

Wykorzystanie EEG *neurofeedbacku* w rehabilitacji padaczki dziecięcej

The use of EEG neurofeedback in the rehabilitation of childhood epilepsy

Marta Kopańska¹, Danuta Ochojska²

¹Zakład Patofizjologii, Uniwersytet Rzeszowski

²Zakład Psychologii, Uniwersytet Rzeszowski

Neuropsychiatria i Neuropsychologia 2022; 17, 1–2: 24–30

Adres do korespondencji:

Dr Marta Kopańska

Zakład Patofizjologii, Uniwersytet Rzeszowski

al. Rejtana 16 C, 35-959 Rzeszów

e-mail: martakopanska@poczta.onet.pl

Streszczenie

Padaczka jest jednym z najczęstszych poważnych zaburzeń neurologicznych. Charakteryzuje się długotrwałym ryzykiem nawrotów napadów. Najczęstszymi objawami są drgawki. Napady te mogą być różnego rodzaju w zależności od tego, która część mózgu objęta jest dysfunkcją. Zależy to także od wieku pacjenta dotkniętego tą chorobą. Niestety, osoby cierpiące na epilepsję mają zwiększone ryzyko śmierci, głównie w wyniku urazów głowy. Stosuje się różne zabiegi terapeutyczne, ale nie zawsze są one skuteczne. *Neurofeedback* (lub inaczej EEG *biofeedback*) znajduje zastosowanie w leczeniu wielu schorzeń. Dzięki tej terapii pacjent uczy się świadomego kontrolowania funkcji organizmu. Celem pracy jest analiza literatury dotyczącej efektywności EEG (elektroencefalografii) *biofeedbacku* u pacjentów z epilepsją dziecięcą. Epilepsja jest chorobą przewlekłą, zwykle nieuleczalną, polegającą na zakłóceniach wyładowań elektrycznych w mózgu. Terapia *neurofeedback*, opierająca się na treningu fal mózgowych, jest w niej całkowicie uzasadniona. W artykule dokonano przeglądu anglojęzycznej literatury z lat 2014–2021 w celu zilustrowania stanu wiedzy na powyższy temat. Do analizy włączono 51 prac, których tematyka skupiała się na różnych aspektach nauk o mózgu i jego zaburzeniach, a zwłaszcza na epilepsji. Uznano, że stan literatury jest zadowalający, by na jego podstawie prowadzić samodzielne badania, i założono, iż rozwój tej formy terapii jest oczekiwany.

Słowa kluczowe: pediatria, dziecko, adolescent, epilepsja, *neurofeedback*.

Wstęp

Padaczka to jedno z najczęstszych schorzeń neurologicznych zarówno u dzieci, jak i osób dorosłych. Jest diagnozowana, gdy dochodzi do nagłych, niesprovokowanych ataków drgawek. Są to zdarzenia, w których wyładowania elektryczne w mózgu wywołują zakłócenia w ak-

Abstract

Epilepsy is one of the most common serious neurological disorders. Epilepsy is characterized by a long-term risk of recurring seizures. The most common are seizures. These seizures can be of different types, depending on which part of the brain is involved and the age of the person affected. People suffering from epilepsy have an increased risk of death. Various treatments are used, but the results are not always effective. Neurofeedback is used in the treatment of many diseases, thanks to this therapy the patient learns to consciously control the functions of the body. The aim of this study is to determine the state of the literature on the effectiveness of EEGv (electroencephalography) biofeedback on patients with childhood epilepsy. Epilepsy is a chronic, incurable disease involving disruptions of electrical discharges in the brain. Neurofeedback therapy, based on brain wave training, is fully justified in this matter. The English-language literature from 2014–2021 was reviewed to illustrate the state of knowledge on the above-mentioned topic. 51 papers focused on various aspects of the science of the brain and its disorders, especially epilepsy, were qualified for further analysis. It was found that the state of the literature is satisfactory to conduct independent research on its basis and it was assumed that the development of this form of therapy is an expected issue.

Key words: pediatric, child, adolescent, epilepsy, neurofeedback.

tywności motorycznej, zachowaniu oraz często powodują zaburzenia świadomości. Wyróżnia się zasadniczo dwa rodzaje napadów drgawkowych: częściowe (w wypadku których jest możliwe podanie miejsca w mózgu, gdzie doszło do wyładowania) oraz uogólnione (wyładowania dotyczą całego mózgu, niemożliwe jest określenie dokładnego miejsca) (Jędrzejczak 2008).

Dostępными metodami leczenia padaczki są obecnie dieta ketogenna, stymulatory nerwu błędnego, zabiegi chirurgiczne i przede wszystkim farmakologia antyepileptyczna (*antiepileptic drugs* – AED). Skuteczność leków przeciwpadaczkowych jest ogólnie potwierdzona, jednak ten sposób leczenia nie jest wolny od skutków ubocznych. Dotyczy to zwłaszcza epilepsji u dzieci. Leki przeciwpadaczkowe są testowane w większości na osobach dorosłych, dlatego też nie można z pełną stanowczością określić ich wpływu na kognytywny rozwój dzieci. Wciąż odnotowywane skutki uboczne negatywnie oddziałują na rozwój zdolności poznawczych u dzieci, a jako że epilepsja jest chorobą ośrodkowego układu nerwowego (Jędrzejczak 2008), aspekt ten powinien być wnikliwiej przeanalizowany.

Do badania i zapisywania aktywności mózgu używany jest elektroencefalograf, który przedstawia zebrane dane w formie zapisu drgań (Dinh i Esch 2018). W przypadku przeprowadzania badania w trakcie napadu padaczkowego zapis EEG będzie prezentował charakterystyczne „iglice” świadczące o wysokiej aktywności elektrycznej mózgu. Elektroencefalograf pokazuje w ten sposób nieprawidłowości w elektrycznej aktywności mózgu pacjenta. Wskazana wówczas jest terapia, która ma na celu poprawę regulacji wzorców fal mózgowych. Do takich właśnie zalicza się *neurofeedback*, inaczej EEG *biofeedback*. *Neurofeedback* to forma warunkowania, która zakłada wyszkolenie regulacji wzorców

fal mózgowych poprzez dostarczanie informacji zwrotnych w czasie rzeczywistym, o aktywności fal mózgowych za pośrednictwem EEG. Zastosowanie *neurofeedbacku* w leczeniu epilepsji w populacji dziecięcej przynosi wiele korzyści. Jego działanie w padaczce zilustrowano na autorskim schemacie (ryc. 1).

Cel pracy

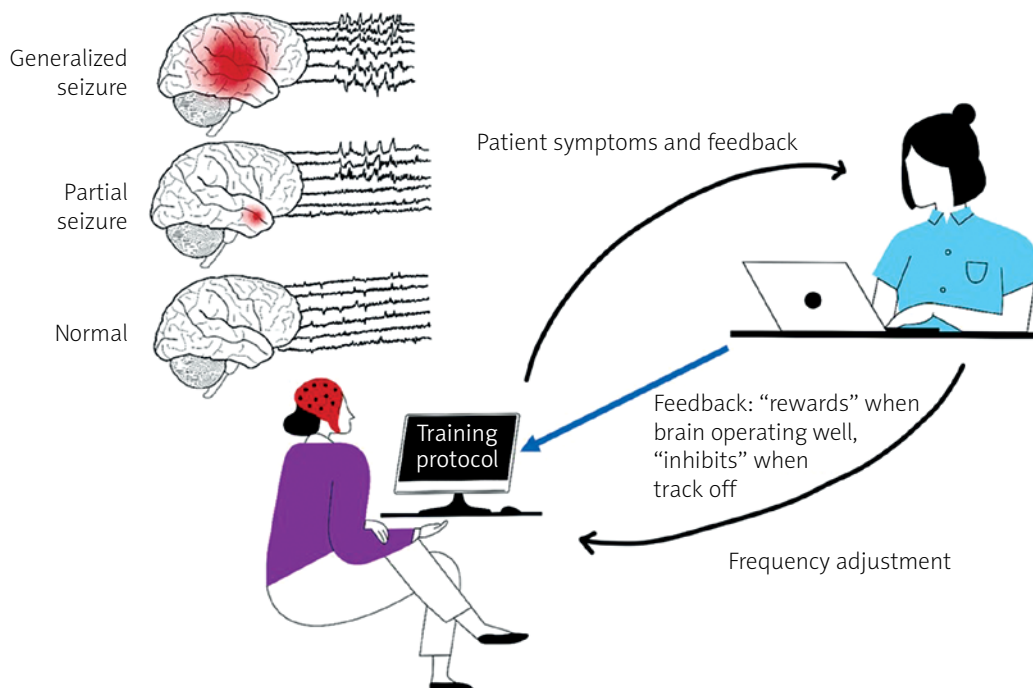
Założeniem pracy było przedstawienie stanu piśmiennictwa anglojęzycznego dotyczącego terapii EEG *neurofeedbacku* u pacjentów pediatrycznych chorujących na epilepsję. Pod uwagę wzięto doniesienia naukowe z lat 2014–2021.

Przegląd literatury

Realizując cel pracy, korzystano z zasobów wyszukiwarek medycznych PubMed oraz Scopus, a także wyszukiwarki Science Direct.

Metody i fazy wyszukiwania

Korzystając z wyszukiwarek PubMed, Scopus oraz Science Direct, dokonano przeglądu artykułów badających wpływ terapii EEG *biofeedbacku* na pacjentów pediatrycznych chorych na epilepsję. Na podstawie dostępnej literatury przedmiotu pracę podzielono na podrozdziały uwzględniające kolejno: streszczenie, wstęp, cel pracy, przegląd literatury (pod kątem metodyki),



Ryc. 1. Działanie treningu EEG *biofeedbacku* w padaczce

Tabela 1. Szczegółowy wykaz wyszukiwanych słów kluczy

| | PubMed | Scopus | Science Direct |
|---|--------|--------|----------------|
| Neurofeedback + epilepsy + pediatric | 6 | 7 | 24 |
| EEG biofeedback + epilepsy + pediatric | 6 | 2 | 63 |
| Neurofeedback + epilepsy + child | 12 | 16 | 39 |
| EEG biofeedback + epilepsy + child | 12 | 6 | 67 |
| Neurofeedback + epilepsy + adolescent | 7 | 9 | 48 |
| EEG biofeedback + epilepsy + adolescent | 7 | 5 | 60 |

opis stanu wiedzy poprzez prezentację i analizę wyników, dyskusję, podsumowanie i bibliografię.

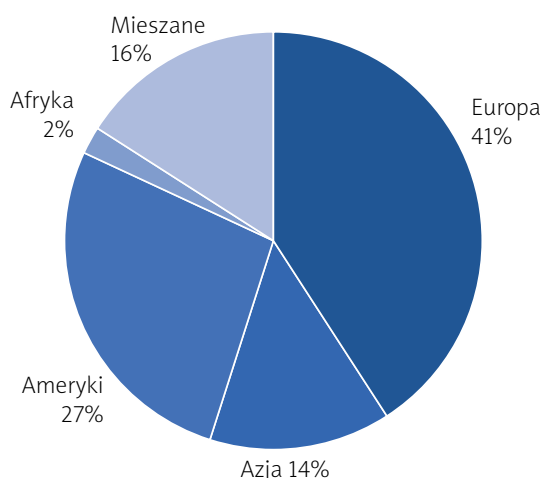
W pierwszej fazie wyszukiwania określono zakres analizowanego materiału jako obejmujący lata 2014–2021 oraz język piśmiennictwa – angielski. Pierwszym krokiem było określenie liczby pozycji przy użyciu trzech słów: „neurofeedback + epilepsy + pediatric”, „EEG biofeedback + epilepsy + pediatric” oraz „neurofeedback + epilepsy + child” i „EEG biofeedback + epilepsy + child”. Ostatnią wersją wyszukiwania były frazy „neurofeedback + epilepsy + adolescent” oraz „EEG biofeedback + epilepsy + adolescent”. Przyjęty sposób wyszukiwania danych nie wyczerpuje podjętego tematu, ponieważ zastosowano w nim tylko kombinacje słów uznanych za kluczowe. Szczegółowe wyniki prezentuje tabela 1.

Opis stanu wiedzy

Prezentacja wyników

W przebiegu pracy nad przeglądem piśmiennictwa dokonano podsumowania artykułów naukowych zamieszczonych w wybranych bazach danych. Jego wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Spośród wszystkich wyszukanych pozycji do dalszej analizy włączono 50 artykułów na-



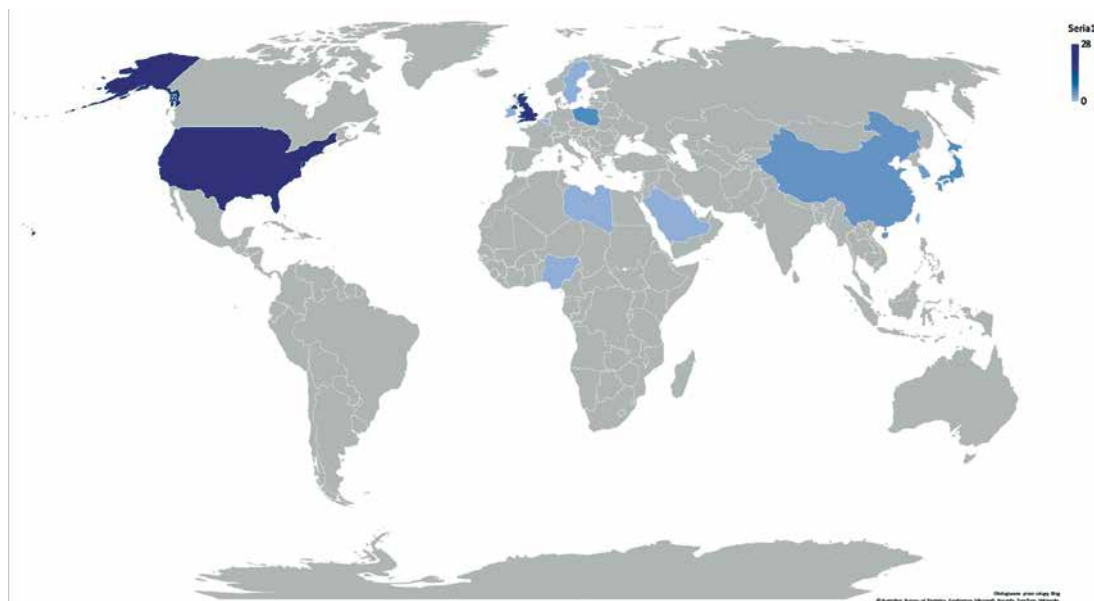
Ryc. 2. Graficzne przedstawienie miejsc pochodzenia (bądź zatrudnienia) autorów analizowanych artykułów

ukowych (analizowane artykuły zamieszczono w bibliografii, dodatkowo dodano tu tylko pozycję J. Jędrzejczak (2008), która nie dotyczy tego typu badań, ale obejmuje problematykę epilepsji). Za główne kryterium wykluczające przyjęto powtarzalność poszczególnych prac w różnych miejscach oraz zasięg zakresu tematycznego, jaki spełniały pozycje wobec przyjętych założeń.

Analiza wyników

Z ponad pięćdziesięciu przeanalizowanych pozycji wyłaniają się naukowcy różnorodnego pochodzenia, pracujący w instytucjach na całym świecie. Pozwala to stwierdzić, że zagadnienie *neurofeedbacku* w terapii epilepsji dziecięcej jest tematem globalnym, budzącym rozległe zainteresowanie. Autorzy wybranych artykułów pochodzą niemal z każdego zamieszkanego kontynentu, choć zdecydowanie największa ich liczba pracuje w Europie ($n = 21$). Należy zwrócić uwagę, że w zgłębianiu tej problematyki przodują zdecydowanie dwa kraje – Wielka Brytania i Francja. Z uwagi na to, że *neurofeedback* jako metoda terapii został wynaleziony w Stanach Zjednoczonych, także znaczna część autorów z kontynentu amerykańskiego stosuje go w tamtejszych szpitalach lub na uniwersytetach. Zaledwie kilkanaście osób z obu Ameryk (ogółem $n = 14$) jest związanych z krajem innym niż USA. Badania nad efektywnością EEG *biofeedbacku* są realizowane także przez naukowców azjatyckich ($n = 7$), głównie z krajów arabskich. Jeden artykuł był autorstwa badacza afrykańskich ($n = 1$), pochodzących przede wszystkim z Nigerii, a 8 zaklasyfikowano do grupy artykułów pochodzenia mieszanego, ponieważ ich autorzy reprezentowali instytucje z wielu kontynentów i krajów i bezzasadne było doszukiwanie się głównego przyporządkowania ($n = 8$). Całość analizy przedstawiają ryciny 2 i 3.

Pozycje wyszczególnione w tym przeglądzie są wielotematyczne i nierzadko interdyscyplinarne. Zastosowanie *neurofeedbacku* w leczeniu epilepsji



Ryc. 3. Mapa przedstawiająca miejsca pochodzenia (bądź zatrudnienia) autorów analizowanych artykułów

dziecięcej jest osiłą analizy, ale autorzy często poruszają też inne zagadnienia oraz koncentrują się na różnych schorzeniach. Oprócz epilepsji kilka prac poświęcono również kwestiom związanym z ADHD (zespół nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi), a czasem jest to nadrzędny temat artykułu, lecz z istotną wzmianką o *neurofeedbacku* w epilepsji ($n = 6$). Terapia EEG *biofeedbacku* jest pomocna także w radzeniu sobie z bólami głowy, dlatego też ten temat jest obecny w analizowanej literaturze ($n = 5$). Inną chorobą, która ma związek z epilepsją dziecięcą, jest porażenie mózgowe. Tę chorobę dotyczą dwa kolejne artykuły ($n = 2$).

Należy zaznaczyć, że w analizowanych 50 artykułach podkreślano pozytywne efekty terapii. W tabeli 2 zestawiono najciekawsze artykuły, uwzględniając ocenę efektywności terapii, liczbę badanych osób oraz ich wiek.

Jak wynika z tabeli 2, badania były prowadzone na reprezentatywnych próbach. Część z analiz obejmowała studia przypadków, gdzie z kolei szczegółowo przedstawiano diagnozę i opisywano zmiany zachodzące w przebiegu EEG *biofeedbacku*. Analizując rezultaty badań w najliczniejszych grupach (tj. 45, 70 i 164 osoby), badacze podkreślali znaczące pozytywne zmiany w odniesieniu do stanu zdrowia pacjentów.

Tabela 2. Przegląd wybranych doniesień naukowych prezentujących ocenę i skutki terapii *biofeedbacku*

| Autor | Ocena terapii | Stan pacjenta (-ów) | Skutki terapii | Liczba przebadanych pacjentów | Wiek pacjentów |
|----------------------------|---------------|---------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| Alwhaibi i ElKholi (2020) | pozytywna | znaczna poprawa | pozytywne | 45 | 5–8 lat |
| Arns i Kenemans (2014) | pozytywna | znaczna poprawa | pozytywne | 70 | 8–14 lat |
| Bakhtadze i wsp. (2016) | pozytywna | poprawa | pozytywne | 69 | 9–12 lat |
| Castren i wsp. (2016) | pozytywna | poprawa | pozytywne | 11 | 1–14 lat |
| Bertsche i Hartmann (2016) | pozytywna | znaczna poprawa | pozytywnie | 164 | 1–18 lat |
| Birkle i wsp. (2014) | pozytywna | poprawa | pozytywne | 11 | 14–50 lat |
| Deiber i Ros (2020) | pozytywna | poprawa | pozytywne | 22 | powyżej 18 lat |
| El-Hagrassy i wsp. (2019) | pozytywna | poprawa | pozytywne | 29 | dzieci i młodzież |
| Gryglicka i wsp. (2014) | pozytywna | poprawa | pozytywne | 1 | 10–17 lat |
| Hurt i Lofthouse (2014) | pozytywna | poprawa | pozytywne | 25 | 10–20 lat |
| Kraj i wsp. (2016) | pozytywna | poprawa | pozytywne | – | dzieci |
| Nagai i Trimble (2014) | pozytywna | poprawa | pozytywne | 2 | – |
| Nigro (2019) | pozytywna | poprawa | pozytywne | – | 8–18 lat |
| Salpekar (2020) | pozytywna | poprawa | pozytywne | 44 | dzieci |

Neurofeedback jest stosowany obok farmakoterapii i zabiegów chirurgicznych. Nietypowość tej terapii pozwala zaliczać ją do metod medycyny alternatywnej i komplementarnej (*complementary and alternative medicine* – CAM), co znajduje odzwierciedlenie w zakresie badawczym autorów prac (Alanazi i Alqahtani 2020; Arango 2015). Najpopularniejszym sposobem leczenia epilepsji są leki, jednak czasem i one okazują się niewystarczające. W takiej sytuacji terapia *neurofeedback* wydaje się obiecująca. W trzech artykułach zwraca się także uwagę na korelację pomiędzy *neurofeedbackiem* a epilepsją lekooporną (Catanzano i Shafran 2020; Ilan i Potruch 2020; Nagai i Trimble 2014).

Trening mózgu wciąż jest rozwijającą się terapią neurologiczną. Z uwagi na liczne doniesienia naukowe można stwierdzić, że ma ugruntowaną pozycję. Jednak to, że efektywność *neurofeedbacku* nie jest doraźnie mierzalna, tworzy pole do polemiki nad skutecznością tej metody. Dowód temu dała choćby Sarah Nigro (2019), rozważając efektywność terapii. W analizowanej literaturze można także spotkać doniesienia naukowców (Salpekar 2020), którzy zastanawiają się nad skutecznością metody EEG *neurofeedback*. Należy stwierdzić, że takie doniesienia naukowe także są potrzebne, gdyż *neurofeedback* jest częścią medycyny mającą przed sobą przyszłość (Arango 2015; Nallappan i wsp. 2018; Raz i Thibault 2016; Sawchuk i Senft 2020).

Dyskusja

Neurofeedback jest bardzo popularną formą terapii. Ma ona szerokie zastosowanie w leczeniu różnych schorzeń powiązanych z aktywnością elektryczną mózgu. Jak wspomniano, jest to bardzo obiecująca metoda treningu dla pacjentów zmagających się z epilepsją. Wskazują na to liczne badania podejmowane przez naukowców (m.in. Birkle i wsp. 2014; Kraj i wsp. 2016; Bakhtadze i wsp. 2016; Shehu i Yakasai 2020). Zastosowanie terapii EEG *biofeedback* w leczeniu epilepsji dziecięcej nie jest tak rozpowszechnione jak w przypadku oddziaływań u osób z ADHD (Brandeis i Holtmann 2014). Świadczyć o tym może choćby porównanie liczby rekordów: fraza „*neurofeedback + epilepsy + child*” w wyszukiwarce Science Direct generuje 117 wyników, a dla frazy „*neurofeedback + ADHD + child*” to aż 283 wyniki. Podobnie wygląda to w bazach PubMed (12 do 160) oraz Scopus (16 do 183). Wydaje się zatem, że pomimo wielu badań dotyczących epilepsji dziecięcej nadal należy prowadzić dalsze analizy i publikować wyniki.

Statystyczne ujęcie pokazuje, iż istnieje znaczne pole do rozwoju, a także dalszej analizy porównawczej co do różnych aspektów zastosowania *neurofeedbacku*.

W prezentowanym artykule przyjęto dość ściśle założenia dotyczące zakresu tematycznego i czasowego publikowanych prac. Istotą było skupienie się na najnowszych badaniach, obejmujących lata 2014–2021. W opinii autorów wykluczenie prac z wcześniejszych lat było konieczne (ze względu na szybki postęp biotechnologii), jednak warto pogłębiać podjętą tematykę. Niezwykle ważna wydaje się także kwestia porównania stanu literatury dotyczącej epilepsji dziecięcej i epilepsji ogólnie. Stanowiłoby to interesujące tło dalszych badań statystycznych nad rozwojem EEG *biofeedbacku* i jego zastosowania w tej gałęzi rehabilitacji.

Podsumowanie

Stan piśmiennictwa dotyczący terapii *neurofeedback* w epilepsji dziecięcej jest więcej niż zadowalający. Stosując ściśle kryteria, włączono 51 pozycji, co pozwoliło na wieloaspektowe przeanalizowanie podjętej tematyki. EEG *biofeedback* w epilepsji dziecięcej zdecydowanie zyskuje na znaczeniu i popularności. Jest to zauważalne w liczbie artykułów powstających wraz z biegiem lat – wzrost liczby prac jest odnotowywany niemal co roku. Co ciekawe, w analizowanych bazach danych pojawiło się już wiele prac wydanych w tym roku. Jest to bardzo widoczny trend świadczący o rozwoju tej metody terapii. Wspomniany fakt, iż publikacji o *neurofeedbacku* w leczeniu ADHD jest znacznie więcej, ma także pozytywny wpływ na badania nad efektywnością EEG *biofeedbacku* w epilepsji, zagadnienia te bowiem często się łączą i krzyżują.

Oświadczenie

Autorki deklarują brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo

1. Alanazi MM, Alqahtani F. Non-pharmacological interventions for intractable epilepsy. *Saudi Pharm J* 2020; 28: 951-962.
2. Alwhaibi R, Elkholi S. Effects of auditovisual feedback on eye-hand coordination in children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil* 2020; 101: 103635.
3. Ambegaonkar G, Aspinall N, D'Urso A. Fifteen minute consultation: an approach to the child with chronic headaches. *Arch Dis Child Educ Pract* 2018; 103: 177-183.
4. Antle A, Illes J, Longstaff H i wsp. Involving children with neurodevelopmental disorders in biomedical research. *Lancet Child Adolesc Health* 2019; 3: 143-144.

5. Arango C. Present and future of developmental neuropsychopharmacology. *Eur Neuropsychopharmacol* 2015; 25: 703-712.
6. Arns M, Kenemans JL. Neurofeedback in ADHD and insomnia: Vigilance stabilization through sleep spindles and circadian networks. *Neurosci Biobehav Rev* 2014; 44: 183-194.
7. Bakhtadze S, Beridze M, Bornstein N i wsp. Effect of EEG biofeedback on cognitive flexibility in children with attention deficit hyperactivity disorder with and without epilepsy. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2016; 41: 71-79.
8. Battistella PA, Toldo I. Survey on treatments for primary headaches in 13 specialized juvenile Headache Centers: the first multicenter Italian study. *Eur J Paediatr Neurol* 2017; 21: 507-521.
9. Beattie J, Goyal M. Caregiver-reported religious beliefs and complementary and alternative medicine use among children admitted to an epilepsy monitoring unit. *Epilepsy Behav* 2017; 69: 139-146.
10. Bertsche A, Hartmann N. Use of complementary and alternative medicine (CAM) by parents in their children and adolescents with epilepsy – prevalence, predictors and parents' assessment. *Eur J Paediatr Neurol* 2016; 20: 11-19.
11. Birkle SM, Kotchoubey B, Strehl U i wsp. Sustained reduction of seizures in patients with intractable epilepsy after self-regulation training of slow cortical potentials – 10 years after. *Front Hum Neurosc* 2014; 8: 20.
12. Blais S, Logan BL. Giggle incontinence: evolution of concept and treatment. *J Pediatr Urol* 2017; 13: 430-435.
13. Blower SL, Noble AJ. Psychological interventions for epilepsy: how good are trialists at assessing their implementation fidelity, what are the barriers, and what are journals doing to encourage it? A mixed methods study. *Epilepsy Behav* 2019; 97: 100.
14. Borad N, Gupta SN. Spectrum of migraine variants and beyond: The individual syndromes in children. *Brain Dev* 2016; 38: 10-26.
15. Brandeis D, Holtmann M. Neurofeedback for ADHD: a review of current evidence. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am* 2014; 23: 789-806.
16. Castren M, Cowley B, Kirjanen S i wsp. Epileptic electroencephalography profile associates with attention problems in children with fragile X syndrome: review and case series. *Front Human Neurosci* 2016; 10: 30.
17. Catanzano M, Shafran R. Brief psychological interventions for psychiatric disorders in young people with long term physical health conditions: A systematic review and meta-analysis. *J Psychosom Res* 2020; 136: 110187.
18. Coster S, Norman I. Cochrane reviews of educational and self-management interventions to guide nursing practice: a review. *Int J Nurs Stud* 2020; 110: 508-528.
19. Crespel A, Gelisse P. Can emotional stress trigger the onset of epilepsy? *Epilepsy Behav* 2015; 48: 15-20.
20. Deiber MP, Ros T. Linking alpha oscillations, attention and inhibitory control in adult ADHD with EEG neurofeedback. *Neuroimage Clin* 2020; 25: 102145.
21. Dinh C, Esch L. MNE scan: software for real-time processing of electrophysiological data. *J Neurosci Methods* 2018; 303: 55-67.
22. Eastwood DM, Sewell MD, Wimalasundera N. Managing common symptoms of cerebral palsy in children. *BMJ* 2014; 349: 5474.
23. El-Hagrassy M, Katpchuk TJ, Martinez D i wsp. Neurofeedback impacts cognition and quality of life in pediatric focal epilepsy: an exploratory randomized double-blinded sham-controlled trial. *Epilepsy Behav* 2019; 101: 106570.
24. Fayazi A, Khajeh A. Does electroencephalography contribute to examining children with attention deficit hyperactivity disorder? *Iran J Child Neurol* 2014; 8: 65-67.
25. Forbes PW, Gallagher KAS, Ibeziako P i wsp. Ready, set, relax: biofeedback-assisted relaxation training (BART) in a pediatric psychiatry consultation service. *Psychosomatics* 2015; 56: 381-389.
26. Gaume A, Vialatte FB. A psychoengineering paradigm for the neurocognitive mechanisms of biofeedback and neurofeedback. *Neurosci Biobehav Rev* 2016; 68: 891-910.
27. Genov R, Kassiri H, Salam MT i wsp. Rapid brief feedback intracerebral stimulation based on real-time desynchronization detection preceding seizures stops the generation of convulsive paroxysms. *Epilepsia* 2015; 56: 1227-1238.
28. Gofshteyn J, Stephenson D. Diagnosis and management of childhood headache. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 2016; 46: 36-51.
29. Gruzelier JH. EEG-neurofeedback for optimising performance. I: A review of cognitive and affective outcome in healthy participants. *Neurosci Biobehav Rev* 2014; 44: 124-141.
30. Gryglicka K, Kropotov ID, Mirska N i wsp. An evaluation of personalized neurofeedback training for rolandic epilepsy: a case study. *Acta Neuropsychol* 2014; 12: 271-287.
31. Hurt E, Lofthouse N. Quantitative EEG neurofeedback for the treatment of pediatric attention-deficit/hyperactivity disorder, autism spectrum disorders, learning disorders, and epilepsy. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am* 2014; 23: 465-486.
32. Ilan Y, Potruch A. The role of chronobiology in drug-resistance epilepsy: the potential use of a variability and chronotherapy-based individualized platform for improving the response to anti-seizure drugs. *Seizure* 2020; 80: 201-211.
33. Jędrzejczak J. Klasyfikacja padaczek i napadów padaczkowych. *Pol Prz Neurol* 2008; 4: 40-41.
34. Joels M, van Campen JS. Early life stress in epilepsy: a seizure precipitant and risk factor for epileptogenesis. *Epilepsy Behav* 2014; 38: 160-171.
35. Kent S, Slover R. Pediatric headaches. *Adv Pediatr* 2015; 62: 283-293.
36. Kim YM, Lee YJ, Nam SO i wsp. Combined use of conventional medicine with traditional Korean medicine to treat children with epilepsy. *J Altern Complement Med* 2014; 20: 461-465.
37. Kotwas I, Micolaud-Franchi JA. Stress regulation in drug-resistant epilepsy. *Epilepsy Behav* 2017; 71: 39-50.
38. Kraj B, Kubik A, Kubik P. Neurofeedback therapy influence on clinical status and some EEG parameters in children with primary generalized epilepsy. *Przegl Lek* 2016; 73: 152-156.
39. Kwan P, Tang V. Psychobehavioral therapy for epilepsy. *Epilepsy Behav* 2014; 32: 147-135.
40. Leader G, Mannion A. Epilepsy in autism spectrum disorder. *Res Autism Spectr Disord* 2014; 8: 354-361.
41. Loddenkemper T, Ramgopal S. Seizure detection, seizure prediction, and closed-loop warning systems in epilepsy. *Epilepsy Behav* 2014; 37: 291-307.
42. Mazurkiewicz-Betdzińska M, Szmuda M, Pilarska E i wsp. Speech and language dysfunction in children with epilepsy. *Acta Psychol* 2015; 13: 81-89.
43. Nagai Y, Trimble MR. Long-term effects of electrodermal biofeedback training on seizure control in patients with drug-resistant epilepsy: two case reports. *Epilepsy Res* 2014; 108: 149-152.

44. Nallappan A, Robichaux-Viehoever A, Russ J. Management of pediatric movement disorders: present and future. *Semin Pediatr Neurol* 2018; 25: 136-151.
45. Nigro SE. The efficacy of neurofeedback for pediatric epilepsy. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2019; 44: 285-290.
46. Raz A, Thibault RT. The self-regulating brain and neurofeedback: experimental science and clinical promise. *Cortex* 2016; 74: 247-261.
47. Salpekar J. Seeking alpha: can neurofeedback actually work? *Epilepsy Curr* 2020; 20: 134-135.
48. Sawchuk T, Senft B. Psychogenic non-epileptic seizures in children – psychophysiology and dissociative characteristics. *Psychiatry Res* 2020; 294: 113544.
49. Sawchuk T, Senft B. Psychogenic nonepileptic seizures in children – prospective validation of a clinical care pathway and risk factors for treatment outcome. *Epilepsy Behav* 2020; 105: 106971.
50. Shehu UT, Yakasai AM. Knowledge and current practices of physiotherapists on the physical activity and exercise in the rehabilitation of children with epileptic seizures. *Epilepsy Behav* 2020; 104: 106891.
51. Sokunbi MO. Feedback of real-time fMRI signals: From concepts and principles to therapeutic interventions. *Magn Reson Imaging* 2017; 35: 117-124.