

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ KLINICZNYCH

wykonanych w ramach

**Aktualizacji raportu "Aspekty medyczne i biofizyczne promieniowania
elektromagnetycznego o częstotliwości radiowej"**

Kraków, grudzień 2018

Wprowadzenie – cel badań

Prowadzone od kilkadziesiąt lat badania wpływu promieniowania elektromagnetycznego (PEM) na organizm człowieka potwierdzają jedynie wywoływanie przez PEM w organizmie efektów termicznych. Literatura tematu zawiera także publikacje sugerujące wywoływanie przez PEM w organizmie skutków nietermicznych, które mogą być potencjalnie szkodliwe dla człowieka. Wprawdzie żaden z efektów nietermicznych nie został jednoznacznie potwierdzony, jednak często dokonuje się tendencyjnej interpretacji wyników wyciągając wnioski o negatywnych skutkach działania PEM na organizm człowieka. Należy wyraźnie podkreślić, że bazując na rozważaniach teoretycznych efektów nietermicznych działania PEM na organizm człowieka nie można wykluczyć. Z drugiej strony żaden efekt nie został do tej pory potwierdzony eksperymentalnie. Problem należy traktować jako jeden z nierozwiązanych problemów współczesnej medycyny, który mimo wielu lat badań wymaga jednoznacznego wyjaśnienia.

Prezentowany raport zawiera wyniki badań wpływu PEM na organizm człowieka i tym samym wpisuje się w ramy wyżej opisanego problemu. Badania zostały ograniczone do zakresu częstotliwości 0,5 ÷ 5,0 GHz, który jest szeroko stosowany w nowoczesnych technologiach telekomunikacyjnych. Dodatkowo, w planowaniu badań przyjęto kilka ograniczeń. Po pierwsze, do badań zastosowano wyłącznie testy rutynowo wykorzystywane w praktyce klinicznej w Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego. Ze względów formalnych (zgoda Komisji Bioetycznej) zrezygnowano z jakichkolwiek modyfikacji procedur diagnostycznych. Kolejnym ograniczeniem był wybór metod zapewniających uzyskanie obiektywnych wyników. Metody, które wymagają współpracy pacjenta nie były stosowane. Trzecim ograniczeniem było zawężenie badanej populacji do grupy pełnoletnich, zdrowych mężczyzn. Wymagało to oczywiście wykonania podmiotowych i przedmiotowych badań sprawdzających stan zdrowia. Ograniczenie to wynikało zarówno z krótkiego okresu realizacji projektu jak i konieczności wyboru jak najbardziej jednolitej grupy badawczej. Należy także nadmienić, że w badaniach uczestniczyli wyłącznie ochotnicy.

Celem przeprowadzonych badań była próba kompleksowego podejścia do zagadnienia wpływu PEM na organizm człowieka. W pierwszej kolejności przeprowadzono akcję informacyjno-rekrutacyjną i badania ankietowe potencjalnych uczestników badań klinicznych. Ta część badań miała na celu określenie skali zainteresowania tematyką głównie w populacji mieszkańców Krakowa. Dodatkowo, badania ankietowe miały określić stan wiedzy społeczeństwa w temacie wpływu PEM na organizm człowieka. Podjęto także próbę oceny negatywnego wpływu PEM na organizm człowieka na podstawie analizy samooceny uczestników. Osobny kierunek badań miał na celu sprawdzenie poziomu pól elektrycznych efektywnie działających na człowieka. W pomiarach wykonywanych przez wyspecjalizowane jednostki zgodnie z uregulowaną prawnie metodyką dokonuje się pomiarów dla precyzyjnie określonych lokalizacji. Dla określenia skutków działania PEM konieczna jest natomiast znajomość poziomu pól efektywnie działających. Celem tego etapu badań było sprawdzenie użyteczności mobilnej techniki pomiaru poziomu pól elektrycznych.

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 i szyi. W związku z tym zastosowano obiektywne testy kliniczne stosowane w diagnostyce narządu słuchu oraz autonomicznego układu nerwowego. W celu ilościowego opisu efektów termicznych wykonano badania termograficzne twarzy i małżowiny usznej uzupełnione o badania dermatologiczne. Podjęto także próbę korelacji wyników testów klinicznych z pomiarami poziomu pól elektrycznych i danymi uzyskanymi w oparciu o badania ankietowe.

Metodyka Badań

Zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawnymi na przeprowadzenie badań z udziałem ochotników uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Jagiellońskiego (1072.61201.11.2018 z dnia 27 września 2018 roku).

Badania przeprowadzono dwuetapowo. W pierwszym etapie w Zakładzie Biofizyki CM UJ (kierownik prof. dr hab. E. Rokita) opracowano ankietę (załącznik 1), która miała spełnić kilka zadań. Ankieta miała określić:

- 1) grupę osób, które zostały poddane badaniom klinicznym, przeprowadzonym w drugim etapie;
- 2) wiedzę społeczeństwa na temat potencjalnego oddziaływania urządzeń elektrycznych, a w szczególności urządzeń wykorzystywanych w komunikacji bezprzewodowej, na zdrowie człowieka;
- 3) częstotliwość objawów, które można uznać za objawy nadwrażliwości elektromagnetycznej i ich związek z ekspozycją na PEM.

Ankieta została umieszczona na stronie internetowej, a następnie przeprowadzono akcję informacyjną mającą na celu dotarcie do jak największej liczby osób zainteresowanych problemami oddziaływania PEM na zdrowie człowieka. 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, jakimi są tradycyjne media. Zapewniono również dostęp do ankiety w sposób tradycyjny. Osoby zainteresowane mogły ją wypełnić w formie papierowej, ale osiągnięto w ten sposób znikomy odsetek wyników (5 ankiet).

Badania kliniczne obejmowały badania biochemiczne krwi, ocenę stanu zdrowia ochotnika w oparciu badania podmiotowe i fizykalne wykonane przez lekarza ogólnego, przeprowadzenie testów autonomicznego układu nerwowego (AUN), wykonanie badań audiometrycznych i przeprowadzenie pomiarów termograficznych w połączeniu z badaniami dermatologicznymi.

Badania biochemiczne wykonano głównie w Zakładzie Diagnostyki Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie (kierownik dr B. Maziarz). Oznaczano stężenia 39 parametrów (morfologia – 25 parametrów, sód, potas, glukoza, kreatynina, cholesterol – 3 parametry, trójglicerydy, CRP, IgE, TSH, FT4, prolaktyna, kortyzol) z wykorzystaniem analizatorów Cobas 4000 i 8000 i przy użyciu

odczynniki firmy Roche (Basel, Szwajcaria). Zakład Diagnostyki posiada akredytację Ministerstwa Zdrowia oraz spełnia normy w zakresie ISO 901, ISO 14001 i OHSAS 18001. Dodatkowo ilościowe oznaczenia stężenia adrenaliny, noradrenaliny i dopaminy w osoczu krwi wykonano w Katedrze Biochemii Klinicznej Collegium Medicum UJ (kierownik prof. dr hab. B. Solnica). Do oznaczenia użyto komercyjnie dostępnego zestawu odczynników (3-CAT ELISA Fast Track, LDN, Nordhorn, Niemcy). Obecność adrenaliny, noradrenaliny i dopaminy w osoczu oznaczono metodą ELISA na mikroplątce, po uprzedniej ekstrakcji i konwersji do acylowanych pochodnych.

Ocenę ogólnego stanu zdrowia ochotnika wykonywano w oparciu 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.

Wszystkie próby prowokacyjne wykonano z wykorzystaniem telefonu marki Huawei model P 20 Lite (SAR = 0,75 W/kg, bateria – 3000 mAh, wymiary = 71,3 × 149 × 7,4 mm³). Telefon zalogowany był w sieci Play o częstotliwości 1800 MHz. Komunikację ograniczono do standardu 3G.

Badania autonomicznego układu nerwowego (AUN) wykonano w Katedrze Patofizjologii Collegium Medicum UJ (kierownik prof. dr hab. K. Gil). 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) oraz wskaźników hemodynamicznych serca wyznaczanych na podstawie pomiarów impedancji klatki piersiowej (kardioimpedancja).

Badania HRV i BPV zostały przeprowadzone w godzinach rannych (8.00 – 10.00), około godziny po lekkim śniadaniu, w pozycji leżącej. Przez okres 72 godzin przed badaniem ochotnicy, nie spożywali kawy, nie wykonywali ciężkiego wysiłku fizycznego oraz nie przyjmowali leków wpływających na aktywność układu autonomicznego. Po 20 minutowym odpoczynku w warunkach komfortu psychicznego i spokoju, częstość oddechów około 14/min, rejestrowano 15 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, (CNSystems, Graz, Austria) w spoczynku, następnie dokonywano rejestracji trwającej 15 minut podczas próby prowokacyjnej z wykorzystaniem telefonu komórkowego (tekst z audiobooka), a następnie 15 minut po zakończeniu używania telefonu. Osoba badana pozostawała sama w pomieszczeniu (monitorowana z zewnątrz). Przy uchu prawym przez okres całego badania był umieszczony telefon za pomocą specjalnego systemu mocowania.

Zapisy przebiegów HRV i BPV, po 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) uzyskując 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 audiometryczne wykonano w Katedrze Otolaryngologii Collegium Medicum UJ (kierownik prof. dr hab. J. Składzień). Dla określenia wpływu PEM na narząd słuchu wykonano badania prowokacyjne z wykorzystaniem audiometrii impedancyjnej, otoemisji akustycznej (OAE – otoacoustic emission) i audiometrii elektrofizjologicznej. Testy kliniczne zostały poprzedzone rutynowym badaniem otolaryngologicznym dla oceny błony bębenkowej połączonym z usuwaniem woskowiny z kanału ucha zewnętrznego. Osoby z widocznymi zmianami błony (zrosty, stan zapalny, dziury) nie uczestniczyły w testach klinicznych. Wszystkie badania przeprowadzono dwukrotnie przed i po próbie prowokacyjnej z wykorzystaniem telefonu komórkowego, osobno dla ucha prawego i ucha lewego.

Testy audiometrii impedancyjnej obejmowały tympanometrię oraz pomiar odruchu z mięśnia strzemiączkowego dla tonów o częstotliwości 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz i 4000 Hz korzystając z aparatu Zodiac 901 (Madsen Electronics, Budapeszt, Węgry). Badanie odruchu wykonuje się zwykle razem z tympanometrią. Zadaniem tympanometrii jest pomiar admitancji akustycznej ucha środkowego w funkcji ciśnienia powietrza w kanale słuchowym. W sondzie pomiarowej umieszczona jest miniaturowa słuchawka, z której emitowany jest ton testowy o częstotliwości 226 Hz, oraz miniaturowy mikrofon, który służy do pomiaru poziomu ciśnienia akustycznego w przewodzie słuchowym zewnętrznym.

Oceny stanu ucha środkowego na podstawie tympanogramu dokonuje się, stosując różne kryteria jakościowe i ilościowe. Kryteria jakościowe są oparte na klasyfikacji kształtów tympanogramów. Wielkościami wykorzystywanymi w ocenie ilościowej są: objętość kanału słuchowego zewnętrznego, admitancja statyczna (podatność statyczna), ciśnienie szczytowe, szerokość tympanogramu oraz jego stromość (gradient).

Sonda pomiarowa zawiera dodatkową słuchawkę, przez którą emituje się bodźce stosowane do wywoływania odruchu z mięśnia strzemiączkowego. Odruch strzemiączkowy jest odruchem obronnym ucha przed dźwiękami o zbyt dużym natężeniu. Ma na celu ochronę narządu Cortiego przed uszkodzeniem. Odruch polega na skurczu mięśni wewnątrzusznych oraz usztywnieniu łańcucha kosteczek, co osłabia bodziec akustyczny. W przypadku ustalania progu odruchu strzemiączkowego bada się zakres natężeniowy bodźca od 70 dB do 100 dB, aż odruch zostanie uwidoczniiony przez zmiany podatności statycznej ucha środkowego. Odruch strzemiącz-

kowy występuje zawsze w obu uszach niezależnie od ipsi- lub kontra-lateralnego sposobu pobudzenia. Dlatego odruch strzemiączkowy można rejestrować w dwojaki sposób. Pierwszym z nich jest rejestracja progu odruchów metodą ipsilateralną. Metoda ta jest metodą rejestracji odruchów przy bodźcowaniu i odczytywaniu poziomu progu odruchów z ucha badanego. Drugą metodą, wykorzystywaną m.in. w diagnostyce ośrodkowych porażań nerwu twarzonego, jest metoda kontrlateralna. Metoda ta polega na rejestracji odruchów strzemiączkowych podczas bodźcowania ucha przeciwnego do badanego. Wynik badania podawany jest jako minimalna wartość natężenia bodźca, przy którym obserwujemy odruch strzemiączkowy dla tonów o częstotliwości 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz i 4000 Hz.

Otoemisja akustyczna to zjawisko generowania bardzo cichego sygnału akustycznego, który powstaje w ślimaku na skutek skurczu komórek słuchowych zewnętrznych. Metoda opiera się na emisji przez ucho wewnętrzne dźwięków w odpowiedzi na bodziec akustyczny (trzask). Słaby sygnał emitowany jest przez ucho wewnętrzne do otoczenia i może być rejestrowany za pomocą aparatury pomiarowej. W przeprowadzonych badaniach wykorzystano jedną z metod OAE, tzw. otoemisję akustyczną wywołaną trzaskiem (TEOAE – Transient Evoked Otoacoustic Emission). Zastosowano analizator otoemisji akustycznej Otodynamics ILO-96 (Hatfield, Wielka Brytania). Dla wywołania odpowiedzi ślimaka zastosowano trzask o czasie trwania 0.08 ms powtarzany z częstotliwością 50 Hz o maksymalnej intensywności ~80 dB. Rejestrowane sygnały były uśredniane (aparat ILO-96 automatycznie kończy pomiar po zarejestrowaniu 260 odpowiedzi ślimaka) i poddawane analizie fourierowskiej. Ponieważ impuls wzbudzający (trzask) jest sygnałem o szerokim widmie częstotliwości, zbiór wielu częstotliwości jest przekazywany jednocześnie do ślimaka a analiza fourierowska zapewnia uzyskanie informacji dotyczących funkcjonowania ślimaka w różnych zakresach częstotliwości. Typowe widmo zawiera w zakresie 0,5 ÷ 5,0 kHz kilka rejonów o szerokości kilkuset Hz, gdzie otoemisja występuje znacznie powyżej szumu tła. Wynik badania podawany jest z reguły jako procent odpowiedzi ślimaka na sygnały wzbudzające określony dla różnych częstotliwości (0,8 kHz, 1,6 kHz, 2,4 kHz, 3,2 kHz, 4,0 kHz).

Kolejną metodą badania słuchu zastosowaną w badaniach było badanie słuchowych potencjałów wywołanych (ABR – Auditory Brainstem Response). ABR opiera się na rejestracji potencjałów bioelektrycznych, powstających w różnych częściach drogi słuchowej po podaniu bodźca akustycznego. W układzie słuchowym można zarejestrować potencjały, które są generowane w ślimaku, nerwie słuchowym, pniu mózgu, ośrodkach podkorowych i korze mózgowej. W praktyce klinicznej największe znaczenie mają potencjały, które rejestruje się za pomocą elektrod powierzchniowych umieszczonych na głowie pacjenta (cztery elektrody), a bodźce akustyczne podawane są przez słuchawki umieszczone na uszach pacjenta. Badania ABR wykonano w kabinie ciszy wykorzystując aparat ICS Chartr 200 firmy Otometrics (Taastrup, Dania).

Badania termograficzne i dermatologiczne wykonano w Zakładzie Biofizyki CM UJ (kierownik prof. dr hab. E. Rokita) we współpracy z Katedrą Dermatologii CM UJ (kierownik prof. dr hab. A. Wojas-Pelc). 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. Z grupy badanej wyłączeni zostali ochotnicy, u których stwierdzono przewlekłe choroby zapalne i autoimmunologiczne, schorzenia dermatologiczne oraz nowotwory (skóry i ogólne).

Po stabilizacji w warunkach temperatury pokojowej ochotnicy (pacjenci) poddawani byli oględzinom dermatologicznym okolic głowy i szyi z wykorzystaniem dermatoskopu o powiększeniu 50x oraz wideo-dermatoskopu Firefly De-300 (Belmont, USA). Ocenę dermatologiczną przeprowadzono na podstawie wywiadu z pacjentem, oceniając skórę głowy i szyi. Uwzględniono obecność oraz stopień intensywności następujących zmian w czterostopniowej skali (0 – brak efektu, 1 – słaby, 2 – umiarkowany, 3 – nasilony):

1. świąd skóry,
2. uczucie ciepła skóry,
3. pieczenie skóry,
4. rumień skóry,
5. osutka grudkowo-krostkowa,
6. teleangiektazje,
7. zaburzenia pigmentacji.

Kolejnym krokiem badania było wykonanie badania termograficznego. Termogramy wykonywano z wykorzystaniem kamery termowizyjnej V-20 (Vigo System, Warszawa, Polska) pracującej w zakresie długości fal $8 \div 12 \mu\text{m}$. Badanie przeprowadzono w klimatyzowanym pomieszczeniu o stałej temperaturze. Po wykonaniu termogramów następowała próba prowokacyjna z wykorzystaniem telefonu komórkowego. Po próbie prowokacyjnej ponownie wykonywano pomiary termograficzne w tych samych płaszczyznach, co przed próbą. Po wykonaniu pomiarów termograficznych dokonywano ponownych oględzin dermatologicznych oraz wywiadu z pacjentem. Wykonywano również zdjęcia zmian skórnych, jeśli takie powstały na skutek próby prowokacyjnej. Bezpośrednio przed jak i po próbie prowokacyjnej wykonywano również termogram telefonu wykorzystywanego do badań.

Pomiary PEM zostały wykonane przez Zakład Biofizyki CM UJ (kierownik prof. dr hab. E. Rokita). Pomiary polegały na rejestracji natężenia składowej elektrycznej w siedmiu wybranych obszarach Krakowa i okolic. Obszary te zostały wytyczone wokół miejsc zamieszkania/pracy części uczestników badań klinicznych, w oparciu o podane przez nich kody pocztowe i z pominięciem lokalizacji rozproszonych. Wytyczając trasy, wzdłuż których dokonywano pomiarów, uwzględniono możliwie szeroki zakres miejsc potencjalnie odwiedzanych przez uczestników badań klinicznych: okolice sklepów i punktów usługowych, główne węzły komunikacji zbiorowej, skupiska przedsiębiorstw etc. Wykonano również dwa dodatkowe pomiary poza terenem Krakowa, w Skawinie oraz Lasach Tynieckich. Natężenie PEM mierzono ekspozymetrem ExpoM-RF (Fields at Work, Zurich, Szwajcaria). Umożliwia on rejestrację sygnałów (czas

próbki 3 s) o częstotliwościach od 87,5 MHz do 5875 MHz, zarówno dla poszczególnych pasm (w tym uplink i downlink), jak i sumarycznego, oraz pozycji, dzięki wbudowanemu nadajnikowi GPS. Wykonano dwa rodzaje pomiarów.

Pomiary dynamiczne, w trakcie których osoba wykonująca pomiary przemieszczała się między istotnymi punktami orientacyjnymi wewnątrz danego obszaru (budynki użyteczności publicznej, duże węzły komunikacyjne itp.). Po uprzednim sprawdzeniu, że ta metoda nie wpływa na zafałszowanie wskazań urządzenia, w czasie obchodu poszczególnych obszarów ekspozymetr umieszczony był w wewnętrznej kieszeni plecaka. O ile w opisie danego punktu pomiarowego nie zaznaczono inaczej, pomiary prowadzono między godziną 9:00 a 18:00 przez co najmniej 1.5 godziny (krócej dla obszarów dodatkowych), w dni robocze bez opadów atmosferycznych, przy temperaturze nie mniejszej niż 0°C i wilgotności nie większej niż 75%. Krótką charakterystykę obszarów, w których prowadzono pomiary dynamiczne podano poniżej.

1. Stare Miasto – centrum Krakowa.
2. Prądnik – zabudowa wielorodzinna, skupiska biurowców, ciągi komunikacyjne.
3. Ludwinów – zabudowa wielorodzinna, centrum handlowe, ciągi komunikacyjne, stacja TV w okolicy.
4. Kobierzyńska – zróżnicowana zabudowa jedno- i wielorodzinna, Kampus 600-lecia UJ, park technologiczny.
5. Bronowice – zabudowa wielorodzinna.
6. Skawina – 20-tysięczne miasto 10 km od Krakowa, zabudowa jednorodzinna w centrum wymieszana z blokami.
7. Lasy Tynieckie – obszar rekreacyjny w lesie.

Dla każdego z obszarów wyznaczono:

- średnie wartości natężeń składowej elektrycznej PEM dla każdego pasma obsługiwanego przez miernik i średnią dla wszystkich pasm (E_{sr});
- pasmo, którego średnia wartość natężenia składowej elektrycznej PEM była w danym obszarze największa (składowa maksymalna);
- średnią wartość natężenia składowej maksymalnej (E_{srmax}), oraz zakres (R_{max}) chwilowych wartości.

Drugi rodzaj pomiarów stanowiły pomiary statyczne w trakcie których odsłonięty ekspozymetr leżał w jednym miejscu przez co najmniej 2 godziny. Ze względu na niewielkie fluktuacje, ten czas jest wystarczający do wyznaczenia średniego natężenia składowej elektrycznej PEM. Ten typ pomiarów wykonano w wszystkich lokalizacjach, w których wykonywano badania kliniczne. Dla pomiarów statystycznych określono średnią wartość natężenia składowej elektrycznej PEM.

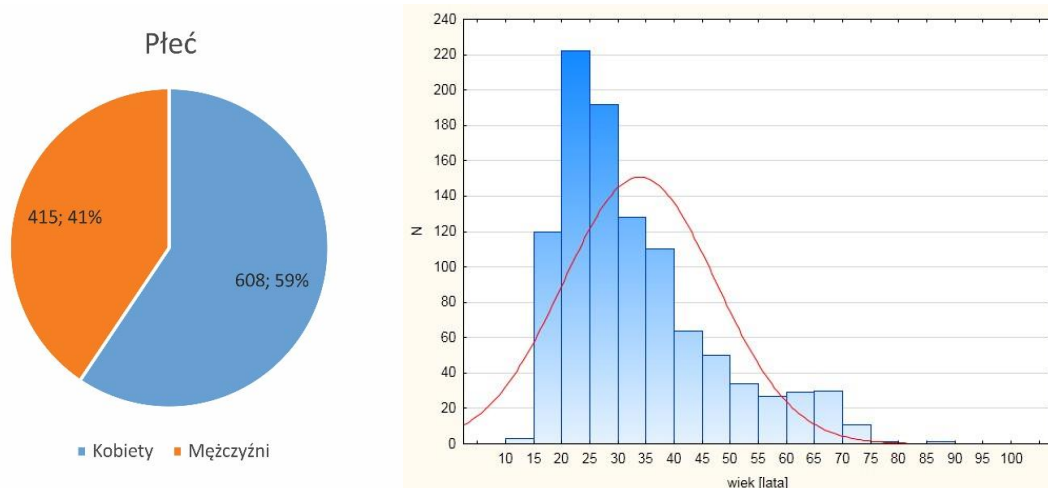
Omówienie wyników

Skuteczność kampanii informacyjnej oceniono poprzez liczbę publikacji, które były jej efektem. Łącznie pojawiło się 27 publikacji, w tym 2 publikacje prasowe, 19 publikacji internetowych i 6 publikacji radiowych. Inną metodą oceny skuteczności kampanii informacyjnej są statystyki strony umieszczonej w portalu społecznościowym (Facebook). Zasięg reklamy oszacowano na 37,5 tys. użytkowników Facebooka. Osiągnięto blisko dwa razy większą liczbę wyświetleń strony (64,2 tys.). Skutkiem kampanii informacyjnej były 1023 kompletnie wypełnione ankiety i 1854 ankiet wypełnionych częściowo.

Analizie poddano tylko wyniki ankiet wypełnionych kompletnie. Ankiety takie wypełniło 608 kobiety i 415 mężczyzn (Rys. 1). 739 osób, które wypełniły ankietę w sposób kompletny wyraziło zgodę na wzięcie udziału w dalszych badaniach klinicznych. Spośród tych osób wybrano grupę ochotników.

Ankieta zawierała 32 pytania (załącznik 1), a część z pytań stanowiły pytania otwarte. Szczegółowa analiza wyników ankiety wymaga czasu wobec zainteresowania tematem znacznie wykraczającego poza zakładane w trakcie planowania projektu. Poniżej zamieszczone zostały tylko najbardziej interesujące obserwacje.

59% osób, które wypełniły ankietę stanowią kobiety, co wskazuje na ich większe zainteresowanie problemami związanymi z oddziaływaniem pól na zdrowie. Spośród osób, które zadeklarowały chęć wzięcia udziału w badaniach klinicznych kobiety stanowią 54%.

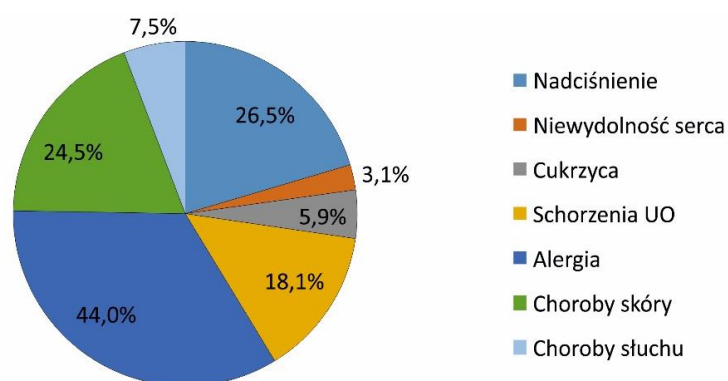


Rys. 1. Charakterystyka ankietowanej grupy.

Analizując wiek badanych uzyskano podobne wyniki niezależnie od płci. Średnia wieku badanych wynosiła 34 ± 14 lat (średnia \pm odchylenie standardowe) (Rys. 1). Zakres wieku badanych osób wynosił 13-88 lat. Histogram rozkładu wieku osiągał maksimum pomiędzy 20-tym, a 25-tym rokiem życia więc był asymetryczny i jego kształt wskazywał na zdecydowanie więk-

sze zainteresowanie tematem badań wśród osób młodych. Efekt ten może być jednak również spowodowany łatwiejszą dostępnością nowoczesnych środków komunikacji (Internet) w przypadku ludzi młodych.

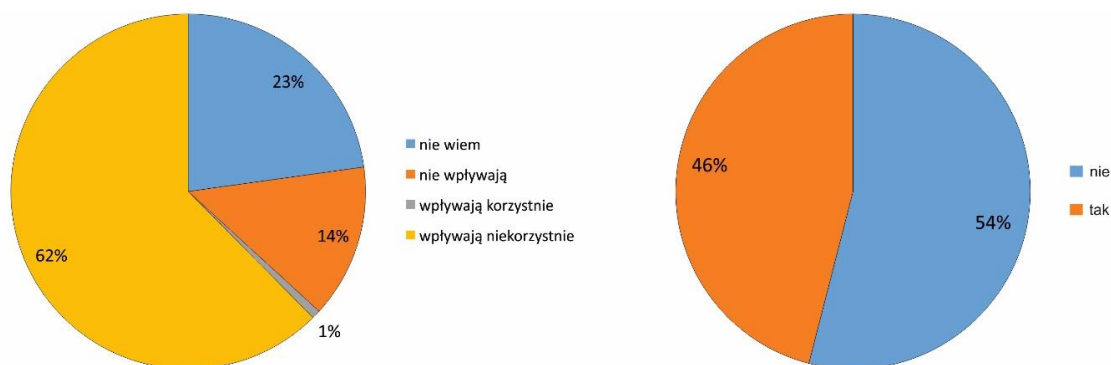
Część pytań miała na celu określenie stanu zdrowia badanych. Pytano o ogólny stan zdrowia oceniany w skali 0-5 (0 – bardzo zły, 5 – bardzo dobry). Większość ankietowanych oceniła swój stan zdrowia na dobry (ocena 4 – 53%) i bardzo dobry (ocena 5 – 23%). Z drugiej jednak strony na pytanie o choroby przewlekłe nieco ponad 1/3 badanych (35%) odpowiadała, że cierpi na jedną z chorób przewlekłych, których obecność dyskwalifikowała ochotników z badań klinicznych. Najczęstszymi problemami zdrowotnymi pośród osób zgłaszających takie problemy były alergie (44%), nadciśnienie tętnicze (26,5%) i choroby skóry (24,5%) (Rys. 2).



Rys. 2. Zgłaszane przez ankietowanych problemy zdrowotne.

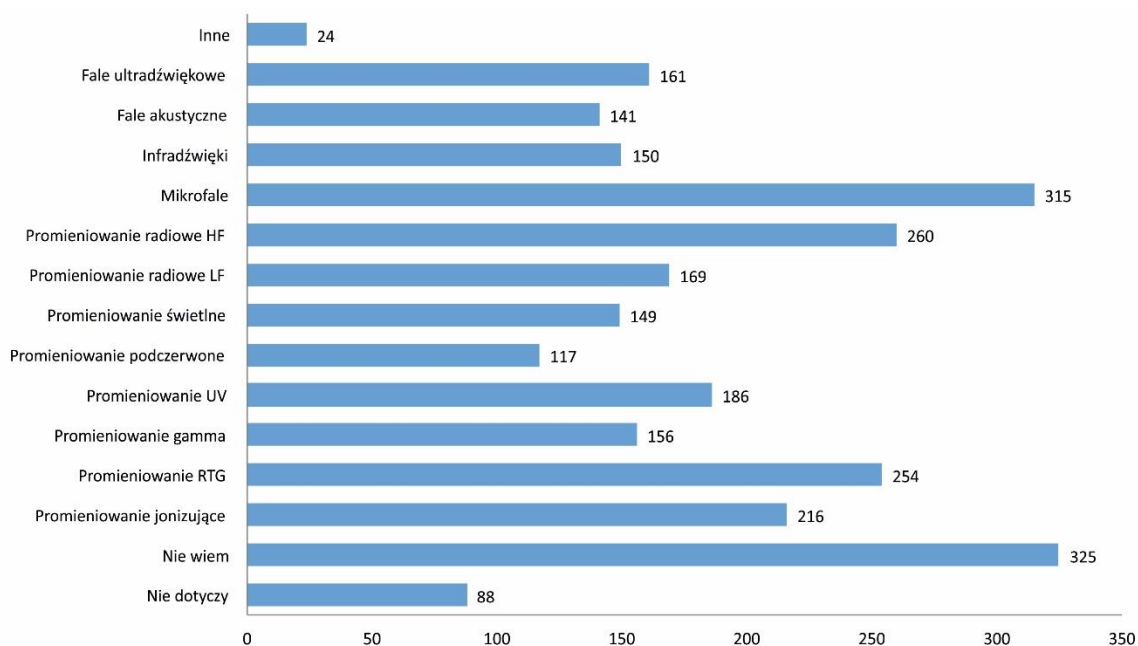
Interesujące są odpowiedzi na pytanie, czy według wiedzy ankietowanych urządzenia elektroniczne/elektryczne/telekomunikacyjne wpływają na zdrowie człowieka (Rys. 3). Niemal 2/3 ankietowanych odpowiada, że działają niekorzystnie (62%). 14% badanych uważa, że nie wpływają w żaden sposób, a mniej niż 1% uważa, że wpływają korzystnie. 23% przyznało się do braku wiedzy na ten temat i odpowiedziało, że nie wie.

Nieco inaczej rozkładają się odpowiedzi na pytanie, czy urządzenia tego typu wpływają niekorzystnie na stan zdrowia samych ankietowanych (Rys. 3). 54% badanych odpowiada, że nie wpływają niekorzystnie, a 46%, że odczuwa pogorszenie samopoczucia i wiąże to z oddziaływaniem takich urządzeń. W tym przypadku widać wyraźną dysproporcję, gdy zanalizuje się płeć osób ankietowanych. W przypadku kobiet nieco ponad połowa uważa, że ich samopoczucie wiąże się z oddziaływaniem urządzeń (53%), podczas gdy prawie 2/3 mężczyzn nie obserwuje tego rodzaju zależności u siebie (64%).



Rys 3. Odpowiedzi ankietowanych na pytanie, czy urządzenia generują czynniki wpływające niekorzystnie na zdrowie człowieka (po lewej) i czy wpływają niekorzystnie na samopoczucie ankietowanych (po prawej).

Jednym z pytań testujących wiedzę osób badanych na temat zjawisk i czynników fizycznych, które mogą mieć potencjalny wpływ na zdrowie ludzi, było pytanie o rodzaje promieniowania emitowanego przez urządzenia elektryczne stosowane na co dzień, które ich zdaniem niekorzystnie wpływają na ich samopoczucie. Ankieta sugerowała wybór czynników fizycznych, które rzeczywiście mogą być emitowane przez tego typu urządzenia (mikrofale, fale radiowe, promieniowanie UV), ale również wpływ czynników, które nie są związane z urządzeniami stosowanymi powszechnie (promieniowanie gamma, promieniowanie X, promieniowanie jonizujące). W pytaniu można było dokonać wielokrotnego wyboru. Na pytanie udzielono 2711 odpowiedzi. Procentowy udział poszczególnych odpowiedzi był podobny bez względu na płeć ankietowanych. 12% ankietowanych przyznało, że nie wie jakiego rodzaju promieniowanie wpływa niekorzystnie na ich samopoczucie. 23% ankietowanych, czyli niemal 1/4 uważa, że jest to promieniowanie gamma, X lub promieniowanie jonizujące. 16% osób biorących udział w ankiecie wiąże oddziaływanie prawidłowo z falami radiowymi w zakresie niskich częstotliwości, lub wysokich częstotliwości. Niemal 12% wymieniło mikrofałe jako czynnik szkodliwy dla ich zdrowia (Rys. 4).



Rys. 4. Czynniki fizyczne generowane przez urządzenia elektryczne/elektroniczne/telekomunikacyjne wpływające niekorzystnie na zdrowie człowieka według wiedzy ankietowanych.

Osoby, które wiążą pogorszenie się swojego samopoczucia z oddziaływaniem urządzeń elektrycznych/elektronicznych/telekomunikacyjnych miały możliwość określenia nasilenia obserwowanych u siebie objawów w skali 0-5 (0 – bardzo słabe, 5 – bardzo mocne). Najwięcej osób wskazywało nasilenie objawów mniej więcej w środku przyjętej skali. 27% badanych wybrało odpowiedź "2", a 44% odpowiedź "3".

Dość istotnym problemem związanym z metodologią przyjętych badań klinicznych był problem skali czasowej w jakiej osoby uważające się za elektrowrażliwe odczuwają symptomy niekorzystnego oddziaływania na ich organizmy. Pytanie było sformułowane w taki sposób, że badany miał wybrać jednostkę czasu i określić czas przy pomocy liczby. Niestety takie podejście okazało się dla użytkowników zbyt skomplikowane i jedyną informacją na temat skali czasowej występowania symptomów jest określenie rzędu wielkości ich opóźnień w stosunku do ekspozycji na promieniowanie generowane przez urządzenia, z którymi mają do czynienia ankietowani. 12% osób, które udzieliły odpowiedzi na to pytanie wybrała dni, 68% – godziny, a 20% – minuty do opisu odcinka czasu pomiędzy ekspozycją, a jej skutkami. Wynika z tego, że gdyby teza o niekorzystnym oddziaływaniu promieniowania miała okazać się prawdziwa, to najlepszym rozwiązaniem byłoby obserwowanie osób poddawanych próbie prowokacyjnej przez kilka godzin po próbie. Nie mniej jednak efekty powinny być obserwowane u około 20% osób elektrowrażliwych poddawanych takim próbom.

Starano się określić ekspozycję na promieniowanie mikrofalowe pochodzące od telefonów komórkowych zadając pytanie o łączny czas, jaki spędzają badani korzystając z telefonów komórkowych. Przez łączny czas rozumiemy tutaj czas poświęcony na rozmowy telefoniczne, wysyłanie SMS-ów i korzystanie z Internetu.

Czasy określone przez badanych skategoryzowano w pierwszej kolejności w przedziałach 0-240, 240-480, 480-720, 720-960 i powyżej 960 minut dziennie. W pierwszej kategorii sklasyfikowano 73% badanych, w drugiej 21%. Co ciekawe łącznie 1,5% sklasyfikowano w ostatnich dwóch kategoriach, czyli jako użytkowników telefonów komórkowych, którzy korzystają z nich przez więcej niż 12 godzin dziennie.

Ponieważ 94% ankietowanych określiło czas wykorzystywania telefonu komórkowego pomiędzy 0, a 240 minut czas korzystania z telefonu skategoryzowano również w odcinkach godzinnych (godziny dziennie): 0-1 – 19%, 1-2 – 23%, 2-3 – 18%, 3-4 – 13%, 4-5 – 11% i powyżej 5 godzin – 16%.

Jednym z pytań mających pośrednio określić wiedzę ankietowanych na temat oddziaływania pól na zdrowie i chronienia się przed ewentualnym negatywnym wpływem było pytanie o stosowanie zestawu głośnomówiącego podczas wykonywania rozmów telefonicznych. Było to pytanie wielokrotnego wyboru, w którym ankietowani mogli wybrać kilka odpowiedzi. W pytaniu tym padło łącznie 1112 odpowiedzi. W 597 przypadkach była to odpowiedź, że ankietowany nie stosuje żadnej formy zestawu głośnomówiącego, co stanowi 54%. Odsetek osób nie używających zestawu, albo trybu głośnomówiącego wśród kobiet stanowi 55%, a wśród mężczyzn 52%. Wyniki te są bardzo zbliżone u obydwu płci, co może dziwić wobec faktu, że 54% kobiet nie widzi związku pomiędzy swoim samopoczuciem, a oddziaływaniem urządzeń telekomunikacyjnych i elektronicznych, podczas gdy aż 2/3 mężczyzn nie widzi takiego związku.

Wyniki ankiety mogą sugerować, że w społeczeństwie nie występuje obawa związana z instalowaniem elementów infrastruktury telekomunikacyjnej. 711 osób nie wykazało wiedzy na temat lokalizacji stacji bazowych telefonii komórkowej w ich miejscu zamieszkania, co stanowi prawie 70% ankietowanych. Tylko około 23% ogółu badanych ma świadomość, że w okolicy ich miejsca zamieszkania zainstalowane są stacje bazowe telefonii komórkowej. Wydaje się, że gdyby stacje bazowe były postrzegane jako zagrożenie dla zdrowia badanych, to większy odsetek wykazałby się zainteresowaniem ich lokalizacją, a to przełożyłoby się na większy odsetek osób, które próbowałyby odpowiedzieć na takie pytanie.

Wykonanie testów klinicznych dla wszystkich osób (739), które wyraziły zainteresowanie badaniami nie było możliwe ze względów czasowych i finansowych. Zdecydowano o przeprowadzeniu testów klinicznych wyłącznie dla zdrowych mężczyzn. W pierwszej kolejności wykonano badania biochemiczne krwi ochotników. Wyznaczane parametry można podzielić na dwie grupy. Grupę pierwszą stanowiły parametry świadczące o ogólnym stanie zdrowia (Tabela 1, kolumny B-AM i AR-AS). Dla drugiej grupy dodatkowo wykonano oznaczenia parametrów (Tabela 1, kolumny AN-AQ, AT-AV), których poziomy mogą zostać zaburzone w wyniku działania PEM. Dotyczy to parametrów charakteryzujących działanie tarczycy (Tabela 1, kolumny AN-AO), markera stanu narządów płciowych (Tabela 1, kolumna AP), wskaźnika stresu (Tabela 1, kolumna AQ) oraz poziomu neurotransmiterów (Tabela 1, kolumny AT-AV). Wykaz oznaczeń wraz z jednostkami podano w Tabeli 2.

Analiza danych zawartych w Tabeli 1 dowodzi, że nieznaczne przekroczenie norm zaobserwowano jedynie w kilku przypadkach (< 1%). Żaden z uzyskanych wyników nie świadczy o występowaniu ostrych stanów chorobowych wymagających podjęcia działań terapeutycznych. Warto także podkreślić, że wyniki badań biochemicznych pokrywały się z wynikami podmiotowego i fizykalnego badania lekarskiego.

Tabela 1. Wyniki badań krwi dla grupy 33 ochotników.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	6,46	3,07	2,38	0,49	0,43	0,07	0,02	47,5	36,8	7,6	6,7	1,1	0,0	4,18	13,7	39,9
2	5,14	3,15	1,35	0,44	0,13	0,05	0,02	61,2	26,3	8,6	2,5	1,0	0,0	5,22	15,6	45,0
3	7,35	4,29	2,40	0,50	0,10	0,05	0,01	58,3	32,7	6,8	1,4	0,7	0,0	4,75	14,3	40,7
4	5,43	2,76	1,74	0,62	0,23	0,06	0,02	50,9	32,0	11,0	4,2	1,1	0,0	4,91	14,5	41,9
5	4,83	2,70	1,23	0,54	0,29	0,04	0,03	55,9	25,5	11,0	6,0	0,8	1,0	4,64	15,4	41,7
6	6,44	3,69	2,01	0,64	0,05	0,03	0,02	57,3	31,2	9,9	0,8	0,5	0,0	4,71	14,9	42,5
7	6,81	3,23	2,51	0,65	0,37	0,04	0,01	47,5	36,9	9,5	5,4	0,6	0,1	5,12	14,0	42,2
8	4,94	2,37	1,71	0,65	0,17	0,04	0,00	48,0	34,6	13,0	3,4	0,8	0,0	4,83	15,3	44,1
9	5,96	3,51	1,70	0,56	0,14	0,03	0,02	59,0	28,5	9,4	2,3	0,5	0,0	4,91	13,9	42,6
10	6,05	3,24	1,67	0,56	0,49	0,07	0,02	53,5	27,6	9,3	8,1	1,2	0,0	5,2	15,2	45,0
11	6,87	4,12	1,8	0,74	0,17	0,02	0,02	59,9	26,2	11,0	2,5	0,3	0,0	4,92	15,2	43,9
12	8,52	4,96	2,62	0,63	0,26	0,02	0,03	58,1	30,8	7,4	3,1	0,2	0,0	5,23	16,0	46,1
13	6,44	3,54	2,17	0,55	0,14	0,03	0,01	54,9	33,7	8,5	2,2	0,5	0,0	5,16	15,6	44,5
14	6,52	3,51	2,47	0,40	0,07	0,05	0,02	53,8	37,9	6,1	1,1	0,8	0,0	5,26	14,8	44,9
15	8,73	5,38	2,23	0,68	0,32	0,05	0,07	61,6	25,5	7,8	3,7	0,6	1,0	5,93	17,3	49,8
16	5,42	2,41	2,09	0,70	0,16	0,02	0,04	44,4	38,6	13,0	3,0	0,4	1,0	4,96	14,9	44,0
17	8,31	4,40	2,73	0,69	0,36	0,11	0,02	53,0	32,9	8,3	4,3	1,3	0,0	4,55	14,6	42,6
18	4,63	2,27	1,75	0,46	0,10	0,04	0,01	49,0	37,8	9,9	2,2	0,9	0,0	5,61	16,7	48,6
19	5,02	2,57	1,84	0,47	0,10	0,03	0,01	51,1	36,7	9,4	2,0	0,6	0,2	5,51	15,6	47,2
20	7,29	3,74	3,02	0,42	0,07	0,02	0,02	51,2	41,4	5,8	1,0	0,3	0,0	6,13	17,9	52,4
21	7,01	3,94	2,23	0,62	0,14	0,03	0,05	56,3	31,8	8,8	2,0	0,4	0,7	5,20	16,1	47,1
22	5,13	1,95	2,69	0,34	0,12	0,02	0,01	38,1	52,4	6,6	2,3	0,4	0,0	4,91	15,9	43,5
23	6,71	3,03	2,65	0,55	0,41	0,05	0,02	45,2	39,5	8,2	6,1	0,7	0,0	4,90	13,1	39,9
24	5,01	2,24	2,05	0,42	0,23	0,06	0,01	44,7	40,9	8,4	4,6	1,2	0,0	4,87	15,3	42,7
25	5,13	2,59	1,74	0,55	0,20	0,03	0,02	50,5	33,9	11,0	3,9	0,6	0,0	5,82	18,5	53,3
26	6,71	2,96	2,89	0,57	0,22	0,06	0,01	44,1	43,1	8,5	3,3	0,9	0,0	4,96	15,6	43,5
27	4,16	1,80	1,84	0,41	0,08	0,02	0,01	43,3	44,2	9,9	1,9	0,5	0,0	5,32	15,6	46,1
28	5,60	2,69	2,30	0,47	0,11	0,02	0,01	47,9	41,1	8,4	2,0	0,4	0,2	5,37	16,6	48,0
29	6,56	2,83	2,85	0,52	0,29	0,04	0,03	43,2	43,4	7,9	4,4	0,6	0,5	5,79	17,0	48,0
30	4,17	2,69	0,85	0,56	0,05	0,01	0,01	64,6	20,4	13,0	1,2	0,2	0,2	5,00	14,8	42,5
31	5,80	3,82	1,15	0,61	0,17	0,03	0,02	66,0	19,8	11,0	2,9	0,5	0,0	4,77	15,1	44,6
32	5,35	2,91	1,96	0,40	0,04	0,03	0,01	54,4	36,6	7,5	0,7	0,6	0,0	5,31	16,4	47,6
33	5,98	2,96	2,45	0,43	0,10	0,02	0,02	49,5	41,0	7,2	1,7	0,3	0,0	5,14	15,5	45,7

Tabela 1 cd.

A	R	S	T	U	V	W	X	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
1	95,5	32,8	34,3	45,4	12,8	0,6	3,6	259	10,5	9,6	21,3	0,25	138	4,81	6,14
2	86,2	29,9	34,7	40,4	13,1	2,1	4,2	176	14,2	11,4	37,5	0,20	139	4,69	5,44
3	85,7	30,1	35,1	35,9	11,5	1,3	3,9	249	14,1	11,4	37,0	0,28	140	4,63	5,50
4	85,3	29,5	34,6	39,9	13,0	2,5	4,2	165	14,8	11,5	36,8	0,19	139	4,36	5,15
5	89,9	33,2	36,9	38,8	11,8	0,6	3,3	138	13,5	11,1	33,2	0,15	141	4,57	5,25
6	90,2	31,6	35,1	38,6	11,6	0,6	3,3	197	15,2	12,3	44,3	0,24	140	5,12	5,35
7	82,4	27,3	33,2	37,2	12,3	3,1	4,4	257	13,7	11,2	34,7	0,29	138	4,55	5,29
8	91,3	31,7	34,7	41,0	12,4	0,7	3,6	274	10,5	9,8	22,8	0,27	138	4,77	5,47
9	86,8	28,3	32,6	41,2	13,2	2,1	3,8	235	15,0	12,0	40,6	0,28	140	4,87	6,09
10	86,5	29,2	33,8	41,3	13,2	2,1	4,1	198	12,5	10,6	30,2	0,21	142	4,59	5,57
11	89,2	30,9	34,6	36,6	11,4	0,6	3,7	354	11,3	9,9	23,7	0,35	137	4,89	6,56
12	88,1	30,6	34,7	39,9	12,3	1,3	3,9	256	13,4	10,9	33,3	0,28	143	4,64	5,22
13	86,2	30,2	35,1	37,2	11,8	1,3	4,1	300	10,2	9,4	20,8	0,28	140	4,59	5,59
14	85,4	28,1	33,0	43,7	14,1	3,6	4,1	250	16,0	12,4	43,8	0,31	142	4,90	5,07
15	84,0	29,2	34,7	37,4	12,3	2,4	4,9	247	10,6	9,5	20,9	0,24	141	4,62	5,13
16	88,7	30,0	33,9	41,1	12,6	1,6	3,8	165	13,5	11,1	34,9	0,18	141	4,20	5,61
17	93,6	32,1	34,3	41,1	11,9	0,6	3,4	390	11,2	9,9	23,7	0,39	141	4,88	5,19
18	86,6	29,8	34,4	39,7	12,5	1,7	4,3	277	11,2	9,9	24,2	0,27	139	4,53	5,01
19	85,7	28,3	33,1	38,8	12,3	1,8	4,1	208	13,7	11,3	34,8	0,23	143	4,22	5,13
20	85,5	29,2	34,2	39,7	12,7	2,4	4,8	213	12,9	11,1	34,1	0,24	139	4,18	4,84
21	90,6	31,0	34,2	41,8	12,6	0,9	3,8	232	12,0	10,3	27,3	0,24	141	4,42	5,15
22	88,6	32,4	36,6	40,0	12,2	1,1	3,7	267	13,6	10,7	31,5	0,29	140	4,66	5,50
23	81,4	26,7	32,8	38,7	13,2	4,4	4,2	268	12,9	11,0	33,2	0,29	138	4,07	5,10
24	87,7	31,4	35,8	37,2	11,6	1,1	3,7	258	15,4	12,1	42,9	0,31	140	4,81	5,10
25	91,6	31,8	34,7	43,6	12,9	1,1	4,2	113	16,4	11,9	40,3	0,13	141	4,70	5,19
26	87,7	31,5	35,9	41,0	12,8	1,4	3,8	280	11,7	10,4	27,5	0,29	141	4,31	7,04
27	86,7	29,3	33,8	40,6	12,9	2,0	4,1	218	14,2	11,2	36,2	0,25	141	4,52	4,64
28	89,4	30,9	34,6	37,2	11,4	0,7	3,7	262	11,5	10,1	26,0	0,26	140	4,13	5,67
29	82,9	29,4	35,4	36,1	11,9	2,5	4,8	201	14,6	11,5	36,6	0,23	139	4,15	5,39
30	85,0	29,6	34,8	37,4	12,1	1,6	4,0	214	14,5	11,1	34,9	0,24	142	4,68	5,21
31	93,5	31,7	33,9	44,6	13,0	0,8	3,9	218	12,5	10,8	31,6	0,24	142	4,85	5,80
32	89,6	30,9	34,5	39,2	12,0	0,8	3,9	200	12,7	10,8	31,7	0,22	140	4,44	5,01
33	88,9	30,2	33,9	41,6	12,7	1,3	3,9	261	15,7	12,0	41,3	0,31	140	4,17	5,59

Tabela 1 cd.

A	AI	AJ	AK	AL.	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV
1	77	4,4	1,6	2,4	1,04	1,31	17,37	260,4	9,01	0,477	75,2	75,8	1077	128
2	107	4,4	1,5	2,3	1,18	1,82	14,33	312,0	9,71	0,486	5,7	31,1	218	92
3	80	4,8	2,3	2,4	0,33	1,30	16,80	271,3	8,28	0,156	141,0	65,9	674	73
4	84	4,1	1,5	1,3	2,76	4,15	15,13	241,7	10,6	1,56	23,0	48,7	506	52
5	82	3,2	1,6	1,3	0,46	2,73	18,59	209,5	12,1	0,24	172,0	34,5	324	49
6	89	4,0	1,4	2,4	0,6	2,54	16,09	448,6	16,3	0,906	11,3	43,5	662	49
7	71	3,7	1,8	1,5	0,69	2,11	19,95	204,0	11,8	0,156	4,5	97,6	177	49
8	84	4,4	1,6	2,0	1,82	2,81	13,18	238,6	7,68	0,672	228,0	31,1	435	80
9	63	3,5	1,2	2,0	0,73	1,37	14,22	178,8	8,07	0,51	37,0	42,0	359	49
10	91	5,3	1,7	3,2	0,74	2,56	15,24	153,8	11,5	0,181	2010	66,9	249	49
11	74	6,5	1,2	4,7	1,53	1,7	17,27	276,6	13,4	1,55	130	110,0	588	49
12	74	6,0	1,5	3,8	1,46	1,32	16,97	214,8	20,1	1,45	4,4	102,0	880	49
13	71	5,5	1,1	3,6	2,01	4,01	14,29	116,3	15,9	5,86	13,9	101,0	470	73
14	82	4,2	2,4	1,4	0,94	3,11	16,60	247,4	15,2	0,78	36,8	72,5	990	92
15	91	3,8	1,4	2,0	0,85	2,25	15,71	341,6	10,0	0,276	69,4	45,9	285	89
16	88	4,8	1,7	2,6	1,16	1,69	15,60	297,1	17,0	2,21	34,9	40,3	226	62
17	84	4,7	1,9	2,5	0,74	0,99	17,39	271,5	9,6	0,57	186,0	79,0	804	62
18	76	3,0	1,9	0,7	0,71	2,22	19,83	268,4	12,0	0,156	16,0	68,6	522	103
19	90	3,9	1,1	2,4	0,69	1,00	20,76	121,5	14,1	0,156	659,0	26,3	376	49
20	85	6,1	1,3	3,9	2,1	1,70	17,71	268,7	12,1	1,26	26,2	45,2	489	82
21	85	4,1	1,1	2,0	2,26	2,45	15,49	310,5	19,0	0,172	367,0	28,7	253	183
22	90	5,5	1,2	3,5	1,75	0,55	18,98	88,88	11,3	0,278	135,0	45,7	903	49
23	86	3,2	1,5	1,4	0,68	1,89	18,54	226,5	11,2	0,167	70,5	40,7	435	49
24	75	4,8	1,6	2,6	1,28	1,65	14,13	166,5	8,81	0,163	19,6	0,0	0	0
25	83	4,6	1,0	3,0	1,36	1,78	13,46	149,2	14,6	0,403	407,0	10,0	78	49
26	86	6,9	1,2	4,4	2,86	1,12	19,25	245,5	21,6	0,556	248,0	10,0	212	49
27	83	4,8	0,9	3,4	1,15	0,89	17,79	414,5	14,7	0,743	137,0	10,0	210	71
28	86	4,5	1,2	2,4	2,16	1,70	13,58	206,4	12,3	0,473	172,0	39,9	1066	172
29	91	3,7	0,8	1,3	3,46	1,34	15,90	146,1	7,82	0,791	127,0	51,7	547	49
30	81	2,4	0,8	1,2	0,67	2,20	18,02	188,4	6,44	1,28	9,8	24,1	343	73
31	89	3,9	1,8	1,6	1,08	2,26	17,39	264,0	16,6	1,81	29,1	142,0	1550	55
32	80	4,1	2,0	1,7	0,75	1,67	15,67	145,6	8,77	0,20	131,0	139,0	577	49
33	75	5,4	1,4	3,5	0,96	2,32	14,49	397,3	14,9	0,182	13,2	60,0	427	49

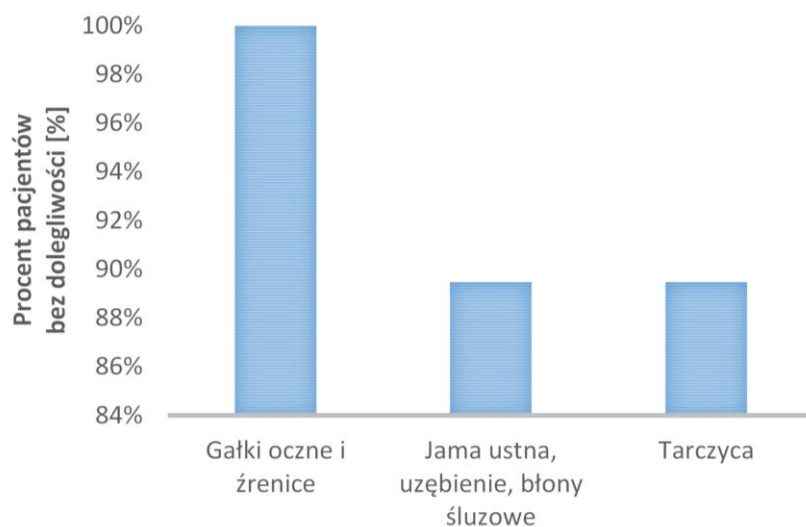
Tabela 2. Wykaz oznaczeń zastosowanych w Tabeli 1.

Oznaczenie	Parametr	Oznaczenie	Parametr
A	Nr ochotnika	Y	NRBC($10^3/\mu\text{l}$)
B	WBC($10^3/\mu\text{l}$)	Z	NRBC(%/100WBC)
C	NEUT($10^3/\mu\text{l}$)	AA	PLT(Płytki krwi)($10^3/\mu\text{l}$)
D	LYMPH($10^3/\mu\text{l}$)	AB	PDW(wskaźnik_anizocytozy)(fL)
E	MONO($10^3/\mu\text{l}$)	AC	MPV(fL)
F	EO($10^3/\mu\text{l}$)	AD	P-LCR(%)
G	BASO($10^3/\mu\text{l}$)	AE	PCT(%)
H	IG($10^3/\mu\text{l}$)	AF	Sód(mmol/L)
I	NEUT(%)	AG	Potas(mmol/L)
J	LYMPH(%)	AH	Glukoza(mmol/L)
K	MONO(%)	AI	Kreatynina($\mu\text{mol/L}$)
L	EO(%)	AJ	Cholesterol(mmol/L)
M	BASO(%)	AK	Cholesterol_HDL(mmol/L)
N	IG(%)	AL.	Cholesterol_LDL(mmol/L)
O	RBC($10^6/\mu\text{l}$)	AM	Trójglicerydy(mmol/L)
P	HGB(Hemoglobina-g/dL)	AN	TSH($\mu\text{IU/ml}$)
Q	HCT(Hematokryt)(%)	AO	FT4(pmol/L)
R	MCV(fL)	AP	Prolaktyna($\mu\text{IU/mL}$)
S	MCH(pg)	AQ	Kortyzol($\mu\text{g/dL}$)
T	MCHC(g/dL)	AR	CRP(mg/L)
U	RDW-SD(fL)	AS	IgE_całkowite(IU/ml)
V	RDW-CV(%)	AT	Adrenalina(pg/mL)
W	Mikrocyty(%)	AU	Noradrenalina(pg/mL)
X	Makrocyty(%)	AV	Dopamina(pg/mL)

Podjęto także próbę korelacji wyników badań biochemicznych z dostępnymi danymi na temat poziomu PEM w środowisku w którym przebywa ochotnik. W tym celu wykorzystano dane uzyskane z ankiety (załącznik 1) oraz z wykonanych pomiarów poziomu PEM w środowisku (mieszkanie/praca) w którym funkcjonuje badana osoba. Nie stwierdzono istnienia żadnych istotnych statystycznie korelacji. Należy jednak pamiętać, że zastosowana metodyka umożliwia jedynie zgrubne oszacowanie poziomu PEM oraz, że badania przeprowadzono ma grupie ochotników o niedużej liczebności (33 ochotników). Wyżej opisany wniosek powinien zostać potwierdzony w dodatkowych badaniach.

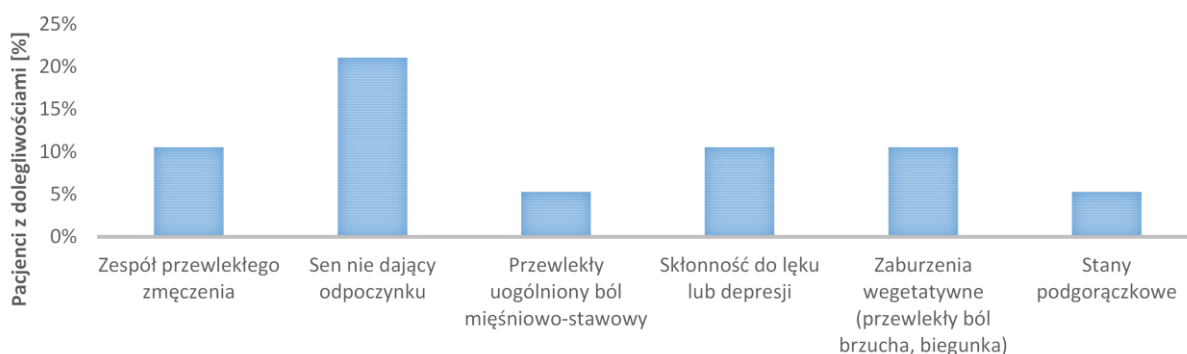
W analizie wyników lekarskiego badania ogólnego skoncentrowano się na wynikach badania okolic głowy i szyi. Wszyscy ochotnicy byli badani przez tego samego lekarza. W badaniach stwierdzono pewne zmiany w obrębie głowy i szyi (Rys. 5), które nie stanowią podstawy dla podjęcia terapii. Przykładowo Rys. 5 podaje procent zmian w przypadku gałek ocznych, jamy ustnej i tarczycy.

GŁOWA I SZYJA



Rys. 5. Odsetek pacjentów z brakiem dolegliwości w obrębie głowy i szyi.

Większy procent ochotników zgłaszał w trakcie badania podmiotowego objawy, które można powiązać z różnymi chorobami idiopatycznymi. W badaniach skoncentrowano się na sześciu objawach (Rys. 6). Próby korelacji występowania objawów z danymi na temat poziomu PEM w środowisku w których przebywa ochotnik, podobnie jak dla badań biochemicznych, nie dały pozytywnych rezultatów. Należy zwrócić uwagę, że dane są subiektywną oceną badanej osoby. Wyjaśnienie przyczyn wysokiego odsetka osób zgłaszających pewne objawy wymaga dalszych badań.



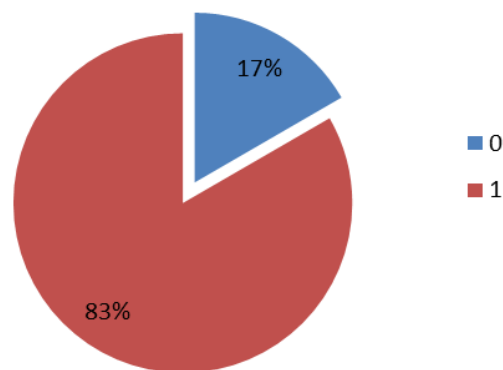
Rys. 6. Odsetek pacjentów zgłaszających dolegliwości typowe dla chorób idiopatycznych.

Przykładowy wynik badania AUN jednego pacjenta przedstawiono w załączniku 3. Pełne badanie obejmuje wyznaczenie ponad 50 parametrów, z których tylko część jest wykorzystywana w praktyce klinicznej (załącznik 3). 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. Stosowanie metod statystycznych w tej technice diagnostycznej ma ograniczoną wartość.

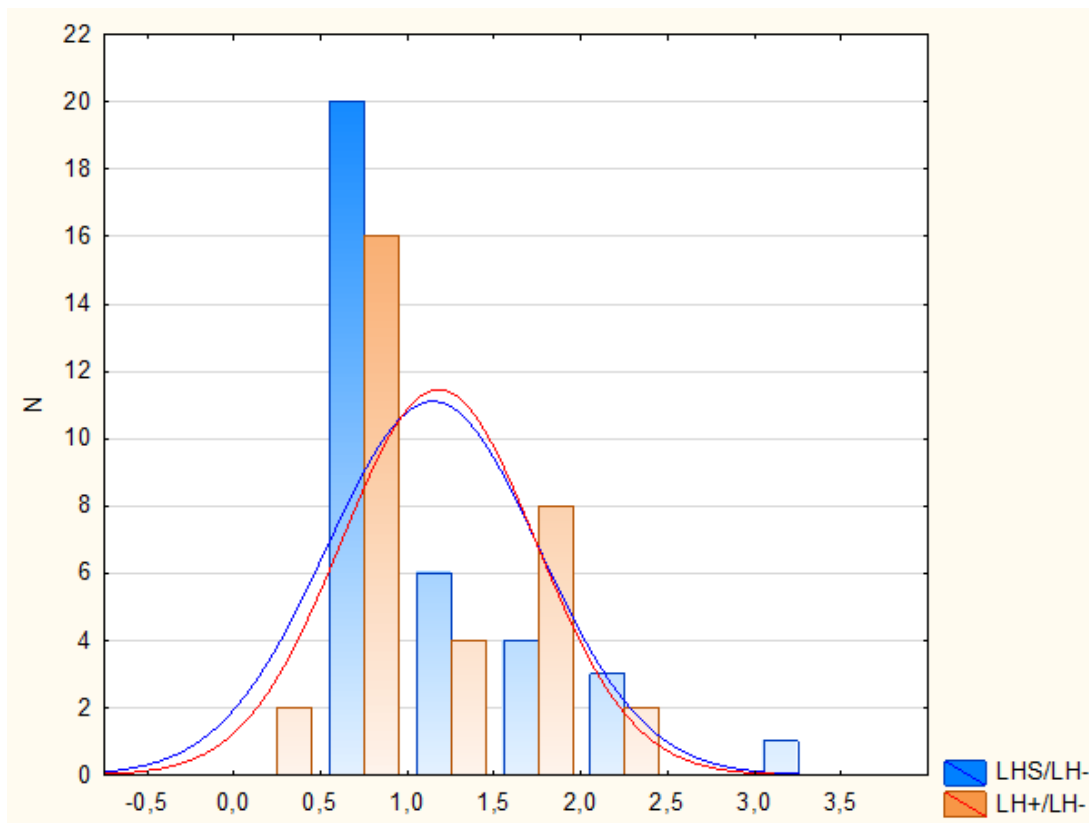
W przeprowadzonych badaniach dokonywano oceny AUN przed, w trakcie i po próbie prowokacyjnej z udziałem telefonu komórkowego. Na Rys. 7 przedstawiono procent ochotników u których stwierdzono zmiany w działaniu AUN w trakcie próby. Dotyczyło to zarówno grupy którą charakteryzowała się dominacją sympatyczną (58%) jak i parasympatyczną (42%). Po wykonaniu próby prowokacyjnej proporcje uległy odwróceniu (dominacja sympatyczna – 44%, parasympatyczna – 56%). Zmiany funkcjonowania AUN zaobserwowano w 83% badanych przypadków.

Wyniki AUN



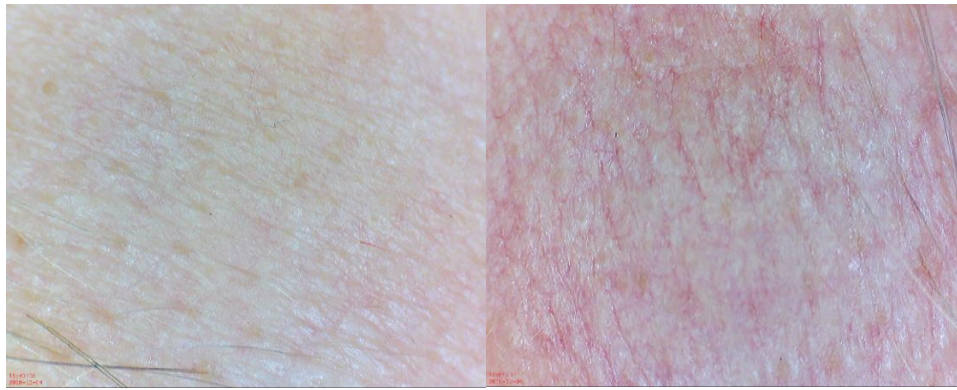
Rys. 7. Procent ochotników u których zaobserwowano zmiany działania AUN.
"0" – brak zmian; "1" – stwierdzono zmiany.

Obserwowane zmiany działania AUN rozciągały się w niektórych przypadkach na okres po zakończeniu próby prowokacyjnej. Rys. 8 przedstawia stosunek składowych niskoczęstotliwościowych widma fourierowskiego HRV odpowiednio w trakcie próby i przed próbą (LHS/LH-) oraz po zakończeniu próby i przed próbą (LH+/LH-). Zgromadzone wyniki dowodzą, że zastosowana próba prowokacyjna powoduje zmiany w równowadze sympatycznej-parasympatycznej AUN. Należy podkreślić, że zastosowana technika diagnostyczna dostarcza wyników obiektywnych bez udziału badanego osobnika. Pewnym ograniczeniem opisanych wniosków jest liczebność badanej grupy ochotników (34).



Rys. 8. Zmiany działania AUN przed, w trakcie i po próbie prowokacyjnej z wykorzystaniem telefonu komórkowego. Pełny opis podano w tekście.

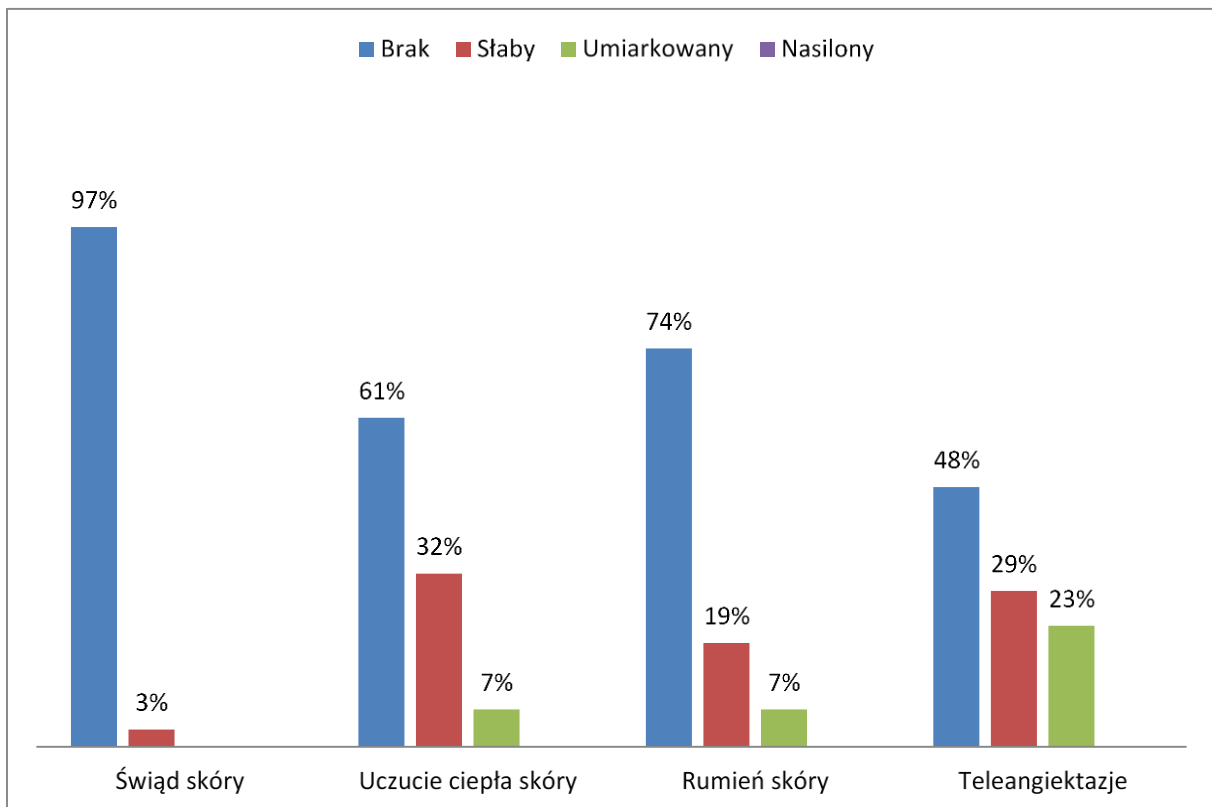
Testy termograficzne i dermatologiczne przeprowadzono dla grupy 39 ochotników. Na skutek przeprowadzonego wywiadu oraz badania dermatologicznego najczęstszym objawem dermatologicznym występującym u pacjentów po próbie prowokacyjnej było uczucie ciepła skóry, w obszarze poddanym ekspozycji, które zgłaszało 32% badanych pacjentów w stopniu słabym, natomiast 6,5% pacjentów w stopniu umiarkowanym. U 29% pacjentów, w stopniu słabym, a u około 23% w stopniu umiarkowanym po ekspozycji wystąpiły teleangiektazje objawiające się jako poszerzone naczynia w małżowinie usznej. Przykładowe zdjęcie opisanych teleangiektazji przedstawiono na Rys. 9. U około 19% pacjentów zaobserwowano również po ekspozycji rumień skóry w stopniu słabym i umiarkowanym u 6,5%. Około 3% pacjentów zgłaszało świąd skóry w obszarze poddanym ekspozycji. Pozostałych efektów nie zaobserwowano. Podsumowanie wyników badań dermatologicznych przedstawiono na Rys. 10.



Przed próbą

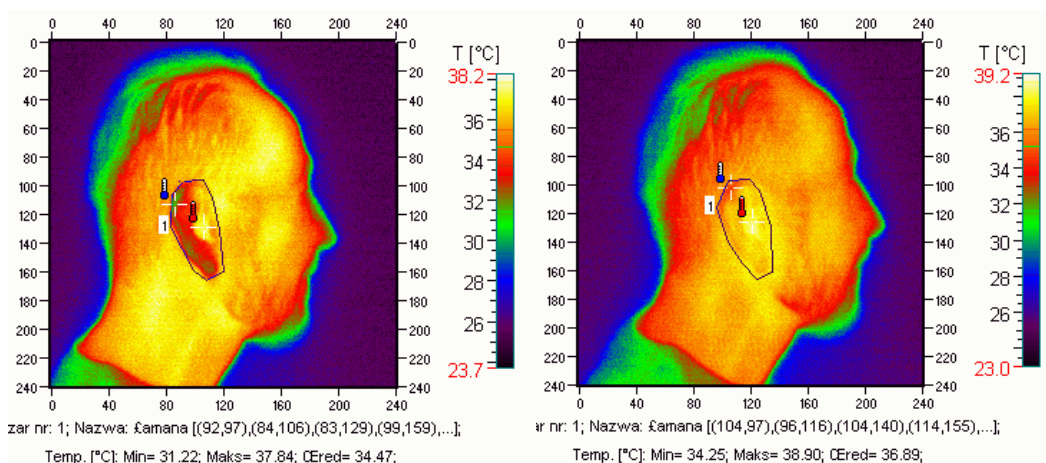
Po próbie

Rys. 9. Obraz fragmentu skóry małżowiny usznej przed i po próbie prowokacyjnej.



Rys. 10. Podsumowanie wyników badań dermatologicznych.

W celu ilościowej analizy efektów termicznych powstałych na skutek 15 minutowej prowokacji, obszary małżowiny usznej zarówno ucha eksponowanego jak i nieeksponowanego poddano procedurze segmentacji (konturowania). Przy pomocy programu dostarczonego przez producenta kamery V-20, wyznaczono wartości maksymalnych, minimalnych oraz średnich temperatur w wyróżnionym obszarze. Rys. 11 przedstawia przykładowe termogramy ucha poddanego próbie prowokacyjnej.



Przed ekspozycją

Po ekspozycji

Rys. 11 Termogramy ucha przed i po próbie prowokacyjnej.

Procedurę konturowania obszarów małżowiny usznej oraz twarzy przeprowadzono dla wszystkich zarejestrowanych termogramów. W Tabeli 3 przedstawiono wartości wyznaczonych temperatur.

Tabela 3. Zmiany temperatur [°C] dla ucha poddanego próbie, ucha niepoddanego próbie (ucho ref) i twarzy, przed i po próbie prowokacyjnej.

Parametr	Ucho przed	Ucho po	Ucho ref przed	Ucho ref po	Twarz przed	Twarz po
Średnia	31,9	33,8	31,6	32,1	32,9	33,7
Odchylenie standardowe	1,9	1,5	1,8	1,3	1,7	1,1
Minimum	28,8	31,0	29,1	29,8	29,3	31,7
Maximum	35,2	36,9	35,2	35,0	36,0	36,1

W celu oszacowania średniego przyrostu temperatury w trakcie próby prowokacyjnej oszacowano różnicę temperatur w wyznaczonym obszarze przed i po prowokacji oraz średni przyrost temperatury na powierzchni używanego telefonu. W Tabeli 4, przedstawiono średnie wartości przyrostu temperatury.

Tabela 4. Przyrosty temperatury (ΔT) wywołane próbą prowokacyjną [°C].

Parametr	ΔT ucho	ΔT ucho ref	ΔT twarz	ΔT telefon
Średnia	1,9	0,6	0,7	6,7
Odchylenie standardowe	1,2	0,9	0,8	2,2
Minimum	0,2	0,1	0,4	3,5
Maximum	5,0	3,0	2,5	10,4

W celu oszacowania różnic pomiędzy wartościami temperatur dla ucha oraz twarzy przed oraz po próbie prowokacyjnej przeprowadzono testy statystyczne. Ponieważ nie wszystkie rozkłady średnich temperatur spełniają warunek rozkładu normalnego zastosowano test Kolmogorova-Smirnova. Istotnie statystycznie wzrosty temperatury zaobserwowano jedynie dla małżowiny usznej poddanej prowokacji z użyciem telefonu komórkowego.

Dodatkowo, w celu oszacowania wpływu PEM na ogrzewanie okolic małżowiny usznej wyznaczono wzrost temperatury dla ucha poddanego próbie prowokacyjnej z użyciem telefonu w trybie "flight mode". Dla porównania obliczono także zmianę temperatury samego telefonu w trybie "flight mode" oraz w trybie normalnym w trakcie 15 minutowej aktywności aparatu. Wyniki zebrano w Tabeli 5. Należy podkreślić, że przyrost temperatury powierzchni małżowiny usznej średnio o 1,1°C (Tabela 5) statystycznie nie różni się od średniego przyrostu temperatury (Tabela 4) z użyciem telefonu w trybie normalnym ($p = 0,15$). Wyniki te wymagają dalszej analizy, gdyż nie odpowiadają jednoznacznie na pytanie jakie efekty są odpowiedzialne za nagrzewanie ucha poddawane działaniu telefonu komórkowego. Zmierzony przyrost temperatury na powierzchni ucha poddawane próbie prowokacyjnej jest kombinacją kilku efektów, których udziału nie udało się jednoznacznie określić. Można natomiast definitywnie stwierdzić, że zarejestrowana zmiana temperatury badanego fragmentu małżowiny usznej jest wynikiem działania:

- przewodzenia ciepła pomiędzy obudową aparatu telefonicznego, a tkanką;
- absorpcją przez tkankę PEM generowanego przez antenę telefonu;
- zaburzonym odprowadzaniem ciepła w procesie konwekcji przez skórę na skutek przyłożonego do ucha telefonu.

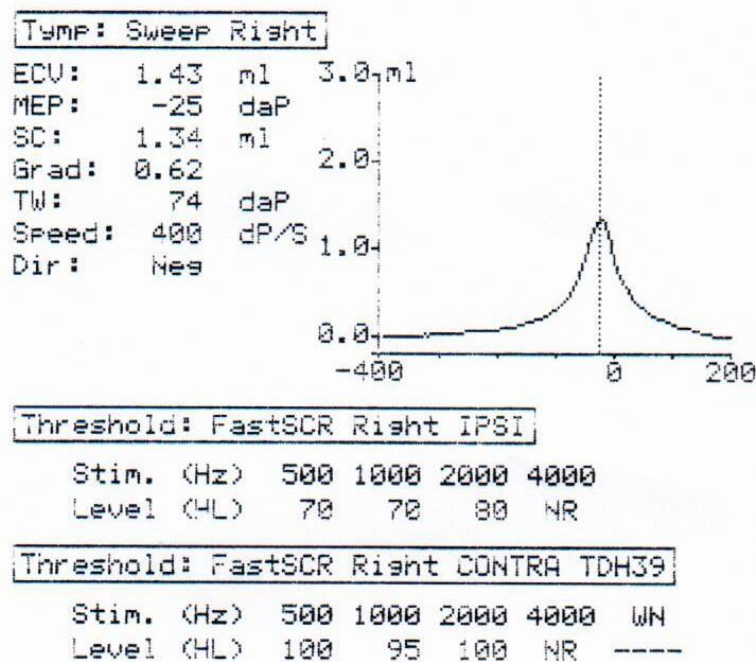
Jednoznaczne określenie efektów termicznych pochodzących tylko od PEM generowanych w bliskim polu anteny telefonu, wymaga modyfikacji zastosowanego układu eksperymentalnego. Wydaje się, iż zastosowanie zewnętrznej anteny smartfonu, generującej fale o takiej samej mocy w polu bliskim, pozwoliłoby definitywnie przetestować i rozdzielić efekt wzrostu temperatury wywołanej PEM od efektów transportu ciepła czy zaburzeń związanych z mechanizmami odprowadzania ciepła przez skórę.

Tabela 5. Przyrosty temperatury (ΔT) ucha i telefonu pracującego w trybie normalnym oraz w trybie "flight mode" [°C].

Parametr	ΔT ucho	ΔT ucho flight mode	ΔT Telefon	ΔT Telefon flight mode
Średnia	1,9	1,1	1,5	1,0
Odchylenie standardowe	1,2	0,8	0,5	0,3
Minimum	0,2	0,5	0,2	0,3
Maximum	5,0	1,8	4,0	1,2

Z powodu stwierdzonego niedosłuchu lub wyników przekraczających zakresy uznane w praktyce klinicznej za prawidłowe analizę statystyczną wykonano dla grupy 23 ochotników. W badaniu tympanometrycznym nie stwierdzono różnic w wyznaczanych parametrach dla obu uszu przed i po próbie prowokacyjnej z wykorzystaniem telefonu komórkowego. Przykładowy wynik badania tympanometrycznego przedstawiono na Rys. 12. Obliczona podatność statyczna ucha środkowego dla ucha lewego wynosi $(0,81 \pm 0,38 / 0,88 \pm 0,40)$, odpowiednio przed/po prowokacji). Dla ucha prawego otrzymano wartości $0,94 \pm 0,31 / 0,96 \pm 0,32$. Weryfikacja statystyczna nie wykazała istotnych różnic ($p = 0,56$, $p = 0,82$). Sprawdzone również różnicę pomiędzy uchem prawym i uchem lewym dla stosunków przed/po, która okazała się nieistotna statystycznie ($p = 0,15$).

W badaniach odruchu strzemiączkowego wykonano pomiary dla czterech częstotliwości bodźca dla każdego ucha w konfiguracji ipsi- oraz kontra-lateralnej. Sprawdzano przy jakim natężeniu bodźca pojawia się odruch strzemiączkowy. Analizę statystyczną wykonano porównując wyniki przed i po prowokacji.



Rys. 12. Przykładowy wynik badania tympanometrycznego. Przedstawiona analiza statystyczna dotyczy podatności statycznej ucha środkowego (SC).

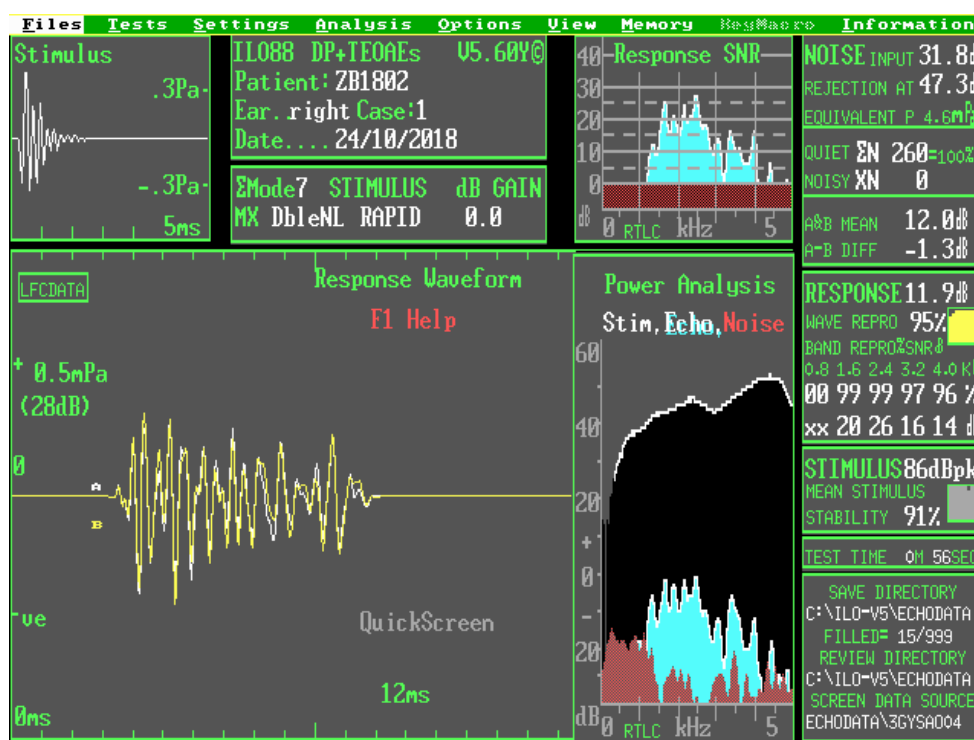
Przykładowe wyniki analizy statystycznej testu dla ucha prawego podano w Tabeli 6. Brak efektu zaobserwowano także dla ucha lewego. Analiza uzyskanych wyników jednoznacznie dowodzi, że badania metodą audiometrii impedancyjnej nie potwierdzają wpływu PEM na funkcjonowanie ucha środkowego.

W badaniu metodą otoemisji akustycznej określano generowanie sygnału akustycznego przez komórki słuchowe zewnętrzne w uchu wewnętrznym (ślimaku) w odpowiedzi na bo-

dziec o szerokim widmie częstotliwości (trzask). Wyniki wyrażono w procentach jako stosunek liczby odpowiedzi ślimaka w stosunku do liczby bodźców dla pięciu częstotliwości. Przykładowy wynik pomiaru przedstawiono na Rys. 13. Wyniki przeprowadzonej analizy statystycznej przedstawiono w Tabeli 7. Analiza wyników jednoznacznie dowodzi, że próba prowokacyjna z wykorzystaniem telefonu komórkowego nie powoduje żadnych w zmianach badania metodą otoemisji akustycznej.

Tabela 6. Pomiar odruchu strzemiączkowego dla ucha prawego. Podano wartości natężenia bodźca [dB] przy których obserwuje się odruch dla 4 częstotliwości.

	Odpowiedź ipsilateralna			Odpowiedź kontralateralna		
	Średnia Przed	Średnia Po	p	Średnia Przed	Średnia Po	p
500 Hz	81,4 ±9,4	80,1 ±8,9	0,87	83,4 ±10,2	86,1 ±10,1	0,40
1000 Hz	85,0 ±7,9	83,9 ±8,6	0,65	91,8 ±9,95	93,2 ±7,6	0,61
2000 Hz	84,3 ±7,9	82,7 ±8,6	0,65	92,0 ±8,0	93,1 ±7,6	0,63
4000 Hz	84,1 ±9,5	82,7 ±9,1	0,62	90,7 ±8,8	94,0 ±8,9	0,20



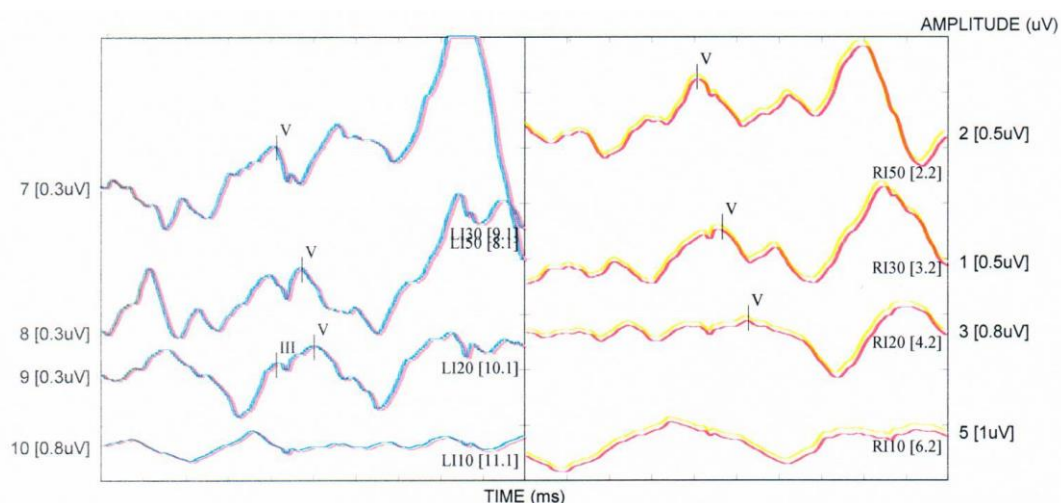
Rys. 13. Przykładowy wynik badania metodą otoemisji akustycznej.

Tabela 7. Wyniki badania metodą otoemisji akustycznej dla ucha prawego.

Częstotliwość	Średnia Przed	Średnia Po	p
800 Hz	81,2 ±27,9	78,4 ±33,4	0,76
1600 Hz	91,7 ±21,0	91,4 ±21,6	0,94

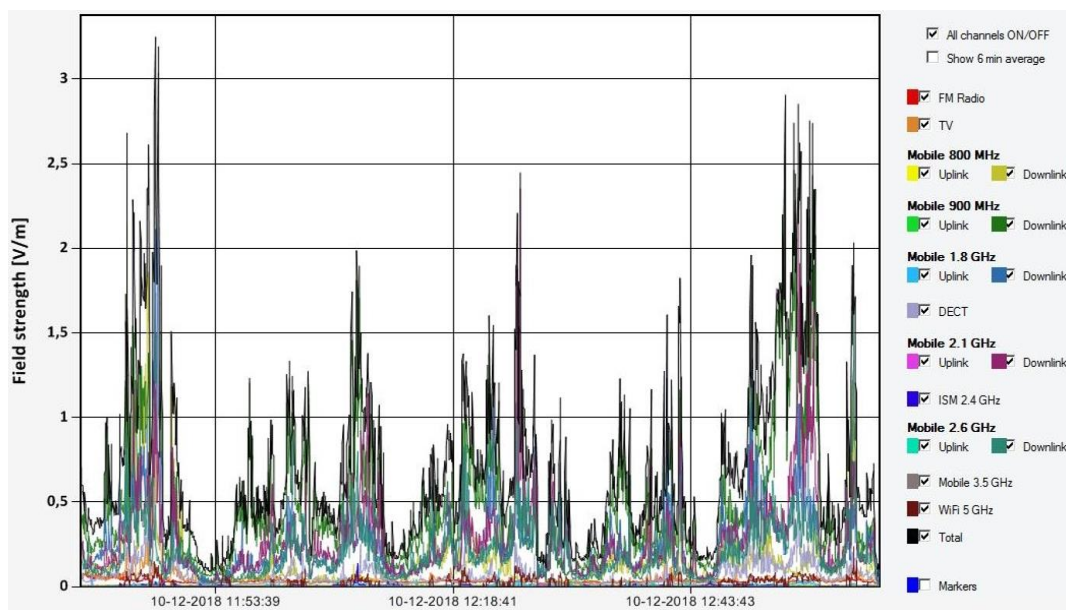
Częstotliwość	Średnia Przed	Średnia Po	p
2400 Hz	94,4 ±6,8	91,7 ±20,3	0,74
3200 Hz	93,7 ±8,6	90,1 ±20,2	0,44
4000 Hz	80,3 ±27,6	82,1 ±27,1	0,82

W ramach badań wykonano także testy sprawdzające użyteczność metody słuchowych potencjałów wywołanych (ABR) na wyniki próby prowokacyjnej z wykorzystaniem telefonu komórkowego. Przykładowy wynik badania przedstawiono na Rys. 14. W zastosowanym układzie istniała jedynie możliwość określania metodą ABR proggu słyszalności związanego z zanikiem fali V (dla prezentowanego na Rys. 14 przypadku 10 dB zarówno dla ucha lewego jak i prawego). W tej formie metoda ABR okazała się bezużyteczna w przeprowadzonych badaniach i testy zostały przerwane po wykonaniu wstępnych pomiarów. Metoda ABR, po dokonaniu modyfikacji standardowej wersji klinicznej, może być użyteczna w ocenie wpływu PEM na organizm. Jest to jedyna metoda, która zapewnia diagnostykę zaburzeń pozaślimakowych. Dodatkowo, wystąpienie fali V świadczy o dotarciu pobudzenia do słuchowych ośrodków kory mózgowej.



Rys. 14. Przykładowy wynik badania słuchowych potencjałów wywołanych: dla ucha lewego (L) i ucha prawego (R).

Przykładowe wyniki pomiarów z wykorzystaniem ekspozymetru ExpoM-RF przedstawiono na Rys. 15. Wyznaczone wartości średnie z przeprowadzonych pomiarów podano w Tabeli 8. Średnia wartość natężenia składowej elektrycznej PEM dla wszystkich obszarów na terenie Krakowa, objętych pomiarami dynamicznymi, wynosi 0,60 V/m. Na żadnym etapie pomiarów nie stwierdzono przekroczenia wartości dopuszczalnej, wynoszącej 7 V/m.



Rys. 15. Przykładowy wynik badania w wykorzystaniu miernika ExpoM-RF.

Tabela 8. Wyniki pomiarów dynamicznych, wykonanych w 7 obszarach na terenie miasta Krakowa i okolic [V/m]. Opis użytych symboli podano w tekście.

OBSZAR	E_{sr}	Składowa maksymalna	E_{srmax}	R_{max}
1. Stare Miasto	0,50	Sieć komórkowa 900 MHz (downlink)	0,28	4,83
2. Prądnik	0,76	Sieć komórkowa 900 MHz (downlink)	0,50	2,95
3. Ludwinów	0,64	Fale radiowe FM	0,23	1,60
4. Kobierzyńska	0,59	Sieć komórkowa 900 MHz (downlink)	0,34	3,14
5. Bronowice	0,49	Sieć komórkowa 900 MHz (downlink)	0,28	2,90
6. Skawina	0,35	Sieć komórkowa 900 MHz (downlink)	0,18	1,56
7. Lasy Tynieckie	0,11	Sieć komórkowa 800 MHz (downlink)	0,06	0,13

Pomiary statyczne prowadzono w pomieszczeniach, w których ochotnicy byli poddawani badaniom autonomicznego układu nerwowego, termografii i badaniom audiometrycznym. Zmierzone wartości zawarte były w zakresie $0,08 \div 0,11$ V/m. W przypadku pomiarów statycznych średnia wartość natężenia składowej elektrycznej PEM była zawsze mniejsza niż na zewnątrz budynków.

Otrzymane średnie wartości natężeń składowej elektrycznej PEM w siedmiu badanych obszarach (oraz ich wartość średnia) są dużo niższe od wartości dopuszczonej obowiązującymi nor-

mami. Należy zwrócić uwagę, iż natężenie zmienia się znacząco wraz ze zmianą miejsca pomiaru. Zastosowane metody dynamicznej z użyciem ekspozymetru wydają się być dobrą metodą określenia rzeczywistego pola działającego na organizm człowieka.

W przypadku prowadzenia w przyszłości bardziej rozbudowanych badań, dla określenia wpływ ekspozycji na PEM na organizm człowieka, warto rozważyć użycie ekspozymetrów osobistych wśród ochotników i dzielenie ich na grupy badawcze w oparciu o średnie dzienne natężenie składowej elektrycznej PEM, na które są narażeni. Uzyskane w toku prowadzonych badań dane wskazują, że uśrednione natężenia w różnych obszarach Krakowa są zbliżone – szacowane dla całego miasta pole można więc uznać za w przybliżeniu jednorodne. Aby faktycznie zróżnicować grupy badane na te, których członkowie narażeni są codziennie na istotnie wyższe i niższe natężenie PEM, należałoby jedną z nich dobrać spośród mieszkańców Krakowa, drugą zaś z terenów wiejskich.

Podsumowanie

Bazując na przeprowadzonych badaniach można wyciągnąć kilka ogólnych wniosków:

1. Badania ankietowe potwierdziły, że w badanej populacji (głównie mieszkańcy Krakowa i okolic) istnieje duże zainteresowanie tematyką działania PEM na organizm człowieka. Niestety zainteresowanie zupełnie nie koreluje ze stanem wiedzy w tym temacie.
2. Uzyskane wnioski w badaniach populacyjnych odnośnie wpływu PEM na organizm (testy biochemiczne, ogólne badanie lekarskie) mają ograniczoną wartość ze względu na zbyt małą liczbę osób włączonych do badań. Dodatkowo, ze względu na zbliżone wartości pól elektrycznych w Krakowie PEM nie jest czynnikiem różnicującym. Aby faktycznie zróżnicować grupy badane, należałoby jedną z nich dobrać spośród mieszkańców Krakowa, drugą zaś z terenów o wyraźnie niższym natężeniu PEM.
3. Przeprowadzone badania prowokacyjne wydają się być jedyną metodą określania wpływu PEM na organizm człowieka. Istotne wnioski można uzyskać dla badań przeprowadzonych na grupach o niższej liczebności niż grupy wykorzystywane w badaniach populacyjnych.
4. Przeprowadzone badania potwierdziły przyrost temperatury na powierzchni ucha podawanego próbie prowokacyjnej z wykorzystaniem telefonu komórkowego. Obserwowany wzrost temperatury jest kombinacją kilku efektów, których ilościowego udziału nie udało się jednoznacznie określić. Problem ten wymaga dalszych badań.
5. Badania dermatologiczne potwierdziły, że najczęstszym objawem stosowanych prowokacji były zmiany w układzie naczyniowym skóry (teleangiektazje), powstałe na skutek wzrostu temperatury w badanym obszarze małżowiny usznej.

6. Analiza wyników badań słuchu jednoznacznie dowodzi, że próba prowokacyjna z wykorzystaniem telefonu komórkowego nie powoduje żadnych zmian w wynikach zastosowanych testów audiometrycznych. Ewentualne wykorzystanie audiometrii w badaniach wpływu PEM na organizm wymaga modyfikacji metod stosowanych w praktyce klinicznej.
7. Badania autonomicznego układu nerwowego potwierdzają zmiany równowagi sympatycznej/parasympatycznej w wyniku zastosowanej próby prowokacyjnej. Otwartym pytaniem pozostaje wpływ obserwowanego efektu na funkcjonowanie organizmu. Zmiany równowagi sympatycznej/parasympatycznej są naturalnym efektem fizjologicznym.

Załącznik 1 ANKIETA

ANKIETA

Tytuł Badania:

WPŁYW PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH NA ORGANIZM CZŁOWIEKA

Niniejsza ankieta ma na celu wstępną kwalifikację uczestników do projektu badawczego pt. „Wpływ pól elektromagnetycznych na organizm człowieka”. Na podstawie wyników ankiety potencjalni uczestnicy zostaną zakwalifikowani do stosownych grup badawczych. Część wyników zebranych za pośrednictwem ankiet zostanie opracowana statystycznie i opublikowana w formie raportu i/lub publikacji naukowej.

Wszelkie wyniki uzyskane za pośrednictwem ankiety będą publikowane anonimowo, a dane osób biorących udział w projekcie zostaną zabezpieczone zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa przez jednostkę odpowiedzialną za wykonanie i koordynację projektu tj. Zakład Biofizyki Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego. Dane osób ankietowanych nie zostaną nikomu udostępnione.

1. Rok urodzenia
2. Płeć
3. Kod pocztowy miejsca zamieszkania
4. Kod pocztowy miejsca pracy
5. Jak określi Pani/Pan swój obecny stan zdrowia (w skali 0-5, gdzie 0 oznacza stan bardzo zły, a 5 oznacza stan bardzo dobry)
6. Czy występują u Pani/Pana jakieś choroby przewlekłe? Proszę wymienić jakie.
 nie tak, występują następujące:
.....
.....
7. Jeśli występują u Pani/Pana jakieś choroby przewlekłe, to jakie leki stosuje Pani/Pan w związku z tym na co dzień? Proszę wymienić.
 nie dotyczy stosuję następujące leki:
.....
.....
8. Czy w szczególności kiedykolwiek stwierdzono u Pani/Pana któreś z niżej wymienionych rodzajów schorzeń?
 nadciśnienie tętnicze niewydolność serca cukrzycę

- schorzenia układu oddechowego alergię choroby skóry
- choroby narządu słuchu

9. Czy w przeszłości przebyła Pani/Pan jakieś ciężkie schorzenia, albo zabiegi operacyjne?

- nie tak, przebyłam/przebyłem:

.....

.....

10. Czy rano po przebudzeniu czuje się Pani/Pan zmęczona/y i niewypoczęta/y?

- tak nie

11. Czy w ciągu dnia jest Pani/Pan zmęczona/y co utrudnia pracę i obowiązki domowe?

- tak nie

12. Czy występuje u Pani/Pana ból w wielu miejscach ciała, tj. rąk, nóg, klatki piersiowej i pleców, który jest wędrujący i trwa dłużej niż 3 miesiące?

- tak nie

13. Czy wg. Pani/Pana wiedzy urządzenia elektroniczne/elektryczne/telekomunikacyjne wpływają na zdrowie ludzi?

- wpływają korzystnie wpływają niekorzystnie nie wpływają nie wiem

14. Czy urządzenia elektryczne/elektroniczne/telekomunikacyjne wpływają niekorzystnie na Pani/Pana samopoczucie?

- tak nie

15. Uważa się, że oddziaływanie urządzeń elektrycznych/elektronicznych/telekomunikacyjnych stosowanych w życiu codziennym na człowieka wiąże się z emisją fal absorbowanych następnie przez jego organizm. Jakiego rodzaju promieniowanie emitowane przez tego typu urządzenia wg Pani/Pana wiedzy wpływa niekorzystnie na Pani/Pana samopoczucie? (można wybrać kilka możliwości)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> nie dotyczy | <input type="checkbox"/> nie wiem |
| <input type="checkbox"/> promieniowanie jonizujące | <input type="checkbox"/> promieniowanie rentgenowskie |
| <input type="checkbox"/> promieniowanie gamma | <input type="checkbox"/> promieniowanie ultrafioletowe |
| <input type="checkbox"/> promieniowanie podczerwone | <input type="checkbox"/> promieniowanie świetlne |
| <input type="checkbox"/> fale radiowe niskich częstotliwości | <input type="checkbox"/> fale radiowe wysokich częstotliwości |
| <input type="checkbox"/> mikrofale | <input type="checkbox"/> infradźwięki |
| <input type="checkbox"/> fale akustyczne | <input type="checkbox"/> fale ultradźwiękowe |

inne (proszę napisać jakie)

.....

16. Jeśli Pani/Pana zdaniem urządzenia elektryczne/elektroniczne/telekomunikacyjne wpływają niekorzystnie na Pani/Pana stan zdrowia, to proszę sprecyzować jakie urządzenia powodują u Pani/Pana pogorszenie samopoczucia. Proszę wypisać wszystkie. (np. kuchenka mikrofalowa, kuchenka indukcyjna, podgrzewacz elektryczny wody, czajnik elektryczny, odbiornik telewizyjny, odbiornik radiowy, telefon komórkowy, router WiFi, stacja bazowa telefonii komórkowej, telefon bezprzewodowy, krótkofalówka, żarówki energooszczędne, linia energetyczna wysokiego napięcia, linia energetyczna średniego napięcia, przewody zasilające w mieszkaniu, tramwajowa trakcja elektryczna, komputer stacjonarny, laptop, tablet itp.)

nie dotyczy

następujące urządzenia wpływają niekorzystnie na stan mojego zdrowia:

.....

.....

17. W przypadku, gdy urządzenia elektryczne/elektroniczne/telekomunikacyjne wpływają niekorzystnie na Pani/Pana samopoczucie, to jakiego rodzaju efekty obserwuje Pani/Pan u siebie? (można wybrać kilka możliwości)

ból głowy ból oczu ból ucha ból stawów

ból innej części ciała (jakiej)

zmęczenie niepokój rozdrażnienie trudności z koncentracją

senność bezsenność problemy z zasypianiem wybudzanie się w nocy

kłopoty z uczeniem się trudności w wystawianiu się

nieprzyjemne wrażenia słuchowe nieprzyjemne wrażenia wzrokowe

kołatanie serca duszności podwyższone ciśnienie podwyższone tętno

obniżone ciśnienie obniżone tętno arytmia

łzawienie katar suchość w ustach kaszel chrypka

wysypka zaczerwienienie skóry swędzenie obrzęk

inne (jakie)

.....

18. W przypadku, gdy urządzenia elektryczne/elektroniczne/telekomunikacyjne wpływają niekorzystnie na Pani/Pana samopoczucie, proszę oszacować nasilenie tych efektów w skali 0-5, gdzie 0 oznacza bardzo słabe, a 5 oznacza bardzo mocne

19. Po jakim czasie od narażenia na niekorzystny wpływ urządzeń w Pani/Pana środowisku pojawiają się negatywne efekty tego oddziaływania?

20. W przypadku, gdy urządzenia elektryczne/elektroniczne/telekomunikacyjne wpływają niekorzystnie na Pani/Pana samopoczucie, proszę opisać krótko sytuację, w jakiej ma miejsce takie negatywne oddziaływanie (np. po półgodzinnej rozmowie telefonicznej z wykorzystaniem telefonu stacjonarnego odczuwam gorąco na prawym policzku):

.....
.....
.....

21. Z jakich urządzeń elektrycznych/elektronicznych/telekomunikacyjnych korzysta Pani/Pan w na co dzień najczęściej? (można wybrać wiele opcji, ale proszę zwrócić uwagę, żeby były to urządzenia, z których korzysta Pani/Pan naprawdę często)

- żelazko czajnik elektryczny golarka elektryczna elektryczna szczoteczka do zębów
- lodówka pralka automatyczna płyta indukcyjna kuchenka elektryczna
- odbiornik telewizyjny odbiornik radiowy dekodery telewizji satelitarnej
- odtwarzacz CD odtwarzacz DVD komputer stacjonarny laptop z WiFi
- laptop z LTE telefon komórkowy smartfon router LTE router WiFi
- zestaw do gier (Playstation, X-Box itp.) inne (jakie)

.....

22. Jak często (ile razy w ciągu dnia) korzysta Pani/Pan z telefonu komórkowego, albo smartfonu?

.....

23. Jak długo szacunkowo (ile minut/godzin w ciągu dnia) używa Pani/Pan telefonu komórkowego, albo smartfonu (łącznie rozmowy, SMSy, korzystanie z Internetu)?

.....

24. Czy stosuje Pani/Pan zestaw głośnomówiący podczas rozmów telefonicznych?

- tak, używam zestawu bezprzewodowego
- tak, używam zestawu przewodowego (albo słuchawek)
- często rozmawiam przez głośnik telefonu w trybie głośnomówiącym
- nie używam

25. W jaki sposób najczęściej używa Pani/Pan telefonu komórkowego, albo smartfonu? Proszę oszacować procentowo (np. SMSy – 70%, rozmowy telefoniczne - 10 %, korzystanie z Internetu – 20 %, inne – 0%)

1. SMSy/MMSy
2. rozmowy telefoniczne

3. korzystanie z Internetu

4. inne

26. Jaki rodzaj bezprzewodowej transmisji danych Pani/Pan stosuje?

WiFi Bluetooth GSM 2G GSM 3G LTE

nie potrafię odpowiedzieć na to pytanie inne (jakie?)

27. Czy w okolicy miejsca zamieszkania Pani/Pana znajduje się stacja bazowa telefonii komórkowej?

tak nie nie wiem

28. Jeśli w okolicy Pani/Pana miejsca zamieszkania znajduje się stacja bazowa telefonii komórkowej, to proszę spróbować określić jej odległość (metry, kilometry):

.....

29. Czy w okolicy miejsca pracy/nauki Pani/Pana znajduje się stacja bazowa telefonii komórkowej?

tak nie nie wiem

30. Jeśli w okolicy Pani/Pana miejsca pracy/nauki znajduje się stacja bazowa telefonii komórkowej, to proszę spróbować określić jej odległość (metry, kilometry):

31. Mamy świadomość tego, że bardzo trudno uwzględnić wszystkie aspekty tak złożonego problemu, jakim jest wpływ fal elektromagnetycznych na zdrowie w ograniczonym zestawie pytań. Z tego powodu będziemy ogromnie zobowiązani, jeśli podzieli się z nami Pani/Pan swoimi spostrzeżeniami, których nie obejmują zadane przez nas pytania.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

32. Czy jest Pani/Pan skłonny poddać się nieodpłatnie badaniom specjalistycznym w ramach projektu ukierunkowanego na badanie oddziaływania fal elektromagnetycznych na zdrowie człowieka? Badania takie obejmować będą badanie laryngologiczne, dermatologiczne, badanie autonomicznego układu nerwowego, obrazowanie termograficzne i badania krwi.

W razie wyrażenia zgody pełne wyniki zostaną Pani/Panu udostępnione nieodpłatnie.

tak, chcę wziąć udział w takich badaniach nie

W przypadku chęci wzięcia udziału w badaniach nad oddziaływaniem pól elektromagnetycznych na zdrowie człowieka uprzejmie prosimy o kontakt telefoniczny z numerem +48 12 6199 682, lub kontakt mailowy na adres biofizyka@cm-uj.krakow.pl w celu ustalenia szczegółów i przekazania Zakładowi Biofizyki CM UJ Pani/Pana danych kontaktowych.

Serdecznie dziękujemy za czas poświęcony na wypełnienie naszej ankiety.

11) Wyniki badań laboratoryjnych:

Prawidłowe:

Nieprawidłowości:

1. (istotne klinicznie: nie tak)
2. (istotne klinicznie: nie tak)
3.(istotne klinicznie: nie tak)
4. (istotne klinicznie: nie tak)
5. (istotne klinicznie: nie tak)
6. (istotne klinicznie: nie tak)
7.(istotne klinicznie: nie tak)
8. (istotne klinicznie: nie tak)
9. (istotne klinicznie: nie tak)

12) Zalecenia dla pacjenta:

13) Choroby przewlekłe: nie tak
.....
.....
.....
.....

14) Choroby przebyte: nie tak
.....
.....
.....
.....

15) Stosowane leki: nie tak
.....
.....
.....
.....

16) Papierosy: nie tak

17) Alkohol: nie tak

18) Inne istotne informacje:

- | | | |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Zespół przewlekłego zmęczenia: | <input type="checkbox"/> nie | <input type="checkbox"/> tak |
| 2. Sen nie dający odpoczynku: | <input type="checkbox"/> nie | <input type="checkbox"/> tak |
| 3. Przewlekły uogólniony ból mięśniowo-stawowy: | <input type="checkbox"/> nie | <input type="checkbox"/> tak |
| 4. Czas trwania objawów: | <input type="checkbox"/> <3 mies. | <input type="checkbox"/> > 3 mies. |
| 5. Skłonność do lęku lub depresji: | <input type="checkbox"/> nie | <input type="checkbox"/> tak |
| 6. Zaburzenia wegetatywne (przewlekły ból brzucha, biegunka): | <input type="checkbox"/> nie | <input type="checkbox"/> tak |
| 7. Stany podgorączkowe: | <input type="checkbox"/> nie | <input type="checkbox"/> tak |

Załącznik 3 RAPORT Z OCENY AUN

Zmienność rytmu serca (HRV – Heart Rate Variability)

- 1) Spoczynek (przed stymulacją EMG). W spoczynku stwierdzono prawidłowe wartości wskaźników HRV podczas całego badania w porównaniu do kontroli. Wartości wskaźników z HRV wskazują na równowagę układu autonomicznego wyrażająca się prawie identycznymi wartościami wskaźników mocy widma LF 2204 [ms] i HF 2117 [ms] oraz stosunkiem LF/HF 1.05 (około 1), również w zakresie wartości wskaźników normalizowanych HFnu i LFnu pozostają w równowadze. Porównanie wskaźników z analizy HRV i BPV stosunek LF BPV/HF HRV – wskazują na równowagę układu autonomicznego sympatycznego i parasympatycznego w spoczynku. (Tabela 1)
- 2) Podczas stymulacji EMG. Podczas znacząco wzrosła przewaga układu sympatycznego, wyrażająca się wyższymi wartościami wskaźnika mocy widma LF niż HF, znacznym wzrostem wartości wskaźnika LF, z niewielkim HF, stosunku LF/HF (1.75) oraz wzrost LF normalizowanego LFnu (Tabela 1).
- 3) Po stymulacji EMG. Obserwuje się nadal wzrost wartości wskaźnika: LF, w porównaniu do okresu stymulacji oraz zwiększenie stosunku LF/HF oraz LF normalizowanego z niewielkim wzrostem wartości wskaźnika HF.

Tabela 1. Wskaźniki zmienności rytmu serca w okresie spoczynku, w trakcie stymulacji EMG i po stymulacji EMG.

Wskaźniki HRV	LFnu-RRI	HFnu-RRI	VLF-RRI	LF-RRI	HF-RRI	PSD-RRI	LF/HF-RRI	LF BPV/HF HRV
	[%]	[%]	[ms _c]	[ms _c]	[ms _c]	[ms _c]	[1]	[1]
Przed stymulacją	50,16	49,84	742,10	2204,34	2117,43	5063,86	1,05	1,19
Stymulacja	61,16	38,84	2119,44	4513,46	2621,75	9254,65	1,75	1,37
Po stymulacji	70,68	29,32	2979,25	6823,79	2751,52	12554,56	2,58	1,82

Zmienność ciśnienia tętniczego – Blood pressure variability (metoda sekwencyjna)

Spoczynek: BPV – moc widma ciśnienia skurczowego i rozkurczowego w zakresie niskich częstotliwości wynosiła: LF-sBPV= 30,65 mmHg; LF-dBPV= 9,15 mmHg. Podczas EMG i po stopniowo zmniejszyły się wartości LF-sBPV a LF-dBPV. (Tabela 2)

Tabela 2 Wskaźniki zmienności ciśnienia skurczowego i rozkurczowego (BPV) w spoczynku, podczas stymulacji i po stymulacji EMG.

Wskaźniki BPV	LFnu-BP	HFnu-BP	VLF-BP	LF-BP	HF-BP	PSD-BP	LF/HF-BP	LF/HF
	[%]	[%]	[%]	[mmHg.]	[mmHg.]	[mmHg.]	[1]	[1]
SPOCZYNEK								
Systolic BPV -sBP	55,10	4,62	20,29	30,65	2,45	53,40	12,01	1,15
Diastolic BPV - dBP	56,594	8,473	5,367	9,152	1,338	15,858	6,749	1,187
STYMULACJA								
Systolic BPV-sBP	56,88	7,08	9,45	14,78	1,83	26,06	8,14	1,84
Diastolic BPV -dBP	51,71	7,55	5,61	7,00	1,01	13,63	6,97	1,67
PO STYMULACJI								
Systolic BPV-sBP	53,49	5,03	13,19	16,74	1,57	31,50	10,76	1,77
Diastolic BPV- dBP	47,37	5,30	9,27	9,10	1,03	19,40	8,94	1,57

Wskaźniki hemodynamiczne układu krążenia

Średnia częstość akcji serca wynosiła średnio 59,6 uderzenia/min w spoczynku, podczas stymulacji zwiększyła się do 61,9 uderzeń/min. Po stymulacji nadal była wyższa niż przed - 67,3 uderzenia/min. Ciśnienie skurczowe oraz średnie, TPRI, LVWI wzrosły podczas i po stymulacji EMG, a CO nieznacznie zmniejszyło się podczas i po stymulacji. (Tabela 3).

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

Wskaźniki	HR	sBP	dBP	mBP	SI	CI	EDI	IC
	[bpm]	[mmHg]	[mmHg]	[mmHg]	[ml/m.]	[l/(min*m.)]	[ml/m.]	[1000/s]
Przed stymulacją	59,66	100,30	62,93	77,68	65,71	3,92	114,80	98,01
Stymulacja	61,93	100,70	61,70	76,96	61,29	3,75	107,33	89,92
Po stymulacji	67,34	106,95	68,85	83,95	59,67	3,95	102,77	86,27

Wskaźniki	ACI	TPRI	LVWI	LVET	TFC	SV	CO
	[100/s _c]	[dyne*s*m _c /c m ⁵]	[mmHg*I/ min/m _c]	[ms]	[1/kOh m]	ML	L
Przed stymulacją	136,60	1540,95	3,99	313,35	39,93	103,3	6,16
Stymulacja	123,69	1608,76	3,77	309,92	39,31	96,4	5,9
Po stymulacji	119,38	1691,48	4,37	309,44	38,40	93,8	6,2

Czułość odruchu z baroreceptorów (BRS)

W spoczynku BRS (baroreceptor sensitivity) = 29,64 ms/mmHg; BEI (baroreceptor effectiveness index) = 80,64 ms/mmHg, podczas stymulacji wartość BRS nie zmieniły się - 29,6 ms/mmHg a tak samo jak BEI - 79,6 ms/mmHg, po stymulacji BRS wzrosło nieznacznie do wartości wyższej niż przed 29,8 ms/mmHg, a BEI wynosiło - 79,4 ms/mmHg.

Podsumowanie:

Wartości parametrów zmienności rytmu serca (HRV) w spoczynku wskazują na równowagę autonomicznego układu nerwowego co potwierdza również porównanie wskaźników z analizy HRV i BPV, stosunku LF BPV/HF HRV. Po stymulacji EMG pojawiła się przewaga układu sympatycznego w HRV, również zmiany wskaźników hemodynamicznych układu krążenia pokazały pobudzenie o charakterze sympatycznym. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że ekspozycja EMG spowodowała zmianę modulacji układu krążenia przez autonomiczny układ nerwowy.

Dr med. Agata Furgała

Katedra Patofizjologii UJ CM

A. Furgała
dr n. med. Agata Furgała
Adiunkt

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^2/ms], gęstość mocy widma [$\text{ms}^2/\text{ms}/\text{Hz}$] lub odsetek wielkości danej składowej do całkowitej wielkości widma HRV.

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

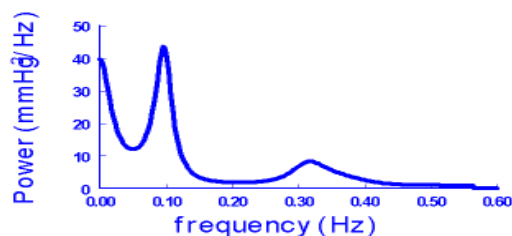
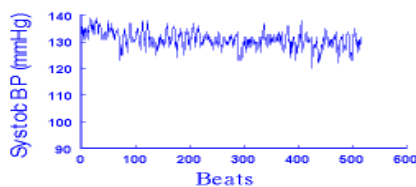
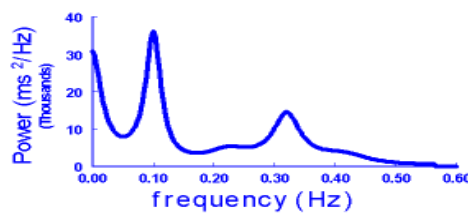
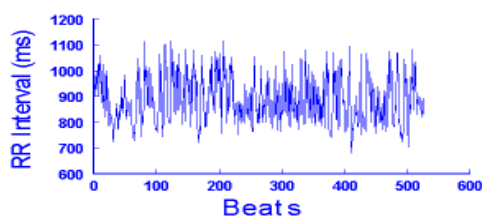
VLF - Widmo o bardzo niskiej częstotliwości 0.0033 - 0.04 Hz (Very Low Frequency; VLF) odwzorowuje ona zmienność modulowaną przez aktywność chemoreceptorów, zależne od odruchów naczynio-ruchowych i termoregulacyjnych z udziałem układu renina - angiotensyna - aldosteron (RAA)

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.

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. LF/HF stosunek składowej niskich częstotliwości do wysokich częstotliwości, wyraża współzależność tych typów modulacji wegetatywnej, obrazuje wzajemną relację obu komponent nerwowego układu autonomicznego.

TP – Total Power – całkowita moc widma odzwierciedla aktywność całego układu autonomicznego

Normalizowane wartości widma LFn_u [$\text{LF}/(\text{TP}-\text{VLF}) \cdot 100$] i HF_u [$\text{HF}/(\text{TP}-\text{VLF}) \cdot 100$].



WSKAŹNIKI HEMODYNAMICZNE:

- 1) Heart rate (częstość akcji serca) – HR
- 2) Blood Pressure (ciśnienie krwi systoliczne, diastoliczne, średnie), ciśnienie pulsu (PP)
- 3) Left Ventricular Ejection Time (LVET) (czas wyrzutu lewej komory)
- 4) PreEjection Period (PEP) (okres przedwyrzutowy) PEP [ms] jest czasem pomiędzy pi-kiem R w EKG i otwarciem zastawki aorty (z IKG):
- 5) Stroke Volume (SV), Stroke Index (SI) (objętość wyrzutowa serca)
- 6) Cardiac Output (CO), Cardiac Index (CI) – (objętość minutowa serca, wskaźnik ser-cowy)
- 7) Total Peripheral Resistance (TPR) i TPR Index (całkowity opór obwodowy i wskaźnik całkowitego oporu obwodowego)
- 8) Thoracic Fluid Content (TFC) (ilość płynu w klatce piersiowej)
- 9) Index of Contractility (IC) (wskaźnik kurczliwości)
- 10) Acceleration Index (ACI) (wskaźnik przyspieszenia)
- 11) Systolic Time Ratio (STR) (współczynnik podokresów skurczowych) STR [%] jest to sto-sunek PEP do LVET:
- 12) Ejection Rate (ER) (współczynnik wyrzutowy) ER [%] jest stosunkiem LVET do inter-wału RR:
- 13) Left Ventricular Work Index (LVWI) (wskaźnik pracy lewej komory)
- 14) Mean Systolic Ejection Rate (MSER) (średnia prędkość wyrzutu) MSER [ml/s] jest sto-sunkiem SV do LVET:
- 15) Rapid Ejection Period (REP) (podokres szybkiego wyrzutu) REP [s] jest czasem pomię-dzy załamkiem R w EKG i dZ_{max} i reprezentuje parametr kurczliwości:
- 16) BRS - wrażliwość baroreceptorów (BRS, ang. baroreflex sensitivity)
- 17) BEI - Baroreceptor Effectiveness Index – stosunek sekwencji baroreceptora do odpo-wiedniego ciśnienia tętniczego.