

Képzés és Gyakorlat

Training & Practice

20. évfolyam, 2022/1-2. szám

Képzés és Gyakorlat

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus Neveléstudományi Intézetének
és a Soproni Egyetem Benedek Elek Pedagógiai Karának
neveléstudományi folyóirata

20. évfolyam 2022/1–2. szám

Szerkesztőbizottság

Kissné Zsámboki Réka főszerkesztő

Szerkesztők:

Pásztor Enikő, Molnár Csilla

Kloiber Alexandra, Frang Gizella, Patyi Gábor,

Kitzinger Arianna angol nyelvi lektor

Szerkesztőbizottsági tagok:

Podráczky Judit, Varga László, Belovári Anita,

Kövérné Nagyházi Bernadette, Szombathelyiné Nyitrai Ágnes, Sántha Kálmán

Nemzetközi Tanácsadó Testület

Ambrusné Kéri Katalin, Pécsi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar, Pécs, HU

Andrea M. Noel, State University of New York at New Paltz, USA

Bábosik István, Kodolányi János Főiskola, Székesfehérvár, HU

Horák Rita, Újvidéki Egyetem, Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, Szabadka (Szerbia),

Tünde Szécsi, Florida Gulf Coast University, College of Education, Fort Myers, Florida, USA

Jaroslaw Charchula, Jesuit University Ignatianum In Krakow, Faculty of Pedagogy Krakow, PO

Suzy Rosemond, KinderCare Learning Center, Stoneham, USA

Krzysztof Biel, Jesuit University Ignatianum in Krakow, Faculty of Education, Krakow, PO

Jolanta Karbowniczek, Jesuit University Ignatianum in Krakow, Faculty of Education, Krakow, PO

Maria Franciszka Szymańska, Jesuit University Ignatianum in Krakow, Faculty of Education, Krakow, PO

Abdülkadir Kabadayı, Necmettin Erbakan University, A.K. Faculty of Education, Konya, TR

Szerkesztőség

Kissné Zsámboki Réka főszerkesztő

Soproni Egyetem Benedek Elek Pedagógiai Kar

Képzés és Gyakorlat Szerkesztősége

E-mail: kissne.zsamboki.reka@uni-sopron.hu

9400, Sopron, Ferenczy János u. 5.

Telefon: +36-99-518-930

Web: <http://trainingandpractice.hu>

Web-mester: Horváth Csaba

Felelős kiadó: Varga László dékán

A közlési feltételeket

a <http://trainingandpractice.hu> honlapon olvashatják szerzőink

Képzés és Gyakorlat

Training and Practice

20. évfolyam, 2022/1-2. szám

Volume 20, 2022 Issue 1-2.

TARTALOM

Table of Contents

TANULMÁNYOK

DINNYÉS KATALIN JULIANNA – PUSZTAFALVI HENRIETTE: <i>Digitális oktatás (hiánya) az egészségnevelésben – összehasonlító elemzés</i>	5
EMRI ZSUZSA – ANTAL KÁROLY: <i>Az elektorenkefalográfia alkalmazása az oktatásban</i>	14
IZSÁK HAJNALKA: <i>Javítóintézeti nevelők metaforákban tükröződő intézményképe</i>	28
SZONTAGH PÁL: <i>Hivatás- és pályamotiváció a Kárpát-medencei óvodapedagógus- és tanítójelöltek körében</i>	41

KÉPZÉS ÉS GYAKORLAT

CSÁKINÉ DOBOS LAURA: <i>Környezettudatosságra nevelés a múzeumokban</i>	50
GERLANG VIVIEN: <i>Fogalmi térképekkel és gondolattérképekkel támogatott földrajztanulás</i>	59
GŐSI ZSUZSANNA – KASSAY LILI: <i>Az online oktatás nehézségei a sportszervező képzésen</i>	71
HORVÁTH KATALIN: <i>Teaching Creative Musical Skills: Different Ways of Development in Instrumental Music Education</i>	80

KISZL PÉTER:
Pénzügyi kultúra a könyvtár- és információtudományi képzésben..... 98

MILU ILDIKÓ – BALOGH BENCE – NAGY DÁVID – KOCSIS ZSÓFIA:
*A kreatív tanulás és tanítás szolgálatában Gamifikációs értékelés
a saját fejlesztésű MotivApp applikációval* 110

RECENZIO

VÓDLI ZSOLT ISTVÁN:
A II. világháborút bemutató múzeumok a békére nevelésért 122

EMRI ZSUZSA¹ – ANTAL KÁROLY²**Az elektorenkefalográfia alkalmazása az oktatásban**

Elektorenkefalográfiával (EEG) a kognitív folyamatok jó időbeli felbontással követhetők, a hordozható készülékek valós környezetben történő adatrögzítést is lehetővé tesznek. A regisztrátumok értelmezéséhez azonban vizsgálni kell, hogy a laboratóriumi körülmények között feltárt EEG jellemzők érvényesülnek-e komplex környezeti hatások mellett. Három különböző nehézségű feladat közben rögzítettük egyetemisták EEG aktivitását, a feladatok eredményét és a résztvevők szubjektív értékelését. A regisztrátumok nagyfokú egyéni variabilitást mutattak, ráadásul az egyéb hatásokra (például kialvatlanság) adott válaszok akár ellentétesek is lehettek, de a figyelem és az alfa aktivitás jellemzői elvárásainknak megfelelően változtak. A feladatok eredményére egyik EEG jellemző se utalt megbízhatóan. Az EEG-t a tanulási folyamat értékelésére egyéb pedagógiai értékelő módszerekkel kiegészítve érdemes alkalmazni.

Bevezetés

A könnyen kezelhető, hordozható mérőműszerek lehetővé teszik, hogy a tanulást ne csak laboratóriumokban, hanem osztálytermekben, vagy távoktatási környezetben vizsgáljuk (Marin, 2021). Az elektroencefalográfia (EEG) alkalmas lehet a célra, mivel az EEG jel közvetlenebbül kapcsolódik a tanulási, figyelmi folyamatokhoz, mint a viselkedés monitorozásánál figyelembe vett egyéb jellemzők (szemmozgás, fej vagy egyéb testrészek mozgása, mimika), vagy a vegetatív idegrendszer aktivitása. Ezenfelül az EEG-nek jó az időbeli felbontása, a mérést egészségeseken is elvégezhetjük és akárhányszor ismételtetjük (Tinga et al., 2019).

EEG hullámok

Az idegrendszerben a kommunikáció elektromos impulzusok segítségével történik. Az EEG a hajjas fejbőrön és koponyacsonton keresztül sok, szinkron aktiválódó idegsejt által generált elektromos mezőt érzékeli. Ezt a jelet frekvenciatartományokra osztják, delta (1,5-3,5 Hz), theta (3,5-7,5 Hz) alfa (7,5-12,5 Hz) béta (12,5-30 Hz) és gamma (30-70 Hz) (Steriade et al. 1990). Az egyes tartományok éberségi állapotokhoz és kognitív tevékenységekhez köthetőek.

¹ PhD, főiskolai tanár, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, TTK, Állattani Tanszék; email: emri.zsuzsanna@uni-eszterhazy.hu

² PhD, főiskolai docens, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, TTK, Állattani Tanszék; email: antal.karoly@uni-eszterhazy.hu

A nyugalmi ébrenléti EEG fő komponense felnőtteknél az alfa aktivitás, különösen behunytt szemmel az occipitális kéreg felett jelentős mértékű. Az alfa aktivitás gátló jellegű, az irányított figyelem kialakításában játszik fontos szerepet (Klimesch, 1997; Ward, 2003). A tanulási folyamat elején, a kérgen a béta aktivitás dominál, ez kapcsolódik a környezeti ingerek detektálásához és feldolgozásához, különösen felülről lefelé irányuló (top-down) folyamatoknál (Benchenane et al., 2011). A gyakorlás során a kezdeti általános kérgi aktivitást, a feladatmegoldáshoz közvetlenül kapcsolódó területeken megmaradó béta, és a többi területen kialakuló alfa aktivitás váltja fel, az utóbbinak a zavaró információ kizárásában van szerepe (Jaquess et al., 2018). A théta aktivitás az információ kódolási folyamat aktív kísérője: emléknymok elraktározásakor, illetve memóriából történő előhívásakor növekszik (Jaquess et al., 2018). Az EEG aktivitásnak sok örökletes komponense van, egy adott egyén EEG aktivitása standard körülmények között reprodukálható jellegzetességeket mutat (Smit et al., 2005). Különböző egészséges emberek EEG aktivitása azonban nagyon eltérő lehet: a normál populáción belüli, illetve egészséges és beteg populációk közötti eltérések hasonló mértékűek lehetnek (Stevellink et al., 2021). Az EEG aktivitásra több frekvenciasávban is ható örökletes tényezők egy része nem függ össze az idegi aktivitással, ilyen például a koponyacsont vastagsága, az agykéreg körüli szövetek vezetőképessége. Ezek ugyan fontos meghatározói az EEG regisztrátumoknak, de semmit nem árulnak el az idegrendszerről. Mások, például a pacemaker sejtek sajátosságait vagy a különböző ioncsatorna variánsokat kódoló gének, kapcsolatban vannak az idegrendszeri oszcillációk szerveződésével és meghatározzák a nyugalmi EEG aktivitás sajátosságait (Smit et al., 2005).

Kognitív folyamatok jellemzése EEG aktivitással

Egy-egy kognitív feladat alatti aktivitási mintázat számszerűsítéséhez különböző kérgi területek aktivitásaiból számolt mérőszámokat használnak. A figyelmet a frontális théta és béta frekvenciasáv teljesítményének hányadosával jellemzik, a nagy théta/béta hányados megbízható jelzője a figyelemhiányos szindrómának (Angelidis et al., 2016), egészséges személyekben pedig akkor magas, amikor a feladatmegoldás alatt gondolataik elkalandoznak (van Son et al., 2019). A bevonódásnál az éberségre utaló béta frekvencia és a két lassúbb komponens, a théta és alfa hányadosát használják, ez a hányados a legjobban akkor korrelál az érdeklődéssel, amikor a frontális elektródákon mért aktivitásokat vesszük figyelembe (Booth et al., 2018). Ha a gátolt területeket is figyelembe vesszük akkor a kognitív terhelés mértékét kapjuk meg, ezt a frontális théta és poszterior/occipitális alfa teljesítmény hányadosaként

értelmezik általában (Booth et al., 2018). Összetettebb feladatok esetén a frontális théta aktivitás növekszik, míg az occipitális alfa csökken (Gevin et al., 1997).

Ezek a vizsgálatok nagyrészt ismételt, jól időzített ingerekre adott válaszok sajátosságait tükrözik. A legtöbb tanulási folyamat azonban nem ilyen környezetben történik, ezért tanulmányunkban egy, az osztálytermi környezetet jobban közelítő helyzetben vizsgáljuk, hogy három eltérő nehézségű feladat (csukott szemű relaxáció, szövegértelmezés és fejszámolás) alatt rögzített EEG aktivitás, milyen mértékben mutatja a laboratóriumi körülmények között leírt különbségeket, illetve az EEG jellemzők és az egyéb értékelő módszerek eredményei között van-e kapcsolat.

Anyag és módszer

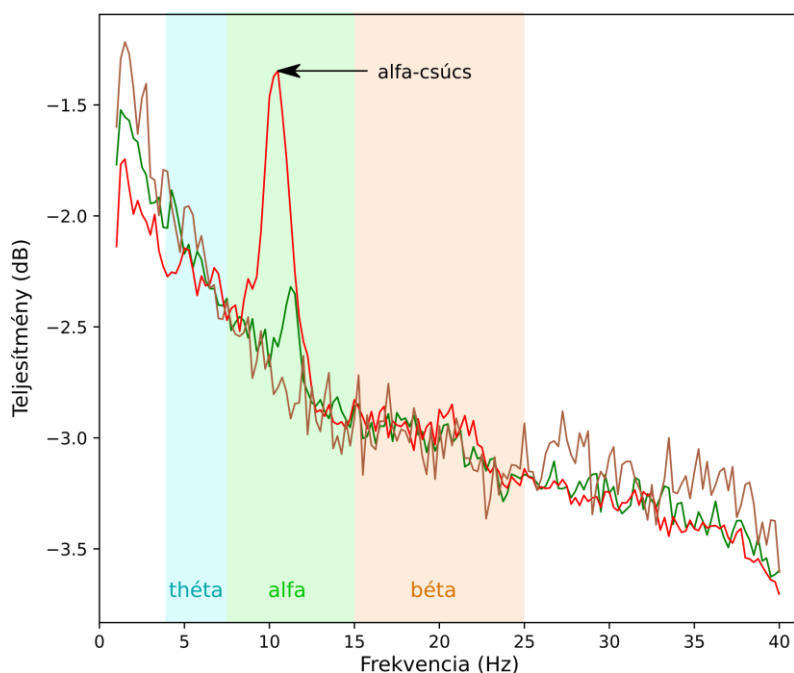
Az Eszterházy Károly Egyetem Digitális Technológia Intézet Humáninformatika Tanszékével együttműködve végeztünk EEG-méréseket, 14 csatornás Emotiv EPOC EEG készülékkel (www.emotiv.com).

A mérés menete

A mérést megelőzően ismertettük a kísérlet menetét, a résztvevők (11 egyetemista, ebből 4 férfi) tájékoztatást kaptak a készülékkel nyerhető EEG regisztrátumok jellemzőiről, az adatelemzés módjáról, és a mérési adatok anonimitásának biztosításáról. Az ismertetőt írásban is megkapták, és ezután járultak hozzá a kísérletben való részvételhez. Mindenki két alkalommal vett részt mérésen, egyszer átlagos mennyiségű alvás után (kontroll) egyszer pedig akkor, amikor csak 4-5 órát tudott csak aludni (kialvatlan). A mérés az EEG készülék felhelyezésével kezdődött. Ez a művelet 10-30 percet vett igénybe fejformától, hajzattól függően, ezután a feladatok és a kérdőív kitöltése 20-25 perc volt. Az EEG méréséhez az Emotiv Xavier programot használtuk. A Power Point prezentációkban csukott szemű relaxáció, szövegértés és fejszámolási feladatok szerepeltek. A relaxációs zene hallgatása 4 percig tartott. A szöveg az olvasáshoz ~400 szó (~3000 karaktert) hosszú regényrészlet vagy biológiai ismeretterjesztő szöveg volt. A kiválasztott részlet nem tartalmazott definíciókat, ismeretlen szavakat, és leíró jellegű volt. A számolási feladat 20 kétjegyű szám összeadásából, illetve kivonásából állt. A szövegértési és számolási feladatok befejezését a kísérleti alanyok a következő feladatra váltással jelezték, így ki tudtuk számolni a feladatra fordított időt. A kísérlet végén a résztvevőknek a szöveghez kapcsolódó kérdésekre kellett válaszolniuk, illetve kitöltöttek egy kérdőívet, amelyben értékelték teljesítményüket, nyilatkoztak a szöveg érdekességéről, arról, hogy sikerült-e a relaxáció, milyen hatása volt a zenének és hogy a készülék befolyásolta-e a teljesítményüket.

Kiértékelés

Az elemzés során a nyers EEG adatokat fast Fourier transzformáció (FFT) felhasználásával frekvencia sávokra bontjuk (Dumermuth és Molinari, 1987). A frontális (AF3, F7, F3, F4, F8, AF4) és a két occipitális (O1, O2) elvezetés *Fourier* spektrumát (FFT) képeztük, és minden feladat során számszerűsítettük a théta (4-8 Hz), alfa (8-15 Hz), béta (15-25 Hz) és a teljes tartomány (1-25 Hz) teljesítményét. Az elektródák eltérő érintkezéséből, csontvastagságból, fejformából adódó különbségek csökkentése céljából az összehasonlításokhoz relatív EEG teljesítményeket használtunk (adott tartományra eső teljesítmény/teljes teljesítmény). Az alfa aktivitással kapcsolatban meghatároztuk a teljesítményspektrumon látható alfa csúcs amplitúdóját és a csúcshoz tartozó frekvenciát is (1. ábra). A figyelmet a béta és théta értékek hányadosaként adtuk meg (Angelidis et al., 2018). A bevonódásnál az AF3, AF4, F3, F4 elektródokon mért aktivitásokra számoltuk ki a béta és a két lassúbb komponens (théta, alfa) összegének hányadosát (Booth et al., 2018). A kognitív terhelést az F3, F7, F4 és F8 elektródokon mért théta és az O1, O2 elektródokon mért alfa aktivitások hányadosaként definiáltuk (Gevin et al., 1997).



1. ábra: EEG aktivitások Fourier spektruma

Csukott szemű relaxáció (piros), olvasás (zöld) és számolás (barna) alatt elvezetett EEG aktivitás Fourier spektrumai.

Az EEG regisztrátum elemzésekhez Python (Python software foundation, 2.7.12) program ‘scipy.signal’ (0.17.0) és ‘spectrum’ (0.7.1) csomagokat (Cokelaer, 2012-2017; Jones et al., 2001) használtuk. A statisztikai próbákat R programban végeztük (R Core Team, 2021) az egyes EEG hullámok alatti teljesítmények összehasonlításához Student T tesztet, az egyes tényezők közötti korrelációk megállapításához Spearmann-féle korrelációs tesztet használtuk.

Eredmények

Az EEG aktivitás jellemzői relaxáció alatt

Először a résztvevők relaxáció alatti EEG aktivitásának fő komponensét adó alfa aktivitását vizsgáltuk kontroll állapotban felvett regisztrátumokban (1. táblázat).

	AF3 (átlag±SD; min–max)	O1 (átlag±SD; min–max)	T test
Alfa teljesítmény	0,28±0,12; 0,13 – 0,48	0,37±0,17; 0,12 – 0,56	*
alfa–théta arány	1,08±0,91; 0,32 – 3,56	1,97±1,70; 0,32 – 5,73	*
alfa csúcs amplitúdó (dB)	1,15±0,84; 0 – 2,33	1,62±0,99; 0 – 2,89	*
alfa csúcsfrekvencia (Hz)	10,23±0,79; 9 – 11,5	10,26±0,79; 8,83 – 11,5	ns
AF3–O1 csúcsfrekvencia diff. (Hz)	-0,21±0,55; -1,5 – 0,17		

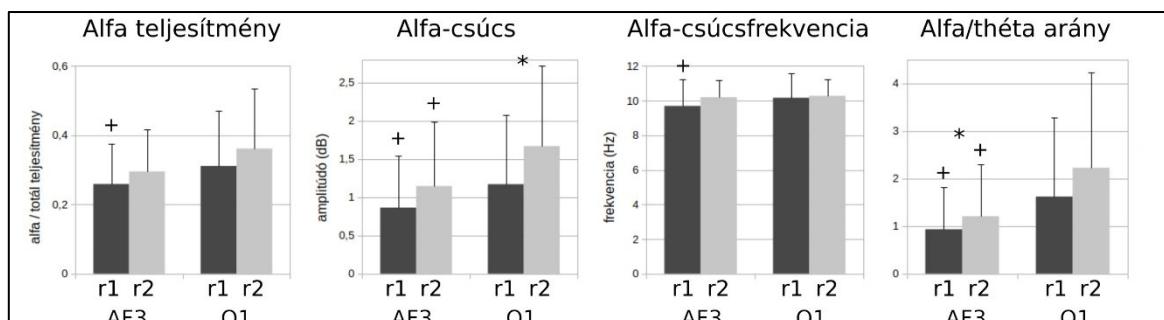
1. táblázat: A csukott szemű relaxáció alatti alfa aktivitás jellemzői

Occipitálisan az alfa aktivitás magasabb volt mint anterofrontálisan. Ez alól 2 személy volt kivétel. Az alfa aktivitás csúcsfrekvencia értéke lehetett frontálisan illetve occipitálisan is magasabb

* $p < 0,05$; ns: $p \geq 0,05$ az AF3 és O1 elektródán mért értékek összehasonlításakor.

Ahogy a táblázat mutatja, az értékek széles tartományban mozogtak, de occipitálisan (O1) magasabbak voltak, mint a frontálisan (AF3). Volt olyan résztvevő, akinél a Fourier transzformátumon nem volt alfa-csúcs se a frontális, se az occipitális kérgen. A feladatsorban két relaxáció szerepelt: az első a mérés kezdetén a második a feladatok között. Az első relaxációban (r_1) az alfa/théta arány és az occipitális alfa-csúcs is alacsonyabb volt, mint a feladatok közöttiben (2. ábra), de erős korreláció volt a két relaxáció alatt mért értékek között. A környezeti hatások közül az éberség szint, a stressz és a szorongás kapcsolódik az alfa aktivitás mértékéhez, bármelyik tényező növekedése az alfa aktivitás csökkenését okozza (Ahn

et al., 2019; Schmidt et al., 2009). Feltételeztük, hogy az első relaxációs periódusban a szokatlan helyszín, és a felhelyezett EEG készülék zavaró hatása jobban érvényesült. Ez a zavaró hatás gyorsan csökkent, a feladatsor végén kitöltött kérdőívekben a résztvevők már úgy ítélték meg, hogy teljesítményüket az EEG készülék nem befolyásolta. A további összehasonlításokhoz a feladatok közötti relaxációt használtuk, hogy a kezdeti stressz hatását kiküszöböljük.



2. ábra: A két relaxációs periódus, illetve az anterofrontális és occipitális aktivitás összehasonlítása

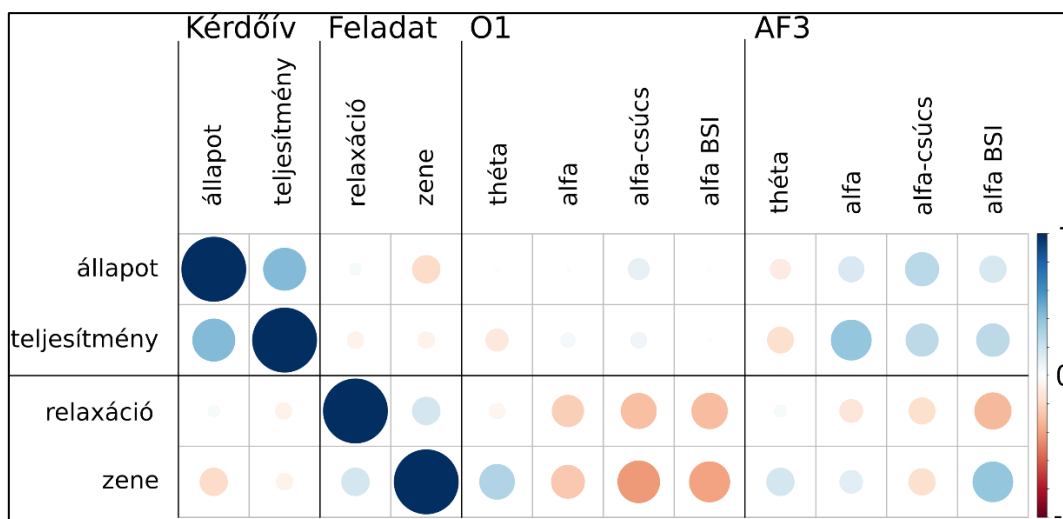
A két relaxáció (r1 és r2) közötti eltérés csak az occipitális (O1) alfa-csúcs amplitúdók és a frontális (AF3) alfa/théta arány esetén volt szignifikáns, az első relaxáció alatti érték kisebb volt.

A frontális (AF3) és occipitális (O1) elektródák közötti eltérések: az első relaxációs periódusban (r1) a frontális érték mindenütt szignifikánsan alacsonyabb volt, a második relaxációs periódusban (r2) csak az alfa-csúcs amplitúdója és az alfa/théta arány.

r1: első relaxáció; r2: második relaxáció; AF3: anterofrontális elektród, O1: occipitális elektród.

*: $p < 0,05$ az r1 és r2 összehasonlításakor. +: $p < 0,05$ az AF3 és O1 összehasonlításakor.

A fáradtság hatásának vizsgálatához az egyes résztvevők kontroll és kialvatlan állapotban regisztrált EEG aktivitásait használtuk. Nem volt szignifikáns különbség az alfa aktivitás jellemzőiben, miután volt olyan kísérleti személy, akinél a kevés alvás az alfa aktivitás növekedését eredményezte, és olyan is akinél a csökkenését. Alfa aktivitás csökkenést egy személy kivételével azok mutattak, akik rossznak ítélték teljesítményüket. Náluk valószínűleg a szorongás dominált. Akik átlagosnak ítélték teljesítményüket kialvatlanul, azoknál alfa aktivitás növekedést láttunk, itt az éberségi szint csökkenése volt a domináns hatás. Az occipitálisan mért alfa aktivitás enyhe negatív korrelációt mutatott a kérdőívben kiválasztott sikeres relaxáció válasszal: akkor mértünk alacsony alfa aktivitást, amikor a résztvevő úgy érezte, hogy a zene nyugtató, relaxáló hatású volt (3. ábra).



3. ábra: A relaxáció alatt mért EEG aktivitások egyes komponenseinek korrelációja a feladatlapon eredményeivel és a kérdőívben rögzített értékelésekkel

Az AF3 és O1 elektródán regisztrált EEG aktivitás jellemzőinek korrelációs együtthatóit ábrázoltuk. A körök mérete és színük mélysége jelzi a korrelációs együttható nagyságát. A kérdőívben az állapokra (kialvatlan vagy kontroll) és a teljesítményre (rossz, átlagos, jó) kérdeztünk rá. A feladat a relaxáció sikerének és a zene hatásának (zavaró, semleges, jó, de nem relaxációs, nyugtató,) megítélése volt. Alfa BSI: a két félteke közötti alfa teljesítmény aszimmetriáját mutatja.

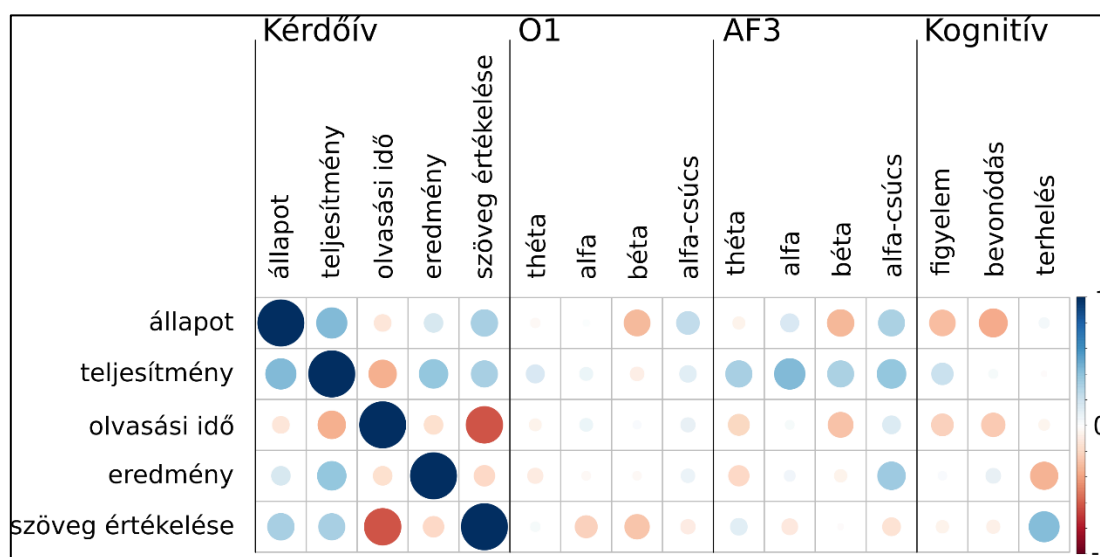
A feladatok alatti EEG aktivitás jellemzői

A feladatok alatti aktivitásnál a szem nyitásához kapcsolódóan az alfa aktivitás csökkenése tapasztalható, különösen occipitálisan (1. ábra) (Barry et al., 2007).

A szövegértési feladat könnyű volt, az eredmények kontroll és kialvatlan állapotban nem különböztek egymástól ($76,9 \pm 18,75$ és $75,6 \pm 26,51$ $p > 0,05$). Az olvasott szövegről kedvezően (érdekes, izgalmas volt) inkább kontroll állapotban érkező személyek nyilatkoztak. Az EEG jellemzői közül a bevonódás alacsonyabb volt kontroll állapotban ($0,86 \pm 0,23$ és $1,06 \pm 0,36$; $p < 0,05$), kialvatlanul valószínűleg nehezebb volt a szöveg követése.

Az önértékelésnél megadott teljesítmény pozitívan korrelált az eredménnyel ($\rho = 0,35$) és negatívan az olvasással töltött idővel ($\rho = -0,31$), az EEG hullámok közül pedig az alfa (AF3: $\rho = 0,21$; O1: $\rho = 0,21$) illetve a frontális béta (AF3: $\rho = 0,21$) teljesítménnyel. Erős negatív korrelációt kaptunk a szöveg értékelése és az olvasási idő között ($\rho = -0,86$). Akinek tetszett a szöveg gyorsabban elolvasva, mint az, aki nehéznek, szokatlannak, vagy unalmasnak találta, de közben magasabb kognitív terhelés értéket mutatott ($1,53 \pm 0,35$; $1,17 \pm 0,20$; $p < 0,05$). Az eredménnyel az AF3 és O1 elektródokon is az alfa csúcs ($\rho = 0,25$), a théta aktivitás ($\rho = -$

0,27) és a terhelés ($\rho=-0,56$) korrelált. A figyelem a szövegértési feladattal kapcsolatban rögzített egyetlen jellemzővel sem korrelált (4. ábra).

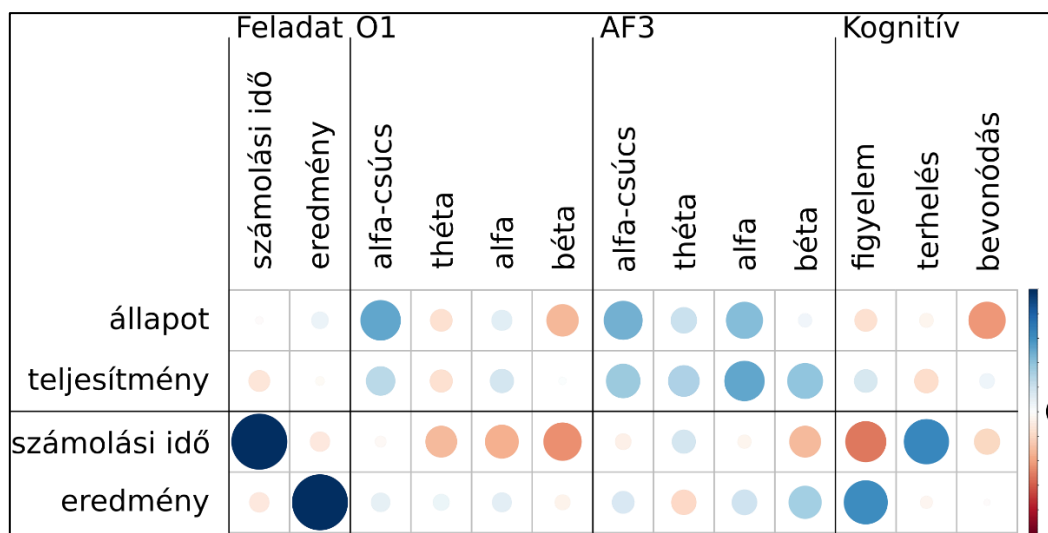


4. ábra: A szövegértési feladat alatti EEG aktivitás korrelációja a feladatlap eredményeivel és a kérdőívben rögzített értékelésekkel

Az AF3 és O1 elektródán regisztrált EEG aktivitás és a kognitív folyamatok (figyelem, bevonódás, terhelés) EEG értékekből számolt jellemzőinek korrelációs együtthatóit ábrázoltuk. A körök mérete és színük mélysége jelzi a korrelációs együttható nagyságát. A kérdőívben az állapotra (kialvatlan vagy kontroll) és a teljesítményre (rossz, átlagos, jó) kérdeztünk rá, az eredmény a szöveggel kapcsolatos kérdésekre adott válaszok helyessége, a szöveg értékelése pedig résztvevők véleménye az olvasott szövegről (unalmas, elment, szokatlan, érdekes).

A fejszámolás nehéznek bizonyult, mindössze 5 helyes eredmény volt. A kontroll és kialvatlan személyek eredményessége közt nem volt különbség, és EEG aktivitásaik sem különböztek egymástól. A kognitív jellemzők közül a bevonódás, ugyanúgy, mint az olvasási feladat esetén alacsonyabb volt kontroll állapotban, mint kialvatlanul ($0,83\pm 0,16$ és $0,99\pm 0,23$; $p<0,05$).

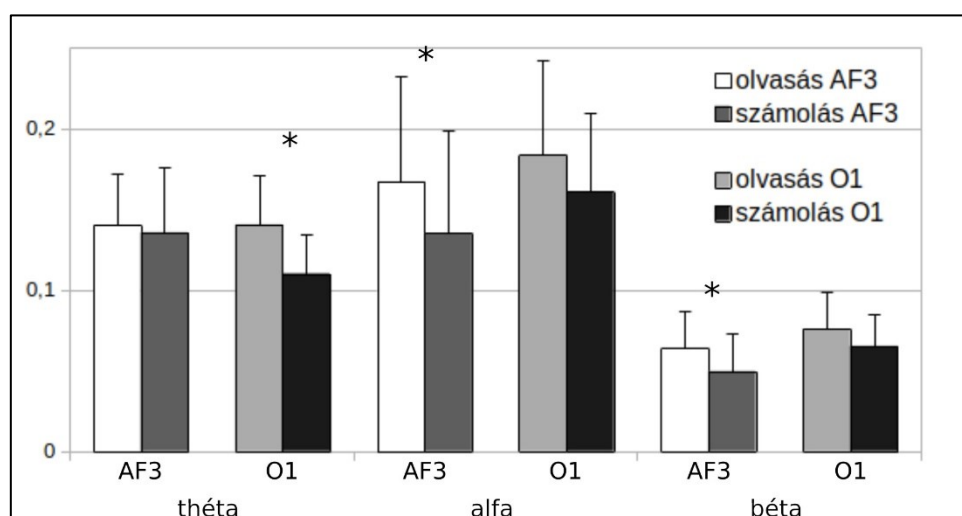
Az eredmény az AF3 és O1 elektródákon is az alfa, illetve béta teljesítménnyel és az alfa csúccsal korrelált ($\rho=0,21$; $\rho=0,17$; $\rho=0,19$). A figyelem az eredménnyel ($\rho=0,47$) és a számolási idővel ($\rho=-0,41$) erős korrelációt mutatott, azoknál volt magasabb akik helyes eredményt kaptak, illetve akik viszonylag rövid idő alatt megoldották a feladatot. A terhelés csak a számolási idővel korrelált ($\rho=0,52$), a hosszan számolóknál magasabb volt, míg a bevonódás nem korrelált sem a számolási idővel sem az eredménnyel (5. ábra).



5. ábra: A fejszámolási feladat alatti EEG aktivitás korrelációja a kérdőívben rögzített értékelésekkel

Az AF3 és O1 elektródán regisztrált EEG aktivitás és a kognitív folyamatok (figyelem, bevonódás, terhelés) EEG értékekből számolt jellemzőinek korrelációs együtthatóit ábrázoltuk. A körök mérete és színük mélysége jelzi a korrelációs együttható nagyságát. A kérdőívben az állapotra (kialvatlan vagy kontroll), a teljesítményre (rossz, átlagos, jó) kérdeztünk rá, néztük az eredmény helyességét és a számolási időt.

A két feladat alatti EEG aktivitás sok tekintetben különbözött. Kontroll állapotban az AF elektródokon, különösen a domináns féltéken az alfa és béta aktivitások magasabbak voltak olvasás alatt, mint számolás alatt, occipitálisan pedig théta aktivitás mutatott hasonló különbséget (6. ábra).



6. ábra.: Szövegértési és számolási feladat EEG jellemzőinek összehasonlítása.

Számolás alatt mértünk alacsonyabb théta, alfa és béta aktivitásokat. * $p < 0,05$ olvasás és számolás között. A résztvevők a szövegértési feladatra fordítottak átlagosan nagyobb figyelmet. A mentális terhelés és a bevonódás pedig hasonló volt a két feladat alatt.

Összegzés

Az EEG aktivitás követésével információt gyűjthetünk a tanulás, tanítás sikerességét meghatározó kognitív folyamatokról (Dikker, et al., 2017; Marin et al., 2021), de a regisztrátumok értelmezésénél figyelembe kell vennünk számos környezeti tényezőt. Emiatt érdemes lehet az EEG méréseket kiegészíteni egyéb pedagógiai értékelő módszerekkel. Többféle módszer együttes használata rávilágíthat a folyamatot befolyásoló ellentétes hatásokra, és az egyes eljárások korlátaira is.

Már az alapaktivitást domináló örökletes tényezők is jelentős egyéni különbségeket hoznak létre az EEG regisztrátumban (Smit et al., 2005), és erre tevődik rá a környezet, stressz, éberségi szint sokszor ellentétes irányú hatása (Ahn et al., 2019). Az eredmények értelmezéséhez ráadásul igazán jó kontroll sem áll rendelkezésünkre, hiszen a nyugalomban regisztrált EEG jellemzőit sem tudjuk ezektől a tényezőktől függetleníteni. A jelen kísérletben például a kísérlet elején levő relaxáció alatt az alfa aktivitás alacsonyabb volt, mint a feladatok közötti periódusban, és a kevés alvás alfa aktivitást növelő hatása csak azokban a résztvevőkben érvényesült, akik fáradtan sem voltak elégedetlenek teljesítményükkel.

A laboratóriumi mérések eredményei alapján magasabb érték kapcsolódik a figyelem esetén a sikeres feladatmegoldáshoz, az alfa aktivitásnál a begyakorolt műveletekhez, terhelés és bevonódás esetén a szokatlan, nehéz feladathoz (Angelidis et al., 2016; Benchenage et al., 2011; Booth et al., 2018). Ezek alapján azt vártuk, hogy az alfa aktivitás és figyelem a szövegértési feladat alatt, a terhelés és bevonódás pedig a számolási feladat alatt lesz magasabb. A figyelem és az alfa aktivitás a várt különbséget mutatta, de a számolási feladat alatt a terhelés nem nőtt jelentősen, a bevonódás pedig inkább csökkent. Valószínűleg a képernyőn megjelenő műveleti sor sokaknak annyira ijesztő volt, hogy nem is próbálkoztak komolyan a megoldásával. Az olvasási feladatban rögzített benyomások utalnak erre a tendenciára, a magasabb terhelési értékeket, az érdekesnek tartott szöveg alatt regisztráltuk, az alacsonyabbakat pedig a nehéznek vagy unalmasnak tartott szöveg alatt.

Az önértékelés azoknál a feladatoknál bizonyult hasznosnak, amelyekkel kapcsolatban a teljesítményüket jól ismerték a résztvevők. A vizsgálatban résztvevők például nem vettek részt neurofeedback tréningen, most találkoztak először azzal a feladattal, hogy ítélik meg

relaxációjuk sikerességét, és a zene hatását EEG aktivitásukra. Nem meglepő módon, válaszaik és az EEG alfa aktivitásuk között nem volt korreláció. A szövegértési feladatnál viszont az önértékelés és a szubjektív benyomások jól korreláltak az eredménnyel, az olvasással töltött idővel, és néhány EEG jellemzővel.

Nem találtunk olyan EEG jellemzőt amely alapján mindkét feladatmegoldás eredményességét előre tudtuk volna jelezni, a számolási feladatnál a figyelem, az olvasási feladatnál viszont a terhelés és az alfa-csúcs amplitúdója mutatta az eredménnyel a legerősebb korrelációt. A kialvatlanság a bevonódás mértékére volt hatással, az magasabb volt kialvatlanul, mint kontroll állapotban. A továbbiakban érdemes lenne az EEG vizsgálatokat részletesebb pedagógiai értékeléssel kiegészíteni, így további olyan tényezőket deríthetnénk fel, amelyek segítenék az EEG aktivitás és a tanulás hatékonysága közötti kapcsolat feltérképezését.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Ahn, J. W., Ku, Y., Kim, H. C. (2019). A Novel Wearable EEG and ECG Recording System for Stress Assessment. *Sensors*, Vol. 19. No. 9. 1991. DOI: [10.3390/s19091991](https://doi.org/10.3390/s19091991)
- Angelidis, A., van der Does, W., Schakel, L., Putman, P. (2016). Frontal EEG theta/beta ratio as an electrophysiological marker for attentional control and its test-retest reliability. *Biol Psychol*, Vol. 121. Part A, pp. 49–52. DOI: [10.1016/j.biopsycho.2016.09.008](https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.09.008)
- Barry, R. J., Clarke, A. R., Johnstone, S. J., Magee, C. A., Rushby, J. A. (2007) EEG differences between eyes-closed and eyes-open resting conditions. *Clin. Neurophysiol.* Vol. 118. évf. No. 12. pp. 2765–73. DOI: [10.1016/j.clinph.2007.07.028](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.07.028)
- Benchenane, K., Tiesinga, P. H., Battaglia, F. P. (2011). Oscillations in the prefrontal cortex: a gateway to memory and attention. *Current Opinion in Neurobiology*, Vol. 21. No. 3. pp. 475–485. DOI: [10.1016/j.conb.2011.01.004](https://doi.org/10.1016/j.conb.2011.01.004)
- Booth, B. M., Seamans, T. J., Narayanan, S. S. (2018). An Evaluation of EEG-based Metrics for Engagement Assessment of Distance Learners. *40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2018* pp. 307–310. DOI: [10.1109/EMBC.2018.8512302](https://doi.org/10.1109/EMBC.2018.8512302)
- Dikker, S., Wan, L., Davidesco, I., Kaggen, L., Oostrik, M., McClintock, J., Rowland, J., Michalareas, G., Van Bavel, J. J., Ding, M., Poeppel, D. (2017). Brain-to-Brain Synchrony Tracks Real-World Dynamic Group Interactions in the Classroom. *Curr Biol*. Vol. 27. No. 9. pp. 1375–1380. DOI: [10.1016/j.cub.2017.04.002](https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.002)

- Gevins, A., Smith, M. E., McEvoy, L., Yu, D. (1997). High-resolution EEG mapping of cortical activation related to working memory: effects of task difficulty, type of processing, and practice. *Cerebral Cortex*, Vol. 7 No. 4. pp. 374–385. DOI: [10.1093/cercor/7.4.374](https://doi.org/10.1093/cercor/7.4.374)
- Jaquess, K. J., Lo, L. C., Oh, H., Lu, C., Ginsberg, A., Tan, Y. Y., Lohse, K. R., Miller, M. W., Hatfield, B. D., Gentili, R. J. (2018). Changes in Mental Workload and Motor Performance Throughout Multiple Practice Sessions Under Various Levels of Task Difficulty. *Neuroscience*, Vol. 393. pp. 305–318. DOI: [10.1016/j.neuroscience.2018.09.019](https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2018.09.019)
- Jones, E., Travis, O., Pearu. P. (2001). SciPy: Open Source Scientific Tools for Python. <http://www.scipy.org/>
- Klimesch, W. (1997). EEG-alpha rhythms and memory processes. *International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology*, Vol. 26. No. 1–3. pp. 319–340. DOI: [10.1016/s0167-8760\(97\)00773-3h](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(97)00773-3h)
- Marin, I. (2021). Study of mental health and learning engagement during COVID-19 pandemic based on an electroencephalogram headset. In: Chova, L.G. – Martinez, A.L. – Torres, I.C.(ed.): *ICERI2020 Proceedings*, (pp. 7734-7738), IATED Academy
- R Core Team (2021). R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Schmidt, E. A., Schrauf, M., Simon, M., Fritzsche, M., Buchner, A., Kincses, W. E. (2009). Drivers' misjudgement of vigilance state during prolonged monotonous daytime driving. *Accident; analysis and prevention*, Vol. 41. No. 5. sz. pp. 1087–1093. DOI: [10.1016/j.aap.2009.06.007](https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.06.007)
- Smit, D. J., Posthuma, D., Boomsma, D. I., Geus, E. J. (2005). Heritability of background EEG across the power spectrum. *Psychophysiology*, Vol. 42. No. 6., pp. 691–697. DOI: [10.1111/j.1469-8986.2005.00352.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2005.00352.x)
- van Son, D., De Blasio, F. M., Fogarty, J. S., Angelidis, A., Barry, R. J., & Putman, P. (2019). Frontal EEG theta/beta ratio during mind wandering episodes. *Biological psychology*, Vol. 140, pp. 19–27. DOI: [10.1016/j.biopsycho.2018.11.003](https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2018.11.003)
- Steriade, M., Gloor, P., Llinás, R. R., Lopes de Silva, F. H., Mesulam, M. M. (1990). Report of IFCN Committee on Basic Mechanisms. Basic mechanisms of cerebral rhythmic activities. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* Vol. 76. pp. 481–508. DOI: [10.1016/0013-4694\(90\)90001-Z](https://doi.org/10.1016/0013-4694(90)90001-Z)

- Stevelink, R., Luykx, J. J., Lin, B. D., Leu, C., Lal, D., Smith, A. W., Schijven, D., Carpay, J. A., Rademaker, K., Rodrigues Baldez, R. A., Devinsky, O., Braun, K., Jansen, F. E., Smit, D., Koeleman, B., (2021). International League Against Epilepsy Consortium on Complex Epilepsies, & Epi25 Collaborative. Shared genetic basis between genetic generalized epilepsy and background electroencephalographic oscillations. *Epilepsia*, Vol. 62. No. 7. pp. 1518–1527. DOI: [10.1111/epi.16922](https://doi.org/10.1111/epi.16922)
- Tinga, A. M., de Back, T. T., Louwrese, M. M. (2019). Non-invasive neurophysiological measures of learning: A meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Vol. 99, pp. 59–89. DOI: [10.1016/j.neubiorev.2019.02.001](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.02.001)
- Ward L. M. (2003). Synchronous neural oscillations and cognitive processes. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 7. No. 12. pp. 553–559. DOI: [10.1016/j.tics.2003.10.012](https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.10.012)

EMRI, ZSUZSA – ANTAL, KÁROLY

THE USE OF ELECTROENCEPHALOGRAPHY IN EDUCATION

With electroencephalography (EEG), cognitive processes can be studied with a good temporal resolution, and portable devices also allow data collection in a real-world environment. However, in order to interpret the results, we have to validate laboratory findings in a more complex environment where brain activity is affected simultaneously by several different stimuli. During three different tasks, we recorded students' EEG activity, their scores, and then asked their opinion about the tasks. The recordings showed a high degree of individual variability. Attention and alpha activity changed during the tasks as expected. Reduced cognitive readiness (participants sleeping less than usual) could result in either increased or decreased EEG alpha power. None of the EEG characteristics reliably predicted the result of the tasks. Hence, EEG should be used together with other pedagogical assessment methods to monitor the learning process.