

## Badania wpływu pola magnetycznego 50 Hz na wyniki pomiaru aktywności elektrodermalnej

**Streszczenie.** Przeprowadzony w niniejszej pracy eksperyment jest wstępną próbą oszacowania przydatności pomiaru aktywności elektrodermalnej (EDA) do oceny wpływu pola elektromagnetycznego (PEM) na organizm w badaniu o charakterze kazuistycznym.

**Abstract.** The experiment carried out in this paper is an initial attempt to estimate the usefulness of the measurement of electrodermal activity (EDA) for the assessment of the impact of electromagnetic field (PEM) on the body using a case study approach. (**Impact of the effect of the 50 Hz magnetic field on the results of the measurement of electrodermal activity**).

**Słowa kluczowe:** aktywność elektrodermalna, metoda Ryodoraku, pole elektromagnetyczne

**Keywords:** electrodermal activity, Ryodoraku methods, electromagnetic field

### Wstęp

Oddziaływanie pól elektromagnetycznych (PEM) na organizmy żywe w zależności od długości, czasu działania oraz wartości natężenia poszczególnych składowych mogą powodować różne efekty.

W przypadku magnetoterapii, przy wielu schorzeniach, oddziaływanie to może mieć korzystne działanie terapeutyczne co zostało potwierdzone w badaniach eksperymentalnych [1].

Wzrastający w ostatnich czasach rozwój technologii wykorzystujących energię elektryczną rodzi często problematyczne obawy ludzi o potencjalne ryzyko zdrowotne osób mających kontakt z różnego rodzaju ekspozycjami na pola i fale elektromagnetyczne.

Z tego powodu, naukowcy starają się opracować materiały, które będą ograniczały wpływ ekspozycji tego typu energii na organizm człowieka [2,3].

Badania nad wpływem pól elektromagnetycznych oraz promieniowania elektromagnetycznego na organizmy żywe mają najczęściej, jak wynika z prowadzonych eksperymentów, charakter epidemiologiczny lub eksperymentalny. Badania epidemiologiczne dotyczą osób narażonych na zwiększone promieniowanie elektromagnetyczne. Badania eksperymentalne prowadzone są na organizmach modelowych takich jak bakterie, nicienie, mięczaki, stawonogi czy płazy [4].

Prowadzenie badań o charakterze epidemiologicznym w zakresie PEM jest niezwykle trudne wobec złożoności i różnorodności układów biologicznych. Problemem jest też wciąż niedostateczna wiedza na temat systemów samosterujących organizmu człowieka oraz warunków, w jakich dochodzi do przywracania stanu homeostazy organizmu po zadziaaniu zewnętrznego bodźca. Istotne w tym problemie, wydają się też odległe reakcje organizmu człowieka na ekspozycję tego rodzaju pól [5,6,7].

W najnowszych opracowaniach postuluje się o zmianę podejścia do badań PEM. Według Leszczyńskiego [8], przyszłe kierunki badań, powinny polegać na ograniczeniu eksperymentów prowokacyjnych, opartych wyłącznie na subiektywnych odczuciach badanych, na rzecz zaawansowanych technologicznie analiz reakcji organizmu na poziomie biologii molekularnej i genetyki. Ograniczeniem dotychczas istniejących badań jest fakt, że zidentyfikowano już obecnie około 70 różnych symptomów, których wystąpienie przypisuje się oddziaływaniu PEM na organizm. Z drugiej strony, naukowcy zdają sobie sprawę z tego, że symptomy te mogą występować łącznie z innymi,

potencjalnie zaburzającymi organizm bodźcami, co w praktyce trudno jest oszacować czy oddzielić od PEM.

Opisane wyżej problemy skłaniają więc nie tylko do dalszych analiz w zakresie poszerzenia możliwości leczniczego zastosowania pól magnetycznych, ale także poszukiwania metod obserwacji reakcji organizmu na PEM. Analizy te są ważne z perspektywy zachowania zdrowia, co na poziomach mikrobiologicznych i systemowych wiąże się przede wszystkim z obserwacją procesów zachowania stałości środowiska wewnętrznego w ramach istniejących naturalnie dynamizmów [9]

Poniżej autorzy artykułu przedstawiają wyniki analizy pomiaru aktywności elektrodermalnej (ang. *electrodermal activity*) metodą Ryodoraku po jednorazowej ekspozycji na PEM.

### Materiały i metody

W badaniu uczestniczyła zdrowa kobieta w wieku 54 lat która poddana została jednorazowej, 30 minutowej ekspozycji na pole magnetyczne 50 Hz o wartości 1 mT wygenerowanej przez układ cewek Helmholtza (rys.1). U osoby badanej wykonano także pomiary aktywności elektrodermalnej (ang. *electrodermal activity* - EDA) metodą Ryodoraku. Twórcą metody Ryodoraku jest japoński lekarz i naukowiec prof. Yoshio Nakatani (1923-1978). W metodzie Ryodoraku dokonuje się pomiaru elektroprowadności wybranych punktów akupunkturowych zlokalizowanych na stopach i dłoniach, które nazwane zostały przez Nakataniego reprezentatywnymi punktami pomiarowymi (ang. *representative measuring point* - RMP) [10].

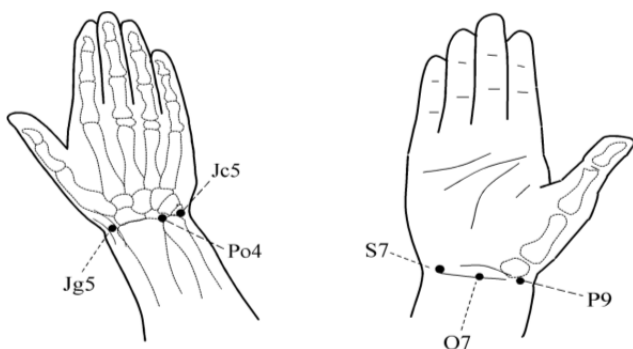


Rys.1. Stanowisko do badań materiałów biologicznych poddawanych ekspozycji w przemiennym polu magnetycznym o częstotliwości 50 Hz o regulowanym natężeniu

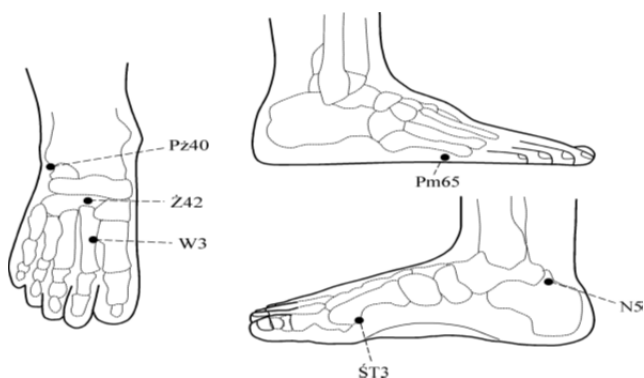
W dniu, w którym przeprowadzana była ekspozycja PEM, wykonano trzykrotne pomiary EDA przed i trzykrotne pomiary EDA po ekspozycji na PEM. Wykonano także kontrolne, dwukrotne pomiary dzień przed ekspozycją na PEM oraz dwukrotne pomiary EDA, dzień po ekspozycji na PEM. Łącznie wykonano 10 pomiarów EDA. Przerwa między kolejnymi pomiarami w serii, wynosiła każdorazowo około 3 minuty. Wszystkie pomiary EDA były wykonywane o tej samej porze (między godziną 15.00 a 16.00), przez jednego diagnostę.



Rys.2. Urządzenie do pomiaru aktywności elektrodermalnej (EDA) firmy Kolmio-Kielkowsky



Rys.3. Lokalizacja punktów pomiarowych RMP na dłoniach (Bokuń i wsp, 2003).



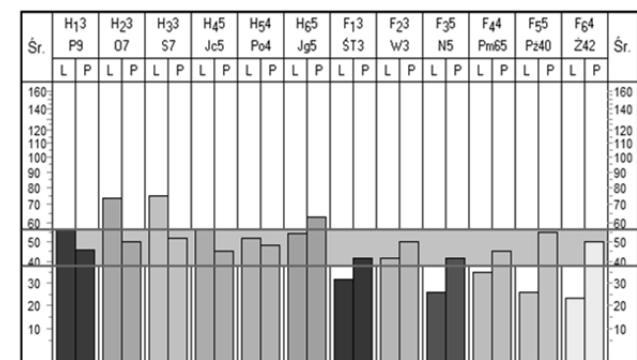
Rys.4. Lokalizacja punktów pomiarowych RMP na stopach (Bokuń i wsp, 2003).

Do pomiaru EDA wykorzystano urządzenie firmy Kolmio-Kielkowsky (rys. 2.), które jest wyrobem medycznym i posiada certyfikat zgodności z Dyrektywą 93/42/EEC dla wyrobów medycznych, natomiast firma od 1 września 2003 roku posiada certyfikowany System Zarządzania Jakością, zgodny z normą EN ISO 13485. Procedura badania była zgodna z instrukcją podaną przez producenta i polegała na pomiarze EDA 24 punktów produkcyjnie aktywnych, zlokalizowanych na stopach i dłoniach (rys. 3 i 4) [11].

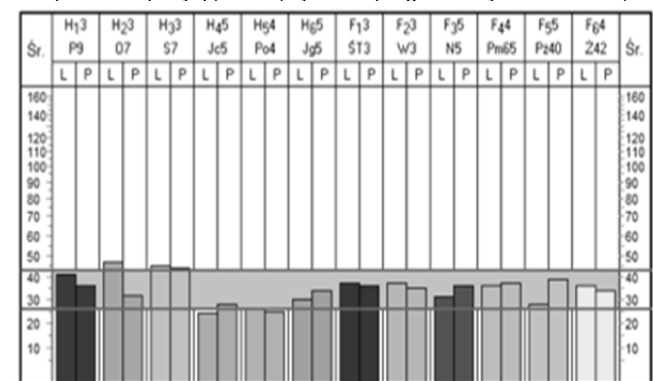
## Wyniki przeprowadzonych badań

### 1. Wyniki pomiaru EDA w dniu ekspozycji na PEM

Przeprowadzona w dniu eksperymentu analiza EDA wpływu jednorazowej ekspozycji na PEM wskazała na obniżenie średnich wartości pomiarowych oraz zmniejszenie odchylenia standardowego danych dla poszczególnych punktów pomiarowych, po ekspozycji na PEM. Uśredniona wartość trzech pomiarów punktów EDA przed ekspozycją wynosiła 48,9 mA, natomiast po pomiarze 35,2 mA. Wartości odchylenia standardowego (SD) punktów pomiarowych przed ekspozycją na PEM wynosiły 16,1, po ekspozycji 6,2. Na rysunku 5 przedstawiono wykres uśrednionych wartości 3 pomiarów EDA przed ekspozycją na PEM. Rysunek 6 przedstawia uśrednione wartości 3 pomiarów, po ekspozycji na PEM.



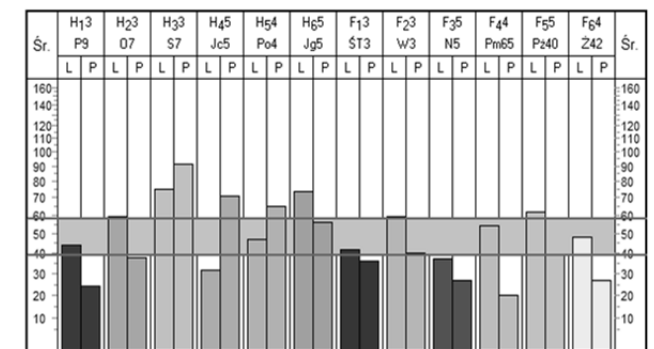
Rys.5. Graficzne przedstawienie uśrednionych wyników pomiaru EDA przed ekspozycją PEM (wydruk z programu Ryodoraku-mini)



Rys.6. Graficzne przedstawienie uśrednionych wyników pomiaru EDA po ekspozycji PEM (wydruk z programu Ryodoraku-mini)

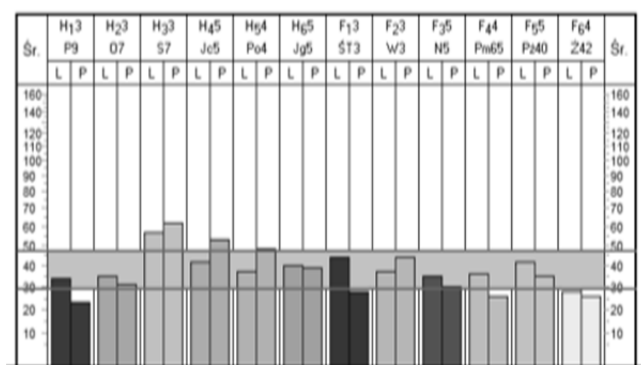
### 2. Wyniki pomiaru EDA w okresie obserwacji

Zarówno dzień przed, jak i dzień po ekspozycji badanej na PEM wykonano dwukrotne, kontrolne pomiary EDA. Warunki przeprowadzenia badań były identyczne jak w przypadku pomiarów w dniu prowokacji PEM. Uśredniona wartość EDA dla dwóch pomiarów na dzień przed ekspozycją na PEM wynosiła 49,3 mA, odchylenie standardowe – (SD) 19,6. Analogicznie, dzień po ekspozycji na PEM, wartości pomiaru wynosiły 38,3 mA, SD -10,4.



Rys.7. Graficzne przedstawienie uśrednionych wyników pomiaru EDA w okresie obserwacji, przed ekspozycją PEM (wydruk z programu Ryodoraku-mini)

Na rysunkach 7 i 8 pokazane zostały uśrednione wartości 2 pomiarów EDA w okresie obserwacji, w dzień poprzedzający ekspozycję na PEM oraz w następnym dniu, po ekspozycji na PEM.



Rys.8. Graficzne przedstawienie uśrednionych wyników pomiaru EDA w okresie obserwacji, po ekspozycji PEM (wydruk z programu Ryodoraku-mini)

### Podsumowanie

Pomiar aktywności elektrodermalnej EDA odzwierciedla poziom przewodnictwa struktur budujących tkankę skórną oraz aktywność autonomicznego układu nerwowego (ang. *autonomic nervous system* – ANS). ANS uczestniczy w utrzymaniu homeostazy wielu systemów ludzkiego organizmu, w tym systemu sercowo-naczyniowego, metabolicznego, termoregulacyjnego czy żołądkowo-jelitowego [12]. Dzięki pomiarom EDA możliwa jest obserwacja fizjologicznego funkcjonowania ANS oraz identyfikacja stanów zaburzenia równowagi ustroju w tych systemach, których naruszenie może, w dłuższej perspektywie, wywoływać przewlekłe stany chorobowe [10].

Pomiar EDA jest uznawany za użyteczny wskaźnik badania zmiennych psychofizjologicznych odzwierciedlających funkcje poznawcze oraz stany emocjonalne istot żywych [13].

Wykazane w niniejszym badaniu, obniżenie średnich wartości pomiarowych punktów EDA, po zastosowaniu ekspozycji na PEM, informuje o możliwej reakcji ANS na ten czynnik fizyczny, którego efektem jest przesterowanie systemu nerwowego w kierunku przewagi części współczulnej ANS. Sytuacje tego rodzaju mają zazwyczaj miejsce w przypadku zastosowania niektórych zabiegów fizykalnych, zwłaszcza o charakterze tonizującym czy przeciwbólowym. Reakcje tego rodzaju stanowią też naturalną odpowiedź organizmu w procesach jego rewitalizacji czy restytucji powysiłkowej. Wskazują na stan odpoczynku, regeneracji i relaksu. W warunkach

patologicznych, przy względnie stałym naruszeniu homeostazy ustroju, przewaga części przywspółczulnej autonomicznego układu nerwowego informuje najczęściej o zmęczeniu, przetrenowaniu bądź stanach przewlekłych problemów chorobowych. W określonych warunkach może też informować o obniżonych zasobach energii życiowej [14,15].

Zmniejszenie odchylenia standardowego danych EDA, uzyskane bezpośrednio po zastosowaniu ekspozycji na PEM, może świadczyć o pewnego rodzaju pozytywnej synchronizacji składowych systemu nerwowego w odpowiedzi na PEM. Wniosek ten może mieć jednak charakter wyłącznie spekulatywny, ponieważ bez szerszej obserwacji indywidualnych reakcji organizmu na różne bodźce trudno jest rozstrzygnąć, czy obserwowana reakcja ma charakter przestrajający organizm czy też charakter kompensacyjny. Tak czy inaczej obserwacja tego, w jaki sposób organizm reaguje na bodźce pochodzące ze środowiska zewnętrznego, daje możliwość pozyskania wiedzy o niezwykle zróżnicowanych, możliwych scenariuszach, jakie na co dzień on kreuje, w realizacji jedynie sensownych dążeń, tj. właściwego przebiegu planu biologiczno-świadomościowego w celu ochrony życia.

Istotnym czynnikiem pozwalającym na realizację tego celu jest kontrolowanie przez systemy organizmu prawidłowości przebiegu wewnętrznych procesów homeostatycznych [16].

Jeśli patrzy się na te problemy z węższej, niż powyższa, perspektywy, wówczas o wiele częściej skłonni jesteśmy dokonywać pobieżnych ocen, które w tym przypadku mogą mieć wyłącznie charakter aspektywny oraz stać w sprzeczności do, wspomnianych wcześniej, głównych założeń. Być może dlatego, wciąż nie możemy sobie poradzić z chorobami przewlekłymi czy odpowiedzieć na pytanie, czy i w jakich warunkach może dojść do załamania się globalnych systemów samosterujących organizmu jako reakcji na określone parametry i warunki środowiskowe. O wiele częściej próbujemy docierać do przyczyn potencjalnej szkodliwości PEM, nie zastanawiając się jednak nad tym, jaki rodzaj środowiska elektromagnetycznego jest korzystny dla zdrowia człowieka. To typowy sposób myślenia we współczesnej medycynie akademickiej, która skupia się na chorobie, a w mniejszym stopniu na tym, w jaki sposób budować, wzmacniać czy przywracać zdrowie.

Obserwowane, w następnym dniu po eksperymencie, obniżone, w stosunku do wyników pomiaru - przed, wartości odchylenia standardowego danych, mogą obrazować przedłużoną reakcję na PEM. W celu potwierdzenia tego wniosku należałoby jednak przeprowadzić długofalowe badania z okresowym wyłączeniem potencjalnie nadprogowych bodźców codziennego życia.

Przeprowadzony eksperyment może, do pewnego stopnia, uzasadniać hipotetyczną przydatność pomiaru EDA w ocenie narażenia organizmu na PEM. Ostateczne jednak rozstrzygnięcia w tej sprawie powinny być, zdaniem autorów, poprzedzone całodobowymi obserwacjami cykli organizmu, dzięki którym możliwa byłaby analiza typowych reakcji organizmu na warunki środowiska zewnętrznego. W drugiej kolejności dopiero należałoby obserwować reakcje organizmu na bodźce PEM o różnych parametrach. Ograniczeniami we wnioskowaniu w tym zakresie jest fakt, że badanie EDA umożliwia obserwację wyłącznie jednego systemu (nerwowego). Fakt ten może okazać się niewystarczający do formułowania bardziej ogólnych teorii, nawet jeśli uzna się że system ten pełni jedną z priorytetowych funkcji sterowania ludzkim organizmem. Z tego też powodu zasadne wydaje się zastosowanie, w tego rodzaju badaniach, podejścia komplementarnego.

Oznaczałoby to, w pierwszej kolejności, iż należałoby uznać, że człowiek jest całością psychofizyczną. Drugim, istotnym elementem całościowego myślenia o problemie PEM, byłoby uznanie konieczności zastosowania w eksperymentach, innych niż tylko ANS, porównawczych metod badania głównych systemów organizmu. Ten sposób podejścia mógłby pozwolić na lepsze obserwowanie szeregu zróżnicowanych działań homeostatycznych naszego ustroju, odzwierciedlających istotę globalnych procesów zarządzania ludzkim organizmem.

#### **Autorzy:**

*Dr hab. Dariusz Szafranski prof. PWR.*  
*Politechnika Wroclawska, Katedra Energoelektryki, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław,*  
*E-mail: [dariusz.szafranski@pwr.edu.pl](mailto:dariusz.szafranski@pwr.edu.pl)*  
*Dr Edyta Szczuka*  
*Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Zakład Sportu Paraolimpijskiego, al. Ignacego Jana Paderewskiego 35, 51-612 Wrocław*  
*E-mail: [edyta.szczuka@awf.wroc.pl](mailto:edyta.szczuka@awf.wroc.pl)*

#### LITERATURA

- [1] Sieroń A., Glinka M., Wpływ pól magnetycznych o zakresach terapeutycznych na proces gojenia się skóry i tkanek miękkich, *Chirurgia Polska*, 4 (2002), No. 2, 153-158
- [2] Pawłowski S., Plewako J., Korzeniewska E., Analiza rozkładu pola przepływowego w cienkiej warstwie przewodzącej z defektem eliptycznym, *Przegląd Elektrotechniczny*, 96 (2020), Nr 1, 234-237 DOI:10.15199/48.2020.01.53
- [3] Pawłowski S., Plewako J., Korzeniewska E., Field Modeling the Impact of Cracks on the Electroconductivity of Thin-Film Textronic Structures, *Electronics*, 9 (2020), No. 3, 402 DOI:10.3390/electronics9030402
- [4] Redlarski G., Lewczuk B., Żak A., Koncicki A., Krawczuk M., Piechocki J., Jakubiuk K., Tojza P., Jaworski J., Ambroziak D., Skarbak Ł., Gradolewski D., The influence of electromagnetic pollution on living organisms: historical trends and forecasting changes, *BioMed Research International*, (2015), DOI: 10.1155/2015/234098
- [5] Szmigielski S., Sobiczewska E., Ryzyko chorób nowotworowych w warunkach narażenia na pola sieciowe - badania epidemiologiczne, *Medycyna Pracy*, 60 (2009), Nr 3, 223-233
- [6] Lyskov E., Sandstrom M., Mild K.H., Provocation study of persons with perceived electrical hypersensitivity and controls using magnetic field exposure and recording of electrophysiological characteristics, *Bioelectromagnetics*, 22 (2001), No. 7, 457-462
- [7] Posada – Quintero H.F., Chon K.H., Innovations in electrodermal activity data collection and signal processing: a systematic review, *Sensors*, 15 (2020), 20, No. 2, 479
- [8] Leszczyński D. Review of the scientific evidence on the individual sensitivity to electromagnetic fields (EHS), *Reviews on Environmental Health*, (2021) DOI: 10.1515/reveh-2021-0038.
- [9] Szczuka E. Types of reactions to massage in the study of electrodermal activity, *Medycyna Sportowa*, 36 (2020), No.4, 175-188
- [10] Nakatani Y., Oiso T., A guide for application of Ryodoraku autonomous nerve regulatory therapy, *Ryodoraku Medicine and Stimulus Therapy*, 1 (2018), 1-20
- [11] Bokuń B., Jaroński W., Kielkowski M., Metoda Ryodoraku, KOLMIO Kielkowscy, Gdańsk 2003
- [12] Johnson J.O., Autonomic Nervous System Physiology. In: Pharmacology and Physiology for Anesthesia (red.) Hemmings H.C., Egan T.D. Elsevier (2018), 208-219
- [13] Braithwaite J., Watson DG., Jones R., A guide for analysing electrodermal activity (EDA) & skin conductance responses (SCRs) for psychological experiments. *Technical report, 2nd version: selective attention & awareness laboratory (SAAL) Behavioural Brain Sciences Centre*, University of Birmingham, UK. Birmingham 2015
- [14] Szczuka E., Rymarczyk-Kapuścik A., Romańska-Kistela A., Szczuka Z., Moroch E., Stopień zrelaksowania organizmu po jednokrotnym masażu kosmetycznym twarzy mierzony kwestionariuszem nastroju i elektrodermalną metodą Ryodoraku, *Pol J Cosmetol*, 19 (2016) 19, Nr 3, 76-82
- [15] Szczuka E., Tomaszewski W., Szafraniec R., Postawa A., Electrodermal activity of the skin assessed using Ryodoraku metod after a single training session in taekwondo competitors, *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 3 (2012), No 2, 79-85
- [16] Kraus H., Gibas-Dorna M., (red.), Fizjologia człowieka. PZWL, Warszawa 2021