

## Czy wykorzystanie metod obrazowania funkcjonowania OUN jest alternatywą dla badań poligraficznych?

### Wstęp

Badania poligraficzne mają na świecie blisko 100-letnią tradycję. Były przedmiotem wielu badań eksperymentalnych i są aktualnie wykorzystywane w Polsce i w wielu innych państwach świata w pracy policji i służb zajmujących się bezpieczeństwem publicznym. Mimo że naukowcy i praktycy poświęcają im wiele uwagi, istnieje nadal sporo wątpliwości dotyczących ich stosowania. Od lat toczy się dyskusja na temat podstaw teoretycznych powstawania reakcji w czasie badania poligraficznego [por. m.in. 1], ich rzetelności [por. m.in. 2] oraz podatności na tzw. techniki przeciwdziałania byciu wykrytym. Z tego powodu, obok prowadzenia badań i poszerzania wiedzy na temat samych psychofizjologicznych badań poligraficznych, od wielu lat poszukuje się alternatywnej metody, która byłaby wolna od tych mankamentów. Szczególne miejsce zajmują w tych poszukiwaniach metody oparte na obrazowaniu aktywności ośrodkowego układu nerwowego (OUN).

Wśród sposobów obrazowania funkcjonowania OUN wyróżnia się między innymi metody bazujące na rejestracji za pomocą elektroencefalografii (EEG) przepływu prądów bioelektrycznych w mózgu oraz metody oparte na rejestracji za pomocą funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) zmian w rozkładzie oksyhemoglobiny i deoksyhemoglobiny w poszczególnych częściach mózgu. Rejestracja aktywności ośrodkowego układu nerwowego daje badaczom możliwość obserwowania procesów poznawczych i emocjonalnych w miejscu ich powstawania, stąd ich zainteresowanie poszukiwaniem praktycznego wykorzystania EEG i fMRI, także dla celów wykrywczych i dowodowych. Warto przyjrzeć się bliżej tym nowym, obiecującym metodom i sprawdzić, czy rzeczywiście oferują wartość dodaną w stosunku do psychofizjologicznych badań poligraficznych.

Ze względu na to, że badania z wykorzystaniem obrazowania struktur mózgu są prowadzone przede wszystkim w Stanach Zjednoczonych, wpisują się one w nurt wykrywania oszukiwania. W związku z tym słownictwo używane do ich opisu w tym artykule może odbiegać od terminologii przyjętej w polskiej literaturze dotyczącej badań poligraficznych.

### Rejestracja potencjału P300 za pomocą EEG jako alternatywa dla badania poligraficznego

#### Zapis aktywności bioelektrycznej mózgu – zarys teoretyczny

Już w XIX wieku rozpoczęły się badania nad zapisem aktywności bioelektrycznej mózgu u zwierząt, jednak dopiero w 1924 roku Bergerowi udało się dokonać pierwszej rejestracji aktywności elektrycznej mózgu u człowieka [3, s. 645], a w 1929 roku pierwszej udanej rejestracji różnicy potencjałów (zmiany napięcia między różnymi punktami na powierzchni czaszki) [4, s. 102].

Badanie przy użyciu elektroencefalografu (EEG) polega na rejestracji zjawisk bioelektrycznych zachodzących w mózgu [5, s. 48–49]. Sygnał elektryczny powstaje w synapsach nerwowych z sygnałów chemicznych. Jest on następnie przekazywany dalej przez dendryty i neuryty. Dopiero zsumowane w krótkich odstępach czasu sygnały bioelektryczne udaje się zarejestrować z powierzchni czaszki jako fale elektromagnetyczne [5, s. 49].

W celu zbadania aktywności bioelektrycznej mózgu za pomocą elektroencefalografu konieczne jest umocowanie do powierzchni czaszki szeregu czułych elektrod, które rejestrują fale elektromagnetyczne. Otrzymany sygnał zostaje następnie wzmocniony i zobrazowany na monitorze komputera lub w postaci zapisu na papierze [5]. Elektrody rozmieszczone są zwykle na powierzchni według międzynarodowego układu 10/20 (ryc. 1). Każda elektroda w układzie oznaczona jest literą i cyfrą. Poszczególne litery odpowiadają głównie płatom mózgu, z których rejestrowany jest sygnał: *F* (od łac. *frontalis*) oznacza płat czołowy, *T* (od łac. *temporalis*) – płat skroniowy, *P* (od łac. *parietalis*) – płat ciemieniowy, *O* (od łac. *occipitalis*) – płat potyliczny, zaś *C* odnosi się do bruzdy środkowej mózgu. Elektrody umieszczone na linii środkowej mózgu (linii łączącej nasadę nosa z guzowatością potyliczną) są dodatkowo oznaczone małą literą z [3, s. 645].

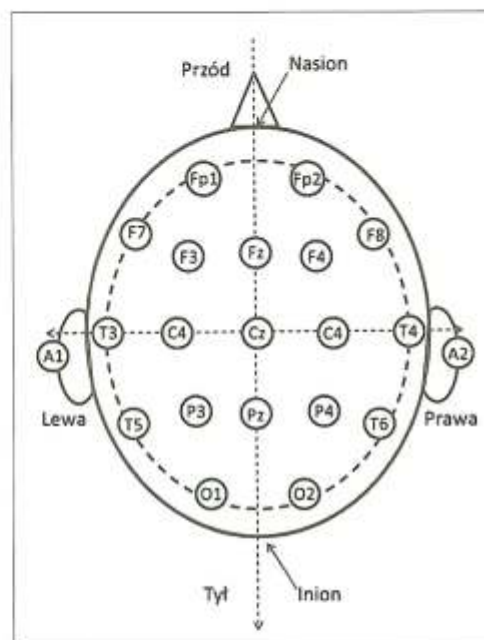
Jak podkreśla Schmitt [4, s. 102], główną zaletą badania elektroencefalograficznego jest niewielka odległość między miejscem, gdzie są przetwarzane informacje, a miejscem, gdzie dokonuje się rejestracja, co przekłada się na bardzo niewielkie opóźnienie czasowe i zakłócenia

czynnościowe. EEG ma ponadto bardzo dobrą rozdzielczość czasową pozwalającą na uchwycenie sekwencji i dynamiki procesów poznawczych [6, s. 553–559].

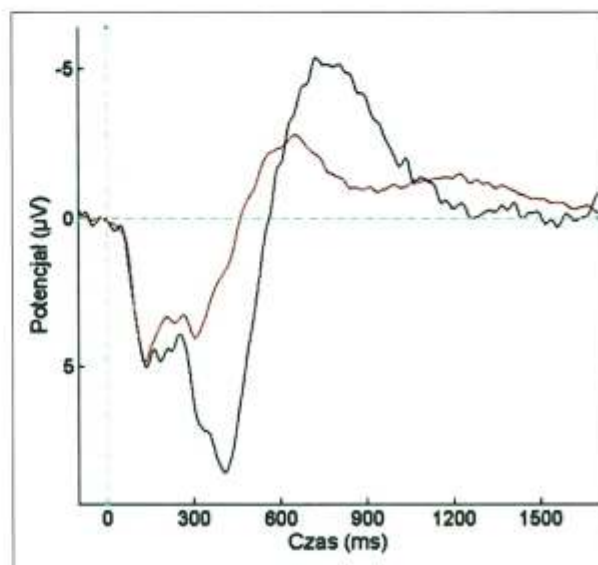
Za pomocą EEG badacze mogą rejestrować spontaniczną aktywność mózgu, jednak ich uwaga skupiona jest głównie na badaniu tak zwanych potencjałów wywołanych (*evoked potential* – EP), nazywanych też potencjałami skorelowanymi z pobudzeniem (*event related potential* – ERP) [4, s. 112]. Potencjał wywołany to bioelektryczna odpowiedź mózgu związana z jakimś zdarzeniem (np. z pojawieniem się określonego bodźca, aktywnością poznawczą lub aktywnością motoryczną), która jest specyficzna i ściśle zlokalizowana w czasie [7, s. 146]. Ze względu na swój charakter potencjały wywołane zostały podzielone na egzogenne i endogenne. Potencjały egzogenne związane są z charakterystykami bodźca (modalnością, częstotliwością i amplitudą), natomiast potencjały endogenne wiążą się z pracą własną podmiotu [7, s. 147], z emocjonalną lub intelektualną reakcją na zdarzenie lub niespodziewaną zmianę cech zdarzenia [8, s. 23–24]. Potencjały, a właściwie ich komponenty, charakteryzowane są przez wzgląd na ich trzy właściwości: czas utajenia – latencji potencjału (czas pojawienia się liczony od prezentacji bodźca), polarność oraz amplitudę [4, s. 113–114; 7, s. 147]. Wiele badań poświęcono potencjałowi endogennemu P300 (ryc. 2). Litera „P” oznacza, że jest to potencjał pozytywny, natomiast liczba „300” związana jest z tym, że pojawia się on około 300 ms po określonym zdarzeniu [7, s. 148]. Ze względu na to, że potencjał ten może pojawić się aż do 800 ms po zadziałaniu bodźca, niektórzy badacze proponują, żeby nazywać go potencjałem P3, gdyż jest on trzecim potencjałem pozytywnym pojawiającym się po zdarzeniu [7; 4, s. 113–115]. Największą amplitudę fali P300 otrzymuje się z odprowadzeń ciemieniowych (Pz), średnie wartości amplitudy uzyskiwane są w odprowadzeniach centralnych (Cz), najmniejsze – w odprowadzeniach czołowych (Fz) w linii środkowej czaszki [9, s. 2]. Przyjmuje się, że czas latencji jest związany z czasem przetwarzania bodźca, czyli jego skomplikowaniem, a różnica w wielkości amplitudy (w tym samym odprowadzeniu) związana jest ze znaczeniem, jakie jest przypisywane bodźcowi i prawdopodobieństwem jego wystąpienia – amplituda fali jest wyższa w momencie, gdy prezentowany bodziec jest rzadszy i bardziej znaczący [9; 10, s. 456–467].

### Potencjał P300 a badanie poligraficzne

Potencjał P300 znalazł się w centrum zainteresowania badaczy związanych z wykrywaniem oszukiwania, ze względu na to, że występuje w odpowiedzi na bodziec znaczący i może być interpretowany jako odruch orientacyjny [2, 357–358]. W latach osiemdziesiątych pojawiły się pierwsze publikacje dotyczące badań na temat możliwości wykorzystania właściwości fali P300 jako alternatywy dla badań



Ryc. 1. Rozmieszczenie elektrod według systemu 10/20  
Fig. 1. Distribution of electrodes according to 10/20 system  
Źródło: (ryc. 1–2): autor



Ryc. 2. Potencjał P300  
Fig. 2. P300 potential

poligraficznych [Rosenfeld, Cantwell, Nasman, Wojdac, Ivanov, Mazzeri, 1988, s. 157–161 za: 9, s. 3; 2, s. 358].

Badania z wykorzystaniem rejestracji fali P300 opierają się głównie na metodzie testów wiedzy o czynie – wykrywaniu skrywanych informacji. W badaniach Rosenfelda z 1988 roku porównywano wielkość i czas latencji amplitudy P300 u grupy studentów, których zadaniem było zabranie określonego przedmiotu z prezentowanego pudełka, oraz u grupy studentów mającej za zadanie jedynie obserwo-

wać te przedmioty. Analiza ujawniła, że w grupie studentów, którzy zabrali przedmiot i próbowali to zataić, średnia wartość P300 była istotnie większa niż w grupie studentów „niewinnych” [Rosenfeld, Cantwell, Nasman, Wojdac, Ivanov, Mazzeri, 1988, s. 157–161 za: 9, s. 3]. Podejmowano także skuteczne próby wykorzystania testów pytań kontrolnych, jednakże w zmienionej formie – dostosowanej do wymogów rejestracji potencjałów wywołanych [9, s. 4].

Ze względu na to, że potencjał P300 osiąga największą amplitudę wspomnianą wcześniej w odprowadzeniu Pz, tam właśnie dokonuje się na ogół jego rejestracji. W najnowszych badaniach zwraca się jednak uwagę na konieczność analizy potencjałów wywołanych rejestrowanych także w innych odprowadzeniach (Fz i Cz), by stwierdzić, czy osoba stosowała metody przeciwdziałania wykryciu oszukiwania [11, s. 1002–1010].

Tabela

**Rzetelność badań wykrywania oszukiwania za pomocą potencjału P300**

*Reliability of examination aiming at detecting deception by means of P300 potential*

	GKT	
	„Winni”	„Niewinni”
<b>Prawidłowe przypisanie</b>	51–100% (82,29%)	72–100% (87,5%)
<b>Błędne przypisanie</b>	do 49% (16,21%) – błąd ominięcia	do 24% (8,75%) – błąd fałszywego oskarżenia
<b>Brak rozstrzygnięcia</b>	8–13%	17–28%

Źródło: opracowanie własne

Mimo wielu eksperymentów trudno jest określić, podobnie jak ma to miejsce w przypadku badań poligraficznych, rzetelność metody wykrywania oszukiwania za pomocą rejestracji potencjału P300. W tabeli przedstawione zostały przedziały rzetelności sporządzone na podstawie analizy wyników kilku badań cytowanych przez Vrija [2, s. 359]. Jak można zauważyć, rzetelność badań z wykorzystaniem rejestracji potencjału P300 nie jest większa niż rzetelność tradycyjnych badań poligraficznych. Ponadto, mimo pokładanych w nich nadziei, początkowo okazały się one równie podatne na te same metody przeciwdziałania jak badania poligraficzne [12, s. 205–219]. Wyniki najnowszych badań sugerują jednak istnienie możliwości wykrycia – za pomocą metody rejestracji potencjałów – że osoba badana używa technik przeciwdziałania [11, s. 1002–1010]. Co więcej proponowane są coraz nowsze procedury wykorzystywane w czasie badania, odporne na stosowane techniki przeciwdziałania [13]. Przeprowadzone z użyciem nowej procedury badania wskazują również na wyższą rzetelność wyników dzięki niej uzyskiwanych (od 92 do 100%) [13, 14].

Metoda rejestracji potencjałów wywołanych w celu wykrywania oszukiwania nadal się rozwija i jest obecnie przedmiotem wielu badań. W roku 2003 powstało pierwsze laboratorium (Brain Fingerprint Laboratory, założone przez Lawrence’a A. Farwella) nastawione na komercyjne wykorzystanie wykrywania oszukiwania za pomocą EEG. Inicjatywa ta spotkała się z krytyką środowiska naukowego jako zbyt wczesna próba skomercjalizowania zdobyczy nauki przy jednoczesnym braku niezależnych replikacji badań [15, s. 20–37].

**Wykorzystanie obrazowania działania OUN za pomocą funkcjonalnego rezonansu magnetycznego jako alternatywy dla badania poligraficznego**

Duże nadzieje związane są także z wykorzystaniem funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) jako alternatywy dla tradycyjnych badań poligraficznych.

**Podstawy działania funkcjonalnego rezonansu magnetycznego**

Badania z wykorzystaniem fMRI zaczęto prowadzić stosunkowo niedawno, bo niecałe 20 lat temu [16, s. 60]. Wywodzą się one z wcześniejszych badań obrazowania struktur wewnętrznych organizmu przy użyciu rezonansu magnetycznego (MRI), który, wykorzystując właściwości magnetyczne wodoru, rejestruje różnice w gęstości jego atomów w poszczególnych tkankach (różnice te zależą głównie od ilości zawartej w tkankach wody). W rezultacie uzyskuje się obrazy struktur wewnętrznych (w tym mózgu) oddane w różnych odcieniach szarości [16, s. 61–62].

Z kolei w badaniach funkcjonalnych (fMRI) wykorzystuje się magnetyczne właściwości hemoglobiny, by zarejestrować przepływ tlenu w mózgu. Hemoglobina występuje bowiem w dwóch formach różniących się od siebie właściwościami magnetycznymi: w formie związanej z tlenem oksyhemoglobiny oraz niezwiązanej z tlenem deoksyhemoglobiny [17, s. 35–36]. Dzięki zastosowaniu fMRI możliwe jest określenie obszaru o zwiększonej obecności oksyhemoglobiny, co świadczy o większym zapotrzebowaniu na tlen komórek nerwowych tego obszaru, a tym samym o wzmożonej jego aktywności. Zaznacza się jednak, że zwiększona podaż tlenu w danym obszarze nie jest proporcjonalnie związana z większym jego zużyciem [18, s. 381]. Wynik badania prezentowany jest na trójwymiarowych modelach mózgu, na których zaznaczone są obszary szczególnie aktywne w trakcie wykonywania danego zadania. Badanie fMRI odznacza się bardzo dobrą, znacznie lepszą niż EEG, rozdzielczością przestrzenną, lecz słabszą niż EEG rozdzielczością czasową.

Z wykorzystaniem rezonansu funkcjonalnego w badaniach wiąże się wiele niedogodności. Dostępność skanerów jest bardzo mała – są one na wyposażeniu jedynie dużych szpitali lub jednostek badawczych. Badanie i jego późniejsza analiza są bardzo czasochłonne. Ze względu na warunki badania – wnętrze skanera, w którym umieszczany jest badany, jest bardzo ciasne i ciemne – nie mogą uczestniczyć w nim osoby cierpiące na klaustrofobię, a bardzo silne pole magnetyczne sprawia, że wykluczone jest badanie osób z wszczepionymi elementami metalowymi [2, s. 366]. Dodatkowo komfort osoby badanej zmniejsza hałas związany z pracą samego skanera. Wszystkie wady prowadzenia tego typu badań nie zmieniają faktu, że niosą one ze sobą bardzo wiele korzyści dla nauki.

### fMRI a badanie poligraficzne

Wyniki pierwszych badań z wykorzystaniem rezonansu magnetycznego w celu wykrywania kłamstwa zostały opublikowane w 2001 roku, zaś do roku 2007 pojawiło się jedynie 12 publikacji na ten temat [2, s. 366], mimo że od 2007 roku ukazała się znacząca liczba nowych publikacji. Pokazuje to, jak nowym zagadnieniem jest wykorzystanie rezonansu magnetycznego jako alternatywy dla badań poligraficznych. Badania z wykorzystaniem fMRI mają lepsze podstawy teoretyczne niż badania poligraficzne i dają szansę na trafniejszą ekspertyzę. W czasie badania z wykorzystaniem fMRI rejestrowana jest aktywność mózgu – organu, który bezpośrednio odpowiada za poznawcze i emocjonalne procesy zachodzące w momencie prezentacji określonego bodźca lub reakcji na niego.

W centrum zainteresowań badaczy jest porównanie obszarów mózgu aktywnych w czasie kłamstwa z obszarami mózgu aktywnymi w trakcie udzielania prawdziwych odpowiedzi. Ich celem jest wyodrębnienie schematu aktywności w strukturach mózgowych związanego z kłamstwem i oszukiwaniem. Podczas badań z użyciem fMRI dotyczących oszukiwania badacze korzystają ze schematów opartych na testach wiedzy o czynie (testy z kartą lub z wykorzystaniem pozorowanych przestępstw) [m.in. 19, s. 727–732; 20, s. 262–272; 21, s. 605–613] oraz z testów pytań dotyczących wiedzy autobiograficznej [m.in. 22, s. 2849–2853; 23, s. 830–836]. Prowadzą również badania mające na celu określenie schematu aktywności mózgu w czasie szeroko rozumianego oszukiwania, np. w trakcie gry karcianej [24, s. 3619–3626], jak również mające na celu rozróżnienie kłamstwa spontanicznego i kłamstwa przygotowanego [por. 23, s. 830–836]. Mimo że wielu badaczy podkreśla szczególnie znaczenie kory przedczołowej w czasie oszukiwania [25, s. 595], okazuje się, że wybór schematu badawczego, czy chociażby niewielkie zmiany w procedurze samego badania (np. gdy osoba jest uprzedzona o treści zadanych pytań – tzw. kłamstwo przygotowane *versus* kłamstwo spontaniczne), mogą doprowadzić

do uzyskania w trakcie badania odmiennych obrazów aktywności mózgu. Podczas analizy wyników badań Kozela i współpracowników [21, s. 605–613], w których zadaniem badanych było zatajenie informacji o zabranym uprzednio przedmiocie, wykorzystano równanie: „kłamstwo minus prawda” – od obszarów aktywnych w czasie kłamstwa odjęto te, które były aktywne także w czasie mówienia prawdy. W ten sposób otrzymano pięć obszarów istotnie aktywnych w trakcie mówienia kłamstwa: prawa kora okołoczołowa, dolna i środkowa kora czołowa, zakręt obręczy oraz lewa środkowa kora czołowa. Nie otrzymano natomiast obszarów istotnie aktywnych dla równania „prawda minus kłamstwo” [21]. W podobnych badaniach przeprowadzonych przez Langlebena i współpracowników, w których zadanie polegało na zatajeniu znajomości wybranej karty, wzmożona aktywność w trakcie kłamania występowała w: przedniej korze zakrętu obręczy, zakręcie czołowym górnym oraz w lewej korze przedruchowej, korze ruchowej i przedniej korze ciemieniowej [22, s. 727–732]. Już tylko na tych dwóch przykładach widać, że wyniki badań mających na celu lokalizację ośrodków aktywnych podczas zatajania różnych informacji nie są w pełni zgodne, a przegląd większej liczby badań tylko potwierdza tę konkluzję [por. 26, s. 48–53]. Dokonane przez Vrija porównanie wyników badań na ten temat pokazuje, że w zależności od użytej procedury zmieniają się schematy obszarów aktywnych w czasie kłamania, które są odpowiedzialne za różne procesy emocjonalne i poznawcze. Wśród obszarów aktywnych tylko w czasie kłamstwa wymienia się między innymi rejony odpowiedzialne za: funkcje hamujące, monitorowanie błędów, odpowiedzi konfliktowe, regulację emocji, nadzorowanie kilku zadań, podzielność uwagi, podejmowanie ważnych decyzji, system pamięci roboczej, kontrolę funkcji wykonawczych, funkcje językowe oraz kontrolę poznawczą [2]. Należy również zaznaczyć, że dotychczas prowadzone badania miały charakter eksperymentalny, daleki od sytuacji życia codziennego. Niemożliwe do uwzględnienia w czasie takiego badania czynniki (poczucie winy, strach przed karą czy też ograniczone opcje udzielenia odpowiedzi itp.) mogą mieć niebagatelny wpływ na schemat aktywnych obszarów.

Jak zaznaczono we wstępie, szczególnie duże nadzieje wiąże się z wykorzystaniem obrazowania OUN ze względu na możliwość rejestracji dokładnych korelatów mózgowych oszukiwania i możliwość trafniejszego wnioskowania o posiadanych przez osobę badaną informacjach. Przeprowadzone do tej pory badania sugerują między innymi, że rejestrując aktywność mózgu za pomocą fMRI, można odróżnić oszukiwanie od prawdziwych i fałszywych wspomnień [27, s. 2811–2819] oraz od przypadkowego błędu osoby badanej dotyczącego jej wspomnień [28, s. 406–412] czy wypartych wspomnień w następstwie amnezji dysojacyjnej [29, s. 602–613]. Niestety inne badania wskazują również na znaczne różnice w aktywności mózgu

w zależności od znaku emocji, jakie wzbudza bodziec, na temat którego kłamie osoba badana [30, s. 1–10].

Problem stanowi również rzetelność badań nad wykrywaniem oszukiwania za pomocą fMRI. Mimo pojawiających się w czasopiśmie popularyzujących naukę zapewnień niektórych badaczy o możliwości używania fMRI z 99% skutecznością [Langleben w: 31, s. 457], wyniki dotychczasowych badań nie są aż tak optymistyczne: w badaniach Kozela i współpracowników [21, s. 605–613] skuteczność wynosiła co prawda 90%, lecz u Langlebena i współpracowników [19, s. 727–732] już jedynie 78%. Z kolei, jak pokazują najnowsze badania, wykrywanie oszukiwania za pomocą fMRI jest bardzo podatne na nawet najprostsze metody przeciwdziałania – w przypadku ich stosowania rzetelność badania może spaść nawet do 33% [32, s. 312–319].

Od czasu do czasu pojawiają się informacje o możliwości zastosowania fMRI w realnych sprawach [31, s. 457], jak do tej pory prowadzone były jednak jedynie badania laboratoryjne, choć w Stanach Zjednoczonych istnieją firmy oferujące komercyjne badania wykrywania kłamstwa przy użyciu fMRI [m.in. No Lie MRI, patrz: 33, s. 27].

### **Badania obrazowania funkcjonowania OUN a różnice indywidualne**

Przedstawione metody badania funkcjonowania ośrodkowego układu nerwowego dają nadzieje i są alternatywą dla badań poligraficznych. Należy jednak zwrócić uwagę, że nie są one bezbłędne i także w ich wypadku znaczący wpływ na powodzenie ekspertyzy mogą mieć różnice indywidualne.

Brakuje eksperymentów, w których zostałby sprawdzony związek między poszczególnymi cechami osobowości lub inteligencją a rzetelnością badań wykrywania skrywaną informacją przy wykorzystaniu potencjału P300. Wiadomo, że czas latencji potencjału P300 jest skorelowany z inteligencją ujemnie, natomiast jego amplituda – dodatnio, innymi słowy im wyższy iloraz inteligencji, tym potencjał pojawia się wcześniej i ma większą amplitudę [34, s. 51]. Zgodnie z hipotezą mówiącą o tym, że inteligencja związana jest z niezawodnością systemu, wykazano, że uśrednione potencjały osób o wyższym ilorazie inteligencji cechują się większą złożonością niż potencjały osób o niższym IQ (Hendrickson, 1982 oraz Hendrickson, 1982 za: 34, s. 55). Tłumaczy się to tym, że osoby inteligentne reagują na wielokrotną prezentację bodźca w ten sam sposób w kolejnych próbach, natomiast u osób mniej inteligentnych reakcje są nieregularne i w mniejszym stopniu przewidywalne [34, s. 55]. Zmniejszona amplituda potencjału P300 jest również obserwowana u osób uzależnionych od alkoholu oraz u osób z antyspołecznym zaburzeniem osobowości [35, s. 1064–1071]. Różnice w wielkości amplitudy potencjału P300 oczekiwane są również między

introwertykami i ekstrawertykami. Zgodnie z teorią Eysencka przypuszcza się, że osoby ekstrawertywne będą charakteryzowały się niższą amplitudą niż osoby introwertywne ze względu na niższą pobudliwość korową [Eysenck, 1994 za: 36, s. 75]. Dane z badań nie są jednak jednoznaczne – Lindan i współpracownicy dokonali przeglądu wyników kilku eksperymentów i zauważyli, że tylko część z nich wskazuje na większą amplitudę potencjału u introwertyków niż u ekstrawertyków [36, s. 76].

Wszystko to przemawia za tym, że konieczne jest prowadzenie dalszych eksperymentów w celu wyjaśnienia możliwego wpływu różnic indywidualnych na rzetelność badań z wykorzystaniem potencjału P300.

Podobne uwagi można mieć w przypadku badań nad wykrywaniem oszukiwania przy użyciu fMRI. Dotychczasowe badania z wykorzystaniem fMRI prowadzone były na bardzo nielicznych grupach osób badanych, głównie studentów, ponieważ specjalistyczny sprzęt jest mało dostępny dla badaczy, a badanie wiąże się z dużymi kosztami. Na chwilę obecną brakuje badań na przykład wśród osób cierpiących na depresję, psychopatów [2, s. 370], osób uzależnionych od alkoholu czy marihuany (choć u osób uzależnionych od obydwu tych substancji stwierdzono różnice w aktywności mózgu w trakcie różnych zadań, w porównaniu z grupami osób niezależnionych [por. m.in. 37, s. 1577–1586; 38, s. 201–210]. Ponadto, jak zauważa Bloch [wypowiedź Grega Bloche'a, eksperta w dziedzinie etyki biomedycznej z Uniwersytetu Georgetown za: 39, s. 918], można przypuszczać, że osoby wychowane w innym kręgu kulturowym (Bloch podaje tu przykład bojowników dżihadu) mają inną organizację funkcjonalną ośrodkowego układu nerwowego niż zdrowi studenci z państw zachodnich, na których głównie prowadzi się tego typu badania (patrz również [40] – różnice międzykulturowe a wykorzystanie fMRI do wykrywania kłamstwa).

### **Podsumowanie – nowe nadzieje na początku drogi?**

Mimo że nowe techniki badawcze niosą ze sobą nową nadzieję, szczególnie w odniesieniu do trafności wnioskowania na podstawie prowadzonych ekspertyz, należy podkreślić, że jest to dopiero początek ich drogi. Klasyczne badania poligraficzne mają nad nimi przewagę w postaci wieloletniej praktyki ich stosowania zarówno w badaniach naukowych, jak i w realnych sprawach karnych. Co więcej w przypadku badań poligraficznych lepiej zbadany jest ich związek z różnymi zmiennymi indywidualnymi mającymi wpływ na wyniki ekspertyzy niż w przypadku metod obrazowania OUN. Nie można jednak wykluczyć, że w przyszłości badania obrazowania aktywności ośrodkowego układu nerwowego staną się realną alternatywą dla badań poligraficznych, szczególnie, jeżeli badaczom uda się zwiększyć ich rzetelność do obiecanych 99% [Langleben w: 31, s. 457].

Należy podkreślić, że prowadzenie nowych badań i szukanie alternatywy dla poligrafu wydaje się słuszne, jednakże praktyczne wykorzystywanie tych nowinek technicznych może, jak starano się to pokazać w tym artykule, przedwcześnie. Badania z wykorzystaniem fMRI mają, jak się wydaje, bardzo duży potencjał, jeżeli chodzi o wykorzystanie różnych testów i pytań; oferują lepsze podstawy teoretyczne. Ich wyniki mogą pozwolić na weryfikację pewnych założeń teoretycznych leżących u podstaw samych badań poligraficznych. Badanie potencjału P300 również wydaje się bardzo ciekawą alternatywą dla poligrafu – szczególnie w odniesieniu do testów wiedzy o czynie. W przeciwieństwie do reakcji obwodowych rejestrowanych w czasie badania poligraficznego, które oprócz przypisywanych im związków z pobudzeniem emocjonalnym czy też różnymi procesami poznawczymi, mają przede wszystkim określone znaczenie dla fizjologii organizmu, potencjał P300, jest – jak się twierdzi – związany tylko z aktywnością poznawczą organizmu. Czyni go to mniej podatnym na różnego rodzaju techniki przeciwdziałania (choć jak pokazują niektóre badania, nie całkowicie odpornym) oraz sprawia, że podstawa wnioskowania na podstawie badania jest bardziej klarowna niż w wypadku badania poligraficznego.

Oprócz przedstawienia wyników badań dotychczas przeprowadzonych, nie można pominąć aspektu praktycznego wykorzystania obrazowania OUN jako alternatywy dla badań poligraficznych. Warto zauważyć, że zarówno badanie z wykorzystaniem EEG, jak i fMRI wymaga każdorazowo przygotowania sytuacji eksperymentalnej (w praktyce programu komputerowego, który będzie wyświetlał określone bodźce lub pytania), która będzie idealnie synchronizowana czasowo z rejestracją aktywności OUN. W wypadku badania EEG zakupy profesjonalnego sprzętu to znaczny wydatek, a wypadku badania rezonansem magnetycznym wysoki jest koszt nawet jednorazowego badania, nie wspominając o koszcie samego skanera. Zarówno badanie z wykorzystaniem fMRI, jak i EEG wiąże się z dużymi problemami metodologicznymi. W celu uśrednienia potencjału wywołanego każdym bodźcem powinien być powtórzony około 30 razy, co już w przypadku schematu składającego się tylko z trzech bodźców wymaga 90 powtórzeń. W przypadku wykorzystania fMRI zaznacza się ponadto, że na otrzymywane wyniki wpływ mogą mieć różne czynniki związane z samym badaniem [por. 18, s. 384 i *passim*]. Już sposób umieszczenia głowy osoby badanej w skanerze ma znaczenie dla wielkości aktywacji obserwowanej w czasie badania. Co więcej ważne dla rejestrowanej aktywności są też sposoby prezentacji bodźców używanych w badaniu (np. wzrokowe *versus* słuchowe) oraz sposoby udzielania przez osoby badane odpowiedzi (ze względu na to, że udzielanie odpowiedzi w formie werbalnej prowadzi do powstawania wielu artefaktów, a w wypadku odpowiedzi w myślach nie ma możliwości kontrolowania poprawności odpowiedzi, najczęściej wykorzystywane są odpowiedzi za pomocą specjalnych przycisków).

Trudności metodologiczne z przygotowaniem czy z przeprowadzeniem badania oczywiście nie dyskwalifikują żadnej z metod. Sprawiają jednak, że ich praktyczne wykorzystanie musi być poprzedzone wieloma badaniami eksperymentalnymi, które bezsprzecznie wykażą ich dużą wartość oraz bardzo wysoką rzetelność. Przeanalizowanie wymaga również wykorzystanie tych metod z punktu widzenia Kodeksu postępowania karnego.

Warto również wspomnieć, że obok metod obrazowania OUN coraz popularniejsze są badania w zakresie wywierania wpływu na funkcjonowanie ośrodkowego układu nerwowego (na przykład za pomocą transkorynej stymulacji magnetycznej) w celu zmiany funkcjonowania obszarów związanych z zatajeniem informacji [por. 41, s. 191–208]. Wydaje się jednak mało prawdopodobne, aby ta ostatnia metoda, chociażby ze względów etycznych, znalazła zastosowanie w ramach postępowania karnego.

## BIBLIOGRAFIA

1. Wojciechowski J.: Podstawy teoretyczne powstawania reakcji w czasie badań poligraficznych, „Problemy Kryminalistyki” 2012, nr 276, s. 19–31.
2. Vrij A.: *Detecting Lies and Deceit. Pitfalls and Opportunities (Second Edition)*, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester 2008.
3. Sosnowski T., Jaśkowski P.: Podstawy psychofizjologii, [w:] *Psychologia podręcznik akademicki*, tom 2, J. Strelau, D. Doliński [red.], Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2008, s. 643–679.
4. Schmitt R.: *Aktywność elektryczna mózgu*, [w:] *Metody psychofizjologiczne w badaniach psychologicznych*, praca zbiorowa, T. Sosnowski, K. Zimmer [red.], Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993, 101–136.
5. Steuden M.: *Przegląd technik badawczych ośrodkowego układu nerwowego*, [w:] *Związek mózg–zachowanie w ujęciu neuropsychologii klinicznej*, A. Herzyk, D. Kaździelawa [red.], Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Lublin 1997, s. 37–60.
6. Ward L.M.: *Synchronous neural oscillations and cognitive processes*, „Trends in Cognitive Sciences” 2003, nr 7 (12), s. 553–559.
7. Sosnowski T.: *Psychofizjologia*, [w:] *Psychologia. Podręcznik akademicki*, tom 1, J. Strelau [red.], Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2000, s. 131–178.
8. Szelenberger W.: *Potencjały wywołane*, Wydawnictwo Elmiko, Warszawa 2001.
9. Rosenfeld J.P.: *Event-related potential in detection of deception*, 1999. Uzyskany 17.10.2008, z: <http://www.psych.northwestern.edu/~rosenfel/publications.html>.
10. Duncan-Johnson C.C., Donchin E.: *On Quantifying Surprise: The Variation of Event-Related Potentials With Subjective Probability*, „Psychophysiology” 1977, nr 14 (5), s. 456–467.

11. Rosenfeld J.P., Labkovsk E.: New P300-based protocol to detect concealed information: Resistance to mental countermeasures against only half the irrelevant stimuli and a possible ERP indicator of countermeasures, „Psychophysiology” 2010, nr 47, s. 1002–1010.
12. Rosenfeld J.P., Soskins M., Bosh G., Ryan A.: Simple, effective countermeasures to P300-based tests of detection of concealed information, „Psychophysiology” 2004, nr 41, s. 205–219.
13. Winograd M.R., Rosenfeld J.P.: Mock crime application of the Complex Trial Protocol (CTP) P300-based concealed information test, „Psychophysiology” 2011, nr 48, s. 155–161.
14. Meixner J.B., Rosenfeld J.P.: A mock terrorism application of the P300-based concealed information test, „Psychophysiology” 2011, nr 48, s. 149–154.
15. Rosenfeld J.P.: 'BRAIN FINGERPRINTING': A Critical Analysis, „The Scientific Review Of Mental Health Practice” 2005, nr 4 (1), s. 20–37.
16. Jaśkowski P.: *Neuronauka poznawcza. Jak mózg tworzy umysł*, Vizja Press & IT, Warszawa 2009.
17. Gut M., Marchewka A.: Funkcjonalny rezonans magnetyczny – nieinwazyjna metoda obrazowania aktywności ludzkiego mózgu, Konferencja „Nowe metody w neurobiologii”, 15 grudnia 2004, s. 35–40.
18. Fersten E., Koziara H., Mandat T., Jakuciński M., Kuliński R., Głowacki M., Walasek N., Królicki L., Mroziak B., Nauman P.: Trudności interpretacyjne funkcjonalnego rezonansu magnetycznego w ocenie mózgowej organizacji funkcji poznawczych, [w:] *Człowiek chory – aspekty biopsychospołeczne*, t. 3, K. Janowski, K. Grzesiuk [red. nauk.], Centrum Psychoedukacji i Pomocy Psychologicznej, Lublin 2009, s. 380–390.
19. Langleben D.D., Schroeder J.A., Maldjian J.A., Gur R.C., McDonald S., Ragland J.D., O'Brien C.P., Childress A.R.: Brain activity during simulated deception: an event-related functional magnetic resonance study, „NeuroImage” 2002, nr 15, s. 727–732.
20. Langleben D.D., Loughhead J.W., Bilker W.B., Ruparel K., Childress A.R., Busch S.I., Gur R.C.: Telling truth from lie in individual subjects with fast event-related fMRI, „Human Brain Mapping” 2005, nr 26, s. 262–272.
21. Kozel F.A., Johnson K.A., Mu Q., Grenesko E.L., Laken S.J., George, M.S.: Detecting deception using functional magnetic resonance imaging, „Biological Psychiatry” 2005, nr 58, s. 605–613.
22. Spence S.A., Farrow T.F., Herford A.E., Wilkinson I.D., Zheng Y., Woodruff P.W.: Behavioural and functional anatomical correlates of deception in humans, „Neuroreport” 2001, nr 12, s. 2849–2853.
23. Ganis G., Kosslyn S.M., Stose S., Thompson W.L., Yurgelun-Todd D. A.: Neural correlates of different types of deception: an fMRI investigation, „Cerebral Cortex” 2003, nr 13, s. 830–836.
24. Sip K.E., Lynge M., Wallentin M., McGregor W.B., Frith C.D., Roepstorff A.: The production and detection of deception in an interactive game, „Neuropsychologia” 2010, nr 48 (12), s. 3619–3626.
25. Abe N.: The neurobiology of deception: evidence from neuroimaging and loss-of-function studies, „Current Opinion in Neurology” 2009, nr 22(6), s. 594–600.
26. Sip K.E., Roepstorff A., McGregor W., Frith C.D.: Detecting deception: the scope and limits, „Trends in Cognitive Sciences” 2008, nr 12 (2), s. 48–53.
27. Abe N., Okuda J., Suzuki M., Sasaki H., Matsuda T., Mori E., Tsukada M., Fujii T.: Neural Correlates of True Memory, False Memory, and Deception, „Cerebral Cortex” 2008, nr 18 (12), s. 2811–2819.
28. Lee T.M.C., Au R.K.C., Liu H.-L., Ting K.H., Huang C.-M., Chan C.C.H.: Are errors differentiable from deceptive responses when feigning memory impairment? An fMRI study, „Brain and Cognition” 2009, nr 69 (2), s. 406–412.
29. Kikuchi H., Fujii T., Abe N., Suzuki M., Takagi M., Mugikura S., Takahashi S., Mori E.: Memory repression: brain mechanisms underlying dissociative amnesia, „Journal of Cognitive Neuroscience” 2010, nr 22 (3), s. 602–613.
30. Lee T.M.C., Lee T.M.Y., Raine A., Chan C.C.H.: Lying about the Valence of Affective Pictures: An fMRI Study, „PLoS ONE” 2010, nr 5 (8), s. 1–10.
31. Wild J.: Brain imaging ready to detect terrorists, say neuroscientists, „Nature” 2005, nr 437 (7058), s. 457.
32. Rosenfeld J.P., Meixner J., Kievit R.A., Schendan H.E., Ganis G.: Lying in the scanner: Covert countermeasures disrupt deception detection by functional magnetic resonance imaging, „NeuroImage” 2011, nr 55, s. 312–319.
33. McLachlan J.: Head Case, „Popular Science” 2010, nr 3, s. 27–29.
34. Nęcka E.: *Inteligencja: geneza, struktura, funkcje*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2003.
35. Costa L., Bauer L., Kuperman S., Porjesz B., O'Connor S., Hesselbrock V., Rohrbaugh J., Begleiter H.: Frontal P300 Decrements, Alcohol Dependence, and Antisocial Personality Disorder, „Biological Psychiatry” 2000, nr 47, s. 1064–1071.
36. Lindín M., Zurrón M., Díaz F.: Influences of Introverted/Extraverted Personality Types on P300 Amplitude Across Repeated Stimulation, „Journal of Psychophysiology” 2007, nr 21 (2), s. 75–82.
37. Tapert S.F., Schweinsburg A.D., Barlett V.C., Brown S.A., Frank L.R., Brown G.G., Meloy M.J.: Blood Oxygen Level Dependent Response and Spatial Working Memory in Adolescents With Alcohol Use Disorders, „Alcoholism: Clinical And Experimental Research” 2004, nr 28 (10), s. 1577–1586.
38. Schweinsburg A.D., Schweinsburg B.C., Cheung E.H., Brown G.G., Brown S.A., Tapert S.F.: fMRI response to spatial working memory in adolescents with comorbid marijuana and alcohol use disorders, „Drug and Alcohol Dependence” 2005, nr 79 (2), s. 201–210.

---

39. Pearson H.: Lure of lie detectors spooks ethicists, „Nature” 2006, nr 441 (22), s. 918.

40. Bruni T.: Cross-Cultural Variation and fMRI Lie-Detection, [w:] Technologies On The Stand Legal And Ethical Questions In Neuroscience And Robotics, Bibi van den Berg, Laura Klaming [red.], Wolf Legal Publishers, Nijmegen 2011, s. 129–148.

41. Luber B., Fisher C., Appelbaum P.S., Ploesser M., Lisanby S.H.: Non-Invasive Brain Stimulation in the Detection of Deception: Scientific Challenges and Ethical Consequences, „Behavioral Sciences and the Law” 2009, nr 27, s. 191–208.

#### **Streszczenie**

Artykuł dotyczy możliwości wykorzystania metod obrazowania funkcjonowania ośrodkowego układu nerwowego jako alternatywy dla badań poligraficznych. Przedstawiono podstawowe informacje dotyczące badań z wykorzystaniem rejestracji aktywności bioelektrycznej mózgu (EEG) oraz badań z wykorzystaniem funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI). Następnie szczegółowo omówiono prowadzone do tej pory badania wykrywania skrytych informacji przy wykorzystaniu analizy potencjału P300 oraz badania nad wykrywaniem oszukiwania za pomocą fMRI. Skupiono się zarówno na rzetelności uzyskiwanych wyników, jak i na trudnościach metodologicznych związanych z prze-

prowadzaniem tego typu badań. Ze względu na to, że badania wykorzystujące EEG i fMRI w celu wykrywania zatajonych informacji i oszukiwania prowadzone są dopiero od niecałych 30 lat w wypadku EEG, a w wypadku fMRI nieco ponad 10 lat, zarysowany został również problem związany z małą ilością danych z badań na temat wpływu różnic indywidualnych na rzetelność wnioskowania.

**Słowa kluczowe:** poligraf, EEG, fMRI, wykrywanie skrytych informacji, wykrywanie kłamstwa

#### **Summary**

The Author discusses the possibility of imaging of central nervous system activity being the alternative for lie-detector (Polygraph) examination. In the paper, the basic information on examination with use of recording the bioelectrical activity of the brain (EEG) as well as functional magnetic resonance imaging (fMRI) has been presented. This is followed by a detailed discussion of examination of concealed information with use of P300 potential and detection of deceit by means of fMRI. The Author focuses on the aspects of reliability of findings and methodology problems related to conduct of such examinations. Due to the fact that EEG and fMRI application in detecting concealed information is a quite recent phenomenon (30 and 10 years respectively), the problem of scarce data on dependence of individual variation on reliability of concluding has been also stressed out.

**Keywords:** lie-detector, EEG, fMRI, detection of concealed information, detection of deception