

Paweł KUBIK

Rodzaje biofeedbacku

Types of biofeedback

Autor przedstawił 9 wykorzystywanych obecnie praktycznie w medycynie rodzajów biofeedbacku. Omówił leżące u ich podstaw pętle neurofizjologiczne. Przedstawił zasady techniczne poszczególnych metod a także obszary zastosowania w chorobach i u osób z różnymi zaburzeniami funkcjonalnymi.

The author presented 9 types of biofeedback which are useful in medical practice. He explained neurophysiological circuits involved in this process. He presented technical basis of the different types of biofeedback and pathological fields of its supplementation.

Instytut Neuromedica, Kraków
Dyrektor Instytutu:
Dr n. med. Alicja Kubik

Dodatkowe słowa kluczowe:
biofeedback
parametry neurofizjologiczne
leczenie

Additional key words:
biofeedback
neurophysiological parameters
therapy

Wstęp

Biofeedback (BF) jest piątą, obok elektroencefalografii, elektromiografii, potencjałów wywołanych i badań układu autonomicznego, dyscypliną neurofizjologii klinicznej. Początek XX wieku przyniósł zainteresowanie klinicznym EEG, a elektromiografia rozwinęła się w II połowie XX wieku. W tym też czasie Kamajya udowodnił, że możliwe jest poprzez trening kontrolowanie fal mózgowych. Prace Stermana z NASA (USA) w ramach szkolenia astronautów i pilotów pozostających w warunkach przewlekłego stresu, zaowocowały wynikami istotnymi dla biofeedbacku. W 1975 roku Shapiro zwrócił uwagę na ścisły związek pomiędzy stanami psychicznymi a zjawiskami neurofizjologicznymi. Rozwój BF odzwierciedla jednocześnie etapy rozwoju neurofizjologii laboratoryjnej i klinicznej a także neuropsychologii, elektrotechniki i nowoczesnych technologii.

Podstawy biofeedbacku

BF wykorzystuje biologiczne sprzężenie zwrotne, dla oceny i wpływania na stan psychofizyczny leczonego. Świadoma kontrola daje możliwość wykształcenia u leczonego silnej motywacji i dlatego BF w wielu przypadkach uzupełnia farmakoterapię a nawet ją zastępuje. Dzięki jego możliwościom technicznym można oddziaływać na wszystkie funkcje układu nerwowego: czuciową, ruchową, emocjonalną, psychiczną i wegetatywną. Trenując mózg trenuje się zachowanie, stąd też zastosowanie tej metody w chorobach neurologicznych i psychiatrycznych [1].

Metody biofeedbacku

W czasie ostatnich 20 lat postęp merytoryczny i techniczny [2] spowodował stopniowe wprowadzanie kolejnych metod oddziaływania na układ nerwowy. Obecnie wykorzystuje się w pracy codziennej kilka rodzajów biofeedbacku (Tab. I) [3]. Metody te powstały dlatego, że wcześniej nastąpiło poznanie różnych typów sprzężenia zwrotnego, pozwalających na oddziaływanie na funkcje człowieka, z udziałem różnych części układu nerwowego (Tab. II).

Omówienie

Neurofeedback (EEGbiofeedback)

U podstaw tego rodzaju biofeedbacku

(NF) leży możliwość wykorzystania w terapii neurofizjologicznej aktywności mózgu, który wytwarza fale mózgowo o różnej częstotliwości i to charakterystyczne dla różnych rodzajów tej aktywności. I tak fale alfa wiążą się ze stanem relaksu, środkowe pasmo fal beta ze stanem wysiłku umysłowego, a fale delta ze stanem głębokiego snu.

W terapii NF wykorzystuje się szczególną cechę mózgu, jego plastyczność, czyli zdolność neuronów do przekształceń funkcjonalnych. Daje on możliwość korekty dysfunkcji mózgu w oparciu o korektę nieprawidłowego rytmu czynności bioelektrycznej mózgu (co znajduje się na monitorze terapeuty). W procedurze NF prosty program EEG przekształca zapis EEG w zrozumiały dla pacjenta obraz (wideogra na monitorze pacjenta). Terapeuta podpowiada leczonemu aby skupił się na tym obrazie i aby poprzez swoją uwagę i siłę woli np. utrzymywał samochód na drodze albo zmuszał go do szybszej jazdy. W ten sposób leczony aktywuje swój mózg i uczy się nim sterować. Treningi NF trwają około 45 minut i najlepiej byłoby je prowadzić codziennie, jednak niezbędne jest wykonywanie co najmniej 2 treningów tygodniowo. Protokół terapii przygotowuje lekarz specjalista biofeedbacku i on też we współpracy z terapeutą dokonuje analizy wpływu terapii na stan kliniczny leczonego i na parametry neurofizjologiczne.

NF znalazł praktyczne zastosowanie w leczeniu dzieci i dorosłych z zespołem ADHD (zaburzenia koncentracji uwagi z nadrucholiwością), całościowymi zaburzeniami rozwoju, dysleksją, zaburzeniami emocjonalnymi i zachowania, lękiem, bólami głowy, migreną, padaczką. Obecnie wykorzystuje się ten rodzaj BF także w leczeniu uzależnienia od komputera. Także osoby zdrowe zgłaszają się na treningi NF, aby poprawić pamięć i koncentrację uwagi, jednak wtedy nie są oni pacjentami ale klientami w odniesieniu do tej metody neurofizjologii klinicznej. Aktualnie metodę tą próbuje się unowocześnić, stosując *blind source separation*, jednak zawsze w oparciu o zapis EEG [4].

SCPbiofeedback (Slow Cortical Potentials)

Wolne potencjały korowe dobrze od-

Adres do korespondencji:
Lek. med. Paweł Kubik
ul. Zakopiańska 2a, 30-418 Kraków
tel. 12 630-91-91
e-mail. krakow@instytut-neuromedica.pl

Tabela I

Nazwy rodzajowe biofeedbacku.
Generic names of biofeedback.

EEGbiofeedback (neurofeedback, NF)
SCPbiofeedback
EMGbiofeedback
GSRbiofeedback
Temperaturowy biofeedback
HEGbiofeedback
Oddechowy biofeedback
HRVbiofeedback
RSAbiofeedback

zwierciedlają stan aktywności bioelektrycznej mózgu a zmiany polaryzacji kory mózgowej rejestrowane na powierzchni czaszki są szczególnie czytelne u chorych na padaczkę [5]. W tym rodzaju treningów negatywna polaryzacja zwiększa aktywność pracy neuronów. Treningi SCPbiofeedbacku prowadzi się w oparciu o analizę zapisu EEG, poniżej częstotliwości 1-2 Hz (fale delta).

EMGbiofeedback (miofeedback)

W tym rodzaju BF chodzi o wykonywanie samokontrolowanych ćwiczeń czynnych mięśni. Mają one za zadanie wzmocnić aktywność bioelektryczną ćwiczonych mięśni, albo też zahamować aktywność mięśni antagonistycznych. Ćwiczenia trwają początkowo od 10 do 15 minut i stopniowo są wydłużane do 30 a nawet 45 minut. Najlepiej jest wykonywać treningi codziennie, z wizualną obiektywizacją pacjentowi obecnego stanu, co wzmacnia jego motywację do dalszych ćwiczeń.

Pacjent śledzi czynność skurczową swoich mięśni, za pomocą sygnału dźwiękowego lub wzrokowego. Powstają w związku z tym dwie zamknięte pętle obiegu informacji: wewnętrzna w układzie nerwowym jako czynność bioelektryczna ćwiczonego mięśnia i zewnętrzna w specjalistycznej aparaturze. To tam odbierana jest informacja wychodząca z układu nerwowego i przetwarzana na informację zrozumiałą dla pacjenta, wzrokową lub słuchową. Z kolei poprzez jeden z tych zmysłów wchodzi ona powtórnie do układu nerwowego a sygnał dźwiękowy albo świetlny przekazuje pacjentowi wiadomość iż mięsień się napina.

Miofeedback stosowany jest w rehabilitacji chorób i zaburzeń nerwowo-mięśniowych. Z jednej strony pomaga w zwiększeniu siły trenowanych mięśni (urologia, ginekologia, następstwa urazów) a z drugiej w zmniejszeniu napięcia mięśniowego (np. w stresie).

GSRbiofeedback (Galvanic Skin Response)

Ten rodzaj BF, nazywany też BSR (Basal Skin Response), EDR (Electro Dermal Response), wykorzystuje reakcję skórno-galwaniczną mierzoną wartościami przewodnictwa elektrycznego skóry. Na przewodnictwo wpływa autonomiczny układ nerwowy, a poprzez kontrolę temperatury i oporności skóry uzyskuje się równowagę układu nerwowego współczulnego i ośrodkowego.

Tabela II

Podstawy neurofizjologiczne dla poszczególnych rodzajów biofeedbacku.
Neurophysiological bases for individual kinds of biofeedback.

NF-sprzężenie na podstawie analizy fal mózgowych
SCP-wolne potencjały korowe, zmiany polaryzacji kory mózgowej.
EMG-sprzężenie na podstawie analizy sygnału EMG
GSR-sprzężenia na podstawie pomiaru oporu elektrycznego skóry
Temperaturowy BF-sprzężenie na podstawie temperatury ciała
HEG-sprzężenie na podstawie pomiaru temperatury głowy
Oddechowy GF-sprzężenie na podstawie pomiaru rytmu oddechu
HRV-sprzężenie na podstawie pomiaru rytmu serca
RSA-łączy w sobie między innymi elementy HRV i oddechowego BF

Reakcja skórno-galwaniczna jest miarą zmian oporu elektrycznego skóry, zależnych od stopnia jej nawilżenia wywołanego przez zmiany aktywności gruczołów potowych, które kontrolowane są przez układ współczulny. Większe wartości oznaczają większe natężenie prądu, czyli mniejszy opór elektryczny. Jeżeli mamy do czynienia z niską potliwością skóry a jednocześnie z wysokimi wynikami GSR, to oznacza niską aktywność współczulną. Przeciwnie, niskie wyniki wiążą się z wysoką potliwością, która w większości przypadków spowodowana jest stresem przejawiającym się nasiloną potliwością rąk i stóp z uczuciem zimna. Spostrzeżenia te pozwalają na wykorzystywanie tej metody w poligrafach i wariografach dla wykrywania kłamstw.

Na palce ręki dominującej leżącego zakłada się elektrody emitujące słaby prąd galwaniczny. Informacje dotyczące stanu leżącego, ukazujące zależności między jego stanem somatycznym a psychicznym, są elektronicznie wzmacniane i przekazywane do komputera. Galwanometr mierzy w tym czasie opór elektryczny, wykorzystując dwie techniki i tą drogą uczy się leżącego kontrolować temperaturę, oporność skóry, akcję serca i oddech. Tym samym uczy się go działać w sposób oparty na nowych warunkach i poprawiać samokontrolę. Dane empiryczne wskazują na możliwość wykorzystania GSRbiofeedbacku wraz z NF.

Metoda GSRbiofeedback, z uwagi na wspomniane zalety a także prostotę i niską cenę aparatury, zyskuje obecnie coraz większy zasięg. W medycynie GSR wykorzystywany jest do monitorowania przebiegu psychoterapii i hipnoterapii, do leczenia nadciśnienia, dychawicy oskrzelowej i nadmiernego pocenia się. Także u zdrowych bywa stosowany do nauki panowania nad swoimi emocjami oraz dla poprawienia koncentracji uwagi.

Temperaturowy biofeedback

Stan aktywacji autonomicznego układu współczulnego wiąże się z przygotowaniem człowieka do walki lub ucieczki i ma miejsce w stresie. Następuje wtedy między innymi zwężenie obwodowych naczyń krwionośnych, zapobiegające utracie ciepła. Przedłużanie się takiego stanu prowadzi jednak nawet do zaburzenia ukrwienia kończyn. W temperaturowym biofeedbacku pacjent uczy się podwyższać temperaturę własnego ciała, nawet z przekroczeniem temperatury

fizjologicznej. Można osiągnąć taki cel, ponieważ ciepota skóry nie zależy tylko od czynników zewnętrznych, ale także od psycho-fizjologicznego stanu człowieka. Temperaturę skóry mierzy się za pomocą termistora zakładanego na opuszkę palca, który wskazuje stan wynikający z aktywności układu współczulnego i przywspółczulnego. Treningi temperaturowego biofeedbacku stosuje się w leczeniu niedokrwienia kończyn, astmie i chorobie reumatycznej, a także w celach relaksacyjnych.

HEGbiofeedback (HemoEncephalographybiofeedback)

W tym rodzaju BF mierzy się za pomocą termometru na podczerwień temperaturę głowy i umożliwia badanie przepływu krwi przez poszczególne okolice mózgu. Umożliwia to obrazowanie aktywności mózgu wraz z utlenowaniem krwi mózgowej, a więc także ukrwienia i odżywienia mózgu. Leczony, poprzez sterowanie obiegiem krwi, może uzyskać stymulację ukrwienia w wybranej okolicy kory mózgowej. W obrazach funkcjonalnego rezonansu magnetycznego widać jak aktywność regionu mózgu wpływa na stopień ukrwienia danego obszaru kory mózgowej. Nic też dziwnego, że dzięki temu rodzajowi BF uzyskuje się bardzo dobre wyniki leczenia ADHD, skoro SPECT u osób nadpobudliwych wykazuje zmniejszony przepływ krwi w płacie czołowym. Stosowany jest on również w leczeniu migreny, urazów mózgu i dysleksji.

Niezbędny do terapii HEGbiofeedback jest odpowiedni aparat umożliwiający pacjentowi obserwowanie przepływu krwi w jego mózgu.

Oddechowy biofeedback

Już przed 40 laty odkryto, że spowolniona czynność płuc jest w stanie wprowadzić człowieka w stan relaksu, podczas gdy w stresie dochodzi do przyśpieszenia oddechu. W tym rodzaju BF dokonuje się pomiaru stężenia CO₂ we krwi, rozprężania klatki piersiowej i objętości wdychanego powietrza. Zadaniem metody jest uzyskiwanie bardzo powolnych i głębokich oddechów. Aparat do oddechowego biofeedbacku składa się z czujnika rytmu i długości wydechów, dzięki czemu pacjent uzyskuje informacje o badanych funkcjach.

Badane funkcje są przedstawiane w postaci audiowizualnej, którą leczony stara się kontrolować. Wpływa on w ten sposób na krążenie i oddech a pośrednio także np. na

napady padaczkowe, których występowanie zależy m. in. od gazometrii krwi.

HRVbiofeedback (Heart Rate Variability)

W tym rodzaju BF zasadnicze znaczenie ma pomiar czynności serca. Zmienia się ona nie tylko w stanach napięcia emocjonalnego, ale również w wielu chorobach i postępującym procesie starzenia. Zmniejsza się wtedy zmienność rytmu serca i zwiększa ryzyko wystąpienia chorób układu krążenia. W tym rodzaju BF monitorowany jest oddech i rytm serca pacjenta. Poprzez treningi leczony stara się tak dobrać rytm swojego oddechu, aby korzystnie wpłynąć na rytm pracy serca. HRVbiofeedback wykorzystywany w leczeniu chorób sercowo-naczyniowych i astmy, ale także w napadach lęku i stresie.

RSAbiofeedback (Respiratory Sinus Arrhythmia)

Ten rodzaj BF pozwala na ocenę i korygowanie stanu zaburzonych funkcji autonomicznych. Dzięki niemu może dochodzić do zwiększenia kreatywności i pamięci, zwiększenia odporności na stres, zahamowania lęków, zwiększenia pewności siebie

i zmniejszenia agresji.

Rytm serca prezentowany jest pacjentowi w przystępnej formie komputerowej. Do treningu RSAbiofeedbacku używa się głowicy rejestrującej elektryczną aktywność serca oraz elektrod zamocowanych na skórze klatki piersiowej i specjalnego oprogramowania.

Ten rodzaj BF stosuje się w leczeniu dzieci z zespołem ADHD dla polepszenia koncentracji uwagi i zachowania dzieci i młodzieży oraz u często i przewlekle chorujących dzieci. Ma on również znaczenie w profilaktyce chorób układu oddechowego, chorób sercowo-naczyniowych, w terapii mowy i w zaburzeniach psychosomatycznych. RSAbiofeedback znajduje zastosowanie w rehabilitacji widzenia, przygotowaniu kobiet do porodu, nadciśnieniu tętniczym, migrenie i astmie.

Podsumowanie

Biofeedback jest wyróżniającą się metodą neurofizjologii klinicznej, dzięki której można prowadzić terapię w oparciu o obiektywną ocenę neurofizjologiczną pacjenta. Różne rodzaje BF pozwalają na leczenie za-

burzeń wszystkich części układu nerwowego. Metoda ta rywalizuje z farmakoterapią, zresztą w wielu przypadkach nieskuteczną, albo ją wspomaga. Biofeedback ustawicznie się rozwija, umożliwiając prowadzenie coraz bardziej racjonalnej terapii. Jest metodą prostą, bazującą na funkcjach organizmu i umożliwiającą sterowanie nimi w kierunku od patologii do normy.

Piśmiennictwo

1. **Heinrich H, Gevensleben H, Strehl U:** Annotation: neurofeedback-train your brain to train behaviour. *J Child Psychol Psychiatry* 2007; 48: 3-16.
2. Katalog firmy Elmiko Medical.
3. **Kaciński M:** Rodzaje biofeedbacku i ich zastosowanie. W: Kubik A. (red), Szkolenie licencyjne specjalisty i terapeuty biofeedback. Część I i II. Wyd. Elmiko. Kraków-Milanówek-Warszawa, 2013-2015.
4. **White DJ, Congedo M, Ciorciari J:** Source-based neurofeedback methods using EEG recordings: training altered brain activity in a functional brain source derived from blind source separation. *Front Behav Neurosci.* 2014; 8: 373. doi: 10.3389/fnbeh.2014.
5. **Gevensleben H, Albrecht B, Lütcke H, Auer T, Dewiputri W I. et al:** Neurofeedback of slow cortical potentials: neural mechanism and feasibility of a placebo-controlled design in healthy adults. *Front Hum Neurosci.* 2014; 8: 990. doi: 10.3389/fnhum.