. Neurosci.* 15:638369. doi: 10.3389/fnins.2021.638369

Hanin, YL. (2000). Individual Zones of Optimal Functioning (IZOF) Model: Emotionperformance relationship in sport.

Herrmann, CS., Lenz, D., Junge, S., Busch, NA. & Maess, B. (2004). Memory-matches evoke human gamma-responses. In: *BMC Neurosci.* 5, 13.

Horváth, D., Négyesi, J., Györi, T., Szücs, B., Tóth, PJ., Matics, Z., . . . & Rácz, L. (2022). Application of a Reactive Agility Training Program Using Light-Based Stimuli to Enhance the Physical and Cognitive Performance of Car Racing Drivers: *A Randomized Controlled Trial. Sports Medicine - Open*, 8, (1), 113. doi: 10.1186/s40798-022-00509-9

Jensen, O., Kaiser, J., & Lachaux, JP. (2007). Human gamma-frequency oscillations associated with attention and memory. In: *Trends Neurosci.* 30, 317–324.

Kerick, SE., Douglass, LW., & Hatfield, BD. (2004). Cerebral cortical adaptations associated with visuomotor practice. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1, 118–129.

Klimesch, W., Schimke, H., & Schwaiger, J. (1994). Episodic and semantic memory: an analysis in the EEG theta and alpha band. In: *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 91, 428–441.

Landers, DM., Han, M., Salazar, W., Petruzzello, SJ., Kubitz, KA., & Gannon, TL. (1994). Effect of learning on electroencephalographic and electrocardiographic patterns in novice archers. *Int J Sport Psychol*, 22, 56–71.

Mahmoud, S., Popa, C., & Botea, C. (2022). Effect of mental toughness training on performance strategies and performance level of complex skills for youth epee fencers. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*, 22, (1).



Makra, G., & Balogh, L. (2021). PSYCHOLOGICAL STRESS MONITORING USING INVASIVE AND NON-INVASIVE METHODS IN ATHLETES. *Stadium-Hungarian Journal of Sport Sciences*, 4, (1).

Müller, MM., & Keil, A. (2004). Neuronal synchronization and selective color processing in the human brain. *J. Cogn. Neurosci.* 16, 503–522.

Nabil, I. (2003). The basics of the art of fencing, Faculty of Physical Education for Boys, Helwan University, Cairo. (Arabic), *International Society for Neuroregulation & Research*, <https://isnr.orq/neurofeedback-introduction>

Németh, K., & Balogh, L. (2020). THE RELATIONSHIP BETWEEN AROUSAL ZONE, ANXIETY, STRESS AND SPORTS PERFORMANCE. *Stadium - Hungarian Journal of Sport Sciences*, 3, (2), <https://doi.org/10.36439/SHJS/2020/2/8603>.

Ong, N. (2015). The use of the Vienna Test System in sport psychology research: A review. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 8, (1), 1-20.
<https://doi.org/10.1080/1750984X.2015.1061581>

Ratib, O. (2000). Training of psychological skills and their applications in the sports field, Dar al-Fikr al- Arabi, Cairo, Cairo. (Arabic)

Ring, C., Cooke, A., Kavussanu, M., McIntyre, D., & Masters, R. (2015). Investigating the efficacy of neurofeedback training for expediting expertise and excellence in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, 118- 127.
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.08.005>

Schwartz, MS., & Andrasik, F. (2017). *Biofeedback: A parcticioner's guide*. Guilford Publications.

Selye, J. (1978). *Életünk és a stressz*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Shaw, L., Zaichkowsky, L, & Wilson, V. (2012). Setting the balance Using biofeedback and neurofeedback with gymnasts. *J. Clin Sport Psychol*, 6, 47–66.

Sheard, M., Golby, J., & van Wersch, A. (2009). Progress Toward Construct Validation of the Sports Mental Toughness Questionnaire (SMTQ). *European Journal of Psychological Assessment*, 25, (3), 186–193.

Strizhkova, T, Cherapkina, L., & Strizhkova, O. (2012). Neurofeedback course applying of high skilled gymnas-tics in competitive period. *JHSE*, 7, 185–193.



Tallon-Baudry, C., Bertrand, O., Henaff, MA., Isnard, J., & Fischer, C. (2005). Attention modulates gamma-band oscillations differently in the human lateral occipital cortex and fusiform gyrus. In: *Cereb. Cortex*. 15, 654–662.

Torma, EP., & Balogh, L. (2021). BREAKABLE PERFORMANCE - THE ROLE OF MENTAL TOUGHNESS IN ELITE SPORT, INTERNATIONAL OUTLOOK. *Stadium - Hungarian Journal of Sport Sciences*, 4(1). <https://doi.org/10.36439/shjs/2021/1/9498>.

Xiang, MQ., Hou, XH., Liao, G., Liao, JW., & Hu. M. (2018). The effect of neurofeedback training for sport performance in athletes: A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 36, 114-122.

