

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ KLINICZNYCH
Kontynuacja badań wpływu PEM
na zdrowie człowieka

Kraków, grudzień 2019

1. Wprowadzenie – cel badań

W roku 2019 kontynuowano badania wpływu promieniowania elektromagnetycznego (PEM) o częstotliwościach w zakresie radiowym i mikrofalowym (RM) na organizm człowieka. Penetracji organizmu przez RM-PEM towarzyszy depozycja energii w ustroju, co może wywoływać szereg efektów, zarówno potwierdzonych, jak i postulowanych w oparciu o rozważania teoretyczne. Makroskopowym efektem, który jest obserwowany eksperymentalnie w wyniku naświetlania układu biologicznego RM-PEM, jest wzrost temperatury układu. Dodatkowo, w literaturze tematu, podnoszone są dwa aspekty działania RM-PEM na organizm człowieka. Pierwszy problem związany jest z występowaniem efektów nietermicznych i wynikających z nich potencjalnych skutków medycznych, czyli efektów w skali makro, zarówno w perspektywie krótko- jak i długo-czasowej, które mogą być rozpoznawane różnymi metodami diagnostycznymi. Drugie zagadnienie, związane z opisem działania RM-PEM, oparte jest na założeniu, że efekty termiczne jak i nietermiczne działania RM-PEM występują tylko dla części populacji. Tą część populacji określa się nieprawidłowo mianem osób elektrowrażliwych lub osób wykazujących nadwrażliwość elektromagnetyczną (EHS – Electromagnetic Hyper Sensitivity). Używanie określeń elektrowrażliwość lub nadwrażliwość elektromagnetyczna automatycznie sugeruje istnienie powiązania przyczynowo-skutkowego pomiędzy objawami i PEM. Zależność taka nie została do tej pory jednoznacznie potwierdzona. Dlatego, bazując na obecnym stanie wiedzy, za poprawne powinno się uznać określenie nietolerancja środowiskowa o nieznanej etiologii (IEI – Idiopathic Environmental Intolerance) przypisywana promieniowaniu elektromagnetycznemu (IEI-PEM).

Prezentowany raport zawiera wyniki badań wpływu RM-PEM na organizm człowieka. Przeprowadzone badania stanowią uzupełnienie i rozszerzenie badań prowadzonych w 2018 roku. Bazując na uzyskanych w ubiegłym roku wynikach dokonano także kilku modyfikacji procedury badawczej. W badaniach utrzymano zasadę, że do badań można zastosować wyłącznie testy rutynowo wykorzystywane w praktyce klinicznej. Ze względów formalnych (zgoda Komisji Bioetycznej) zrezygnowano z jakichkolwiek modyfikacji procedur diagnostycznych. Zrezygnowano natomiast z ograniczenia, że stosuje się wyłącznie metody zapewniające uzyskanie obiektywnych wyników i wykorzystano nie stosowane wcześniej metody, które wymagają współpracy pacjenta. Zachowano także zawężenie badanej populacji do grupy pełnoletnich, zdrowych mężczyzn mieszkających w Krakowie. Wymagało to oczywiście wykonania podmiotowych i przedmiotowych badań sprawdzających stan zdrowia. Ograniczenie to wynikało z konieczności wyboru jak najbardziej jednorodnej grupy badawczej. Należy także nadmienić, że w badaniach uczestniczyli wyłącznie ochotnicy.

Wprowadzone zmiany w procedurze badawczej w stosunku do ubiegłego roku dotyczyły kilku zagadnień. W pierwszej kolejności zmodyfikowano akcję informacyjno-rekrutacyjną i zrezygnowano z dotychczasowej formy badania ankietowego potencjalnych uczestników badań klinicznych. Wynikało to z faktu, że w tegorocznych badaniach skoncentrowano się na problemie występowania IEI-PEM w populacji oraz z faktu, że ubiegłoroczna akcja rekrutacyjna pozwoliła na rekrutację wystarczającej liczby ochotników w celu przeprowadzenia planowanych badań

uzupełniających. Kolejna modyfikacja procedury badawczej polegała na ograniczeniu badań biochemicznych. Analiza wyników zgromadzonych w 2018 roku jednoznacznie dowiodła, że wynik żadnej rutynowej analizy biochemicznej krwi nie koreluje z działaniem RM-PEM na organizm. W bieżącym roku uzupełniono jedynie analizy biochemiczne krwi o markery stresu oksydacyjnego.

Identyczna przyczyna spowodowała, że zrezygnowano z badań audiometrycznych. Wyniki zgromadzone w 2018 roku nie wykazały jakiegokolwiek wpływu testu prowokacyjnego na wynik badania audiometrycznego (audiometria impedancyjna, otoemisja akustyczna, audiometria elektrofizjologiczna). Teoretycznie, w zastosowanych prowokacjach opartych na wykorzystaniu telefonu komórkowego, RM-PEM działa na płat skroniowy mózgu będący między innymi ośrodkiem słuchu. W działaniu płata skroniowego występuje dodatkowo wyraźna lateralizacja lewo-prawo półkulowa. Bazując na budowie anatomicznej głowy jest oczywiste, że działanie zmysłu słuchu powinno być modyfikowane przez RM-PEM w pierwszej kolejności. Przeprowadzone badania z zastosowaniem rutynowych testów klinicznych nie potwierdzają tej hipotezy. Należy jednak podkreślić, że rutynowe testy nie pozwalają na zaobserwowanie różnic prawa/lewa strona przyłożenia telefonu jak i rodzaju odbieranych dźwięków (mowa/muzyka). Ostatnia z zastosowanych modyfikacji polegała na rezygnacji z badań dermatologicznych. Uzyskane w roku 2018 wyniki potwierdziły, że obserwowane objawy są wynikiem wzrostu temperatury skóry spowodowanego próbą prowokacyjną i tym samym nie wnoszą żadnych dodatkowych informacji do opisu działania RM-PEM na organizm.

W przeprowadzonych badaniach klinicznych wykorzystano metodę próby prowokacyjnej z wykorzystaniem telefonu komórkowego. W procedurze, zgodnie z anatomią człowieka przyjęto, że PEM będzie oddziaływać głównie na okolice głowy (mózgu). W związku z tym zastosowano testy kliniczne, które bezpośrednio lub pośrednio są stosowane w diagnostyce układu nerwowego. W celu ilościowego opisu efektów termicznych wykonano badania termograficzne twarzy i małżowiny usznej.

2. Metodyka Badań

Zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawnymi na przeprowadzenie badań z udziałem ochotników uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Jagiellońskiego (1072.61201.10.2019 z dnia 27 czerwca 2019 roku).

W pierwszym etapie przeprowadzono akcję informacyjną mającą na celu dotarcie do jak największej liczby osób zainteresowanych problemami oddziaływania PEM na zdrowie człowieka, ze szczególnym uwzględnieniem osób samookreślających się jako elektrowrażliwe. W celu przeprowadzenia akcji informacyjnej skorzystano z usług firmy specjalizującej się w tego rodzaju działalności (Open Media, Kraków). Zastosowano promocję treści publikowanych w portalu społecznościowym (Facebook), jak również tradycyjne środki masowego przekazu (radio, prasa). Zrezygnowano z przeprowadzenia akcji informacyjnej opartej o wykorzystanie materiałów w formie drukowanej.

Badania kliniczne obejmowały badania biochemiczne krwi, ocenę ogólnego stanu zdrowia ochotnika w oparciu o badania podmiotowe i fizykalne, wykonane przez lekarza internistę, badania stanu zdrowia psychicznego, przeprowadzone przez psychologa, przeprowadzenie testów autonomicznego układu nerwowego (AUN), wykonanie badań termograficznych. Badania przeprowadzono dla dwóch grup ochotników. Grupę pierwszą (grupa kontrolna) stanowiły osoby zainteresowane działaniem RM-PEM, u których nie stwierdzono objawów IEI-PEM. Grupa ta została wykorzystana dla przeprowadzenia badań uzupełniających pomiary wykonane w 2018 roku. Drugą grupę stanowiły osoby samookreślające się jako elektrowrażliwe, bez względu na to czy w ocenie ogólnego stanu zdrowia stwierdzono jakiekolwiek objawy IEI-PEM (grupa IEI-PEM). Każdy ochotnik zaliczony do drugiej grupy wypełniał krótką ankietę (załącznik 1) pozwalającą ocenić intensywność obserwowanych objawów IEI-PEM.

Badania biochemiczne krwi ograniczono do określenia podstawowych parametrów, które są niezbędne w ocenie ogólnego stanu zdrowia przez lekarza internistę, bazując na analizie wyników uzyskanych w ubiegłym roku. Badania wykonano w Zakładzie Diagnostyki Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie (kierownik dr B. Maziarz). Oznaczano stężenia 37 parametrów (morfologia – 25 parametrów, sód, potas, glukoza, kreatynina, lipidogram, CRP, TSH, kortyzol, prolaktyna) z wykorzystaniem analizatorów Cobas 4000 i Cobas 8000 i przy użyciu odczynników firmy Roche (Basel, Szwajcaria). Zakład Diagnostyki posiada akredytację Ministerstwa Zdrowia oraz spełnia mające zastosowanie wymagania norm ISO 9001, ISO 14001 i OHSAS 18001.

Dla uzupełnienia wyników uzyskanych w 2018 roku wykonano ilościowe oznaczenia stężenia dwóch markerów stresu oksydacyjnego w osoczu krwi. Oznaczano całkowitą zdolność antyoksydacyjną osocza (TAC – Total Antioxidant Capacity) oraz stężenia glutationu w osoczu. Badania wykonano w Katedrze Biochemii Klinicznej Collegium Medicum UJ (kierownik prof. dr hab. B. Solnica). Całkowitą zdolność antyoksydacyjną osocza oznaczano z wykorzystaniem metodyki opartej na ocenie zdolności redukcjonowania jonów Fe^{3+} występujących w postaci kompleksu z tripirydylo-triazyną (Fe^{3+} -TPTZ) przez antyoksydanty niskocząsteczkowe zawarte w badanym materiale biologicznym (metoda FRAP). Powstający (na skutek redukcji jonów) kompleks Fe^{2+} -TPTZ charakteryzuje się intensywnie niebieską barwą. Zdolność antyoksydacyjną próbki określa się przez porównanie zmian absorbancji próbki i roztworu wzorcowego Fe^{2+} . Oznaczanie stężenia glutationu w osoczu krwi opiera się na tworzeniu trwałego żółtego zabarwienia po dodaniu kwasu 2-nitrobenzoesowego do grup sulfhydrylowych w badanej próbce. Pomiar uzyskanego zabarwienia odczytuje się przy użyciu czytnika do mikropłytek Biotek Elx 808.

Ocenę ogólnego stanu zdrowia ochotnika wykonywano w oparciu o opracowaną procedurę (załącznik 2) we współpracy z Zakładem Reumatologii i Balneologii Collegium Medicum UJ (kierownik prof. dr hab. M. Korkosz). Dokonywano badania ochotnika dla oceny ogólnego stanu zdrowia oraz zmian chorobowych (tarczyca, węzły chłonne, skóra) w obrębie głowy

i szyi. Osobnym zagadnieniem było sprawdzenie występowania objawów chorób idiopatycznych w badaniu podmiotowym i fizykalnym.

Badania stanu zdrowia psychicznego ochotnika wykonano we współpracy z Katedrą Psychiatrii Collegium Medicum UJ (kierownik prof. dr hab. D. Dudek). W psychologii powszechnie korzysta się z kwestionariuszy do oceny stanu zdrowia psychicznego pacjenta. Osoba badana wypełnia ankietę przygotowaną przez międzynarodowe zespoły specjalistów, pozwalającą w porównywalny sposób ocenić różne aspekty stanu zdrowia pacjenta. W badaniach zastosowano dwie ankiety. Pierwsza ankieta (załącznik 3), kwestionariusz GHQ (General Health Questionnaire), służy do oceny stanu zdrowia psychicznego osób dorosłych. Pozwala na wyłonienie osób, których stan psychiczny uległ czasowemu lub długookresowemu załamaniu w wyniku doświadczanych trudności, problemów lub na skutek choroby psychicznej oraz takich, u których występuje istotne ryzyko zaburzeń zdrowia psychicznego. Druga ankieta (załącznik 4), kwestionariusz QIDS (Quick Inventory of Depressive Symptomatology), jest stosowany do oceny objawów depresyjnych (zaburzeń snu, nastroju, zaburzeń koncentracji uwagi, zmęczenia, poczucia winy).

Podjęto także próbę wykorzystania do oceny stanu zdrowia ochotnika testów psychometrycznych. Układ, który wykorzystano w badaniach składał się z komputera, oprogramowania (System Testów Komputerowych SIGMA, Pracownia Psychologiczna Driver, Ustrzyki Dolne, Polska) oraz monitora dotykowego (por. Rys. 1). Testy te polegają na badaniu szybkości reakcji na zadawany przez program sygnał.



Komputerowy test koordynacji wzrokowo-ruchowej w układzie prostym polega na naciskaniu ekranu w miejscu, w którym pojawia się biała kropka.



Komputerowy test koordynacji wzrokowo-ruchowej w układzie krzyżowym polega na naciskaniu ekranu w miejscu przecięcia wiersza i kolumny wyróżnionych zmianą koloru.



Komputerowy test szybkości i adekwatności reakcji polega na naciskaniu wskazanego przez program symbolu prawą lub lewą ręką. Przed podaniem bodźca palce obu dłoni muszą dotykać wyznaczonych pól na ekranie monitora. Pozwala to na wyznaczenie **czasów reakcji** (od podania bodźca do oderwania palca od monitora) i **motoryki** (od oderwania palca od monitora do naciśnięcia wskazanego symbolu).

Rys. 1. Monitor dotykowy do testów psychometrycznych.

W pilotażowych badaniach dla grupy 20-tu ochotników wybranych z grupy kontrolnej wykonano trzy testy: koordynacji wzrokowo ruchowej w układzie prostym (TK), koordynacji wzrokowo ruchowej w układzie krzyżowym (KUK) oraz szybkości i adekwatności reakcji (TSAR). Dla pierwszej grupy (10-ciu ochotników) wykonywano testy bez wykonania próby prowokacyjnej, dla drugiej grupy (10-ciu ochotników) po 10-cio minutowej próbie prowokacyjnej z wykorzystaniem telefonu komórkowego.

Wszystkie próby prowokacyjne wykonano z wykorzystaniem telefonu marki Huawei P 20 Lite (SAR = 0,75 W/kg, bateria: 3000 mAh, wymiary: 71,3 mm × 149 mm × 7,4 mm). Telefon zalogowany był w sieci P4, w paśmie częstotliwości 1800 MHz. Komunikację ograniczono do standardu 3G. W badaniach zastosowano także telefon pracujący w trybie „Flight Mode” (FM). Telefon w tym trybie nie posiadał dostępu do sieci komórkowej, aktywne pozostały jedynie jego funkcje multimedialne. Podczas badania na telefonie uruchomiono odtwarzanie muzyki w trybie ciągłym.

Badania autonomicznego układu nerwowego (AUN) wykonano w Katedrze Patofizjologii Collegium Medicum UJ (kierownik prof. dr hab. K. Gil) we współpracy z Katedrą Neurologii Collegium Medicum UJ (kierownik prof. dr hab. A. Słowik). W pierwszej kolejności, stosując kwestionariusz Compass 31 (załącznik 5) sprawdzono stan AUN ochotnika.

Ocena aktywności AUN została oparta na badaniach zmienności rytmu zatokowego serca (HRV – Heart Rate Variability) oraz zmienności ciśnienia tętniczego skurczowego i rozkurczowego (BPV – Blood Pressure Variability), a także wskaźników hemodynamicznych serca wyznaczanych na podstawie pomiarów impedancji klatki piersiowej (kardioimpedancja).

Badania HRV i BPV zostały przeprowadzone przy spełnieniu standardowych warunków wstępnych. Po 20 minutowym odpoczynku w warunkach komfortu psychicznego i spokoju (częstość oddechów około 14/min), rejestrowano dla grupy kontrolnej 15-to minutowy zapis EKG z 4 klasycznych odprowadzeń kończynowych, z ciągłym nieinwazyjnym pomiarem ciśnienia z uderzenia na uderzenie serca, metodą pletyzmograficzną oraz sygnał kardioimpedancji, za pomocą aparatu Task Force Monitor 3040i (CN Systems, Graz, Austria), w spoczynku. Następnie dokonywano rejestracji wszystkich parametrów, mierzonych przez 15 minut przy wyłączonym telefonie, 15 minut podczas próby prowokacyjnej z wykorzystaniem telefonu komórkowego i ostatecznie przez 15 minut po zakończeniu używania telefonu. Osoba badana pozostawała sama w pomieszczeniu (monitorowanie z zewnątrz). Przy uchu prawym, przez okres całego badania, był umieszczony telefon – wykorzystano specjalny system mocowania.

Dla grupy IEI-PEM zastosowano dodatkowo, oprócz wyżej opisanego, inny schemat badania. Zamiast trzech 15-to minutowych przedziałów zastosowano sześć 10-cio minutowych przedziałów i wykorzystano dwa aparaty telefoniczne. Jeden telefon przyłożony był do ucha prawego, a drugi do ucha lewego – również z wykorzystaniem specjalnego systemu mocowania. W pierwszym 10-cio minutowym interwale czasowym oba telefony były wyłączone w trakcie pomiarów. Następnie wykonywano 10-cio minutową próbę prowokacyjną dla ucha prawego,

po której następował 10-cio minutowy pomiar z wyłączonymi telefonami. W kolejnym okresie 10-cio minutowym oba telefony były wyłączone. Ostatnie dwa interwały czasowe wykorzystano dla 10-cio minutowej próby prowokacyjnej ucha lewego i finalnie 10-cio minutowego pomiaru z wyłączonymi telefonami.

Zapisy przebiegów HRV i BPV, po wstępnym usunięciu artefaktów, zostały poddane analizie z wykorzystaniem oprogramowania Task Force Monitor V2.2. W ocenie HRV i BPV zastosowana została zarówno analiza w domenie czasu, jak i domenie częstotliwości. Analiza ta dostarcza informacji o dynamicznej równowadze AUN umożliwiając ilościową ocenę stanu napięcia układu współczulnego i przywspółczulnego. Dodatkowo zapis odstępów RR z badania został ponownie przeanalizowany za pomocą oprogramowania Kubios HRV 2.2.1 (Uniwersytet w Kuopio, Finlandia), co pozwoliło porównać wyniki analizy czasowej i częstotliwościowej HRV oraz analizy nieliniowej HRV. W zastosowanym układzie można wyznaczyć 55 parametrów, które są wykorzystywane zarówno do oceny AUN, jak i układu krążenia.

Badania termograficzne wykonano w Zakładzie Biofizyki CM UJ (kierownik prof. dr hab. E. Rokita). Przed pomiarem termograficznym, skóra głowy pacjenta została ustabilizowana do warunków panujących w pomieszczeniu. W tym celu ochotnicy zgłaszali się około 20 minut przed badaniem. Na 60 minut przed badaniem pacjenci nie spożywali ciepłych ani zimnych napojów, alkoholu, ani nie palili papierosów oraz nie wykonywali intensywnego wysiłku fizycznego.

Po stabilizacji w warunkach temperatury pokojowej wykonano badania termograficzne. Termogramy rejestrowano z wykorzystaniem kamery termowizyjnej V-20 (Vigo System, Warszawa, Polska) pracującej w zakresie długości fal 8 – 12 μm . Badanie przeprowadzono w klimatyzowanym pomieszczeniu o stałej temperaturze (około 22°C). Po wykonaniu termogramów następowała 15-to minutowa próba prowokacyjna z wykorzystaniem telefonu komórkowego. Po próbie prowokacyjnej ponownie wykonywano pomiary termograficzne w tych samych płaszczyznach, co przed próbą. Bezpośrednio przed, jak i po próbie prowokacyjnej, wykonywano również termogram telefonu wykorzystywanego do badań. W celu wyznaczenia parametrów dla obliczeń bilansu cieplnego wykonano serie termogramów telefonu i małżowiny usznej.

W pierwszej kolejności wykonano badania dla grupy kontrolnej, które stanowiły uzupełnienie badań przeprowadzonych w ubiegłym roku. W trakcie próby prowokacyjnej telefon pracował w trybie FM. Telefon w tym trybie nie posiadał dostępu do sieci komórkowej, aktywne pozostały jedynie jego funkcje multimedialne. W badaniu na telefonie uruchomiono odtwarzanie muzyki w trybie ciągłym. Druga grupa ochotników, która została włączona do eksperymentu składała się z osób, które samookreślały się jako osoby elektrowrażliwe (grupa IEI-PEM). W badaniach tej grupy telefon pracował w trybie normalnym (tryb ON) oraz w trybie „Flight Mode” (tryb FM). W obu grupach stosowano także symulacje próby prowokacyjnej z wyłączonym telefonem (tryb OFF).

W ramach badań wykonane zostały także pomiary natężenia składowej elektrycznej PEM. Pomiary zostały wykonane przez Zakład Biofizyki CM UJ (kierownik prof. dr hab. E. Rokita). W badaniach skoncentrowano się na zagadnieniu zmienności PEM w obrębie jednego budynku, dla określenia występujących w praktyce zakresów wartości. Podobnie badano zakres zmienności dla wybranych obszarów na terenie Krakowa. Wyznaczano także dominujący zakres częstotliwości PEM w wybranych lokalizacjach. Natężenie PEM mierzono ekspozymetrem ExpoM-RF (Fields at Work, Zurich, Szwajcaria). Umożliwia on rejestrację sygnałów (okres próbkowania 3 s) o częstotliwościach od 87,5 MHz do 5875 MHz, zarówno dla poszczególnych pasm (w tym uplink i downlink), jak i sumarycznego. Dodatkowo, dzięki wbudowanemu odbiornikowi GPS możliwa jest lokalizacja miejsca pomiaru. Pomiary wykonywano w temperaturze otoczenia nie mniejszej niż 0°C i wilgotności powietrza nie większej niż 75%, bez opadów atmosferycznych, w dni robocze, według niżej przedstawionego schematu czasowego.

Wykonano dwa rodzaje pomiarów. Pierwszy rodzaj pomiarów stanowiły pomiary dynamiczne, w trakcie których osoba wykonująca pomiary przemieszczała się między istotnymi punktami orientacyjnymi wewnątrz danego obszaru przez co najmniej 2 godziny, w godzinach 8:00 – 20:00. Drugi rodzaj pomiarów stanowiły pomiary statyczne, w trakcie których odsoniety ekspozymetr znajdował się w jednym miejscu przez co najmniej 24 godziny. Oprócz pomiarów pola wewnątrz budynków wykonano także pomiary statyczne wokół różnego rodzaju sprzętu AGD, stosując identyczną metodykę.

Dla opracowania wyników pomiarów wykorzystano standardową procedurę statystyczną. W pierwszym kroku analizy zastosowano test Shapiro-Wilka dla zbadania normalności danych. W przypadku rozkładu normalnego stosowano, w zależności o badanego zestawu danych, statystykę Pearsona lub test Studenta. Dla danych, które nie wykazywały rozkładu normalnego, stosowano nieparametryczny test Kołmogorova-Smirnova.

3. Omówienie wyników

3.1. Rekrutacja uczestników badań

Skuteczność kampanii informacyjnej oceniono poprzez liczbę publikacji, które były jej efektem. Łącznie pojawiło się 26 publikacji, w tym 1 publikacja prasowa, 17 publikacji internetowych i 8 publikacji radiowych. Inną metodą oceny skuteczności kampanii informacyjnej są statystyki strony umieszczonej w portalu społecznościowym (Facebook). Zasięg reklamy oszacowano na 7000 użytkowników Facebooka. Skutkiem kampanii informacyjnej było zainteresowanie, potwierdzone kontaktem internetowym lub telefonicznym przez 210 osób.

Podsumowując wyniki akcji informacyjnej należy podkreślić, że przeprowadzona kampania okazała się znacznie mniej skuteczna niż kampania przeprowadzona w 2018 roku. Należy zauważyć, że od strony technicznej obie kampanie były identyczne i w liczbie publikacji medialnych osiągnęły praktycznie identyczny skutek (odpowiednio 27 i 26 publikacji). Można upatrywać przyczyny mniejszego zainteresowania zawężeniem docelowej grupy wyłącznie do

mężczyzn, którzy samookreślają się jako elektrowrażliwi. Znaczącym ograniczeniem było także zawężenie grupy do osób mieszkających w Krakowie i okolicach.

Celem akcji informacyjnej była rekrutacja do badań klinicznych dwóch grup ochotników, grupy kontrolnej, która stanowiła uzupełnienie do grupy badanej w 2018 roku i grupy samookreślającej się jako osoby elektrowrażliwe (grupa IEI-PEM). W przypadku grupy kontrolnej idealne rozwiązanie polegałoby na przebadaniu tych samych osób, które były badane w 2018 roku. Niestety sytuacji takiej nie udało się osiągnąć i grupę kontrolną wybrano z rekrutacji w roku 2018, jak i w roku 2019. Podobna sytuacja zaistniała w przypadku grupy IEI-PEM.

3.2. Badania krwi i badania stanu zdrowia

Ponieważ obecne badania były kontynuacją badań prowadzonych w 2018 roku, testy kliniczne przeprowadzono wyłącznie dla grupy zdrowych mężczyzn. W pierwszej kolejności wykonano badania biochemiczne krwi ochotników. Wykonane badania krwi można podzielić na dwie grupy. Grupę pierwszą stanowiły parametry świadczące o ogólnym stanie zdrowia, które były wykorzystane przez lekarza internistę dopuszczającego ochotnika do dalszych badań klinicznych (grupa kontrolna i grupa IEI-PEM). Dodatkowo, bazując na próbkach krwi zgromadzonych w 2018 roku wykonano oznaczenia parametrów stresu oksydacyjnego (patrz Tabela 1), których poziomy mogą zostać zaburzone w wyniku działania RM-PEM. Dotyczy to oceny całkowitej zdolności antyoksydacyjnej osocza oraz stężenia glutationu w osoczu krwi.

W sumie dla grupy 33 osób wykonano badania zawartości 44 parametrów we krwi. Analiza całej bazy danych dowodzi, że nieznaczne przekroczenie norm zaobserwowano jedynie sporadycznie ($< 1\%$ przypadków). Żaden z uzyskanych wyników nie potwierdził występowania ostrych stanów chorobowych, wymagających podjęcia działań terapeutycznych. Przeprowadzona analiza statystyczna nie wykazała korelacji składu krwi z innymi wynikami badań klinicznych, ani też z pomiarami gęstości mocy RM-PEM w miejscu zamieszkania i pracy ochotnika. Należy podkreślić, że analiza statystyczna umożliwia weryfikację poprawności wyników poprzez występowanie oczywistych korelacji. Na przykład korelacja hematokryt-(zawartość hemoglobiny) wynosi 0,93 ($p < 0,001$), a korelacja hematokryt-(zawartość erytrocytów) wynosi 0,82 ($p < 0,001$).

Wykonane badania składu krwi potwierdzają, że rutynowe badania kliniczne posiadają ograniczoną wartość w ocenie działania RM-PEM na organizm człowieka. Należy podkreślić, że badań biochemicznych nie można całkowicie wyeliminować. Badania powinny być wykonane w ograniczonej formie (minimum 37 parametrów), ponieważ są konieczne do określenia ogólnego stanu zdrowia i dalej do kwalifikacji ochotnika do badań klinicznych (zalecenie Komisji Bioetycznej).

Powyższy wniosek nie eliminuje oczywiście przeprowadzania dedykowanych badań krwi w eksperymentach dotyczących wpływu RM-PEM na organizm człowieka. W przeprowadzo-

nich w bieżącym roku badaniach dla grupy IEI-PEM (37 parametrów) stwierdzono podwyższenie poziomu kortyzolu w porównaniu z grupą kontrolną, odpowiednio $(14,8 \pm 4,6) \mu\text{g/dl}$ i $(12,5 \pm 4,1) \mu\text{g/dl}$ ($p = 0,01$). Zaobserwowano także, nieistotny statystycznie ($p = 0,09$), trend w poziomie prolaktyny, odpowiednio $(243 \pm 83) \mu\text{IU/ml}$ i $(277 \pm 80) \mu\text{IU/ml}$. Należy podkreślić, że podane wyniki mieszczą się w granicach norm (kortyzol $(5-25) \mu\text{g/dl}$, prolaktyna $< 300 \mu\text{IU/ml}$). W przypadku kontynuacji badań należy uznać za celowe wykonywanie analiz tych dwóch parametrów.

Tabela 1. Wyniki badań całkowitej zdolności antyoksydacyjnej osocza (TAC) oraz stężenia glutationu w osoczu krwi (GLU) dla grupy kontrolnej 33 ochotników.

Pacjent	TAC [mmol/l]	GLU [$\mu\text{mol/l}$]
1	0,761	0,081
2	0,854	0,128
3	0,752	0,123
4	0,882	0,132
5	0,925	0,130
6	0,049	0,128
7	0,781	0,162
8	1,036	0,117
9	0,483	0,103
10	0,352	0,125
11	0,724	0,125
12	0,643	0,146
13	0,654	0,109
14	0,513	0,131
15	0,529	0,165
16	0,848	0,120
17	0,671	0,122
18	0,447	0,178
19	0,530	0,139
20	0,094	0,166
21	0,676	0,139
22	0,136	0,141
23	0,930	0,128
24	0,579	0,116
25	0,098	0,228
26	0,658	0,109
27	0,203	0,160
28	0,656	0,115
29	0,561	0,143
30	1,213	0,165
31	1,018	0,109
32	0,644	0,146

Pacjent	TAC [mmol/l]	GLU [μ mol/l]
33	0,736	0,149

Bazując na uzyskanych wynikach badania ogólnego stanu zdrowia ograniczono się wyłącznie do pozytywnej lub negatywnej kwalifikacji ochotnika do dalszych badań klinicznych. Wszyscy ochotnicy byli badani przez tego samego lekarza internistę. Lekarz, po przeprowadzeniu badania podmiotowego i fizykalnego oraz zapoznaniu się z wynikami badań biochemicznych, które wskazywały na nieznaczne przekroczenie norm w kilku przypadkach, uznał ochotników za osoby zdrowe i zakwalifikował ich do dalszych badań. W żadnym przypadku nie zalecił podjęcia jakiejkolwiek terapii. Należy podkreślić, że nie stwierdzono żadnych różnic w ogólnym stanie zdrowia ochotników dla grupy IEI-PEM i grupy kontrolnej.

Badania stanu zdrowia psychicznego ograniczono do ochotników z grupy IEI-PEM. Podobnie jak w przypadku ogólnego stanu zdrowia ograniczono się do oceny, czy ochotnicy nie wykazują zaburzeń wymagających podjęcia terapii i tym samym mogą być zakwalifikowani do dalszych badań klinicznych. Należy podkreślić, że objawy korelowane z IEI-PEM (problemy ze snem, bóle lub/i zawroty głowy, nasilone zmęczenie, problemy z koncentracją, zaburzenia pamięci) są charakterystyczne dla różnych zaburzeń psychicznych. Było to przyczyną podjęcia badań zagadnienia stanu zdrowia psychicznego. Zastosowane kwestionariusze pozwalają na przeprowadzenie badań przesiewowych. Dla pełnej diagnostyki konieczne jest podjęcie bardziej rozbudowanych badań.

Wyniki wykonanych trzech testów psychometrycznych (TK – koordynacji wzrokowo ruchowej w układzie prostym, KUK – koordynacji wzrokowo ruchowej w układzie krzyżowym oraz TSAR – szybkości reakcji (MOTORYKA) i adekwatności reakcji (REAKCJA)), przedstawiono w Tabeli 2. Szczegółowy opis testów podano na Rys. 1.

Wyniki podano dla składającej się z 10-ciu ochotników grupy kontrolnej (KONTROLNA) oraz równolicznej grupy po prowokacji z wykorzystaniem telefonu komórkowego (PROWOKACJA).

W Tabeli 2 zastosowano symbole opisane w tekście, prezentując średnie czasy reakcji oraz SD – odchylenie standardowe; Max – Min - maksymalna i minimalna zmierzona wartość.

Tabela 2. Czasy reakcji [ms] wyznaczone w trzech testach psychometrycznych.

	KONTROLNA			
	TK	KUK	TSAR	
			MOTORYKA	REAKCJA
Średnia	593	944	319	642
SD	182	144	44	65
Max - Min	314	169	125	102

PROWOKACJA				
	TK	KUK	TSAR	
			MOTORYKA	REAKCJA
Średnia	583	952	270	636
SD	160	154	52	75
Max - Min	230	194	145	138

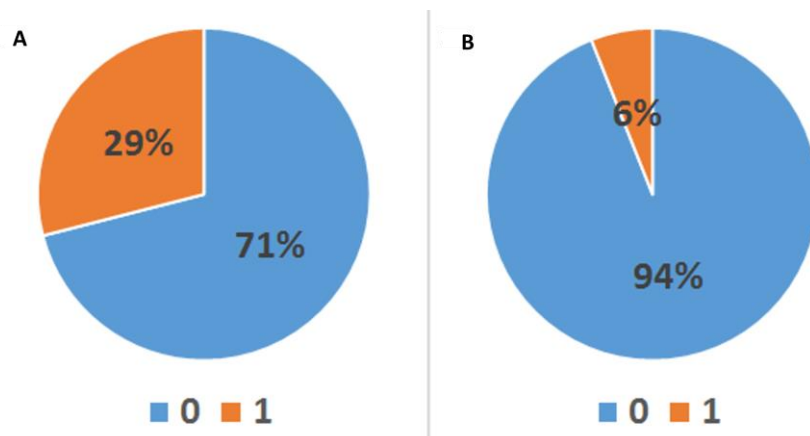
Zastosowanie testów psychometrycznych do oceny stanu zdrowia psychicznego jest bardzo atrakcyjnym podejściem, ponieważ uzyskujemy wyniki ilościowe. Uzyskane wyniki nie potwierdziły wpływu testu prowokacyjnego na wynik badania. Nie zaobserwowano żadnych statystycznie istotnych różnic. Uwzględniając obiektywny charakter badania, wydaje się celowe dogłębne sprawdzenie użyteczności tego typu testów.

Przykładowy wynik badania AUN jednego ochotnika z grupy IEI-PEM przedstawiono w załączniku 6. Pełne badanie obejmuje wyznaczenie ponad 50 parametrów, z których tylko część jest wykorzystywana w praktyce klinicznej (załącznik 6). Wskaźniki zmienności rytmu serca (HRV – 8 parametrów), wskaźniki zmienności ciśnienia (BPV – 8 parametrów), wskaźniki hemodynamiczne układu krążenia (15 parametrów) i czułość odruchu z baroreceptorów (BRS – 2 parametry). Z reguły wartości parametrów otrzymanych z analizy HRV i BPV korelują ze sobą. Z kolei wskaźniki hemodynamiczne układu krążenia są głównie wykorzystywane w badaniach kardiologicznych. Za najbardziej znaczące dla charakterystyki AUN przyjmuje się parametry otrzymane z analizy fourierowskiej przebiegów HRV. Należy podkreślić, że oceny funkcjonowania AUN dokonuje się indywidualnie dla każdego badanego na podstawie analizy wielu parametrów.

W przeprowadzonych badaniach dla grupy kontrolnej dokonywano oceny AUN przed, w trakcie i po próbie prowokacyjnej z udziałem telefonu komórkowego działającego w trybie FM. Na Rysunku 2A przedstawiono procent ochotników, u których stwierdzono zmiany w działaniu AUN w trakcie próby. Dotyczyło to zarówno grupy, która charakteryzowała się dominacją sympatyczną (współczulną) (76%) jak i parasympatyczną (przywspółczulną) (24%) przed wykonaniem próby. Po wykonaniu próby prowokacyjnej proporcje uległy zmianie (dominacja sympatyczna – 53%, parasympatyczna – 47%). Zmiany funkcjonowania AUN w trakcie próby z telefonem w trybie FM zaobserwowano w 29% badanych przypadków.

Praktycznie nie obserwowano zmian działania AUN w czasie po próbie w stosunku do działania AUN w trakcie próby z telefonem w trybie FM. Obserwowane zmiany działania AUN rozciągały się praktycznie we wszystkich przypadkach na okres po zakończeniu próby prowokacyjnej. Rysunek 2B przedstawia procent ochotników, u których stwierdzono zmiany w działaniu AUN po próbie, w stosunku do działania AUN w trakcie próby (tryb FM).

Pewnym ograniczeniem opisanych wniosków była liczebność badanej grupy ochotników (22).



Rys. 2. Procent ochotników grupy kontrolnej, u których zaobserwowano zmiany działania AUN w trakcie próby prowokacyjnej z telefonem w trybie FM, w relacji do działania AUN przed próbą (A) oraz po próbie prowokacyjnej z telefonem w trybie FM w relacji do działania AUN w trakcie próby (B). „0” – brak zmian, „1” – występowanie zmian.

Należy podkreślić, że uzyskane wyniki dla grupy kontrolnej są diametralnie różne niż wyniki uzyskane dla grupy ochotników badanych w roku 2018, która była poddana działaniu telefonu komórkowego w trybie normalnym (tryb ON). Zmiany funkcjonowania AUN w trakcie próby z telefonem w trybie ON, w porównaniu do okresu przed próbą, zaobserwowano w 83% badanych przypadków.

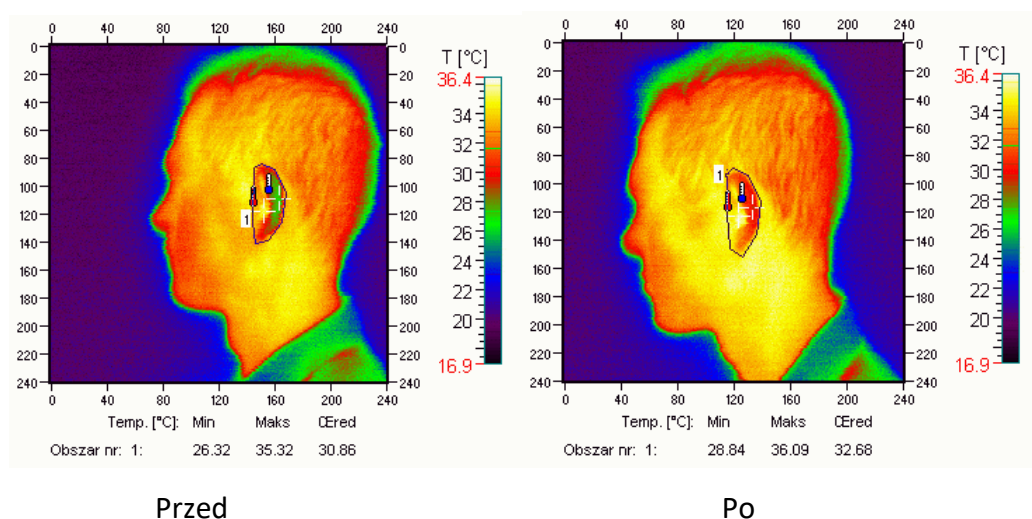
Grupa IEI-PEM charakteryzowała się dominacją sympatyczną (66%) przed wykonaniem próby (parasympatyczną – 34%). Po wykonaniu próby prowokacyjnej, podobnie jak dla grupy kontrolnej (tryb FM, 3 × 15 minut) proporcje nie uległy zmianie (dominacja sympatyczna – 66%, parasympatyczna – 34%). Zmiany funkcjonowania AUN w trakcie próby z telefonem w trybie FM zaobserwowano jedynie w 18% badanych przypadków. Pewnym ograniczeniem opisanych wniosków była liczebność badanej grupy ochotników (17). Należy podkreślić, że porównanie grupy IEI-PEM z grupą kontrolną było możliwe tylko dla prowokacji z telefonem przy uchu prawym.

W przypadku pomiarów z prowokacją prawo- i lewo-stronną, liczba możliwych kombinacji zmian dominacji składowej sympatycznej i parasympatycznej znacznie wzrasta. Zakładając lateralizację działania mózgu porównano zmiany przy prowokacji prawo- i lewo-stronnej. Eliminując z rozważań przypadki, w których nie obserwuje się żadnych zmian (20%) stwierdzono, że zmiany przy prowokacji lewo- i prawo-stronnej nie pokrywają się. Na przykład zmiana dominacji z parasympatycznej na sympatyczną przy prowokacji prawostronnej odpowiada brakowi zmiany dominacji dla prowokacji lewostronnej. Uwzględniając ograniczenie wynikające z liczebności grupy, uzyskane wyniki sugerują możliwość rejestracji lateralizacji w badaniu AUN. Występujące różnice można próbować wyjaśnić działaniem ludzkiego mózgu. PEM generowane przez telefon działa między innymi na korę wyspy. Uważa się, że kora

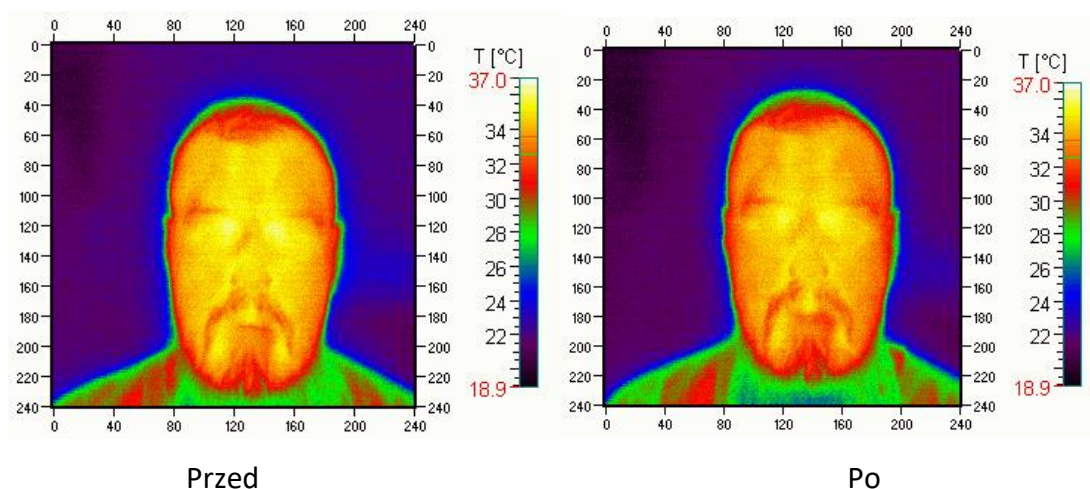
wyspy zarządza sympatyczną i parasympatyczną składową AUN. W działaniu kory wyspy występuje lateralizacja lewo/prawo półkulowa. W uproszczeniu prawa półkula odpowiada za działanie sympatycznej części AUN, natomiast lewa półkula za część parasympatyczną.

3.3. Badania termograficzne

Badania termograficzne wykonane w ramach realizacji projektu obejmowały dwie grupy ochotników. Pierwsza grupa (grupa kontrolna) stanowiła grupę uzupełniającą w stosunku do grupy ochotników przebadanych w ubiegłym roku. Druga grupa obejmowała ochotników, którzy samookreślali się jako osoby elektrowrażliwe (grupa IEI-PEM). Przykładowe wyniki pomiarów termograficznych małżowiny usznej i głowy dla grupy kontrolnej przedstawiono na Rysunku 3 i Rysunku 4. Termogramy przedstawiają obrazy badanych części ciała ochotnika przed i po 15-to minutowej próbie prowokacyjnej. Próbę przeprowadzono wykorzystując wyłączony telefon komórkowy (tryb OFF).



Rys. 3. Termogramy głowy w projekcji bocznej przed i po 15-to minutowej próbie prowokacyjnej z wyłączonym telefonem komórkowym.



Rys. 4. Termogramy twarzy w projekcji czołowej przed i po 15-to minutowej próbie prowokacyjnej z wyłączonym telefonem komórkowym.

Procedurę konturowania obszarów małżowiny usznej oraz twarzy przeprowadzono dla wszystkich zarejestrowanych termogramów w identyczny sposób, jak w trakcie eksperymentów w roku ubiegłym. Ponieważ, nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy temperaturą twarzy w projekcji czołowej przed i po próbie prowokacyjnej ($p = 0,39$) zrezygnowano z analizy termogramów twarzy w tej projekcji.

W Tabeli 3 przedstawiono przykładowe wartości wyznaczonych średnich temperatur powierzchni małżowiny usznej dla telefonu wyłączzonego (tryb OFF). W kolejnym kroku analizy wyznaczono przyrosty średnich temperatur w konturowanym obszarze po i przed próbą z wyłączonym telefonem dla obu uszu i powierzchni telefonu. Wyniki przedstawiono w Tabeli 4.

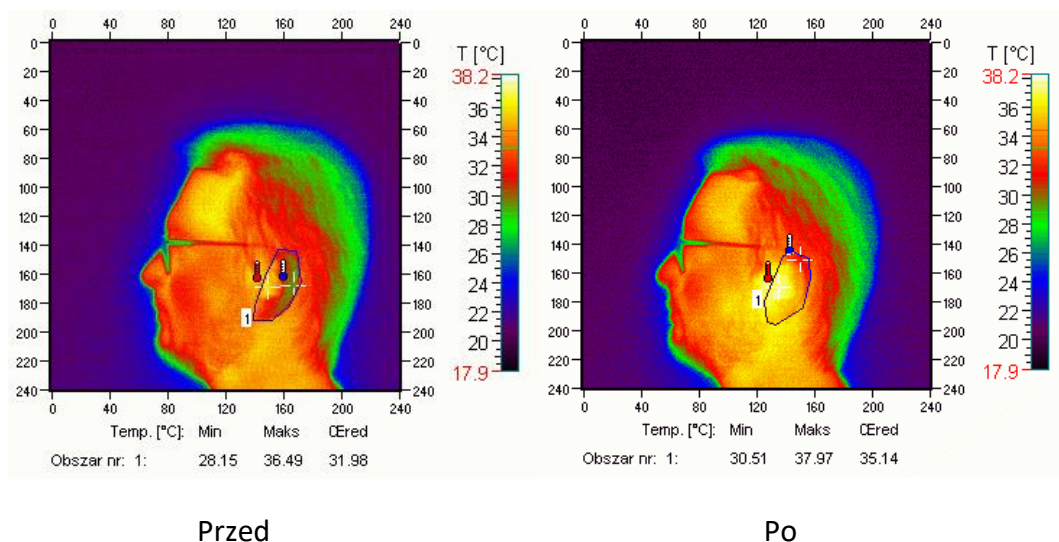
Tabela 3. Średnie temperatury [$^{\circ}\text{C}$] dla poddanego próbie ucha ipsilateralnego (T_{UI}) i ucha kontrlateralnego (T_{UK}) oraz odchylenia standardowe (SD) przed i po 15-to minutowej próbie prowokacyjnej z wyłączonym telefonem.

Parametr	T_{UOFFI} - przed	T_{UOFFI} - po	T_{UOFFK} - przed	T_{UOFFK} - po
Średnia	33,2	34,3	33,1	33,3
SD	1,3	1,2	1,4	0,7
Max-Min	5,8	4,5	5,9	4,4

Tabela 4. Średnie przyrosty temperatury (ΔT) wywołane próbą z wyłączonym telefonem [$^{\circ}\text{C}$]. Indeks TE oznacza telefon. Pozostałe symbole opisano w Tabeli 3.

Parametr	ΔT_{UOFFI}	ΔT_{UOFFK}	ΔT_{TEOFF}
Średnia	1,1	0,4	5,1
SD	0,8	1,1	2,3
Max-Min	3,0	4,3	8,5

Analogiczne pomiary i analizę przeprowadzono dla próby prowokacyjnej z telefonem pracującym trybie „Flight Mode” (tryb FM). Telefon w tym trybie nie posiadał dostępu do sieci komórkowej, aktywne pozostały jedynie jego funkcje multimedialne. Podczas badania na telefonie uruchomiono odtwarzanie muzyki w trybie ciągłym. Na Rysunku 5 przedstawiono obszar głowy w projekcji bocznej przed i po 15-to minutowej próbie prowokacyjnej z telefonem pracującym w trybie FM.



Rys. 5. Termogramy głowy w projekcji bocznej ucha przed i po 15-to minutowej próbie prowokacyjnej z telefonem pracującym w trybie FM.

W Tabeli 5 przedstawiono wartości średnich temperatur powierzchni małżowiny usznej dla ucha ipsilateralnego przy telefonie pracującym w trybie FM, a w Tabeli 6 średnie przyrosty temperatury dla ucha i powierzchni telefonu.

Tabela 5. Wartości średnich temperatur [°C] dla ucha poddanego próbie z telefonem pracującym w trybie FM. Pozostałe symbole opisano w Tabeli 3.

Parametr	T _{UFMI} - przed	T _{UFMI} - po	T _{UFMK} - przed	T _{UFMK} - po
Średnia	32,9	34,3	33,2	33,5
SD	1,2	1,6	1,3	0,6
Max-Min	5,0	6,1	5,8	4,5

Tabela 6. Przyrosty temperatury (ΔT) wywołane próbą z telefonem w trybie FM [°C]. Pozostałe symbole opisano w Tabeli 3.

Parametr	ΔT_{UFMI}	ΔT_{UFMK}	ΔT_{TEFM}
Średnia	1,4	0,4	6,1
SD	1,1	1,1	3,0
Max-Min	4,5	4,3	10,0

Badania dla grupy kontrolnej były kontynuacją badań przeprowadzonych w 2018 roku dla grupy, dla której przeprowadzono testy prowokacyjne symulujące 15-to minutową rozmowę (tryb ON). W Tabeli 7 zestawiono wyniki przyrostu temperatury na powierzchni małżowiny usznej w trzech trybach pracy telefonu.

Tabela 7. Przyrosty temperatury (ΔT) dla ucha poddanego próbie prowokacyjnej [$^{\circ}\text{C}$] w trzech trybach pracy telefonu komórkowego.

Parametr	ΔT_{UON}	ΔT_{UFM}	ΔT_{UOFF}
Średnia	1,9	1,4	1,1
SD	1,2	1,1	0,8
Max-Min	4,8	4,5	3,0

Po każdej z prób dokonano również pomiaru przyrostu temperatury powierzchni telefonu. Wyniki średnich wartości przyrostu temperatury na powierzchni telefonu zestawiono w Tabeli 8.

Tabela 8. Przyrosty temperatury (ΔT) na powierzchni telefonu [$^{\circ}\text{C}$] wywołane 15-to minutową próbą prowokacyjną w trzech trybach pracy telefonu komórkowego.

Parametr	ΔT_{TEON}	ΔT_{TEFM}	ΔT_{TEOFF}
Średnia	6,7	6,1	5,1
SD	2,2	3,0	2,3
Max-Min	6,9	10,0	8,5

W celu oszacowania statystycznie istotnych różnic pomiędzy uchem kontrlateralnym, a uchem poddanym ekspozycji (ipsilateralnym) oraz różnic dla poszczególnych trybów pracy telefonu zastosowano nieparametryczny test Kołmogorova-Smirnova. Dla przeprowadzonych pomiarów stwierdzono istotnie statystyczne różnice dla ΔT_{UOFF} ($p = 0,02$), ΔT_{UFM} ($p = 0,003$) i ΔT_{UON} ($p < 0,001$) pomiędzy średnią wartością przyrostu temperatury na powierzchni małżowiny usznej dla ucha ipsilateralnego i ucha kontrlateralnego po próbie prowokacyjnej.

Przeprowadzono także analizę statystyczną dla przyrostu średnich temperatur małżowiny usznej pomiędzy wszystkimi trybami pracy telefonu zastosowanymi w opisywanych badaniach. Wyniki przedstawiono w Tabeli 9. Istotną statystycznie różnicę ($p = 0,03$) zaobserwowano pomiędzy wartościami przyrostu temperatury na powierzchni małżowiny usznej ucha poddanego próbie prowokacyjnej pomiędzy trybem z telefonem wyłączonym (OFF), a trybem normalnym (ON). Warto zwrócić uwagę, że nie wykazano różnic pomiędzy trybem FM, a trybem ON ($p = 0,20$).

Tabela 9. Porównanie średnich przyrostów temperatury na powierzchni małżowiny usznej pomiędzy wszystkimi trybami pracy telefonu.

Tryb pracy	Wartość p
FM – OFF	0,39

Tryb pracy	Wartość p
FM – ON	0,20
ON – OFF	0,03

Wśród osób, które zadeklarowały chęć udziału w badaniach w bieżącym i ubiegłym roku wybrano grupę IEI-PEM. Dla tej grupy zastosowano identyczną procedurę eksperymentalną, jak dla pozostałych ochotników w badaniach tasmograficznych. Ponieważ nie zaobserwowano różnicy w zmianie temperatury twarzy przed i po ekspozycji ($p = 0,25$) zrezygnowano z analizy termogramów twarzy. W Tabeli 10 przedstawiono wartości wyznaczonych średnich temperatur powierzchni małżowiny usznej dla telefonu przed i po 15-to minutowej symulacji rozmowy telefonicznej (tryb ON).

Tabela 10. Średnie temperatury [$^{\circ}\text{C}$] dla poddanego próbie ucha ipsilateralnego (T_{UONI}) i ucha kontrlateralnego (T_{UONK}) oraz odchylenia standardowe (SD) przed i po 15-to minutowej próbie prowokacyjnej z telefonem w trybie ON. Wyniki dla grupy IEI-PEM.

Parametr	T_{UONI} - przed	T_{UONI} - po	T_{UONK} - przed	T_{UONK} - po
Średnia	31,3	33,4	32,1	31,9
SD	1,8	1,4	1,8	1,4
Max-Min	5,7	6	5,0	5,2

W celu oszacowania średniego przyrostu temperatury w trakcie próby prowokacyjnej oszacowano różnicę temperatur w wyznaczonym obszarze przed i po próbie oraz średni przyrost temperatury na powierzchni używanego telefonu. W Tabeli 11 przedstawiono średnie wartości przyrostu temperatury.

Tabela 11. Średnie przyrosty temperatury (ΔT) małżowiny usznej [$^{\circ}\text{C}$] wywołane 15-to minutową próbą prowokacyjną dla ucha ipsilateralnego i kontrlateralnego oraz powierzchni telefonu. Wyniki dla grupy IEI-PEM.

Parametr	ΔT_{UONI}	ΔT_{UONK}	ΔT_{TEON}
Średnia	2,1	0,3	5,9
SD	1,0	1,0	3,3
Max-Min	3,3	3,5	11,2

Podobnie jak dla całej grupy badanych ochotników zanotowano statystycznie istotną różnicę ($p = 0,01$) pomiędzy temperaturą ucha poddanego ekspozycji (ΔT_{UONI}) oraz ucha kontrlateralnego (ΔT_{UONK}).

Wartości przyrostu temperatur na powierzchni małżowiny usznej, dla grupy IEI-PEM przy trzech trybach pracy telefonu: dla telefonu włączonego (tryb ON), telefonu pracującego w trybie FM oraz telefonu wyłączonego (tryb OFF), zestawiono w Tabeli 12

Tabela 12. Przyrosty temperatury (ΔT) dla ucha poddanego próbie prowokacyjnej [$^{\circ}\text{C}$] w trzech trybach pracy telefonu komórkowego. Wyniki dla grupy IEI-PEM.

Parametr	ΔT_{UON}	ΔT_{UFM}	ΔT_{UOFF}
Średnia	2,1	1,4	1,1
SD	1,0	1,1	0,8
Max-Min	3,3	4,5	3,0

W Tabeli 13 zestawiono wyniki porównania przyrostów temperatury dla grupy IEI-PEM w przypadku trzech trybów pracy telefonu oraz między grupą IEI-PEM, a grupą kontrolną po 15-to minutowej próbie prowokacyjnej.

Tabela 13. Porównanie średnich przyrostów temperatury na powierzchni małżowiny usznej dla grupy IEI-PEM w przypadku trzech trybów pracy telefonu (ON, FM, OFF) oraz pomiędzy grupą IEI-PEM, a grupą kontrolną po 15-to minutowej próbie prowokacyjnej.

Tryb pracy	Wartość p
FM - OFF	0,65
FM – ON	0,22
ON - OFF	0,03
grupa IEI-PEM – grupa kontrolna	0,65

Istotną statystycznie różnicę zaobserwowano ($p = 0,03$), podobnie jak dla pozostałej grupy ochotników (Tabela 9), jedynie pomiędzy wartościami przyrostu temperatury na powierzchni małżowiny usznej ucha poddanego próbie prowokacyjnej, a wartością przyrostu po próbie w trybie OFF. Na podkreślenie zasługuje brak różnic między grupą IEI-PEM, a pozostałymi badanymi ochotnikami ($p = 0,65$).

Uzyskane wyniki pomiarów termograficznych zostały wykorzystane do przeprowadzenia ilościowego opisu efektów cieplnych towarzyszących przeprowadzeniu próby prowokacyjnej z wykorzystaniem telefonu komórkowego. W zaproponowanym modelu, dla uproszczenia obliczeń przyjęto założenie, że wszystkie rozważane obiekty są ciałami o skupionej pojemności cieplnej. Założenie to eliminuje konieczność uwzględnienia efektu dyfuzji ciepła, co matematycznie umożliwia przeprowadzenie opisu w oparciu o równania różniczkowe pierwszego rzędu.

Drugie założenie upraszczające odnosi się do współczynnika wnikania ciepła. Straty ciepła w rozważanych układach są związane z konwekcją i promieniowaniem. Strumień ciepła wywołany konwekcją wynosi (Q_{KON}):

$$Q_{KON} = h_{KON} A (T - T_0)$$

Stosowane symbole wraz z jednostkami zebrano w Tabeli 15. Natomiast strumień ciepła wywołany promieniowaniem (Q_{PRO}):

$$Q_{PRO} = \varepsilon \sigma A (T^4 - T_0^4)$$

gdzie: ε oznacza emisyjność, a σ stałą Stefana-Boltzmann'a.

Całkowity strumień ciepła wynosi zatem:

$$Q = Q_{KON} + Q_{PRO} = A (T - T_0) [h_{KON} + \varepsilon \sigma (T^2 + T_0^2)(T + T_0)] = hA (T - T_0)$$

gdzie: h jest zastępczym współczynnikiem wnikania ciepła uwzględniającym zarówno straty na konwekcję jak i promieniowanie.

W pierwszym kroku obliczeń poddano analizie telefon komórkowy, pracujący w standardowym trybie (ON) i w trybie FM oraz małżowinę uszną (U). Telefon jest ogrzewany na skutek pracy wewnętrznych elementów elektronicznych (procesor, bateria, głośnik). W celu wyznaczenia strumienia ciepła generowanego przez telefon, zmierzono (z wykorzystaniem kamery termowizyjnej) rozkład temperatury na powierzchni telefonu w czasie 4200 s w trybach ON i FM. Zależność średnich przyrostów temperatury na powierzchni telefonu pracującego w trybie ON od czasu, przedstawiono na Rysunku 6.

Bazując na przyjętych założeniach, zmiany temperatury telefonu pracującego w trybie ON opisuje równanie:

$$c_{TE} m_{TE} \frac{d\Delta T_{TE}}{dt} = -h_{TE} A_{TE} \Delta T + Q_{ON} \quad (1)$$

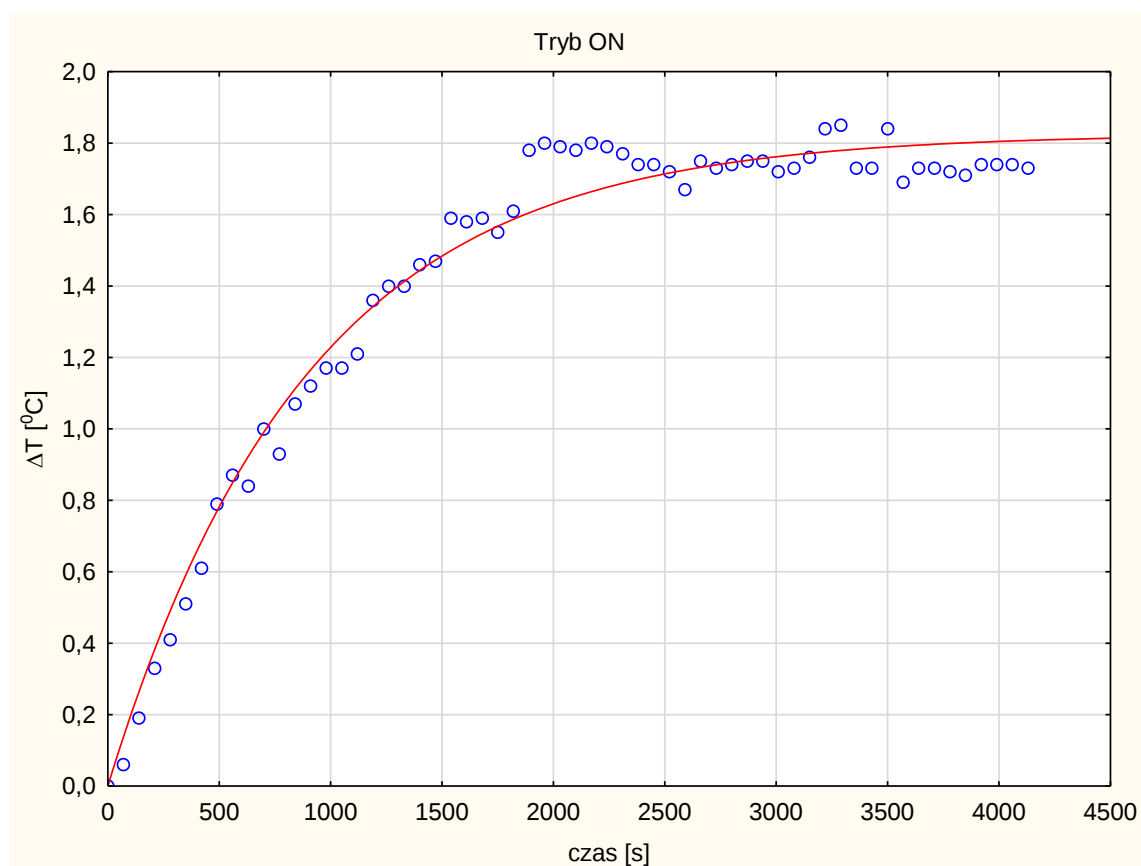
gdzie: $\Delta T_{TE} = T_{TE} - T_0$.

Pozostałe parametry opisano w Tabeli 14.

Rozwiązanie równania (1) ma postać:

$$\Delta T(t) = a \cdot (1 - e^{-(b \cdot t)}) \quad (2)$$

z parametrami „a” i „b” wyrażającymi się przez parametry równania (1) i warunkiem początkowym $\Delta T = 0$ dla $t = 0$ (temperatura telefonu równała się temperaturze otoczenia). Dopasowując krzywą (2) do punktów eksperymentalnych można wyznaczyć parametry „a” oraz „b” i dalej obliczyć Q_{ON} . W obliczeniach przyjęto $c_{TE} = 840 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$ i $m_{TE} = 0,146 \text{ kg}$. Przeprowadzając analogiczny eksperyment dla telefonu pracującego w trybie FM wyznaczono Q_{FM} .



Rys. 6. Średnia wartość przyrostu temperatury na powierzchni telefonu pracującego w trybie ON. Czerwona linia przedstawia wynik dopasowania krzywej opisanej równaniem (2) do danych pomiarowych.

W podobny sposób można opisać małżowinę uszną jako obiekt, w którym jest generowany strumień ciepła Q_U . Źródłem ciepła w tym przypadku jest perfuzja krwi, a straty ciepła (konwekcja i promieniowanie) zachodzą na powierzchni skóry. Dodatkowo z pomiaru można wyznaczyć jedynie wartość ΔT dla czasu $t \gg 1$ (stan równowagi). Matematycznie odpowiada to wyznaczeniu stałej „a” w równaniu (2). Dla obliczenia Q_U konieczne jest przyjęcie, na podstawie danych literaturowych, $A_U = 0,0014 \text{ m}^2$ i $h_U = 4,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. W Tabeli 15 podano wyznaczone w wyżej opisany sposób wartości strumieni ciepła generowanych w telefonie, dla dwóch trybów pracy (ON i FM) i ludzkiego ucha.

Tabela 14. Użyte w modelu wielkości fizyczne, ich symbole oraz jednostki.

Strumień ciepła	Q	W
Powierzchnia	A	m^2
Współczynnik wnikania ciepła	h	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
Temperatura	T	$^\circ\text{C}$

Przyrost Temperatury	ΔT	$^{\circ}\text{C}$
Masa	m	kg
Ciepło właściwe	c	J/(kg $\cdot^{\circ}\text{C}$)
INDEKSY		
Telefon	TE	
Ucho	U	
Otoczenie	O	
Temperatura	T	

Tabela 15. Strumienie ciepła (Q) generowane w telefonie oraz w ludzkim uchu.

Źródło	Q [W]
Telefon – ON	0,05
Telefon – FM	0,01
Ucho	0,09

W stosowanym modelu, próba prowokacyjna z wykorzystaniem telefonu komórkowego sprowadza się do opisu przepływu ciepła między dwoma obiektami o różnych temperaturach. Ciepło będzie przepływać od ciała o temperaturze wyższej (ucha) do ciała o temperaturze niższej (telefonu), co zostało potwierdzone w pomiarach termograficznych. W prowadzonych badaniach typowe wartości temperatury, po zakończeniu próby prowokacyjnej wynosiły (około): $T_O = 22^{\circ}\text{C}$, $T_U = 34^{\circ}\text{C}$, a $T_{TE} = 29^{\circ}\text{C}$.

Równanie opisujące zmiany temperatury ucha ma postać:

$$c_U m_U \frac{dT_U}{dt} = Q_U - h_{UTE} A_u \Delta T_U + Q_i + h_{TE} (A_{TE} - A_U) \Delta T_{TE} \quad (3)$$

gdzie: $\Delta T_U = T_U - T_{TE}$, $\Delta T_{TE} = T_{TE} - T_O$, a h_{UTE} jest współczynnikiem wnikania ciepła (małżowina uszna/telefon).

Q_i równa się odpowiednio Q_{ON} , Q_{FM} lub $Q_{OFF} = 0$ (tryb OFF – telefon wyłączony) w zależności od trybu pracy telefonu. Rozwiązanie równania (3) ma postać opisaną równaniem (2), z parametrami „a” i „b” wyrażającymi się przez parametry równania (3). Dla wyznaczenia wartości h_{UTE} wykonano dodatkowy eksperyment z wyłączonym telefonem (tryb OFF) otrzymując $h_{UTE} = 0,75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Pozostałe parametry wyznaczono z pomiarów ($m_U = 0,03$ kg) lub literatury ($c_U = 3470$ J/(kg·°C). Oszacowane przyrosty temperatury ucha dla trzech trybów pracy telefonu podano w Tabeli 16.

Tabela 16. Oszacowane na podstawie modelu przyrosty temperatury (ΔT) ucha [°C] po zakończeniu trwającej 900 s próby prowokacyjnej dla trzech trybów pracy telefonu.

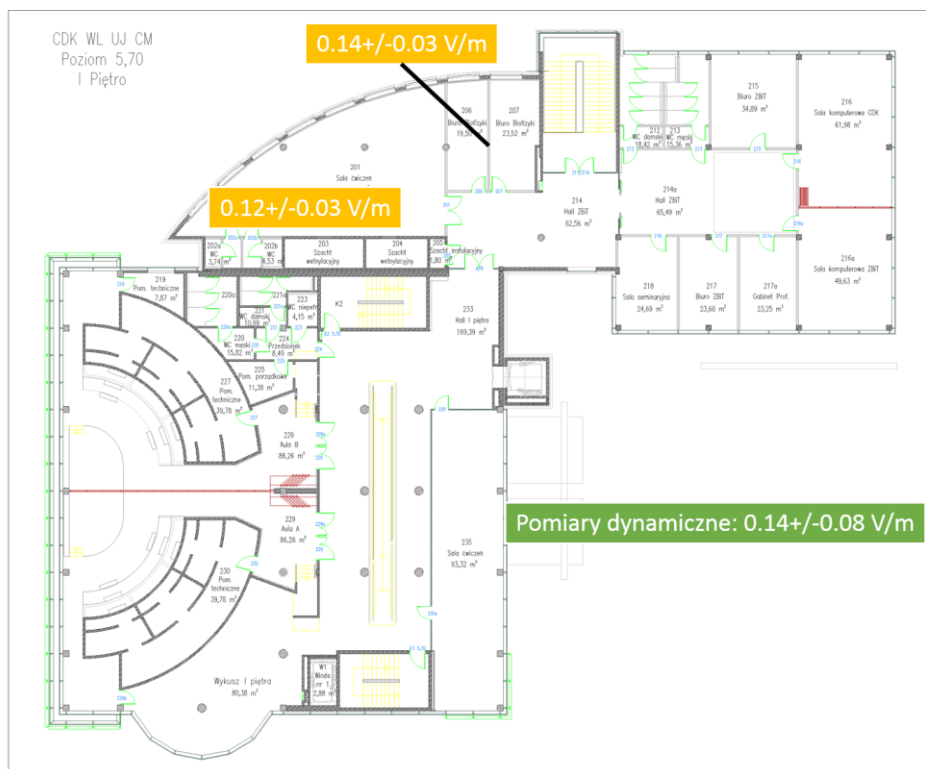
Parametr	ΔT_{UON}	ΔT_{UFM}	ΔT_{UOFF}
Średnia	1,9	1,5	1,2

Wartość ΔT_U wyznaczono mierząc T_U i T_{TE} po trwającej 900 s próbie prowokacyjnej. Oszacowane wartości na podstawie modelu (Tabela 16) pokrywają się, w granicach błędu pomiaru kamery termowizyjnej, z wartościami wyznaczonymi eksperymentalnie (Tabela 7 i Tabela 12). Pozwala to wnioskować, że wzrost temperatury ucha w wyniku próby prowokacyjnej jest wywołany przez dwa czynniki. Pierwszym czynnikiem jest ograniczenie odprowadzania ciepła z małżowiny usznej przez przylegający do ucha telefon komórkowy. Drugim czynnikiem jest generowanie ciepła przez pracujący telefon (Q_{ON} , Q_{FM}). W efekcie podnosi się temperatura telefonu (T_{TE}) dodatkowo ograniczając emisję ciepła przez małżowinę uszną. Dla wyjaśnienia obserwowanych wzrostów temperatury nie jest konieczne uwzględnienie wzrostu Q_U , czyli wzrostu strumienia ciepła generowanego w małżowinie usznej w wyniku oddziaływania PEM. Jeśli taki wzrost w ogóle następuje, to jest on minimalny i nie odgrywa żadnej roli w bilansie cieplnym. Można także wyciągnąć wniosek o charakterze metodycznym. Dla prób prowokacyjnych w pomiarach termograficznych należy używać nie telefonu komórkowego, lecz odpowiednio dobranej anteny.

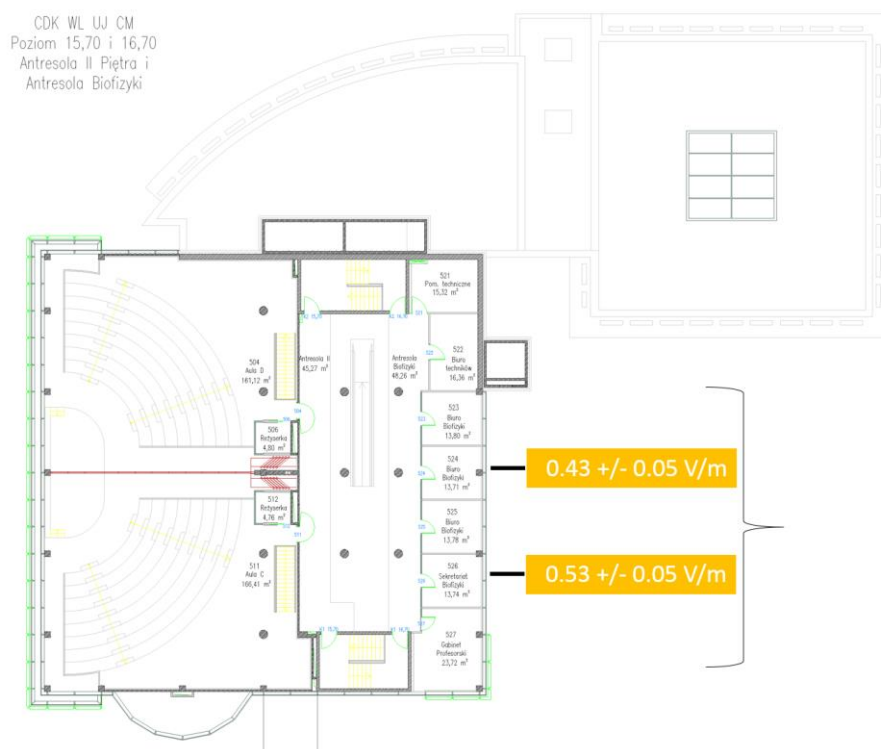
3.4. Pomiary PEM z wykorzystaniem ekspozymetru

Przykładowe wyniki pomiarów dynamicznych i statycznych z wykorzystaniem ekspozymetru ExpoM-RF, wykonanych w Centrum Dydaktyczno-Kongresowym CM UJ (CDK), przedstawiono na Rysunku 7 i Rysunku 8. Budynek znajduje się w odległości około 200 m od miejsca, w którym umieszczono stację bazową telefonii komórkowej.

Otrzymane średnie wartości natężeń składowej elektrycznej PEM wewnątrz budynku są dużo niższe od wartości dopuszczalnej obowiązującymi przepisami (7 V/m). Należy jednak zwrócić uwagę, iż natężenie pola zmienia się znacząco wraz ze zmianą miejsca pomiaru wewnątrz budynku. Stosunek wartości maksymalnych i minimalnych wyznaczony w pomiarach statycznych może osiągnąć nawet wartość 5. Różnice w pomiarach dynamicznych są znacząco mniejsze, ponieważ są w istocie średnimi z różnych lokalizacji. Wyniki potwierdzają, że wyznaczenie ekspozycji organizmu człowieka na RM-PEM jest niezwykle trudne, co jest powszechnie znanym problemem. Wyrывkowe pomiary przeprowadzone w wybranych lokalizacjach nie są miarodajne. Jest to jeden z podstawowych problemów, niestety z reguły pomijany, które mogą powodować dużą rozbieżność publikowanych danych eksperymentalnych.

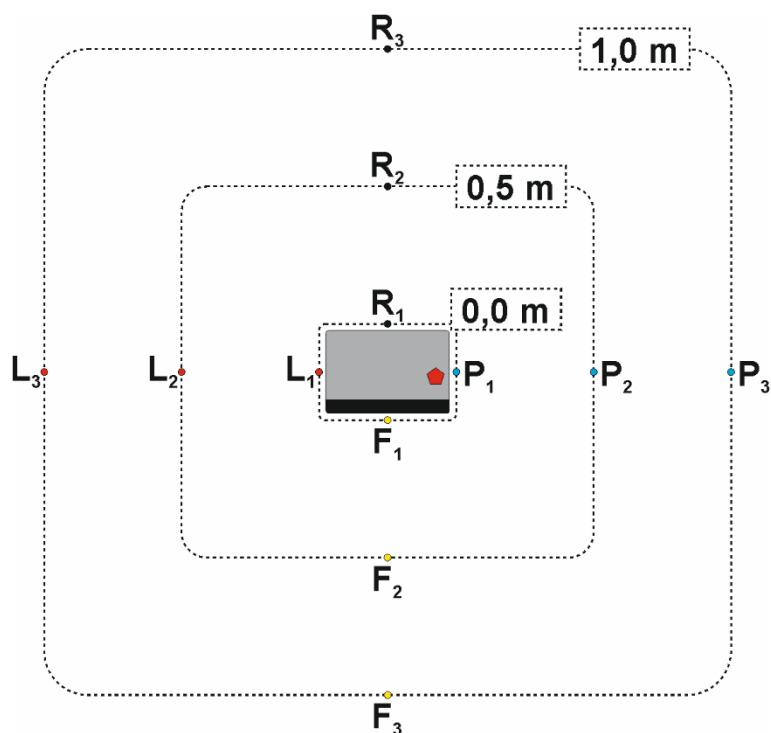


Rys. 7. Wynik pomiaru składowej elektrycznej PEM w CDK (kondygnacja 5,6 m).



Rys. 8. Wynik pomiaru składowej elektrycznej PEM w CDK (kondygnacja 12,4 m).

Podobne wyniki uzyskano badając rozkład składowej elektrycznej wokół urządzeń AGD. Punkty pomiarowe oraz przykładowe wyniki pomiaru składowej elektrycznej PEM dla kuchni mikrofalowej przedstawiono na Rysunku 9 i w Tabeli 17. W zależności od położenia punktu pomiaru, obserwowane różnice mogą dochodzić nawet do jednego rzędu wielkości.



Rys. 9. Miejsca pomiaru składowej elektrycznej RM-PEM [V/m] w otoczeniu kuchni mikrofalowej.

Tabela 17. Wyniki pomiarów natężenia pola elektrycznego [V/m] wokół kuchni mikrofalowej. Średnia $\pm$ odchylenie standardowe.

F1	$3,98 \pm 0,56$	R1	$0,42 \pm 0,05$	P1	$1,02 \pm 0,35$	L1	$1,57 \pm 0,35$
F2	$2,01 \pm 0,31$	R2	$0,35 \pm 0,06$	P2	$0,57 \pm 0,19$	L2	$0,65 \pm 0,11$
F3	$0,80 \pm 0,12$	R3	$0,13 \pm 0,01$	P3	$0,34 \pm 0,16$	L3	$0,36 \pm 0,07$

4. Wnioski

Bazując na przeprowadzonych badaniach można wyciągnąć kilka ogólnych wniosków, które powinny zostać uwzględnione przy kontynuacji badań wpływu RM-PEM na organizm człowieka.

1. Z wszystkich stosowanych metod jedynie badanie AUN pozwala w obiektywny sposób ocenić skutki testu prowokacyjnego na podstawie pomiaru zaburzenia równowagi sympatycznej/parasympatycznej. Zgromadzone wyniki dowodzą, że testy prowokacyjne wywołują mierzalne efekty w funkcjonowaniu AUN. Należy wyraźnie podkreślić, że efekty te nie muszą wywoływać w organizmie negatywnych skutków. Zmiany równowagi sympatycznej/parasympatycznej są naturalnym zjawiskiem fizjologicznym.
2. Kontynuacja badań termograficznych z wykorzystaniem prowokacji opartej na zastosowaniu telefonu komórkowego nie wydaje się, na podstawie zgromadzonych wyników, być celowa. Efekty termiczne, wywołane zaburzeniem odprowadzania ciepła z małżowiny usznej, są głównie odpowiedzialne za obserwowane zmiany temperatury. W badaniach termograficznych dla przeprowadzania prób prowokacyjnych konieczne jest zastosowanie innego źródła RM-PEM niż telefon komórkowy.
3. Za celowe należy uznać kontynuowanie badań nad możliwością wykorzystania testów psychometrycznych w ocenie występowania IEI-PEM. Testy te pozwalają na ilościowy pomiar efektów zaburzenia koncentracji, czy też nasilenie objawów stresu. Ocena występowania IEI-PEM powinna zostać uzupełniona badaniem stanu zdrowia psychicznego, w którym to badaniu tego typu testy mogą być użyteczne. Należy wyraźnie podkreślić, że wykonanie rutynowych badań stanu zdrowia psychicznego dla grupy IEI-PEM jest bardzo trudnym problemem. W powszechnym odbiorze sama wizyta u psychologa/psychiatry posiada negatywną konotację.
4. Problemem o podstawowym znaczeniu w badaniach wpływu RM-PEM na organizm człowieka, który nie został do tej pory rozwiązany, jest zagadnienie precyzyjnego pomiaru gęstości mocy promieniowania. Wielkość tą można wyznaczyć przy zastosowaniu metody testów prowokacyjnych, które są wykonywane w warunkach laboratoryjnych. Uzyskane wyniki pomiarów gęstości mocy wewnątrz budynków jak i w otoczeniu różnych urządzeń dowiodły, że wykonując badania populacyjne/epidemiologiczne należy liczyć się z dokładnością wyznaczania ekspozycji na RM-PEM dochodzącą do jednego rzędu wielkości.
5. W badaniu wpływu RM-PEM na organizm człowieka można zastosować wiele metod eksperymentalnych. Ograniczeniem w wykonanych badaniach było zawężenie warsztatu eksperymentalnego do metod stosowanych w rutynowej praktyce klinicznej. W rezultacie badania audiometryczne czy testy dermatologiczne nie dały spodziewanych wyników w ubiegłorocznych badaniach i nie były w bieżącym roku przeprowadzane. Nie wyklucza to jednak możliwości zastosowania wspomnianych metod w zmodyfikowanej formie. Na przykład, badania dermatologiczne można wykonywać w oparciu o biopsje skórne, jak w diagnostyce onkologicznej. Uzyskanie pozytywnej opinii Komisji Bioetycznej stanowi jednak poważne ograniczenie możliwości modyfikacji procedury.

Załącznik 1 – Ankieta

Kod osoby badanej

Data

1. Czy urządzenia elektrotechniczne wpływają negatywnie na Pańskie samopoczucie?

a) TAK

b) NIE

2. Jakie urządzenia wpływają niekorzystnie na Pana samopoczucie? (proszę wymienić)

.....

.....

.....

3. Jak często doświadcza Pan takich efektów?

a) BARDZO RZADKO

a) RZADKO

b) CZASAMI

c) CZĘSTO

d) BARDZO CZĘSTO

4. Jakie objawy są efektem oddziaływania urządzeń elektrotechnicznych na Pana? (proszę wymienić)

.....

.....

.....

5. Jak oceniłby Pan nasilenie objawów spowodowanych oddziaływaniem ?

a) BARDZO ŁAGODNE

b) ŁAGODNE

c) UMIARKOWANE

c) CIĘŻKIE

d) BARDZO CIĘŻKIE

6. Po jakim czasie po kontakcie z urządzeniem, które oddziałuje na Pana niekorzystnie obserwuje Pan u siebie objawy? (proszę podać wartość liczbową i pamiętać o podaniu jednostki: sekundy, godziny, dni, np. 2 godziny, 45 minut, 1 dzień)

.....

7. Czy chciałby Pan coś dodać na temat obserwowanych u siebie efektów i urządzeń, które wpływają niekorzystnie na Pana samopoczucie?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Załącznik 2 – Badanie lekarskie

NUMER PACJENTA:

data badania:

Stan ogólny: ☐ dobry ☐ inny

ciśnienie tętnicze:

Stan psychiczny:

w pełni zorientowany auto- i allopsychicznie: ☐ tak ☐ nie

Budowa ciała: ☐ hyposteniczna ☐ normosteniczna ☐ hypersteniczna

Skóra i tkanka podskórna:

barwa i wilgotność: ☐ bez patologii ☐ patologie

obwodowe węzły chłonne: ☐ niepowiększone ☐ powiększone

Głowa i szyja:

gałki oczne i źrenice: ☐ prawidłowe ☐ nieprawidłowe

jama ustna, uzębienie, błony śluzowe: ☐ prawidłowe ☐ nieprawidłowe

tarczycza: ☐ niepowiększona ☐ powiększona

Klatka piersiowa:

wysklepiona symetrycznie, prawidłowo ruchoma oddechow: ☐ tak ☐ nie

częstość oddechów:

osłuchowo nad płucami: ☐ szmer pęcherzykowy ☐ patologie

akcja serca: ☐ miarowa ☐ niemiaraowa
..... / min

tony serca: ☐ czyste ☐ patologie

Brzuch:

osłuchowo i opukiwaniem: ☐ bez nieprawidłowości ☐ nieprawidłowości

palpacyjnie: ☐ bez nieprawidłowości ☐ nieprawidłowości

objawy otrzewnowe: ☐ nieobecne ☐ obecne

objaw Goldflama: ☐ nieobecny ☐ obecny

Kończyny dolne:

obrzęki: ☐ nieobecne ☐ obecne

żylaki: ☐ nieobecne ☐ obecne

tętno obwodowe na tętnicach kończyn dolnych: str. lewa: str. prawa:

Układ ruchowy:

obrysy stawów: ☐ prawidłowe ☐ nieprawidłowe

ruchomość bierna i czynna w stawach kończyn: ☐ prawidłowa ☐ nieprawidłowa

siła i napięcie mięśniowe: ☐ prawidłowe ☐ nieprawidłowe

punkty tklive w fibromialgii: / 18

NUMER PACJENTA:**data badania:****Układ nerwowy:**

objawy oponowe: ☐ nieobecne ☐ obecne

objawów ogniskowe: ☐ nieobecne ☐ obecne

Wyniki badań laboratoryjnych:Prawidłowe: ☐

Nieprawidłowości: ☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

☐ (istotne klinicznie: ☐ nie ☐ tak)

Zalecenia dla pacjenta:

NUMER PACJENTA:**data badania:****Choroby przewlekłe:**☐ nie☐ tak

.....

.....

.....

.....

.....

Choroby przebyte:☐ nie☐ tak

.....

.....

.....

.....

.....

Stosowane leki:☐ nie☐ tak

.....

.....

.....

.....

.....

Papierosy:☐ nie☐ tak**Alkohol:**☐ nie☐ tak

.....

.....

Inne istotne informacje:

.....

.....

.....

Zespół przewlekłego zmęczenia:

☐ nie☐ tak

Sen nie dający odpoczynku:

☐ nie☐ tak

Przewlekły uogólniony ból mięśniowo-stawowy:

☐ nie☐ tak

Czas trwania objawów:

☐ <3 mies.☐ > 3 mies.

Skłonność do lęku lub depresji:

☐ nie☐ tak

Zaburzenia wegetatywne (przewlekły ból brzucha, biegunka):

☐ nie☐ tak

Stany podgorączkowe:

☐ nie☐ tak

Załącznik 3 – Badanie psychologiczne 1

Kod osoby badanej

Data

Proszę uważnie przeczytać:

Chcielibyśmy poznać, jakie było Pana zdrowie w ciągu ostatnich kilku tygodni oraz dolegliwości medyczne, jeżeli występowały. Proszę odpowiedzieć na wszystkie pytania na wszystkich stronach poprzez zakreślenie odpowiedzi, które według Pańskiej opinii najlepiej się do Pana odnoszą. Proszę pamiętać, że pragniemy poznać ostatnie i obecne dolegliwości, a nie te, które miał Pan w przeszłości.

Bardzo ważne jest, aby odpowiedział Pan na wszystkie pytania.

Dziękujemy za współpracę.

Czy ostatnio:

1	Jest Pan w stanie skupić się nad tym, co Pan robi?	lepiej niż zwykle	tak jak zwykle	mniej niż zwykle	dużo mniej niż zwykle
2	Z powodu zmartwień mniej Pan spał?	zupełnie nie	nie mniej niż zwykle	trochę mniej niż zwykle	dużo mniej niż zwykle
3	Czuje Pan, że odgrywa Pan znaczącą i pożyteczną rolę w swoim otoczeniu?	bardziej niż zwykle	tak jak zwykle	mniej niż zwykle	znacznie mniej użyteczny
4	Czuł się Pan zdolny do podejmowania różnych decyzji?	bardziej niż zwykle	tak jak zwykle	mniej niż zwykle	znacznie mniej zdolny
5	Odczuwa Pan ciągle obciążenie?	zupełnie nie	nie bardziej niż zwykle	trochę bardziej niż zwykle	znacznie bardziej niż zwykle
6	Czuje Pan, że nie potrafi Pan pokonać trudności?	potrafię lepiej niż zwykle	potrafię tak jak zwykle	potrafię mniej niż zwykle	potrafię znacznie mniej niż zwykle
7	Był Pan w stanie cieszyć się zwyczajnymi, codziennymi sprawami?	bardziej niż zwykle	tak jak zwykle	mniej niż zwykle	znacznie mniej niż zwykle

8	Potrafił Pan radzić sobie ze swoimi problemami?	lepiej niż zwykle	tak jak zwykle	mniej niż zwykle	znacznie mniej niż zwykle
9	Czuje się Pan nie-szczęśliwy i przygnębiony?	zupełnie nie	nie bardziej niż zwykle	Trochę bardziej niż zwykle	znacznie bardziej niż zwykle
10	Utracił Pan wiarę w siebie?	zupełnie nie	nie bardziej niż zwykle	trochę bardziej niż zwykle	znacznie bardziej niż zwykle
11	Uważa Pan siebie za osobę bezwartościową?	zupełnie nie	nie bardziej niż zwykle	trochę bardziej niż zwykle	znacznie bardziej niż zwykle
12	Czuje się Pan wystarczająco szczęśliwy, biorąc wszystko pod uwagę?	bardziej niż zwykle	tak jak zwykle	mniej niż zwykle	znacznie mniej niż zwykle
13	Potrafi Pan być stale w ruchu i mieć zajęcie?	lepiej niż zwykle	tak jak zwykle	trochę mniej niż zwykle	znacznie mniej niż zwykle
14	Wychodził Pan z domu tak często jak zazwyczaj?	częściej niż zwykle	tak jak zwykle	trochę rzadziej niż zwykle	znacznie rzadziej niż zwykle
15	Uważa Pan, że ogólnie dobrze Pan sobie radzi?	lepiej niż zwykle	tak jak zwykle	gorzej niż zwykle	znacznie gorzej
16	Jest Pan zadowolony z tego, jak wywiązuje się Pan ze swoich obowiązków?	bardzo zadowolony	tak jak zwykle	mniej zadowolony niż zwykle	znacznie mniej zadowolony
17	Bardzo Pan się wszystkim przejmuje?	zupełnie nie	nie więcej niż zwykle	trochę więcej niż zwykle	dużo więcej niż zwykle
18	Uważa Pan, że wszystko Pana przytłacza?	zupełnie nie	nie bardziej niż zwykle	trochę bardziej niż zwykle	dużo bardziej niż zwykle
19	Odczuwa Pan obawy i zdenerwowanie przez cały czas?	zupełnie nie	nie więcej niż zwykle	trochę więcej niż zwykle	dużo więcej niż zwykle
20	Czasami nie mógł Pan nic robić z powodu skłonności do obaw?	zupełnie nie	nie bardziej niż zwykle	trochę bardziej niż zwykle	znacznie bardziej niż zwykle
21	Pana sen był niespokojny i zaburzony?	zupełnie nie	nie bardziej niż zwykle	trochę bardziej niż zwykle	znacznie bardziej niż zwykle

22	Radzi Pan sobie tak, jak większość ludzi radziłaby sobie na Pana miejscu?	lepiej niż inni	tak jak inni	gorzej niż inni	znacznie gorzej niż inni
23	Jest Pan zdolny odczuwać serdeczność i miłość do bliskich sobie osób?	bardziej niż zwykle	tak jak zwykle	nie mniej niż zwykle	znacznie mniej niż zwykle
24	Łatwo Pan nawiązuje i utrzymuje przyjacielskie stosunki z innymi ludźmi?	łatwiej niż zwykle	tak jak zwykle	trudniej niż zwykle	znacznie trudniej niż zwykle
25	Spędza Pan dużo czasu rozmawiając z ludźmi?	więcej niż zwykle	tak jak zwykle	mniej niż zwykle	znacznie mniej niż zwykle
26	Widzi Pan życie jako ciągłą walkę?	zupełnie nie	tak jak zwykle	trochę bardziej niż zwykle	znacznie bardziej niż zwykle
27	Odczuwał Pan strach lub panikę bez wyraźnego powodu?	zupełnie nie	nie bardziej niż zwykle	trochę bardziej niż zwykle	znacznie bardziej niż zwykle
28	Czuł Pan, że życie jest całkowicie beznadziejne?	zupełnie nie	nie bardziej niż zwykle	trochę bardziej niż zwykle	znacznie bardziej niż zwykle
29	Jest Pan spokojny o swoją dobrą przyszłość?	bardziej niż zwykle	tak jak zwykle	mniej niż zwykle znacznie	Znacznie mniej spokojny
30	Czuje Pan, że nie warto żyć?	zupełnie nie	nie bardziej niż zwykle	trochę bardziej niż zwykle	znacznie bardziej niż zwykle

Załącznik 4 – Badanie psychologiczne 2

Kod osoby badanej

Data

PROSZĘ ZAZNACZYĆ JEDNĄ ODPOWIEDŹ, KTÓRA NAJLEPIEJ OPISUJE PANA/PANIĄ W CIĄGU OSTATNICH 7 DNI.

1. Zасыпianie:

- 0. ☐ Nigdy nie potrzebuję więcej niż 30 minut, aby zasnąć.
- 1. ☐ Rzadziej niż w połowie przypadków potrzebuję co najmniej 30 minut, aby zasnąć.
- 2. ☐ Częściej niż w połowie przypadków potrzebuję co najmniej 30 minut, aby zasnąć.
- 3. ☐ Częściej niż w połowie przypadków potrzebuję więcej niż 60 minut, aby zasnąć.

2. Sen podczas nocy:

- 0. ☐ Nie budzę się w nocy.
- 1. ☐ Mam niespokojny, lekki sen i przebudzam się na krótko kilka razy każdej nocy.
- 2. ☐ Budzę się co najmniej raz w nocy, lecz łatwo znowu zasypiam.
- 3. ☐ Częściej niż w połowie przypadków budzę się częściej niż raz w nocy i nie śpię 20 minut lub dłużej.

3. Zbyt wczesne budzenie się:

- 0. ☐ Najczęściej budzę się nie więcej niż 30 minut przed czasem, kiedy muszę wstać.
- 1. ☐ Częściej niż w połowie przypadków budzę się więcej niż 30 minut przed czasem.
- 2. ☐ Prawie zawsze budzę się co najmniej godzinę wcześniej niż muszę, lecz ostatecznie jestem w stanie znowu zasnąć.
- 3. ☐ Budzę się co najmniej godzinę wcześniej niż muszę i nie jestem w stanie znowu zasnąć.

4. Za dużo snu:

- 0. ☐ Śpię nie więcej niż 7-8 godzin w ciągu nocy, bez drzemek w ciągu dnia.
- 1. ☐ Śpię nie więcej niż 10 godzin na dobę, włączając w to drzemki.
- 2. ☐ Śpię nie więcej niż 12 godzin na dobę, włączając w to drzemki.
- 3. ☐ Śpię więcej niż 12 godzin na dobę, włączając w to drzemki.

5. Uczucie smutku:

- 0. ☐ Nie czuję się smutny/smutna.
- 1. ☐ Czuję się smutny/smutna mniej niż połowę czasu.
- 2. ☐ Czuję się smutny/smutna więcej niż połowę czasu.
- 3. ☐ Czuję się smutny/smutna prawie cały czas.

PROSZĘ WYPEŁNIĆ ALBO PUNKT 6 ALBO 7 (NIE OBA)

6. Zmniejszony apetyt:

- 0. ☐ Mój zwykły apetyt nie zmienił się.
- 1. ☐ Jem trochę rzadziej lub mniej niż zwykle.
- 2. ☐ Jem znacznie mniej niż zwykle i tylko, gdy się zmuszam.
- 3. ☐ Rzadko jadam w ciągu doby i tylko, gdy się bardzo zmuszę lub gdy inni namówią mnie do jedzenia.

7. Zwiększony apetyt:

- 0. ☐ Mój zwykły apetyt nie zmienił się.
- 1. ☐ Czuję potrzebę jedzenia częściej niż zwykle.
- 2. ☐ Regularnie jem częściej i/lub większe ilości jedzenia niż zwykle.
- 3. ☐ Czuję potrzebę objadania się zarówno w czasie posiłków, jak i między nimi.

PROSZĘ WYPEŁNIĆ ALBO PUNKT 8 ALBO 9 (NIE OBA)

8. Spadek wagi (w ciągu ostatnich dwóch tygodni):

- 0. ☐ Moja waga nie zmieniła się.
- 1. ☐ Czuję, jakbym trochę schudł/schudła.
- 2. ☐ Schudłem/schudłam 1-2 kilogramy.
- 3. ☐ Schudłem/schudłam 2 kilogramy lub więcej.

9. Przyrost wagi (w ciągu ostatnich dwóch tygodni):

- 0. ☐ Moja waga nie zmieniła się.
- 1. ☐ Czuję, jakbym trochę przytył/przytyła.
- 2. ☐ Przytyłem/przytyłam 1-2 kilogramy.
- 3. ☐ Przytyłem/przytyłam 2 kilogramy lub więcej.

PROSZĘ ZAZNACZYĆ JEDNĄ ODPOWIEŹ, KTÓRA NAJLEPIEJ OPISUJE PANA/PANIĄ W CIĄGU OSTATNICH 7 DNI.

10. Koncentracja/podejmowanie decyzji:

- 0. ☐ Moja zwykła zdolność koncentracji lub podejmowania decyzji nie zmieniła się.
- 1. ☐ Czasami czuję się niezdecydowany/niezdecydowana lub zauważam, że moja uwaga rozprasza się.
- 2. ☐ Większość czasu usilnie staram się skupić uwagę lub podjąć decyzję.
- 3. ☐ Nie mogę się skoncentrować na tyle, żeby czytać lub nie potrafię podjąć nawet niewielkich decyzji.

11. Opinia o sobie:

- 0. ☐ Uważam siebie za osobę tak samo wartościową i zasługującą na uwagę jak inni ludzie.
- 1. ☐ Obwiniam siebie bardziej niż zwykle.
- 2. ☐ Mocno wierzę, że stwarzam innym problemy.
- 3. ☐ Prawie ciągle myślę o swoich większych lub mniejszych wadach.

12. Myślenie o swojej śmierci lub samobójstwie:

- 0. ☐ Nie myślę o samobójstwie lub swojej śmierci.
- 1. ☐ Czuję, że życie jest puste lub zastanawiam się, czy warto żyć.
- 2. ☐ Myślę o samobójstwie lub swojej śmierci kilka razy w tygodniu przez kilka minut.
- 3. ☐ Myślę o samobójstwie lub swojej śmierci dość szczegółowo kilka razy dziennie lub poczyniłem/poczyniłam pewne plany dotyczące samobójstwa lub też próbowałem/próbowałam już odebrać sobie życie.

13. Ogólne zainteresowanie:

- 0. ☐ Nie zmieniło się moje zwykłe zainteresowanie ludźmi lub zajęciami.
- 1. ☐ Zauważyłem/zauważyłam, że jestem mniej zainteresowany/zainteresowana ludźmi lub zajęciami.
- 2. ☐ Zauważyłem/zauważyłam, że interesuję się tylko jednym lub dwoma z moich poprzednich zajęć.
- 3. ☐ Praktycznie nie jestem zainteresowany/zainteresowana poprzednimi zajęciami.

14. Poziom energii:

- 0. ☐ Mój zwykły poziom energii nie zmienił się.
- 1. ☐ Męczę się łatwiej niż zwykle.
- 2. ☐ Muszę wkładać duży wysiłek, aby zacząć lub zakończyć zwykłe codzienne czynności (np. zakupy, prace domowe, gotowanie, pójście do pracy).
- 3. ☐ Naprawdę nie mogę wykonywać większości moich codziennych czynności po prostu dlatego, że nie mam energii.

15. Uczucie spowolnienia:

- 0. ☐ Myślę, mówię i ruszam się tak samo szybko, jak zawsze.
- 1. ☐ Zauważyłem/zauważyłam, że myślę wolniej lub mój głos brzmi głucho lub monotonicznie.
- 2. ☐ Potrzebuję kilku sekund, żeby odpowiedzieć na większość pytań i jestem pewny/pewna, że moje myślenie jest często spowolnione.
- 3. ☐ Często nie jestem w stanie odpowiedzieć na pytanie bez ogromnego wysiłku.

16. Uczucie niepokoju:

- 0. ☐ Nie czuję się niespokojny/niespokojna.
- 1. ☐ Często jestem niespokojny/niespokojna, wykręcam swoje dłonie lub muszę zmieniać pozycję siedzenia.
- 2. ☐ Mam potrzebę poruszania się i jestem dość niespokojny/niespokojna.
- 3. ☐ Czasami nie jestem w stanie siedzieć i muszę chodzić naokoło.

Załącznik 5 – Badanie autonomicznego układu nerwowego (AUN)

COMPASS 31

1. Czy przez ostatni rok doświadczył(a) Pan(i) utraty przytomności, omdlenia, zawrotów głowy, trudności w zebraniu myśli tuż po wstaniu z pozycji siedzącej lub leżącej?

- a) TAK b) NIE (jeśli nie, proszę przejść od razu do pytania nr 5)

2. Jak często w czasie wstawania doświadcza Pan(i) takich objawów?

- a) RZADKO b) CZASAMI c) CZĘSTO d) BARDZO CZĘSTO

3. Jak Pan(i) ocenił(a)by nasilenie tych objawów?

- a) ŁAGODNE b) UMIARKOWANE c) CIĘŻKIE

4. Czy w ciągu ubiegłego roku objawy:

- a) MOCNO SIĘ NASILIŁY b) TROCHĘ SIĘ NASILIŁY
c) POZOSTAŁY BEZ ZMIAN d) TROCHĘ ZŁAGODNIAŁY
e) MOCNO ZŁAGODNIAŁY f) ZUPEŁNIE USTĄPIŁY

5. Czy w ciągu ubiegłego roku zauważył(a) Pan(i) zmiany koloru swojej skóry na bardzo bladą, zaczerwienioną czy siną?

- a) TAK b) NIE (jeśli nie, proszę przejść od razu do pytania nr 8)

6. Które części ciała zmieniały kolor? (zaznacz wszystkie, które pasują)

- a) DŁONIE b) STOPY

7. Zmiany koloru skóry w ciągu ostatniego roku:

- a) MOCNO SIĘ NASILIŁY b) TROCHĘ SIĘ NASILIŁY
c) POZOSTAŁY BEZ ZMIAN d) TROCHĘ ZŁAGODNIAŁY
e) MOCNO ZŁAGODNIAŁY f) ZUPEŁNIE USTĄPIŁY

8. Czy w ciągu ostatnich 5 lat zauważył(a) Pan(i) zmiany w potliwości?

- a) POCE SIĘ ZNACZNIE BARDZIEJ b) POCE SIĘ TROCHĘ BARDZIEJ
c) NIE ZAUWAZYŁEM(AM) ZMIAN d) POCE SIĘ NIECO MNIEJ
e) POCE SIĘ DUŻO MNIEJ

9. Czy odczuwa Pan(i) nadmierną suchość oczu?

- a) TAK b) NIE

10. Czy odczuwa Pan(i) nadmierną suchość w ustach?

- a) TAK b) NIE

11. Czy objawy suchości oczu lub ust , które ma Pan(i) od dłuższego czasu:

- a) NIE MAM OBJAWÓW b) MOCNO SIĘ NASILIŁY
c) TROCHĘ SIĘ NASILIŁY d) POZOSTAŁY BEZ ZMIAN
e) TROCHĘ ZŁAGODNIAŁY f) MOCNO ZŁAGODNIAŁY
g) ZUPEŁNIE USTĄPIŁY

12. Czy w ciągu ubiegłego roku zauważył(a) Pan(i) zmiany w tym, kiedy czuje Pan(i) się syty w czasie jedzenia posiłku?

- a) CZUJE SIĘ SYTO DUŻO SZYBCIEJ NIŻ KIEDYŚ
b) CZUJE SIĘ SYTO NIECO SZYBCIEJ NIŻ KIEDYŚ
c) NIE ZAUWAŻYŁEM(AM) ZMIAN
d) CZUJE SIĘ SYTO NIECO PÓŹNIEJ NIŻ KIEDYŚ
e) CZUJE SIĘ SYTO DUŻO PÓŹNIEJ NIŻ KIEDYŚ

13. Czy w ciągu ostatniego roku czuł(a) się Pan(i) nadmiernie lub nieustannie pełny(a) (przepełniony(a)) po posiłku?

- a) NIGDY b) CZASEM c) CZĘSTO

14. Czy w ciągu ostatniego roku występowały wymioty po posiłku?

- a) NIGDY b) CZASEM c) CZĘSTO

15. Czy w ciągu ostatniego roku doświadczył(a) Pan(i) skurczów lub kolkowych bólów brzucha?

- a) NIGDY b) CZASEM c) CZĘSTO

16. Czy w ciągu ostatniego roku doświadczył(a) Pan(i) nagłych ataków biegunki?

- a) TAK b) NIE (jeśli nie, proszę przejść od razu do pytania nr 20)

17. Jak często występują takie ataki?

- a) RZADKO b) CZASAMI c) CZĘSTO (_____ ile razy na miesiąc) d) CIĄGŁE

18. Jak nasilone są takie ataki?

- a) ŁAGODNE b) UMIARKOWANE c) CIĘŻKIE

19. W ostatnim czasie ataki:

- a) MOCNO SIĘ NASILIŁY b) TROCHĘ SIĘ NASILIŁY
- c) POZOSTAŁY BEZ ZMIAN d) TROCHĘ ZŁAGODNIAŁY
- e) MOCNO ZŁAGODNIAŁY f) ZUPEŁNIE USTĄPIŁY

20. Czy w ciągu ostatniego roku doświadczył(a) Pan(i) zapaść?

- a) TAK b) NIE (jeśli nie, proszę przejść do pytania nr 24)

21. Jak często występują zapaść?

- a) RZADKO b) CZASAMI c) CZĘSTO (_____ ile razy na miesiąc) d) CIĄGŁE

22. Jak nasilone są zapaść?

- a) ŁAGODNE b) UMIARKOWANE c) CIĘŻKIE

23. W ostatnim czasie zapaść:

- a) MOCNO SIĘ NASILIŁY b) TROCHĘ SIĘ NASILIŁY
- c) POZOSTAŁY BEZ ZMIAN d) TROCHĘ ZŁAGODNIAŁY
- e) MOCNO ZŁAGODNIAŁY f) ZUPEŁNIE USTĄPIŁY

24. Czy w ciągu ostatniego roku doświadczył(a) Pan(i) utraty kontroli nad pęcherzem moczowym?

- a) NIGDY b) CZASAMI c) CZĘSTO (_____ ile razy na miesiąc) d) CIĄGŁE

25. Czy w ciągu ostatniego roku doświadczył(a) Pan(i) trudności w oddaniu moczu?

- a) NIGDY b) CZASAMI c) CZĘSTO (_____ ile razy na miesiąc) d) CIĄGŁE

26. Czy w ciągu ostatniego roku doświadczył(a) Pan(i) trudności w opróżnieniu pęcherza moczowego?

- a) NIGDY b) CZASAMI c) CZĘSTO (_____ razy na miesiąc) d) CIĄGŁE

27. Czy w ciągu ostatniego roku, gdy nie stosował(a) Pan(i) okularów przeciwsłonecznych, jasne światło stawało się dokuczliwe?

- a) NIGDY (jeżeli nigdy, proszę przejść do pytania 29)
- b) CZASAMI c) CZĘSTO (_____ ile razy na miesiąc) d) CIĄGŁE

28. Jak nasilona jest wrażliwość na jasne światło?

- a) ŁAGODNA b) UMIARKOWANA c) CIĘŻKA

29. Czy w ciągu ostatniego roku, miał(a) Pan(i) trudności w skupieniu wzroku?

- a) NIGDY (jeżeli nigdy, proszę przejść do pytania 31)
- b) CZASAMI c) CZĘSTO (_____ ile razy na miesiąc) d) CIĄGŁE

30. Jak nasilona to są trudności?

- a) ŁAGODNE b) UMIARKOWANE c) CIĘŻKIE

31. Objawy nadwrażliwości na światło lub trudności w skupieniu wzroku w ostatnim czasie:

- a) NIE MAM OBJAWÓW b) MOCNO SIĘ NASILIŁY
- c) TROCHĘ SIĘ NASILIŁY d) POZOSTAŁY BEZ ZMIAN
- e) TROCHĘ ZŁAGODNIAŁY f) MOCNO ZŁAGODNIAŁY
- g) ZUPEŁNIE USTĄPIŁY

Załącznik 6 – Przykładowy wynik badania AUN

Kraków 10.12.2019.

Badany: nr kodu ZB194302

RAPORT Z OCENY AKTYWNOŚCI UKŁADU AUTONOMICZNEGO (AUN)

EMG – AKTYWNE POŁĄCZENIE PO STRONIE PRAWEJ.

Zmienność rytmu serca (HRV – Heart Rate Variability) – badanie w pozycji leżącej

Spoczynek (Przed EMG). W spoczynku wartości wskaźników z HRV wskazują na stan równowagi sercowego-naczyniowego układu autonomicznego: wskaźniki mocy widma analizy częstotliwościowej HRV wynosiły LF-HRV **60,55** [ms] i HF-HRV **65,66** [ms] oraz stosunek LF/HF-HRV **1.14** (~1.0), w zakresie wartości wskaźników normalizowanych podobne wartości HFnu i LFnu. Porównanie wskaźników z analizy HRV i BPV jako stosunku **LF-BPV/HF- HRV** – wskazują również na równowagę komponent sympatycznej i parasympatycznej układu autonomicznego w spoczynku. Zwracają uwagę niskie wartości parametrów zmienności rytmu serca w stosunku do grupy kontrolnej. (Tabela 1)

Podczas EMG. Podczas EMG pojawiła się nieznaczna przewaga układu parasympatycznego. Stwierdzono wzrost wartości wskaźników LF i HF, a stosunek LF/HF- HRV wynosił **0.78**. Stosunek LF-BPV/HF- HRV również wskazywał na przewagę parasympatycznej aktywności AUN i wynosił – **0.67** (Tab.1).

Po EMG. Nastąpiła zmiana równowagi AUN w kierunku przewagi układu sympatycznego. Wyrażający się wyższymi wartościami LF-HRV **150,09** [ms] niż HF-HRV **116,55** [ms] a stosunek LF/HF-HRV wynosił **1.65**.

Tabela 1. Wskaźniki zmienności rytmu serca (HRV) w okresie spoczynku – przed EMG, w trakcie EMG i po EMG.

Wskaźniki HRV	LFnu-HRV	HFnu-HRV	VLF-HRV	LF-HRV	HF-HRV	PSD-HRV	LF/HF-HRV	LF BPV/HF HRV
	[%]	[%]	[ms.]	[ms.]	[ms.]	[ms.]	[1]	[1]
Przed EMG	50,46	49,54	91,00	65,66	60,55	217,21	1,14	1,16
EMG	42,96	57,04	169,67	155,25	208,49	533,40	0,78	0,67
Po EMG	59,67	40,33	731,71	150,09	116,55	998,35	1,65	1,09

Zmienność ciśnienia tętniczego – Blood pressure variability (metoda sekwencyjna)

Przed EMG: BPV – moc widma ciśnienia skurczowego i rozkurczowego w zakresie niskich częstotliwości wynosiła: LF-sBPV= **2.04** mmHg; LF-dBPV= **2.42** mmHg.

EMG. Podczas i po EMG wartości LF-sBP i LF-dBP, stopniowo zwiększały się w porównaniu do wartości spoczynkowych natomiast HF-sBP i HF-dBP zmniejszyły się.

(Tabela 2)

Tabela 2. Wskaźniki zmienności ciśnienia skurczowego i rozkurczowego (BPV) w okresie spoczynku – przed EMG, w trakcie EMG i po EMG.

Wskaźniki BPV	LFnu-BPV	HFnu-BPV	VLF-BPV	LF-BPV	HF-BPV	PSD-BPV	LF/HF-BPV	LF/HF
	[%]	[%]	[%]	[mmHg.]	[mmHg.]	[mmHg.]	[1]	[1]
Przed EMG								
Skurczowe BPV -sBP	52,39	19,31	1,14	2,04	0,75	3,93	2,72	1,13
Rozkurczowe BPV -dBP	51,59	9,86	1,87	2,42	0,46	4,74	5,40	1,11
EMG - prawy								
Skurczowe BPV-sBP	35,37	11,57	3,39	2,16	0,69	6,24	3,14	0,64
Rozkurczowe BPV -dBP	37,46	4,25	4,17	2,60	0,28	7,06	9,69	0,67
Po EMG - prawy								
Skurczowe BPV-sBP	35,04	9,08	4,08	2,45	0,63	7,16	3,90	0,95
Rozkurczowe BPV -dBP	39,73	2,50	4,27	2,79	0,18	7,24	15,83	1,09

Wskaźniki hemodynamiczne układu krążenia.

Przed EMG. Średnia częstość akcji serca wynosiła średnio **59,94** uderzeń/min w spoczynku.

EMG. Podczas EMG zmniejszyła się do **55** uderzeń/min. Po EMG wyniosła **57** uderzeń/min. Ciśnienie skurczowe, rozkurczowe, średnie, LVMI i CO zmniejszyły się podczas EMG a następnie nieznacznie wzrosły po EMG, a TPRI stopniowo wzrastał podczas EMG i po EMG (Tabela 3).

Tabela 3. Wskaźniki hemodynamiczne w okresie spoczynku – przed EMG, w trakcie EMG i po EMG.

Wskaźniki	HR	sBP	dBp	mBP	SI	CI	EDI	IC
	[bpm]	[mmHg]	[mmHg]	[mmHg]	[ml/m ₂]	[l/(min*m ₂)]	[ml/m ₂]	[1000/s]
Przed EMG	59,94	117,45	83,16	97,02	42,75	2,56	66,45	42,70
EMG	55,72	116,57	79,33	94,59	44,23	2,47	68,79	44,30
Po EMG	57,34	125,77	83,60	100,51	42,65	2,44	66,29	42,27

Wskaźniki	ACI	TPRI	LVWI	LVET	TFC	SV	CO
	[100/s ₂]	[dyne*s ₂ m ₂ /cm ⁵]	[mmHg*l/min/m ₂]	[ms]	[1/kOhm]	ML	L
Przed EMG	52,60	2957,57	3,31	329,32	36,58	86,19	5,2
EMG	57,12	2993,50	3,10	332,34	38,09	89,72	4,9
Po EMG	54,41	3201,32	3,29	333,31	36,73	86,07	4,95

Czułość odruchu z baroreceptorów (BRS)

Przed EMG. W spoczynku BRS (baroreceptor sensitivity - total) wynosiła **9,28** ms/mmHg a BEI (baroreceptor effectiveness index) = **52,36** ms/mmHg.

EMG. Podczas EMG wartość BRS zwiększyła się do wartości **12,55** ms/mmHg, tak samo jak BEI – **61,22** ms/mmHg, a po EMG BRS nieznacznie zwiększyła się do wartości **12,84** ms/mmHg, a BEI wynosiło - **72,54** ms/mmHg.

EMG – AKTYWNE POŁĄCZENIE PO STRONIE LEWEJ.**Zmienność rytmu serca (HRV – Heart Rate Variability) – badanie w pozycji leżącej**

Przed EMG. W wartości wskaźników z HRV wskazują na stan przewagi sympatycznego układu autonomicznego w układzie sercowo-naczyniowym: wskaźniki mocy widma analizy częstotliwościowej HRV wynosiły LF-HRV **1268,68**

[ms] i HF-HRV **578,82** [ms] oraz stosunek LF/HF-HRV **2,78** (>1.0), zakresie wartości wskaźników normalizowanych wyższy był wskaźnik LFnu niż HFnu. Porównanie wskaźników z analizy HRV i BPV jako stosunku **LF-BPV/HF- HRV** – wskazują również na przewagę komponenty sympatycznej układu autonomicznego w spoczynku. (Tabela 1)

Podczas EMG. Podczas rejestracji EMG w pozycji leżącej nadal utrzymywała się przewaga układu sympatycznego. Stwierdzono znaczny spadek wartości wskaźników LF i HF, a stosunek LF/HF- HRV wynosił **2,11**. Stosunek LF-BPV/HF- HRV również wskazywał na przewagę sympatycznej aktywności AUN i wynosił – **1,38** (Tabela 1).

Po EMG. Nastąpiło zmniejszenie przewagi układu sympatycznego wyrażającego się wyższymi wartościami LF-HRV **104,5** [ms] niż HF-HRV **69,45** [ms] nie osiągając stanu równowagi AUN. Stosunek LF/HF-HRV wynosił **1.45**.

Tabela 1. Wskaźniki zmienności rytmu serca (HRV) w okresie spoczynku – przed EMG, w trakcie EMG i po EMG.

Wskaźniki HRV	LFnu-HRV	HFnu-HRV	VLF-HRV	LF-HRV	HF-HRV	PSD-HRV	LF/HF-HRV	LF BPV/HF HRV
	[%]	[%]	[ms.]	[ms.]	[ms.]	[ms.]	[1]	[1]
Przed EMG	72,62	27,38	917,51	1268,68	578,82	2765,01	2,78	1,43
EMG	65,63	34,37	1136,08	93,12	50,46	1279,65	2,11	1,38
Po EMG	57,45	42,55	678,05	104,50	69,45	852,00	1,45	1,34

Zmienność ciśnienia tętniczego – Blood pressure variability (metoda sekwencyjna)

Przed EMG: BPV – moc widma ciśnienia skurczowego i rozkurczowego w zakresie niskich częstotliwości wynosiła: LF-sBPV= **2.43** mmHg; LF-dBPV= **2.24** mmHg.

EMG. Podczas i po EMG wartości LF-sBP i LF-dBP, stopniowo zmniejszały się w porównaniu do wartości spoczynkowych. (Tabela 2)

Tabela 2. Wskaźniki zmienności ciśnienia skurczowego i rozkurczowego (BPV) w okresie spoczynku – przed EMG, w trakcie EMG i po EMG.

Wskaźniki BPV	LFnu-BPV	HFnu-BPV	VLF-BPV	LF-BPV	HF-BPV	PSD-BPV	LF/HF-BPV	LF/HF
	[%]	[%]	[%]	[mmHg.]	[mmHg.]	[mmHg.]	[1]	[1]
Przed EMG								
Skurczowe BPV -sBP	42,98	15,60	2,34	2,43	0,88	5,66	2,76	1,58
Rozkurczowe BPV -dBP	38,12	6,18	3,28	2,24	0,36	5,89	6,17	1,43
EMG - prawy								
Skurczowe BPV-sBP	43,84	16,60	2,19	2,42	0,92	5,52	2,64	1,36
Rozkurczowe BPV -dBP	48,12	6,84	2,08	2,22	0,32	4,62	7,03	1,45
Po EMG - prawy								
Skurczowe BPV-sBP	44,85	19,22	1,86	2,33	1,00	5,19	2,34	1,10
Rozkurczowe BPV -dBP	53,98	6,79	1,56	2,14	0,27	3,97	8,00	1,34

Wskaźniki hemodynamiczne układu krążenia.

Przed EMG. Średnia częstość akcji serca wynosiła średnio **59,35** uderzeń/min w spoczynku.

EMG. Podczas EMG zwiększyła się do **57,66** uderzeń/min. Po EMG wyniosła **55,44** uderzenia/min. Ciśnienie skurczowe, rozkurczowe, średnie, LVMI i CO zmniejszyły się podczas EMG a następnie nieznacznie wzrosły po EMG, a TPRI stopniowo wzrastał podczas EMG i po EMG (Tabela 3).

Tabela 3. Wskaźniki hemodynamiczne w okresie spoczynku – przed EMG, w trakcie EMG i po EMG.

Wskaźniki	HR	sBP	dBp	mBP	SI	CI	EDI	IC
	[bpm]	[mmHg]	[mmHg]	[mmHg]	[ml/m.]	[l/(min*m.)]	[ml/m.]	[1000/s]
Przed EMG	59,35	124,13	83,30	98,40	44,99	2,67	68,80	44,96
EMG	57,66	115,79	74,59	91,27	41,86	2,41	65,25	41,06
Po EMG	55,44	119,23	81,21	96,81	43,51	2,41	67,59	42,89

Wskaźniki	ACI	TPRI	LVWI	LVET	TFC	SV	CO
	[100/s.]	[dyne*s*m./cm ⁵]	[mmHg*l/min/m.]	[ms]	[1/kOhm]	ML	L
Przed EMG	54,23	2875,56	3,51	335,67	36,08	89,7	5,3
EMG	53,40	2945,27	2,92	333,92	36,16	84,4	4,85
Po EMG	55,35	3124,03	3,11	336,96	36,30	88,53	4,87

Czułość odruchu z baroreceptorów (BRS)

Przed EMG. W spoczynku BRS (baroreceptor sensitivity - total) wynosiła **16,54** ms/mmHg a BEI (baroreceptor effectiveness index) = **68,32** ms/mmHg.

EMG. Podczas EMG wartość BRS nieznacznie zmniejszyła się do wartości **15,7** ms/mmHg, tak samo jak BEI – **63,49** ms/mmHg, a po EMG BRS zwiększyła nieznacznie się do wartości **16,74** ms/mmHg, a BEI wynosiło - **72,38** ms/mmHg.

Podsumowanie:

Wartości parametrów zmienności rytmu serca (HRV) w spoczynku **przed EMG po stronie prawej** wskazywały na stan równowagi autonomicznego układu nerwowego, co potwierdza porównanie wskaźników z analizy HRV i BPV. Podczas EMG pojawiła się nieznaczna przewaga układu parasympatycznego a po EMG nastąpiła zmiana na przewagę sympatycznego układu autonomicznego.

W wartości wskaźników HRV **przed EMG po stronie lewej** wskazują na stan przewagi sympatycznego układu autonomicznego w układzie krążenia. Podczas EMG nadal utrzymywała się przewaga układu sympatycznego, natomiast po EMG nastąpiło znaczne zmniejszenie przewagi układu sympatycznego, nie osiągając równowagi AUN.

Analiza zmienność ciśnienia tętniczego wykazała, że podczas i po EMG po stronie prawej wartości LF-sBP i LF-dBP, stopniowo się zwiększały w porównaniu do wartości spoczynkowych natomiast w przypadku EMG po stronie lewej stopniowo zmniejszały się.

Zmiany parametrów hemodynamicznych układu krążenia w obu przypadkach aktywnego połączenia telefonicznego po stronie prawej i lewej wskazały podobną sekwencję zmian przed, podczas oraz po EMG.

Uzyskane wyniki wykazały, że zmiany aktywności AUN w odpowiedzi na EMG są zależne od spoczynkowej aktywności AUN osoby badanej. Zastosowanie aktywnego połączenia telefonicznego po stronie prawej (ucho prawe) lub lewej (ucho lewe) wykazało różne zmiany wskaźników analizy zmienności rytmu serca i ciśnienia tętniczego.

Dodatkowo zwracają uwagę u badanego niskie wartości parametrów zmienności rytmu serca – HRV w stosunku do grupy kontrolnej, przed EMG – strona prawa oraz podczas i po EMG - strona lewa. Mogą one być efektem nadmiernej tonicznej aktywności układu sympatycznego lub zmian związanych z wiekiem.

Dr med. Agata Furgała

Katedra Patofizjologii UJ CM

dr n. med. Agata Furgała
Adiunkt

Katedra Patofizjologii CM UJ, Kraków

LEGENDA:

EMG – aktywne połączenie telefoniczne

WSKAŹNIKI ANALIZY HRV I BPV - OBJAŚNIENIA

Widmo HRV – rozkład zmian odstępów RR w odniesieniu do cyklicznej modulowanej przez 3 rytmy aktywności bodźcotwórczej węzła zatokowego. Jednostki oceny widma: amplituda widma [ms], moc widma [ms*ms], gęstość mocy widma [ms*ms/Hz] lub odsetek wielkości danej składowej do całkowitej wielkości widma HRV.

Analiza widmowa zmienności rytmu serca HRV oraz zmienności ciśnienia tętniczego BPV:

1. **VLF** - Widmo o bardzo niskiej częstotliwości 0.0033 - 0.04 Hz (Very Low Frequency; VLF) odwzorowuje ona zmienność modulowaną przez aktywność chemoreceptorów, zależne od odruchów naczynio-ruchowych i termoregulacyjnych z udziałem układu renina - angiotensyna - aldosteron (RAA)
2. **LF** - Widmo o niskiej częstotliwości 0.04 - 0.15 Hz (Low Frequency; LF) zależne od zmian ciśnienia tętniczego i oscylacji odruchów z baroreceptorów, w którym pośredniczą zarówno włókna przywspółczulne jak i współczulne układu nerwowego autonomicznego.
3. **HF** - Widmo o wysokiej częstotliwości 0.15 - 0.4 Hz (High Frequency; HF), które odpowiada wpływowi oddychania na rytm serca, zależny od modulacji układu przywspółczulnego AUN.
4. **LF/HF** stosunek składowej niskich częstotliwości do wysokich częstotliwości, wyraża współzależność tych typów modulacji wegetatywnej, obrazuje wzajemną relację obu komponent nerwowego układu autonomicznego.
5. **TP** – Total Power – całkowita moc widma odzwierciedla aktywność całego układu autonomicznego
6. Normalizowane wartości widma LFnu $[LF/(TP-VLF)*100]$ i HFnu $[HF/(TP-VLF)*100]$,

WSKAŹNIKI HEMODYNAMICZNE:

- **Heart rate** (częstość akcji serca) – HR
- **Blood Pressure** (ciśnienie krwi systoliczne, diastoliczne, średnie), ciśnienie pulsu (PP)
- **Left Ventricular Ejection Time (LVET)** (czas wyrzutu lewej komory)
- **PreEjection Period (PEP)** (okres przedwyrzutowy) PEP [ms] jest czasem pomiędzy pikiem R w EKG i otwarciem zastawki aorty (z IKG):
- **Stroke Volume SV, Stroke Index (SI)** (objętość wyrzutowa serca)
- **Cardiac Output CO, Cardiac Index (CI)** – (objętość minutowa serca, wskaźnik sercowy)
- **Total Peripheral Resistance TPR i TPR Index** (całkowity opór obwodowy i wskaźnik całkowitego oporu obwodowego)
- **Thoracic Fluid Content (TFC)** (ilość płynu w klatce piersiowej)
- **Index of Contractility (IC)** (wskaźnik kurczliwości)
- **Acceleration Index (ACI)** (wskaźnik przyspieszenia)
- **Systolic Time Ratio (STR)** (współczynnik podokresów skurczowych) STR [%] jest to stosunek PEP do LVET:
- **Ejection Rate (ER)** (współczynnik wyrzutowy) ER [%] jest stosunkiem LVET do interwału RR:
- **Left Ventricular Work Index (LVWI)** (wskaźnik pracy lewej komory)
- **Mean Systolic Ejection Rate (MSER)** (średnia prędkość wyrzutu) MSER [ml/s] jest stosunkiem SV do LVET:
- **Rapid Ejection Period (REP)** (podokres szybkiego wyrzutu) REP [s] jest czasem pomiędzy załamkiem R w EKG i dZmax i reprezentuje parametr kurczliwości:
- **BRS** - wrażliwość baroreceptorów (BRS, ang. baroreflex sensitivity)
- **BEI** – stosunek sekwencji baroreceptora do odpowiedniego ciśnienia tętniczego (BEI, ang. Baroreceptor Effectiveness Index).