

Primjena neurofeedback metode u djeteta s Aspergerovim sindromom

The use of neurofeedback method in a child with Asperger's syndrome

Tomislav Vitković, Renata Martinec, Nataša Dolović*

Sažetak

Neurofeedback predstavlja jednu od neinvazivnih metoda samoregulacije s ciljem postizanja promjena u području kortikalne aktivnosti posredstvom operantnog uvjetovanja. Cilj ovoga istraživanja odnosio se na procjenu učinka primjene neurofeedback tretmana u djeteta s Aspergerovim sindromom.

Za potrebe istraživanja koncipiran je i proveden neurofeedback trening primjenom Infra Low Frequency metode na uzorku od jednog ispitanika, dječaka s Aspergerovim sindromom (KD = 11). Neurofeedback trening provodio se tijekom 20 seansi u okviru kojih je u 15 seansi korišten jednokanalni trening na područjima zaduženim za kontrolu impulzivnosti, stabilnost, fizičku smirenost, kontrolu pažnje, i emocionalnu reaktivnost, dok je u okviru 5 seansi korišten dvokanalni trening s težištem na prefrontalnu regiju zaduženu za emocionalne procese. U svrhu procjene učinkovitosti provedenog programa roditelji su ispunjavali upitnike EEG Expert i Autism Treatment Evaluation Checklist (ATEC) u tri točke procjene: prije, tijekom i po završetku provedenog programa.

Rezultati na upitniku EEG Expert pokazali su smanjenje simptoma na svim varijablama procjene, te statistički značajnu promjenu na varijablama u području emocija, dok su rezultati na ATEC ukazali na tendenciju smanjenja simptoma, ali bez statističke značajnosti. Podaci dobiveni u problemskom području emocije mogu se smatrati vrijednima, budući da je neurofeedback trening bio usmjeren na ublažavanje specifičnih teškoća kao što su: teškoće spavanja, grizenje noktiju, sram, strahovi, ljutnja, impulzivnost. Također, rezultati dobiveni u ovom, kao i dosadašnjim srodnim istraživanjima, naglašavaju važnost provedbe daljnjih sustavnih istraživanja u području koncipiranja i evaluacije neurofeedback metode u osoba s Aspergerovim sindromom, ali i u populaciji osoba s drugim neurorazvojnim poremećajima.

Ključne riječi: neurofeedback, Aspergerov sindrom, tretman, evaluacija

Summary

Neurofeedback is one of the non-invasive methods of self-regulation with the aim of achieving changes in the area of cortical activity by using process operative conditioning. The aim of this study was to evaluate the effect of neurofeedback training in children with Asperger's syndrome.

In this study, neurofeedback training was developed using the Infra Low Frequency method on a sample of one boy with Asperger's syndrome (age 11). Neurofeedback training consisted of 20 sessions of which 15 were one-channel training on areas responsible for the control of impulse, stability, physical relaxation, attention and emotional reactivity. Within the next 5 sessions two-channel training was used focused on the prefrontal region in charge of emotional processes. In order to evaluate the effectiveness of the applied therapy program, parents completed EEG Expert and Autism Treatment Evaluation Checklist (ATEC) questionnaires in three assessment points: before, during and after the therapy program.

Results at EEG Experts have shown a reduction in symptoms on all variables and statistically significant changes in the area of emotion, whereas ATEC results indicate a tendency to reduce symptoms but without statistical significance. The data obtained in the area of emotions can be considered valuable since neurofeedback training was aimed at alleviating specific difficulties such as sleeping difficulties, nail scratching, shame, fear, anger, impulsiveness, etc. Also, the herein obtained results, as well as previous related

* Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Odsjek za motoričke poremećaje, kronične bolesti i art-terapije (Tomislav Vitković, mag. rehab. educ.; izv. prof. dr. sc. Renata Martinec); Angerona, privatna edukacijsko-rehabilitacijska praksa (Nataša Dolović, mag. rehab. educ.)

Adresa za dopisivanje / Correspondence address: izv. prof. dr. sc. Renata Martinec, Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Odsjek za motoričke poremećaje, kronične bolesti i art-terapije, Borongajska cesta 83 F, 10000 Zagreb. E-mail: renata.martinec@erf.hr

Primljeno/Received 2017-09-28; Ispravljeno/Revised 2017-11-09; Prihvaćeno/Accepted 2017-11-17

researches, emphasize the importance of further systematic researches in the area of conceptualization and evaluation of neurofeedback methods in persons with Asperger's syndrome, but also in the population with other neurodevelopmental disorders.

Key words: neurofeedback, Asperger's syndrom, treatment, evaluation

Med Jad 2018;48(3):125-136

Uvod

Neurofeedback (EEG *biofeedback*) predstavlja kompjuteriziranu metodu praćenja i davanja povratne informacije (feedback) o električnoj aktivnosti mozga (EEG-a).¹ Njegova svrha je facilitacija svjesne kontrole moždanih valova, odnosno, kako navodi Holtman² neurofeedback je trening samoregulacije s ciljem postizanja kontrole nad kortikalnom električnom aktivnosti.

Kao osnovne komponente neurofeedbacka Collura³ navodi:

- generiranje moždanih valova
- snimanje moždanih valova odgovarajućim instrumentima
- pretvaranje EEG signala u digitalni oblik
- procesiranje karakteristika EEG signala od strane računala
- stvaranje i prezentiranje feedbacka, odnosno povratne informacije u taktilnom, vizualnom, auditivnom ili nekom drugom obliku
- posljedično učenje (treniranje) mozga koje dovodi do psihofizioloških promjena.

Tijekom treninga, odnosno neurofeedback seanse, korisnici treniraju reguliranje određenih EEG parametara mjenjenih na površini glave putem elektroda koje služe kao vanjski senzori.⁴ U svakodnevnim situacijama, osoba ne može s velikom pouzdanošću utjecati na moždane valove i njihovu pojavnost jer joj nedostaje svijesti o njima.⁵ Kada se osobi pruži mogućnost uvida u vlastite moždane valove, u razmaku od nekoliko tisućinki sekundi, nakon njihove pojave, omogućava se izravniji utjecaj na njih i njihove promjene. Facilitiranje i podržavanje pojedinih vrsta moždanih valova (Beta, Alfa, Theta, Delta), u određenim regijama mozga, služe kao ciljevi neurofeedback tretmana.

U okviru neurofeedback treninga mogu se inducirati i moždani valovi sporih frekvencija, kao što su *Slow Cortical Potentials* (SCP) – spori kortikalni potencijali i *Infra Low Frequency* (ILF) – infra-niske frekvencije, čiji je cilj moždana stabilnost i regulacija pobudenosti.⁶ Neurofeedback infra-niskih frekvencija predstavlja jedinstvenu vrstu biofeedbacka koji povećava sinergiju između moždanih neurona poznatijih kao glija stanice ili astrociti. Te stanice čine 85% svih moždanih stanica. Astrociti su snažno

povezani sa stvaranjem sinapsi između neurona, odnosno olakšavanjem plasticiteta mozga. Drugim riječima, sudjeluju u stvaranju novih sposobnosti, obrazaca u mozgu. Neurofeedback trening infra-niskih frekvencija omogućuje glija stanicama vraćanje u prirodnu ravnotežu. Osim navedenoga, trening povećava samoregulaciju, omogućuje bolju percepciju, pozitivno djeluje na ciklus spavanja, probavu i eliminaciju, afektivnost, pažnju i koncentraciju.^{7,8}

Drugim riječima, ciljajući određenu moždanu aktivnost, odnosno frekvenciju, na način da potkrepljujemo ili inhibiramo njenu pojavnost, možemo prema osnovnim principima operantnog uvjetovanja, očekivati povećanu učestalost određenoga stanja svijesti ili pobudenosti, indiciranu određenom frekvencijom. Tijekom neurofeedback treninga aktivnosti moždanih valova se, preko pojačivača (amplifiera), u računalu pretvaraju u informacije koje korisniku daju feedback, odnosno povratnu informaciju u obliku auditivnih, vizualnih i taktilnih senzoričkih podražaja. Kao medij podržavanja feedbacka (povratne sprege), najčešće se koristi vizualni medij, a moguće ga je naći u širokom spektru računalnih igrica prezentiranih na ekranu. Postoji niz metoda za kontroliranje vizualnog feedbacka, a neke od njih su: zaustavljanje ili pokretanje objekta u igrici, smanjivanje ili povećavanje kontrasta i svjetline, te reguliranje veličine ekrana.³ Kako se klijent uči da kontrolira i postiže očekivani intenzitet moždanih valova, tako se istovremeno postižu bolji rezultati na video-igrici.⁹ Za razliku od neurofeedback uređaja, u okviru primjene kvantitativnog elektroencefalograma (qEEG), računalo analizira i EEG zapis, pri čemu se dobiva velik broj kvantitativnih podataka poput amplitude, jakosti, omjera, faza, koherencije i slično.³

U zadnjem desetljeću došlo je do velikog napretka u terapijskoj primjeni neurofeedbacka. Naime, kako navodi Huić,¹ različiti neurološki i mentalni poremećaji praćeni su abnormalnim obrascima kortikalne aktivnosti, a neurofeedback omogućuje osobama mijenjati abnormalne obrasce putem normaliziranja i optimiziranja aktivnosti mozga. U tom smislu rezultati kliničke prakse i pojedinih znanstvenih istraživanja ukazuju na određenu razinu učinkovitosti u terapiji ADHD-a, anksioznosti,

depresije, poremećaja spavanja, loše koncentracije, PTSP-a, poteškoća učenja, glavobolja, moždanoga udara i dr.¹⁰ Iako se u kliničkoj praksi može uočiti tendencija porasta primjene neurofeedback metode, još uvijek postoji nedostatak istraživanja koja bi sa sigurnošću potkrijepila spoznaje o razini uspješnosti kod različitih neuroloških, mentalnih i neurorazvojnih poremećaja. Svjesnost o ovom problemu utjecala je na osnivanje različitih asocijacija kao što su *Biofeedback Certification International Alliance for qualified professionals* (BCIA), *The International Society for Neuronal Regulation* (ISNR), i *Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback* (AAPB), kao i na izdavanje specijaliziranih znanstvenih časopisa poput *Biofeedback* i *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. Kao jedno od intrigantnih pitanja u ovom problemskom području javlja se i potreba analize primjene neurofeedback metode u osoba s pervazivnim poremećajima, odnosno s Aspergerovim sindromom (AS).

Glavno kliničko obilježje osoba s AS su brojne poteškoće vezane uz socijalne interakcije, poteškoće u komunikaciji, uski i specifični interesi, iako se radi o populaciji prosječne ili iznadprosječne inteligencije i dobrih ekspresivnih jezičnih sposobnosti.¹¹ Interes za AS naglo je porastao od 1994. godine, kada je ovaj sindrom objavljen u DSM-IV klasifikaciji mentalnih poremećaja u sklopu kategorije pervazivnih razvojnih poremećaja. Danas su u sklopu te dijagnostičke kategorije najpoznatiji poremećaji iz spektra autizma (PSA) i AS. U DSM-IV klasifikaciji definiran je klaster simptoma koji je jednak za PSA i AS, a obuhvaća poteškoće u socijalnoj komunikaciji, te sužen i stereotipan obrazac ponašanja, interesa i aktivnosti.¹¹

Socijalno ponašanje i odstupanje od uobičajenoga kod osoba s AS karakterizirano je teškoćama u interakciji s vršnjacima u obliku nezainteresiranosti za aktualne teme, nedostatnim uvažavanjem socijalnih signala, socijalno i emocionalno neprimjerenim ponašanjem.¹² Osim verbalnih, teškoće neverbalne komunikacije izražavaju se u ograničenosti uporabe gesti, nespretnog govora tijela, ograničenog ili neodgovarajućeg izraza lica, te ukočenim pogledom.¹³ Kontakt očima je reduciran, te je često forsiran od strane okoline, što posljedično dovodi do sekundarnih psihičkih poremećaja, najčešće anksioznosti.¹⁴ Osobe s AS imaju teškoće u prepoznavanju, imenovanju i izražavanju emocija.¹⁵

Motoričke teškoće znaju nastati s ravnotežom, spretnošću ruke, održavanjem ritma te pri oponašanju pokreta. Prema nekim istraživanjima, motorička nespretnost i teškoće motoričke koordinacije kod osoba s AS javljaju se u 50-90 posto slučajeva.^{13,14} Kod

osoba s AS također je uočena povećana slušna, vizualna i taktilna osjetljivost, kao i osjetljivost na okus i teksturu hrane, te bolne podražaje.^{15,16}

S obzirom na karakteristike AS, često dolazi do njegovog poistovjećivanja s visoko funkcionalnim autizmom. Meta-analiza provedena s ciljem određivanja razlika u kvocijentu inteligencije između osoba s AS i visoko funkcionalnim autizmom, dokazala je na temelju pregleda 52 istraživanja, da osobe s AS imaju statistički značajno veći kvocijent inteligencije, te verbalni i izvedbeni kvocijent.¹⁷

Kao česti poremećaji uz AS pojavljuju se anksioznost i depresija. Komorbiditet nekog oblika anksioznosti ili depresivnih stanja procjenjuje se na oko 65%.¹⁸ Dok se depresija često javlja u adolescenata i odraslih, kod djece je češća dijagnoza ADHD-a ili nekih njegovih elemenata. Na uzorku od 60 ispitanika s AS, Martin i sur.¹⁹ ističu sljedeće poremećaje u komorbiditetu: nepažnja i hiperaktivnost u 30% slučajeva, generalizirana anksioznost kod 45%, destruktivno ponašanje i autoagresija u 43%, opsesivno-kompulzivni poremećaj i repetitivni poremećaj u 40%, te halucinacije u 18% slučajeva.

Neuropsihološke karakteristike kod AS pokazuju sličnosti s promjenama kod PSA.²⁰ Snimanje neuroloških struktura funkcionalnom magnetskom rezonancom pokazuje da kod frontalnoga dijela mozga, te kod pridruženih motornih centara u bazalnim ganglijima i malom mozgu postoji deficit pri aktivaciji, što se očituje u teškoćama izvršnih funkcija.²¹ Nadalje, isti autori navode postojanje slučajeva morfoloških promjene u dorzolateralnom djelu prefrontalnoga korteksa. Bauman i Kemper²² na post mortem analizi osoba s poremećajem iz spektra autizma navode abnormalnosti u veličini i gustoći neurona na mezijalnom temporalnom režnju i limbičkom sustavu, uključujući amigdalnu i hipokampus. Prema biološkim teorijama, ove abnormalnosti imaju mogući utjecaj na smanjenje socio-emocionalnih vještina u osobe. Prema nalazima Volkmar i sur.²³ utvrđena je slična abnormalnost u dorzolateralnoj prefrontalnoj kori u obje hemisfere. Dobivena primjenom magnetske rezonance u oca i sina s AS, Coben i sur.⁹ također su opisali u istraživanju u kojem su, na temelju primjene kvantitativnog elektroencefalograma (QEEG) u djece s AS, uočeni specifični obrasci, kao što su povećana aktivnost od 4 – 7 Hz u posteriornim regijama i regulatorna nepovezanost između anteriornih i posteriornih regija kore velikoga mozga. Rezultati drugih istraživanja ukazuju na češće povišene theta valove u ovoj populaciji.^{24,25,26}

S obzirom na specifičnu i kompleksnu simptomatologiju koja se pojavljuje kod osoba s AS, u današnje vrijeme prisutan je veći broj terapijskih

intervencija koje se mogu primjenjivati samostalno ili istovremeno. Kao najčešća metoda koristi se *Applied Behaviour Analysis* (ABA), potom *Treatment Education of Autistic and Related Communicaton-handicapped Children* (TEACCH), kao i niz pristupa kao što su grupe socijalnih vještina, edukacijska podrška, govorno-jezična terapija, senzorna integracija, a u odrasloj i kasnoj adolescentskoj dobi i psihoterapija.^{9,27}

Dosadašnja klinička i znanstvena istraživanja pokazuju da i neurofeedback može predstavljati jednu od prikladnih neinvanzivnih metoda koja može djelovati na poboljšanje neuroregulatornih funkcija u osoba s PSA i AS.^{9,10,26,28} Tako na primjer, analiza rezultata nekih istraživanja ukazuje na različite razine poboljšanja u području impulzivnosti, pažnje, hiperaktivnosti, anksioznosti, te u socijalnim i akademskim vještinama.^{10,25,29,30} Razmatrajući utjecaj neurofeedback treninga na neuroanatomske funkcije mozga u povezanosti sa specifičnim obrascima djelovanja centralnog živčanoga sustava u osoba s AS, Thompson i Thomson²⁵ navode da ova vrsta intervencije može ublažiti teškoće u području prepoznavanja i zrcaljenja emocija, pažnje, samo-regulacije i anksioznosti. U cilju standardizacije neurofeedback protokola, postoje neki pokušaji definiranja optimalnih frekvencija koje bi trebale biti korištene tijekom treninga. Tako na primjer, rezultati pojedinih istraživanja ukazuju da induciranje niskih frekvencija 1-4 Hz i posljedično snižavanje theta valova, dovode do poboljšanje pažnje, emocionalne regulacije i socijalnih vještina.^{26,31} Međutim, važno je naglasiti da pri koncipiranju i provedbi individualiziranih neurofeedback protokola treba uzeti u obzir kliničku sliku, kao i specifične neuropsihološke obrasce svakog pojedinog klijenta.

Iako je veći broj istraživanja do sada dao vrlo zanimljive rezultate, argumentirajući u korist neurofeedback treninga, potreban je dodatan napor znanstvenika iz različitih disciplina, kako bi se ustanovili, definirali i evaluirali postavljeni terapijski kriteriji. Jedno od problemskih područja odnosi se i na primjenu *Infra Low Frequency* (ILF) metode, pri čijoj provedbi promatramo kako potkrepljivanje valova s vrlo niskim frekvencijama, koji dolaze iz dubljih moždanih struktura, utječu na neuropsihološke odgovore u osobe.^{6,7} Slijedom navedenoga postavljen je cilj istraživanja koji se odnosio na ispitivanje utjecaja neurofeedback treninga primjenom ILF metode u djece s AS. Odnosno, interes je bio usmjeren na utvrđivanje razlika u rezultatima dobivenim prije, tijekom i nakon provođenja neurofeedback treninga u području osjetilnog, tjelesnog, kognitivnog, psiho-emocionalnog i bihevioralnog funkcioniranja u djeteta s AS.

Materijali i metode

Ispitanici

Istraživanje je provedeno na jednom ispitaniku, dječaku (KD = 11) koji je tijekom provedbe istraživanja pohađao 4. razred osnovne škole po redovnom obrazovnom programu. U cilju utvrđivanja primjerenog oblika odgojno-obrazovnog programa školovanja dječak je upućen na dijagnostičku obradu koja je provedena u Kabinetu za poremećaje iz spektra autizma Centra za rehabilitaciju Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta. Na temelju diferencijalne dijagnostike provedene od strane psihologa, logopeda i edukacijskog rehabilitatora, te na osnovu primjene ADOS 2 testa (dijagnostički mjerni instrument za procjenu poremećaja iz spektra autizma) i Australske skale za procjenu Aspergerovog sindroma,¹⁵ zaključeno je da dječakovo ponašanje upućuje na Aspergerov sindrom.

Na temelju pregleda, dostupnih nalaza i mišljenja moglo se zaključiti da dječak na WISC testu postiže izrazito visoke rezultate na području poučenosti, dok na skalama verbalnog i neverbalnog funkcioniranja pokazuje iznadprosječne rezultate. Također, prisutan je raznoliki interes i specifična znanja iz raznih područja. Pri pisanju je često frustriran, što dovodi do ljutnje i crvenila u licu. Kada je strukturiranost zadatka veća, tada je spremniji za rad. Teško se prilagođava promjenama, a svaka promjena kod njega izaziva otpor i emocionalno mu je naporna. Motorički je slabije spretn, te izbjegava većinu igara i aktivnosti na satovima tjelesnog odgoja. Pokazuje povećanu osjetljivost na glasne zvukove, boje, određene teksture i mirise. Rijetko je prisutan kontakt očima. Teže tumači neverbalne znakove. Isto tako, pokazuje smanjeno razumijevanje prijateljskih odnosa, teško navodi tko mu je prijatelj, te ne pokazuje interes za natjecateljske sportove i vršnjačke trendove, što ponekad dovodi do vršnjačkog zadirkivanja. Ponekad pokazuje neprimjerene socijalne reakcije (grimase, neartikulirani zvukovi). Pokazuje veliki interes za čitanje stručnih knjiga, gledanje znanstvenih emisija, apstraktne sadržaje, te fiksaciju na teme kao što su svemir, origami, roboti i biljke.

U svrhu stjecanja jasnije slike i definiranja kritičnih područja važnih za definiranje individualiziranog neurofeedback treninga, primijenjen je polustrukturirani intervju i Australska skala za procjenu Aspergerovog sindroma od strane majke ispitanika. Australska skala za procjenu Aspergerovog sindroma procjenjuje pojavnost i intenzitet simptoma u kategorijama socijalne i emocionalne sposobnosti, komunikacijskih sposobnosti, te kognitivnih i

motoričkih vještina. Ona se ne koristi u svrhu uspostavljanja definitivne dijagnoze, već kao materijal koji može upućivati na teškoće karakteristične za AS. U ispitanika koji je bio obuhvaćen ovim istraživanjem, rezultati na svim varijablama ove skale prelazili su vrijednost 2 (na skali od 0 do 6), što autor skale označava kao graničnu vrijednost preko koje simptom ima značajan utjecaj na život osobe. Uzimajući u obzir rezultate dobivene na ovom upitniku, istaknuta su dominantna problemska područja u sljedećim kategorijama: interakcija i komunikacija, igra i preokupacija, emocije i nepoželjna ponašanja. U okviru polustrukturiranog intervjua roditelji su, kao najznačajnije simptome u djeteta, izdvojili teškoće spavanja, grljenje noktiju, sram, strahove, ljutnju, te impulzivnost.

Instrumenti

U svrhu procjene utjecaja neurofeedback treninga na različite varijable osjetilnog, tjelesnog, kognitivnog, psihoemocionalnog i bihevioralnog funkcioniranja u ispitanika korišteni su sljedeći instrumenti procjene:

1) EEG Expert je test koji procjenjuje razinu postignuća dobivenih primjenom neurofeedback treninga u okviru 7 kategorija: spavanje (17 čestica), pažnja i učenje (25 čestica), osjetilnost (10 čestica), ponašanje (27 čestica), emocije (24 čestice), fizički status (34 čestice) i bol (13 čestica). Pojavnost i intenzitet simptoma procjenjuje se na skali od 0 do 10, pri čemu viši rezultati ukazuju na češću pojavnost i/ili viši intenzitet simptoma. Autor ovoga testa je kompanija EEG Info koja svoju djelatnost ostvaruje u području osmišljavanja i distribucije neurofeedback uređaja i pripadajućih software-a. Ne koristi se u dijagnostičke svrhe, već za uspoređivanje rezultata dobivenih prije, tijekom i nakon provedenog neurofeedback treninga.³²

2) *Autism Treatment Evaluation Checklist* (ATEC) rezultat je rada autora Rimlanda i Edelsona na ARI-u (Autism Research Institute, San Diego).³³ Sastoji se od 4 subtesta: govorno-jezična komunikacija (14 tvrdnji); socijalni odnosi (20 čestica); osjetilna/kognitivna svjesnost (18 čestica), te zdravlje/fizički status/ponašanje (25 čestica). Ukupno se sastoji od 77 tvrdnji. U ovom instrumentu, od ispitanika se očekuje da zaokruži točnost neke tvrdnje putem zaokruživanja jednog od ponuđenih odgovora: T = točno; D = djelomično točno; N = netočno (subtestovi: govor/jezik/komunikacija, socijalni odnos i osjetilno/kognitivna svjesnost), dok su za subtest zdravlje/fizički status/ponašanje ponuđeni

odgovori: N = nije problem; M = manji problem; S = srednje ozbiljni problem; V = veliki problem. ATEC se ne koristi u svrhu postavljanja dijagnoze AS, već se ukupni rezultati na pojedinim subtestovima i/ili ukupni rezultat dobiven na cijelom testu interpretira u odnosu na prethodno ili kasnije dobivene rezultate, odnosno, ukazuje na tendencije promjena u procjenjivanim varijablama na subtestovima ili testu u cjelini. Bazično, niži rezultati upućuju na slabije izražene simptome i obrnuto.

Testovi EEG Expert i ATEC ispunjavani su od strane roditelja u tri vremenske točke: prije neurofeedback treninga (inicijalno), nakon desete seanse (kontrolno), te nakon dvadesete seanse (finalno).

Postupak

U cilju poštivanja Etičkog kodeksa Odbora za etiku u znanosti i visokom obrazovanju, prije provedbe terapijskog programa, roditelji su bili informirani o ciljevima i sadržaju istraživanja, te su potpisali pismeni pristanak o sudjelovanju njihovog djeteta u programu primjene neurofeedback treninga.

Prema podacima dobivenim primjenom polustrukturiranog intervjua i Australske skale za procjenu Aspergerovog sindroma, te na temelju mišljenja i preporuka stručnjaka uključenih u prethodnu dijagnostičku obradu, kreiran je protokol od 20 neurofeedback seansi. Broj od 20 neurofeedback treninga smatra se dovoljnim brojem za postizanje željenih efekata, te se rijetko u planiranju programa preporučuje manji broj treninga.³ Terapijski program provodio se 3 puta tjedno u trajanju od 30 minuta po seansi. Trening se u početku sastojao u treniranju T4-P4 regije prema sustavu 10-20.³⁴ Nakon početne 3 seanse, prešlo se na T4-Fp2 trening. Nakon završenih 9 seansi, uvedeno je kombiniranje regija T4-P3 i T4-Fp2 s regijom T4-P4, da bi se završilo s uvođenjem dvokanalnog treninga u zadnjih 5 seansi. Opis regija, oznaka i funkcija regija koje su bile uključene u neurofeedback trening prikazan je u Tablici 1.³⁴ Tijekom treninga bile su potkrjepljivana frekvencija od 0,01 do 0,5 mHz.

Prije svake seanse proveden je razgovor s roditeljima o zapaženim promjenama, neobičnim ponašanjima i novostima koje bi mogle indicirati potrebu za određenim promjenama u neurofeedback treningu. Na početku seanse stavljane su elektrode na predviđene regije. Na NeuroAmp uređaju se provjeravala osjetljivost provodljivosti koja mora biti ujednačena i visoka, a u slučaju ako nije, vrši se dodatni pritisak elektrode, dodatno čišćenje područja

Tablica 1. Regije, oznake i funkcije regija koje su bile obuhvaćene neurofeedback treningom
 Table 1 Regions, marks and functions that were included in neurofeedback training

Naziv regije	Oznaka	Funkcija
Lijeva parijetalna <i>Left parietal</i>	P3	Motoričko planiranje, kontrola gornjih ekstremiteta, koordinacija fine motorike, vizualno epizodno usmjeravanje, podizanje raspoloženja, procesiranje informacija o objektima, emocionalna interpretacija, pozitivno raspoloženje <i>Motor planning, right upper extremities, fine motor coordination, visual episodic retrieval, mood elevation, object processing, emotional interpretation, positive mood</i>
Desna prefrontalna <i>Right prefrontal</i>	Fp2	Emocionalna pažnja, prosuđivanje, osjećaj sebstva, kontrola impulsa, procesiranje informacija o objektima i licima, emocionalna inhibicija, verbalna epizodna memorija <i>Emotional attention, judgement, sense of Self, impulse control, face/object processing, emotional inhibition, verbal episodic memory</i>
Desna temporalna <i>Right temporal</i>	T4	Formiranje i pohranjivanje emocionalne i biografske memorije, slušanja, osobnost, glazbena sposobnost, organizacija <i>Emotional & autobiographical memory formation and storage, hearing, personality, musical ability, organization</i>
Desna parijetalna <i>Right parietal</i>	P4	Perceptivno i kognitivno procesiranje, prostorni odnosi, multimodalna interakcija, praktične aktivnosti, neverbalno razumijevanje, vizualno-prostorno mapiranje <i>Perception & cognitive processing, spatial relations, multimodal interactions, praxis, non-verbal reasoning, visual-spatial sketchpad</i>

ili dodavanje adhezivnog gela. Ispitaniku je dana mogućnost biranja igre, nakon čega se prilagodila frekvencija potkrjepljenja i pokrenula igra. Tijekom treninga, istraživač je bilježio informacije o ponašanju dječaka, te bio spreman reagirati u slučaju tehničkih problema (odljepljivanje elektrode ili snižena pro vodljivost).

Statističke metode

Podaci dobiveni na skalama procjene ATEC i EEG Expert obrađeni su u statističkom programu SPSS, verzija 22. Nakon unosa varijabli u program, kreirani su parovi varijabli te je provedena INDIF metoda.³⁵ Ovaj algoritam analizira promjene jednoga subjekta opisanog skupinom kvantitativnih varijabli u više vremenskih točaka, odnosno omogućuje statističku analizu multivarijatnog praćenja procesa koji se događaju pod utjecajem određenog rehabilitacijskog ili terapijskog tretmana.³⁶

Rezultati

U Tablici 2 prikazane su prosječne vrijednosti rezultata dobivenih u tri točke procjene na varijablama upitnika EEG Expert. Mogući odgovori na česticama koje opisuju simptome obuhvaćene pojedinim varijablama mogli su biti označeni na skali od 0 do 10, pri čemu viši rezultati ukazuju na češću pojavnost i/ili viši intenzitet simptoma. Analizom prikazanih podataka može se uočiti tendencija

opadanja pojavnosti i/ili intenziteta simptoma na svim varijablama procjene.

U Tablici 3. prikazane su z-vrijednosti u odnosu na varijable procjene u 3 točke mjerenja. Izuzeta je varijabla Bol koja je u sve tri točke mjerenja procijenjena s 0 bodova. Ako je z-vrijednost pozitivna, znači da je prosječan rezultat za tu vrijednost veći od aritmetičke sredine i obrnuto. Prisutan negativan trend može se objasniti padom pojavnosti ili intenziteta simptoma na svim varijablama procjene. Također, možemo uočiti da je učinkovitost primjene neurofeedback treninga, na varijablama spavanje, pažnja i učenje, emocije i fizički status, zabilježena već nakon 10 terapijske seanse.

Kako bi se spoznalo koji simptomi u najvećoj mjeri određuju ranije spomenute promjene, provedena je INDIF metoda na onim česticama na kojima je uočena neka promjena. Na taj je način utvrđena dimenzija komponente promjene s kojom se uspješno objasniti 82,32% ukupne varijance promatranih varijabli. Komunalitet, odnosno zajednički varijabilitet, najviši je kod sljedećih simptoma: teškoće kod uspjavanja (h² = 1,0), neregulirani ciklus spavanja (h² = 0,993), teškoće dovršavanja zadatka (h² = 0,993), prevelika aktivnost (h² = 0,981), škrgutanje zubima (h² = 0,962), manjak pozornosti (h² = 0,962), teškoće organiziranja vlastitog vremena i prostora (h² = 0,962), uznemirenost (h² = 0,962), te znojenje (h² = 0,962). S druge strane, najmanji komunalitet imali su simptomi slabe koncentracije (h² = 0,566), slabosti održavanja pažnje (h² = 0,566), teškoća promjene pažnje (h² = 0,566), slabe

Tablica 2. Prosječne vrijednosti rezultata na testu EEG Expert
Table 2 Arithmetic means of results on EEG Expert

Varijable / Variables	Točke procjene / Points of assessment		
	1	2	3
Spavanje <i>Sleep</i>	4	2,75	1,75
Pažnja i učenje <i>Attention & Learning</i>	4,53	4,32	4
Osjetilnost <i>Sensory</i>	6,2	6,2	5,8
Ponašanje <i>Behavioral</i>	4,32	4,63	4,32
Emocije <i>Emotional</i>	5,06	4,56	4,39
Fizički status <i>Physical</i>	3,9	3,7	3,5
Bol <i>Pain</i>	0	0	0
Ukupno / Total	4,6	4,41	4,11

Tablica 3. Prikaz z-vrijednosti pojedinih varijabli u 3 točke procjene
Table 3 Z-values for each variable in 3 points of assessment

Točka procjene <i>Point of assessments</i>	Spavanje <i>Sleep</i>	Pažnja i učenje <i>Attention & Learning</i>	Osjetilnost <i>Sensory</i>	Ponašanje <i>Behaviorial</i>	Emocije <i>Emotional</i>	Fizički status <i>Physical</i>
1	1,035	0,961	0,577	0,577	1,121	1
2	-0,074	0,074	0,577	0,577	-0,32	0
3	-0,961	-1,035	-1,155	-1,155	-0,801	-1

tjelesne svjesnosti ($h^2 = 0,566$), dodirna preosjetljivost ($h^2 = 0,566$), griznja noktiju ($h^2 = 0,566$), izbjegavanje pogleda ($h^2 = 0,566$), slabo društveno i emocionalno uzvraćanje ($h^2 = 0,566$), nestrpljivost i nezgrapnost ($h^2 = 0,566$).

U cilju procjene razlika u rezultatima u odnosu na tri točke procjene, formirani su parovi, tako da prvi par čine iste varijable u 1. i 2. točki procjene, a drugi par iste varijable u 1. i 3. točki procjene. S obzirom na to je li se radilo o inicijalnom (1), kontrolnom (2) ili finalnom (3) mjeranju, svakoj varijabli je pridodan broj procjene, te su na taj način formirani parovi, kao npr. Spavanje 1 i Spavanje 2, te Spavanje 1 i Spavanje 3. Na temelju prethodno provedenoga testa normalnosti distribucija pojedinih varijabli primijenjen je Wilcoxonov test za zavisne uzorke (Tablica 4). Rezultati Wilcoxonovog testa pokazuju opadanje z-vrijednosti na svim parovima varijabli, što ukazuje na niže rezultate u drugom i trećem mjeranju. Shodno

tome, možemo zaključiti da je uočeno opadanje u jačini i izraženosti simptoma na svim varijablama s iznimkom para Osjeti1 i Osjeti2, gdje nije došlo do promjena. Statistička značajnost utvrđena je na parovima varijabli Emocije1 i Emocije2 ($p = 0,024$; $p < 0,05$), te Emocije1 i Emocije3 ($p = 0,01$; $p < 0,05$), što znači da je došlo do statistički značajnog opadanja u izraženosti simptoma, kako tijekom prvih 10 neurofeedback treninga, tako i tijekom sljedećih 10 seansi.

Podaci registrirani na upitniku ATEC upisivani su u on-line upitnik dostupan na web-stranici of Autism Research Institutete (ARI), te su povratno dobiveni obrađeni rezultati, prikazani tabelarno i grafički.³⁷

Na Slici 1 prikazani su rezultati dobiveni na varijablama Govorno-jezična/komunikacija, Socijalni odnosi, Osjetilna i kognitivna svjesnost, Zdravlje/fizički status/ponašanje, kao i ukupni rezultati dobiveni na cijelom upitniku.

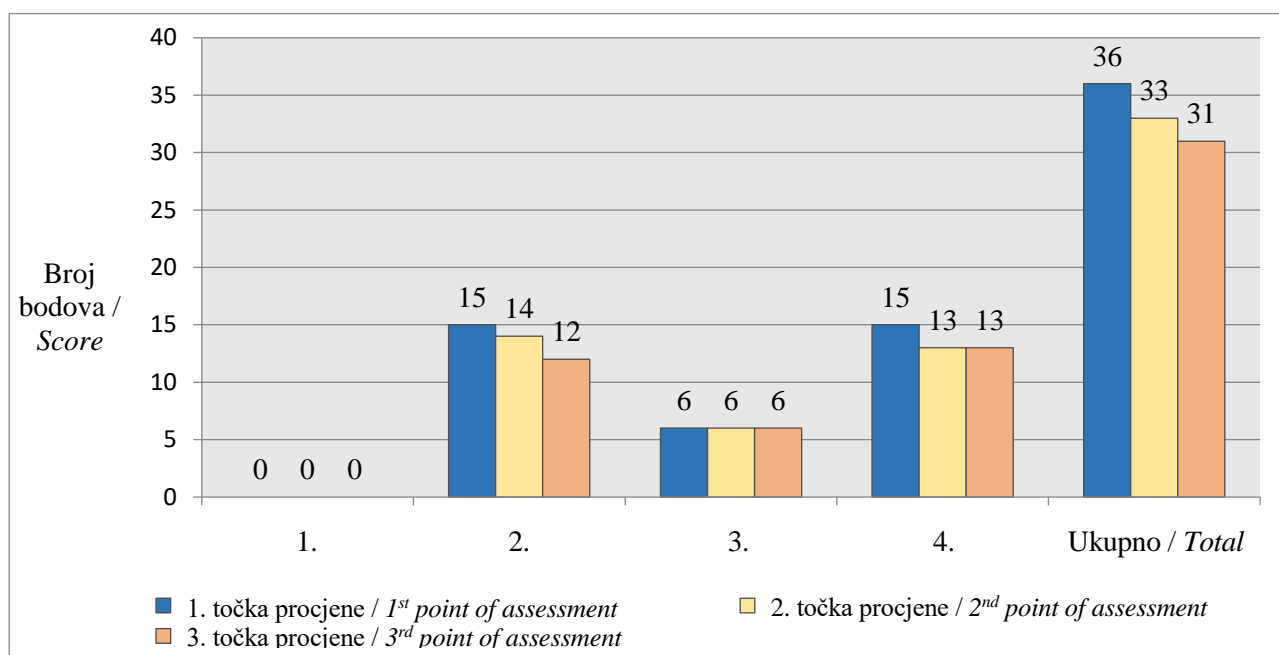
Tablica 4. Rezultati dobiveni primjenom Wilcoxonovog testa
 Table 4 Results of Wilcoxon Signed Rank Test

		Z	Značajnost
Par 1 Pair 1	Spavanje1 i Spavanje2 Sleep1 & Sleep2	-1,134 ^b	0,257
Par 2 Pair 2	Spavanje1 i Spavanje3 Sleep1 & Sleep3	-1,473 ^b	0,141
Par 3 Pair 3	Pažnja i učenje1 i Pažnja i učenje2 Attention & Learning1 & Attention and Learning2	-,719 ^b	0,472
Par 4 Pair 4	Pažnja i učenje1 i Pažnja i učenje3 Attention & Learning1 & Attention and Learning3	-1,455 ^b	0,146
Par 5 Pair 5	Osjetilnost1 i Osjetilnost2 Sensory1 & Sensory2	,000 ^c	1
Par 6 Pair 6	Osjetilnost1 i Osjetilnost3 Sensory1 & Sensory3	-1,414 ^b	0,157
Par7 Pair 7	Ponašanje1 i Ponašanje2 Behaviorial1 & Behaviorial2	-,935 ^d	0,35
Par 8 Pair 8	Ponašanje1 i Ponašanje3 Behaviorial1 & Behaviorial3	-,051 ^b	0,959
Par 9 Pair 9	Emocije1 i Emocije2 Emotional1 & Emotional2	-2,251 ^b	0,024
Par 10 Pair 10	Emocije1 i Emocije3 Emotional1 & Emotional3	-2,585 ^b	0,01
Par 11 Pair 11	Fizički status1 i Fizički status2 Physical status1 & Physical status2	-,557 ^b	0,577
Par 12 Pair 12	Fizički status1 i Fizički status3 Physical status1 & Physical status3	-,816 ^b	0,414

b. Temeljeno na pozitivnom rangu / Based on positive ranks; c. Suma negativnih rangova jednaka je sumi pozitivnih rangova / The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks; d. Temeljeno na negativnom rangu / Based on negative ranks

Na temelju analize podataka prikazanih na Slici 1 može se zaključiti da je, imajući u vidu 1. i 3. točku procjene, do poboljšanja došlo na varijabli Socijalni odnosi (20%), na varijabli Zdravlje/fizički status/ponašanje (13,3%), te na ukupnom rezultatu (13,9%). U cilju procjene razlika u ukupnim rezultatima u odnosu na tri točke procjene formirani su parovi varijabli ATEC1 i ATEC2, te ATEC1 i ATEC3. Na temelju prethodno provedenoga testa normalnosti distribucija pojedinih varijabli primijenjen je

Wilcoxonov test za zavisne uzorke. Rezultati su pokazali da ne postoji statistički značajna razlika između parova varijabli ATEC1 i ATEC2 ($p = 0,18$ $p < 0,05$), te ATEC1 i ATEC3 ($p = 0,18$; $p < 0,05$), međutim negativne z-vrijednosti upućuju na postojanje tendencije opadanja simptoma tijekom i nakon neurofeedback treninga.



Legenda / Legend:

1. – 1. varijabla* / 1st variable*: Govorno jezična komunikacija / *Speech/Language communication*
2. – 2. varijabla** / 2nd variable**: Socijalni odnosi/*Sociability*
3. – 3. varijabla*** / 3rd variable***: Osjetilno/kognitivna svjesnost / *Sensory/Cognitive Awareness*
4. – 4. varijabla**** / 4th variable****: Zdravlje/fizički status/ponašanje / *Health/Physical/Behaviour*

Slika 1. Rezultati dobiveni na upitniku ATEC u 3 točke procjene
 Picture 1 Results on ATEC in 3 points of assessment

Rasprava

Namjera provedenoga istraživanja odnosila se na stjecanje uvida o mogućnostima primjene neurofeedback treninga primjenom ILF metode u djeteta s AS, kao i tome postoje li razlike u uspješnosti tretmana i u kojim područjima u tri točke procjene. Rezultati dobiveni na upitniku EEG Expert pokazali su da je do statistički značajnih promjena došlo na varijabli Emocije, dok je na varijablama Spavanje, Pažnja i učenje, Osjetilnost, Ponašanje i Fizički status, došlo do smanjivanja simptoma, ali bez statističke značajnosti. Značajne promjene na varijabli Emocije, koja objedinjuje različite simptome, poput uznemirenosti, tjeskobe, srama, samopotcjenjivanja, ljutnje, pomanjkanja emocionalne svjesnosti i sl., potvrđuju pozitivan utjecaj provedenoga programa na psihološki status ispitanika. U tom smislu, zanimljiva su i zapažanja roditelja prema kojima dječak lakše zaspi (brže i bez upaljenog svjetla kao prije), lakše objašnjava vlastite emocije, češće ulazi u komunikaciju, rjeđe doživljava ljutnju i socijalno nepoželjne grimase i neprimjerene reakcije. U

kasnijim seansama majka navodi da je dječak prestao gristi nokte, a škrgutanje zubiju se smanjilo. U svom nalazu i mišljenju, edukacijski rehabilitator navodi povećanu razinu socijalne svjesnosti kod dječaka. Također počinje detaljnije odgovarati na pitanja: Kako se osjećaš? i Što ima novo?

Statistička značajnost na parovima varijabli Emocije izuzetno je bitna za ovo istraživanje jer je inicijalnim intervjuom, kao i primjenom Australске skale za procjenu Aspergerovog sindroma, kao jedan od ciljeva neurofeedback treninga definirana potreba kreiranja programa usmjerenog prema emocionalnoj reaktivnosti i regulaciji. U tom smislu, 70% od ukupnoga broja seansi bilo je usmjereno prema treningu prefrontalnih regija zaduženih za mentalno smirivanje, kontrolu impulzivnosti, završavanje zadatka, emocionalnu reaktivnost, odlučivanje, te emocionalnu inhibiciju.

Usporedbom ukupnih rezultata na upitniku ATEC u tri točke procjene može se uočiti da nisu dobivene statistički značajne razlike, međutim na temelju analize dobivenih vrijednosti može se uočiti tendencija smanjenja prisutnih simptoma u djeteta tijekom i

nakon neurofeedback treninga. Statističku značajnost nije dobio ni Scolnick³⁸ koji je ispitivao utjecaj primjene qEEG-a u 5 muških adolescenata s dijagnozom Aspergerovog sindroma. Analizom qEEG nalaza prije i nakon treninga utvrđeno je da je došlo do normalizacije moždane aktivnosti, ali bez statističke značajnosti. Također, isti autor navodi da je na ATEC upitniku najviši napredak zabilježen na varijabli Ponašanje, ali isto tako bez statističke značajnosti.

U ovom istraživanju, imajući u vidu odnos rezultata 1. i 3., točke procjene na varijablama obuhvaćenih ATEC upitnikom, možemo zaključiti da je do poboljšanja došlo na varijabli Socijalni odnosi (20%), na varijabli Zdravlje/fizički status/ponašanje (13,3%), te na ukupnom rezultatu (13,9%). Primjenjujući isti upitnik, Jarusiewicz³⁹ navodi sniženje ukupnog rezultata između 8% i 56% na uzorku od dvanaestero djece s poremećajem iz spektra autizma, nakon 20 seansi neurofeedback treninga. Prosječno opadanje u simptomima iznosilo je 26%, s najvećim prosječnim poboljšanjem od 33% na skali socijalnih odnosa i sljedećim poboljšanjem od 29% na skali procjene jezično-govorne komunikacije.

Nadalje, u cilju razmatranja uspješnosti primjene neurofeedback treninga, vrijedno je spomenuti i istraživanje Thompsona i sur.²⁵ provedeno na uzorku od 150 osoba s AS i 9 osoba s PSA. Ispitivanjem je bilo obuhvaćeno 117 djece od 5-12 godina, 30 adolescenata od 13-19 godina, te 12 odraslih od 20-58 godina. Ispitanici su sudjelovali na 40-60 neurofeedback seansi u kombinaciji s treningom meta-kognitivnih strategija, dok je u starijih adolescenata i odraslih još korišten biofeedback za praćenje disanja, elektrodermalnih odgovora, te varijabilnosti rada srca kao pokazatelja smirenosti, opuštenosti i fokusiranosti u ispitanika. Metakognitivne strategije odnosile su se na razumijevanje socijalnih i specijalnih odnosa, čitanje s razumijevanjem i matematiku, a njihov trening se provodio kada je, primjenom biofeedbacka, postignuto opušteno i smirujuće stanje. Cilj neurofeedback treninga bio je, u većini slučajeva, usmjeren na smanjenje valova niskih frekvencije (najčešće između 3-7 Hz), te visoke bete (23-35 Hz). Također se potkrepljivao SMR ritam (12-15 Hz ili 13-15 Hz). Na temelju analize dobivenih rezultata, autori istraživanja navode da je, nakon provedbe navedenog terapijskoga programa, značajan napredak zabilježen u području ublažavanja poremećaja pažnje, anksioznosti, apozodije i teškoća u socijalnom funkcioniranju, kao i u području poboljšanja akademskih i intelektualnih vještina. Doprinos neurofeedback metode u postignutim rezultatima autori razmatraju na način da ova vrsta intervencije omogućuje induciranje i podržavanje samoregulacije onih vrsta i frekvencija

moždanih valova koji su povezani s osnovna tri simptoma AS, a to su: nedostatak socijalnih kompetencija, anksioznost i neadekvatno trajanje pažnje.

Pregled literature ukazuje na vrlo mali broj istraživanja usmjerenih na primjenu neurofeedback metode u osoba s AS. Stoga se neki autori, u razmatranju razloga primjene ove metode u populaciji osoba s AS, referiraju na brojnija istraživanja u osoba s PSA kao srodnog pervazivnog poremećaja. U tom kontekstu mogu se navesti istraživanja prema kojima neurofeedback metoda u ovoj populaciji može utjecati na socijalne i komunikacijske vještine,^{9,40} pažnju,⁴¹ prepoznavanje emocija, spontanu imitaciju i aktivnosti svakodnevnog života,⁴² poboljšanje pažnje, te bihevioralnih i motoričkih vještina,⁴³ ili na socijalizaciju, vokalizaciju, anksioznost, školski uspjeh, spavanje i smanjenje tantruma.³⁹

Imajući u vidu nedostatak istraživanja o primjeni neurofeedback treninga u osoba s AS, posebice u odnosu na primjenu ILF metode, ovo istraživanje može predstavljati poticaj za daljnja istraživanja i kliničku primjenu. Naime, upravo ograničenja ovoga istraživanja koja se odnose na uzorak od jednog ispitanika, nepostojanje stroge protokolarne strukture kakve postoje kod „klasičnog“ neurofeedback treninga, te nedostatak kompleksnijeg objektivnog praćenja neuropsiholoških obrazaca u ispitanika, otvaraju nova problemska područja. Jedno od njih odnosi se na potrebu definiranja jedinstvenih smjernica, što je otežano s obzirom da je osnova ILF, kao i klasičnog neurofeedback treninga, individualni pristup temeljen na specifičnim neuropsihološkim obrascima karakterističnim za svakog pojedinog klijenta. Međutim, postoji potreba utvrđivanja stabilnijih i jasnijih polazišnih, terapijskih i evaluacijskih kriterije za praktičare i istraživače u ovom području.

Nadalje, kako bi se uklonilo prevladavanje subjektivne procjene, bilo bi poželjno korištenje kvantitativnog EEG-a (qEEG) koji koristeći složene matematičke operacije daje detaljnu analizu EEG aktivnosti i pokazuje specifične promjene kod različitih stanja ili intervencija.⁴⁴ Također, objektivnost u interpretaciji dobivenih podataka treba biti potkrijepljena prikupljanjem podataka iz više različitih izvora, kao što su primjerice oba roditelja, te drugi stručnjaci koji su uključeni u edukaciju i rehabilitaciju djeteta, kao što je provedeno i u nekim drugim istraživanjima.²⁵ Međutim, provedba intervjuva u određenim fazama provedbe programa može također predstavljati, kako je ustanovljeno i u ovom istraživanju, vrijedan pristup. Naime, njegova primjena može istaknuti neke specifične neuropsihološke obrasce ili za klijenta značajne promjene, koje kao jedne od čestica

u instrumentu procjene, mogu proći nezapaženo u zbroju ukupnih rezultata na nekoj varijabli.

Kao dodatno problemsko područje postavlja se i definiranje broja potrebnih seansi. U ovom istraživanju provedeno je 20 seansi neurofeedback treninga, no postavlja se pitanje bi li do drugačijih promjena došlo većim brojem seansi. Dok neki autori tvrde da ne bi bilo značajnih promjena, te svoja istraživanja temelje na 20 seansi,^{3,31} određeni broj autora koristi preko 30,³⁹ a neki i preko 40 seansi.^{30,43,45,46,47}

Usprkos ograničenjima ovoga istraživanja, kao prednost u interpretaciji dobivenih rezultata treba naglasiti činjenicu da tijekom provedbe neurofeedback treninga ispitanik nije sudjelovao u drugim terapijskim intervencijama, te nije primao medikamentoznu terapiju. U tom smislu može se isključiti utjecaj drugih terapija, ili sinergijski učinak različitih metoda. Međutim, pojedini autori naglašavaju da bi simultana primjena neurofeedback metode i drugih terapijskih pristupa, također trebala biti predmet daljnjih ispitivanja.²⁵

Imajući u vidu dosadašnje spoznaje, neurofeedback se metoda, kako naglašava Huić,¹ i dalje smatra metodom u istraživanju. Pretpostavka je da će daljnja razrada neurofeedback protokola i sustava procjene poboljšati razinu primjene i učinkovitosti ove metode, kao samostalnog pristupa ili kao komplementarne metode u okviru holističkoga liječenja i rehabilitacije. Također, treba naglasiti zanimljivost ovoga pristupa, jer povezuje sofisticirane asistivne tehnologije i osobno iskustvo pojedinca u procesu samoregulacije i aktivacije vlastitih potencijala.

Zaključak

Neurofeedback metoda još je uvijek nedovoljno istražena intervencija kod neurorazvojnih poremećaja, a posebice u području primjene kod osoba s AS. U tom smislu, rezultati ovoga istraživanja o primjeni neurofeedback treninga primjenom ILF metode, mogu koristiti u koncipiranju budućih programa, ali i u poticanju daljnjih istraživanja u ovom području. Ona su svakako potrebna, budući da pregled dosadašnjih istraživanja ukazuje na određena metodološka ograničenja vezana uz selektiranje reprezentativnog uzorka, koncipiranje sustava evaluacije, način obrade dobivenih podataka, određivanje broja potrebnih seansi i sl. Također, dodatni naponi trebali bi biti usmjereni i na istraživanje optimalnih neurofeedback protokola u odnosu na dijagnozu i kliničku sliku ispitanika. U tom kontekstu, trebala bi se procjenjivati razina uspješnosti neurofeedback tretmana s obzirom na različite parametre, kao što su: vrsta stimuliranih i/ili inhibiranih moždanih valova; odabir regija mozga

koje su obuhvaćane neurofeedback treningom; način postavljanja elektroda (unipolarno, bipolarno); programska podrška, i dr. Daljnja provedba randomiziranih kontroliranih ispitivanja, kao i daljnji razvoj standardiziranih metodoloških protokola mogao bi odrediti mogućnosti i ograničenja neurofeedback metode, što bi doprinijelo njenoj većoj uspješnosti u terapiji i rehabilitaciji osoba s AS, ali i drugim neurorazvojnim poremećajima.

Literatura

- Huić M. "Biofeedback" i "Neurofeedback" metode u liječenju psihijatrijskih poremećaja: Procjena zdravstvene tehnologije, broj 08/2014. Agencija za kvalitetu i akreditaciju u zdravstvu i socijalnoj skrbi, Služba za razvoj, istraživanje i zdravstvene tehnologije. Zagreb, 2014.
- Holtmann M, Steiner S, Hohmann S, Poustka L, Banaschewski T, Bolte S. Neurofeedback in autism spectrum disorders. *Dev Med Child Neurol.* 2011;53:986-93.
- Collura TF. Technical foundations of neurofeedback. Routledge, New York; 2014.
- Liechti MD. Advanced neurofeedback with direct training of specific brain regions in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. Doctoral thesis, ETH Zurich, 2011.
- Hammond CD. What is neurofeedback? *J Neurother.* 2006;10:25-36.
- Othmer S, Othmer SF, Kaiser DA, Putman J. Endogenous neuromodulation at infra low frequencies. *Semin Pediatr Neurol.* 2013;20:246-57.
- Othmer S, Othmer S. Infra low frequency neurofeedback. *Biofeedback.* 2016;44:81-9.
- Aliti B. Utjecaj neurofeedback treninga infra-niskih frekvencija na dijete dijagnosticirano s pervazivnim razvojnim poremećajem. Diplomski rad. Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2016.
- Coben R, Linden M, Myers TE. Neurofeedback for autistic spectrum disorder: a review of the literature. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2010;35:83-105.
- Marzbani H, Marateb HR, Mansourian M. Neurofeedback: A comprehensive review on system design, methodology and clinical applications. *Basic Clin Neurosci.* 2016;7:143-158.
- Šimleša S, Ljubešić M. Aspergerov sindrom. *Suvremena psihologija.* 2009;12:373-389.
- Bujas Petković Z, Frey Škrinjar J. Poremećaji autističnog spektra: Značajke i edukacijsko-rehabilitacijska podrška. Zagreb: Školska knjiga; 2010.
- Gillberg C, Billstedt E. Autism and Asperger syndrome: coexistence with other clinical disorders. *Acta Psychiatr Scand.* 2000;102:321-330.
- Tantam D. Asperger's syndrome. *J Child Psychol Psychiatry.* 1988;29:245-55.

15. Attwood T. *Asperger's Syndrome – A guide for parents and professionals*. New York: Jessica Kingsley Publishers; 1998.
16. Howlin P. *Autism and Asperger syndrome*. London – New York: Routledge – Taylor & Francis Group; 2004.
17. Chiang HM, Tsai LY, Cheung YK, Brown A, Li H. A Meta-Analysis of differences in IQ profiles between individuals with Asperger's disorder and high-functioning autism. *J Autism Dev Disord*. 2014;44:1577-96.
18. McPartland J, Klin A. Asperger's syndrome, *Adolesc Med Clin*. 2006;17:771-88.
19. Martin A, Scahill L, Klin A, Volkmar FR. Higher-functioning pervasive developmental disorders: rates and patterns of psychotropic drug use. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 1999;38:923-31.
20. Szatmari P, Tuff L, Finlayson MA, Bartolucci G. Asperger's syndrome and autism: neurocognitive aspects. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 1990; 29:130-6.
21. Klin A, Volkmar FR, Sparrow SS. *Asperger syndrome*. New York: The Guilford Press; 2000.
22. Bauman ML, Kemper TL. Neuroanatomic observations of the brain in autism. U: Bauman ML, Kemper TL ur. *The neurobiology of autism*. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 1994, str. 119-145.
23. Volkmar FR, Klin A, Pauls D. Nosological and genetics aspects of Asperger syndrome. *J Autism Dev Disord*. 1998;28:457-63.
24. Cowan J, Markham L. EEG biofeedback for the attention problems of autism: A case study. Presented at the 25th Annual Meeting of the Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, 1994.
25. Thompson L, Thompson M, Reid A. Neurofeedback outcomes in clients with Asperger's syndrome. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2010;35:63-81.
26. Thompson L, Thompson M, Reid A. Functional neuroanatomy and the rationale for using EEG biofeedback for clients with Asperger's syndrome. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2010;35:39-61.
27. Ozonoff S, Dawson G, McPortland J. *A parent's guide to Asperger syndrome and high-functioning autism: How to meet the challenges and help your child thrive*. New York: The Guilford Press; 2002.
28. Othmer S, Othmer SF. *Neurofeedback for the Autism Spectrum*. U: Siri K, Lyons T. ur. *Cutting- Edge Therapies for Autism*. New York: Skyhorse; 2011: str. 262-67.
29. Arns M, de Ridder S, Strehl U, Breteler M, Coenen A. Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis. *Clin EEG Neurosci*. 2009;40:180-9.
30. Steiner NJ, Frenette EC, Rene KM, et al. A pilot feasibility study of neurofeedback for children with autism. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2014;39:99-107.
31. Coben R, Padolsky I. Assessment-guided neurofeedback for autistic spectrum disorder. *J Neurother*. 2007;11:5-23.
32. EEG Expert Symptom Tracking. The Green House Center. Dostupno na adresi: <http://greenhousecenter.org/wpbb/wp-content/uploads/2014/02/Initial-Symptom-Tracking-EEG-Expert.pdf>. Datum pristupa informaciji 18. lipnja 2017.
33. About the ATEC. Autism Research Institute. Dostupno na adresi: https://www.autism.com/ind_atec. Datum pristupa informaciji 25. kolovoza 2017.
34. Chapin TJ, Russell-Chapin LA. *Neurotherapy and neurofeedback: brain-based treatment for psychological and behavioural problems*. New York: Routhledge; 2014.
35. Nikolić B. Modeli za analizu promjena nastalih uključivanjem kompjutera u transformatorske procese kod osoba s teškoćama socijalne integracije. *Defektologija*. 1991;2:77-97.
36. Miholić D, Prstačić M, Martinec R. Art/ekspresivne terapije i psihodinamika djetete - roditelj u konceptu sofrologije i psihosocijalne onkologije. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*. 2013;49:115-28.
37. Autism Treatment Evaluation Checklist. Autism Research Institute. Dostupno na adresi: http://www.autism.com/ind_atec_report. Datum pristupa informaciji 31. kolovoza 2017.
38. Scolnick B. Effects of electroencephalogram biofeedback with Asperger's syndrome. *Int J Rehabil Res*. 2005;28:159-63.
39. Jarusiewicz B. Efficacy of neurofeedback for children in the autistic spectrum: A pilot study. *J Neurother*. 2002; 6:39-49.
40. Sichel AC, Fehmi LG, Goldstein DM. Positive outcome with neurofeedback treatment in a case of mild autism. *J Neurother*. 1995;1:60-4.
41. Pineda JA, Brang D, Hecht L, et al. Positive behavioural and electrophysiological changes following neurofeedback training in children with autism. *Res Autism Spectr Disord*. 2008;2:557-81.
42. Friedrich EVC, Sivanathan A, Lim T, et al. An effective neurofeedback intervention to improve social interactions in children with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord*. 2015;45:4084-100.
43. Živoder I, Martić-Biočina S, Vodanović Kosić A, Bosak J. Neurofeedback application in the treatment of autistic spectrum disorder. *Psychiatr Danub*. 2015;27 Suppl 1 391:4.
44. Begić D, Popović-Knapić V, Grubišin J. Kvantitativni EEG u razlikovanju shizofrenije i depresije. *Socijalna psihijatrija*. 2006;36:64-69.
45. Karimi M, Haghshenas S, Rostami R. Neurofeedback and autism spectrum: A case study. *Procedia Soc Behav Sci*. 2011;30:1472-5.
46. Jacobs HE. Neurofeedback treatment of two children with learning, attention, mood, social, and developmental deficits. *J Neurother*. 2005;9:55-70.
47. Kouijzer EJM, de Moor MHJ, Gerrits JLB, Congedo M, van Schie TH. Neurofeedback improves executive functioning in children with autism spectrum disorders. *Res Autism Spectr Disord*. 2008;3:145-62.