

# REAKCJA UKŁADU KRĄŻENIA NA STRES I POLE ELEKTROMAGNETYCZNE EMITOWANE PRZEZ TELEFONY KOMÓRKOWE – 24-GODZINNE MONITOROWANIE EKG I CIŚNIENIA TĘTNICZEGO

THE REACTION OF THE CIRCULATORY SYSTEM TO STRESS  
AND ELECTROMAGNETIC FIELDS EMITTED BY MOBILE PHONES –  
24-H MONITORING OF ECG AND BLOOD PRESSURE

Agata Szyjkowska<sup>1</sup>, Elżbieta Gadzicka<sup>1</sup>, Wiesław Szymczak<sup>2</sup>, Alicja Bortkiewicz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland  
Zakład Fizjologii Pracy i Ergonomii / Department of Work Physiology and Ergonomics

<sup>2</sup> Uniwersytet Łódzki / University of Lodz, Łódź, Poland  
Wydział Nauk o Wychowaniu, Zakład Metodologii Badań Psychologicznych i Statystyki / Faculty of Educational Sciences,  
Department of Psychological Research Methodology and Statistics

## STRESZCZENIE

**Wstęp:** W badaniach eksperymentalnych zaobserwowano wpływ korzystania z telefonu komórkowego na pracę serca, m.in. wydłużenie odstępu QTc oraz zmiany w wartościach ciśnienia tętniczego. Także stres może wywoływać zmiany w układzie krążenia. Brak jednak badań uwzględniających jednocześnie oddziaływanie stresu i pola elektromagnetycznego (PEM). Oba czynniki dotyczą m.in. pracowników sieci komórkowych. **Materiał i metody:** Spośród 208 badanych we wcześniejszych etapach metodą ankietową 55 osób wyraziło zgodę na udział w dalszych badaniach [EKG spoczynkowe, 24-godzinna rejestracja EKG i ciśnienia tętniczego (*ambulatory blood pressure monitoring* – ABPM)]. Oceniono u nich także stan zdrowia, poziom stresu zawodowego i ogólnego oraz ekspozycję na PEM. **Wyniki:** W przypadku osób rozmawiających przez telefon komórkowy ponad 60 min dziennie ciśnienie skurczowe w pomiarze jednorazowym i ciśnienie skurczowe z nocy w badaniu ABPM były istotnie wyższe niż u rozmawiających krócej (odpowiednio,  $p = 0,04$  i  $p = 0,036$ ). Badani, u których stwierdzono najwyższy poziom stresu zawodowego, charakteryzowali się istotnie wyższym ciśnieniem skurczowym w okresie doby ( $p = 0,007$ ) i dnia ( $p = 0,002$ ), zarówno w pracy ( $p = 0,010$ ), jak i po niej ( $p = 0,005$ ), oraz wyższym ciśnieniem rozkurczowym w okresie dnia ( $p = 0,028$ ). Reakcja układu krążenia była istotnie zależna od płci. U mężczyzn dominowały zaburzenia ciśnienia tętniczego, a u kobiet – zaburzenia przewodzenia w EKG. Częstość skurczów serca w okresie doby z uwzględnieniem wpływu płci, stresu ogólnego i PEM była istotnie skorelowana z poziomem stresu zawodowego. **Wnioski:** Uzyskane dotychczas wyniki wskazują na potrzebę dalszych badań w celu wyjaśnienia przyczyn różnej u kobiet i mężczyzn odpowiedzi układu krążenia na działanie stresu i PEM emitowanego przez telefony komórkowe. Med. Pr. 2019;70(4):411–424

**Słowa kluczowe:** stres, pole elektromagnetyczne, ciśnienie tętnicze, ABPM, telefon komórkowy, 24-godz. EKG metodą Holtera

## ABSTRACT

**Background:** Experimental studies have shown cardiovascular effects of electromagnetic fields (EMF) emitted by mobile phones (e.g., prolonged QTc interval and abnormal blood pressure [BP] values). Also, stress may have an impact on the cardiovascular function. However, there are practically no data regarding the joint effect of exposure to stress and EMF, with both factors pertaining, e.g., to employees of mobile network operators. **Material and Methods:** Out of 208 subjects who had taken part in survey research, 55 workers agreed to undergo resting ECG, 24-h ECG and ambulatory blood pressure monitoring (ABPM). Their health condition, occupational and life-stress levels and EMF exposure were also assessed. **Results:** Among the workers using mobile phones for more than 60 min daily, the systolic BP values in office measurement and at night-time in ABPM were significantly higher than among the workers spending less time talking on mobile phones ( $p = 0.04$  and  $p = 0.036$ , respectively). The workers with the highest level of occupational stress showed significantly higher systolic 24-h BP ( $p = 0.007$ ) and at day-time ( $p = 0.002$ ), both during work ( $p = 0.010$ ) and after work ( $p = 0.005$ ), and higher diastolic BP values at day-time ( $p = 0.028$ ). Cardiovascular response was strongly gender-related: males showed more BP abnormalities while females displayed more impairments in ECG records. The heart rate from 24 h was significantly correlated with the level of occupational stress, after adjusting for gender, life-stress and EMF. **Conclusions:** The findings obtained thus far have indicated the need to conduct in-depth studies on the impact of stress and EMF emitted by mobile phones on the health effects, in order to clarify the observed gender-related differences in cardiovascular response to the combined exposure to stress and EMF. Med Pr. 2019;70(4):411–424

**Key words:** stress, electromagnetic field, blood pressure, ABPM, mobile phone, 24-h Holter monitoring

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Alicja Bortkiewicz, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Zakład Fizjologii Pracy i Ergonomii, ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: alicja.bortkiewicz@imp.lodz.pl  
Nadesłano: 13 sierpnia 2018, zatwierdzono: 27 grudnia 2018

## WSTĘP

Na temat wpływu telefonów komórkowych na układ krążenia istnieje niewiele doniesień, a podawane w nich wyniki są sprzeczne. Najwięcej uwagi poświęcono badaniu możliwych interakcji między działaniem pola elektromagnetycznego (PEM) emitowanego przez telefony komórkowe a funkcjonowaniem kardiostymulatorów [1–3]. Zaobserwowano też, że telefony te powodują złą jakość zapisów elektrokardiograficznych (EKG) [4]. W badaniu epidemiologicznym przeprowadzonym u ponad 3000 fizykoterapeutów wykazano, że choroby serca występują statystycznie częściej u osób ekspozowanych na PEM o częstotliwości zbliżonej do emitowanej przez telefony komórkowe (PEM mikro- i krótkofalowe) [5].

W badaniach eksperymentalnych zaobserwowano również zmiany w parametrach charakteryzujących pracę serca. Alhousseiny i wsp. oceniali wpływ PEM telefonu komórkowego (900 Hz) na zapisy EKG pacjentów z chorobą niedokrwienną serca, z uwzględnieniem czynnika płci [6]. W badaniu wzięło udział 356 osób (129 mężczyzn i 227 kobiet), które podzielono na 3 grupy: grupa 1 – osoby bez choroby serca, grupa 2 – pacjenci z chorobą niedokrwienną serca, grupa 3 – pacjenci z chorobą serca niezwiązaną z niedokrwieniem mięśnia sercowego. U każdego pacjenta po 10 min stabilizacji wykonano spoczynkowe EKG. Następnie wykonano pomiar z telefonem umieszczonym w 2 pozycjach po lewej stronie pacjenta: na wysokości talii oraz na wysokości klatki piersiowej w okolicy serca. W każdej pozycji telefon był aktywny przez 40 s, jednocześnie rejestrowano EKG. Przy umiejscowieniu telefonu na poziomie talii u mężczyzn stwierdzono skrócenie odstępu R-R i wydłużenie odcinka QTm ( $p < 0,001$ ) oraz QTc ( $p = 0,002$ ). Kiedy telefon był umieszczony na wysokości klatki piersiowej (po lewej stronie), obserwowano istotne zwiększenie amplitudy załamka R w odprowadzeniu V5 u pacjentów płci męskiej z niedokrwieniem mięśnia sercowego. Nie zaobserwowano takich zmian u kobiet z chorobą niedokrwienną serca [6]. Według Tamer i wsp. wyłączony telefon komórkowy umieszczony w okolicy serca nie miał znaczącego wpływu na ciśnienie tętnicze, tętno, dyspersję załamka P i dyspersję QT [7].

Dotychczasowe badania eksperymentalne dotyczące wpływu PEM telefonów komórkowych na ciśnienie tętnicze dawały sprzeczne wyniki. Braune i wsp. [8] w swoim pierwszym badaniu oraz Bortkiewicz i wsp. [9] stwierdzili wzrost ciśnienia tętniczego podczas ekspozycji na PEM i tuż po jej zakończeniu. Natomiast Thuroczy i wsp. [10] obserwowali istotny spadek ciśnienia skurczowego po dwukrotnej ekspozycji. W innych badaniach eksperymentalnych nie zaobserwowano istotnych zmian ciśnienia tętniczego i częstości skurczów serca [11–13].

Pracownicy operatorów telefonii komórkowej wykonują zawód wymagający dyspozycyjności, szybkiego podejmowania decyzji, częstych kontaktów ze współpracownikami i kontrahentami. Taka aktywność związana jest z dużym napięciem nerwowo-emocjonalnym, a pracownicy poddani są jednoczesnemu działaniu 2 różnych stresorów: psychicznego – stresu zawodowego wynikłego z presji czasu, wysokich wymagań i dużej odpowiedzialności (m.in. finansowej), oraz fizycznego – PEM emitowanego przez telefon komórkowy, który jest narzędziem pracy. Każdy z tych czynników może wywoływać niekorzystne skutki zdrowotne.

## Cel pracy

Celem pracy była ocena zależności poziomu stresu i PEM emitowanego przez telefon komórkowy (wykorzystywany do celów służbowych i prywatnych) a ciśnieniem tętniczym. W Polsce ani na świecie dotychczas nie prowadzono takich badań.

## MATERIAŁ I METODY

### Grupa badana

Grupą badaną stanowili pracownicy operatorów sieci komórkowych. W pierwszym etapie badania przeprowadzono metodą ankietową (208 respondentów) ocenę dolegliwości subiektywnych związanych z używaniem telefonu komórkowego. Do uczestników badania wysłano kwestionariusze: oceny stresu ogólnego według Cohena [14] oraz oceny stresu zawodowego (*Kwestionariusz do subiektywnej oceny pracy*) [15]. Wypełnione kwestionariusze oddało 89 osób. Autorzy niniejszego artykułu opisali wyniki tych badań we wcześniejszych publikacjach [16,17].

Następnie do wszystkich osób skierowano zaproszenie do uczestnictwa w badaniach lekarskich i elektrokardiograficznych. Na badania zgodę wyraziło 55 respondentów w wieku 20–65 lat ( $33,7 \pm 8,9$ ). W grupie były 23 kobiety w wieku 25–54 lat ( $33,7 \pm 8,9$ ) i 32 mężczyzn w wieku 20–65 lat ( $34,16 \pm 9,9$ ). Staż pracy w sieci telefonii komórkowej nie przekraczał 10 lat i wynosił dla całej grupy średnio  $6,4 \pm 2,3$  roku (2–9 lat), dla kobiet –  $6,5 \pm 2,5$  roku, a dla mężczyzn –  $6,4 \pm 2,1$  roku.

### Ocena ekspozycji

Wielkość ekspozycji na PEM emitowane przez telefony komórkowe można było jedynie szacować. Do oceny ekspozycji wykorzystano następujące dane:

- okres użytkowania telefonu komórkowego,
- średnią dzienną (dobową) liczbę rozmów telefonicznych,
- średni czas trwania 1 rozmowy.

Na podstawie tych danych wyznaczono skumulowany wskaźnik ekspozycji.

### Ocena stresu ogólnego

W celu oceny poziomu stresu ogólnego zastosowano opracowaną przez Cohena *Skalę postrzeganego stresu* (*Perceived Stress Scale – PSS*) [14]. Skala służy do pomiaru subiektywnie postrzeganego stresu zawodowego, który wynika z różnych sytuacji życia codziennego. Badani odpowiadali na 14 pytań przy użyciu 5-punktowej skali, według której 0 oznacza, że dana sytuacja nie wystąpiła, a 4 – że występowała bardzo często. Wyższa ocena punktowa oznacza nasilenie postrzegania własnego życia jako nieprzewidywalnego, niepoddającego się kontroli.

### Ocena stresu zawodowego

Do oceny stresu zawodowego zastosowano *Kwestionariusz do subiektywnej oceny pracy* przeznaczony do badania indywidualnego poczucia stresu związanego z wykonywaną pracą [15]. W odniesieniu do każdej z cech pracy wymienionych w kwestionariuszu badany określał, czy występuje ona w jego pracy i w jakim stopniu jest uciążliwa. Uciążliwość była oceniana według 5-punktowej skali, na której 1 oznaczało, że dana cecha nie występowała na danym stanowisku, a 5 – że dana cecha irytowała przez cały czas pracy, a nawet po jej zakończeniu, w domu. Suma punktów z odpowiedzi na wszystkie pytania określała intensywność poczucia stresu doświadczanego w pracy:

- wynik niski – 65–80 pkt,
- wynik średni – 81–101 pkt,
- wynik wysoki –  $\geq 102$  pkt.

W celu pogłębionej analizy pogrupowano pytania i wyróżniono 10 czynników składowych stresu [18]:

- poczucie psychicznego obciążenia związanego ze złożonością pracy,
- brak nagród w pracy,
- poczucie niepewności wywołane organizacją pracy,
- kontakty społeczne,
- poczucie zagrożenia,
- uciążliwości fizyczne,
- nieprzyjemne warunki pracy,
- brak kontroli,
- brak wsparcia,
- poczucie odpowiedzialności.

### Ocena stanu zdrowia

Ocenę stanu zdrowia przeprowadzono na podstawie badania lekarskiego podmiotowego i przedmiotowego. W badaniu uwzględniono pomiar ciśnienia tętniczego. Wyniki klasyfikowano zgodnie z Wytycznymi Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego z 2015 r. [19].

### EKG spoczynkowe

Badanie EKG spoczynkowe było wykonywane z zastosowaniem zestawu komputerowego MEDEA Gliwice (OI.T1.18, 2005) z 12 standardowych odprowadzeń. Przy interpretacji wyników zastosowano ogólnie przyjęte kryteria [20].

### 24-godzinne EKG metodą Holtera

U badanych osób rejestrowano 24-godzinny elektrokardiogram metodą Holtera z zastosowaniem zestawu Suprima 12 Oxford (PL 3.0, 2008) z 3 odprowadzeń 2-biegunowych odpowiadających standardowym odprowadzeniom  $V_1$ ,  $V_3$ ,  $V_5$ . Zapisy klasyfikowano jako patologiczne według norm przyjętych przez Polskie Towarzystwo Kardiologiczne w 2010 r. [20].

### Ambulatoryjne monitorowanie ciśnienia tętniczego

#### (ambulatory blood pressure monitoring – ABPM)

Długookresową rejestrację ciśnienia tętniczego przeprowadzano przy użyciu zestawu Acutraker DX Oxford (AccuWin Pro v3 PL, 2010). Pomiar odbywał się automatycznie, co pół godziny w okresie aktywności dziennej i co godzinę podczas snu. W ciągu doby uzyskiwano w ten sposób 41 pomiarów. Z okresu aktywności dziennej obliczono: średnie tętno (*heart rate during day – HRD*) oraz ciśnienie skurczowe (*day-time systolic blood pressure – BPSD*) i rozkurczowe (*day-time diastolic blood pressure – BPDD*); z okresu nocy obliczo-

no: średnie tętno (*heart rate during night* – HRN), ciśnienie skurczowe (*systolic blood pressure during night* – BPSN) i rozkurczowe (*diastolic blood pressure during night* – BPDN). W celu analizy wpływu stresu zawodowego i PEM emitowanego przez telefon komórkowy na wartości ciśnienia okres dnia podzielono dodatkowo na okres pracy (BPSD\_work, BPDD\_work) i okres po pracy (BPSD\_after work, BPDD\_after work).

Obliczono też wskaźniki dziennie-nocnej zmienności tętna i ciśnienia oraz oceniano ładunek ciśnienia tętniczego (*blood pressure load*), czyli odsetek wartości ciśnienia skurczowego i rozkurczowego przekraczających 140/90 mm Hg. Prawidłowy ładunek ciśnienia nie powinien przekraczać 20%. Oceniono też rytm dobowy ciśnienia tętniczego. Istotne w ocenie zmienności ciśnienia jest porównanie wartości średnich z dnia i nocy. W ocenie dobowego rytmu ciśnienia za prawidłowy przyjmuje się co najmniej 10-procentowy nocny spadek ciśnienia tętniczego. Osoby, u których występuje taki spadek, określono jako „deepers”, osoby z brakiem fizjologicznego nocnego spadku – jako „non-deepers” [21,22].

Ze względu na możliwość porównania wyników tego badania z badaniami wcześniejszymi, prowadzonymi w grupach osób eksponowanych na PEM, przyjęto za referencyjne wartości zalecane przez Staessena i wsp. [23] przedstawione w tabeli 1.

### Analiza statystyczna

W analizie zebranego materiału zastosowano następujące metody statystyczne:

- test niezależności  $\chi^2$  albo dokładny test Fishera dla porównywania częstości albo rozkładów częstości zmiennych dyskretnych,

- test t-Studenta dla porównywania 2 średnich zmiennych typu ciągłego,
- jednoczynnikową analizę wariancji z testami porównań wielokrotnych,
- wielozmiennowy model regresji liniowej dla oceny zależności między ciągłymi zmiennymi wynikowymi badania, np. wartościami ciśnienia tętniczego, częstości skurczów serca i ciągłymi zmiennymi charakteryzującymi narażenie,
- dwuczynnikowy model analizy kowariancji dla oceny wpływu zdychotomizowanego narażenia na ciągle zmienne wynikowe z uwzględnieniem pewnych zmiennych zakłócających, np. wiek, płeć.

### WYNIKI

Dane dotyczące stanu zdrowia zebrane podczas badania lekarskiego zostały przedstawione w tabeli 2.

Nie stwierdzono istotnych różnic między kobietami i mężczyznami, dotyczących wieku, stażu pracy, chorób przewlekłych, subiektywnych dolegliwości ze strony układu krążenia, nawyku palenia papierosów i picia alkoholu. Istotnie różnił się tylko wskaźnik masy ciała (BMI).

W zapisie spoczynkowym EKG zaobserwowano zaburzenia przewodzenia pod postacią niepełnego bloku prawej odnogi pęczka Hisa (*incomplete right bundle branch block* – RBBB *incomp.*), bloku przedsionkowo-komorowego oraz patologicznie wydłużony odcinek QT. W badaniu 24-godzinnym EKG metodą Holtera stwierdzono zaburzenia repolaryzacji, zaburzenia rytmu serca pod postacią dodatkowych pobudzeń komorowych i nadkomorowych oraz zaburzenia przewodzenia (tabela 3). W pojedynczym pomiarze ciśnienia tętniczego, przeprowadzonym podczas badania lekarskiego, 18 osób (33%) miało podwyższone ciśnienie tętnicze (skurczowe lub rozkurczowe).

Wartości średnie ciśnienia tętniczego z zapisów ABPM były w granicach normy i nie różniły się istotnie w grupach mężczyzn i kobiet. Tylko ciśnienie skurczowe w nocy było istotnie wyższe u mężczyzn niż u kobiet (tabela 4).

Częstość skurczów serca mierzona z okresu doby, dnia i nocy nie różniła się istotnie u kobiet i mężczyzn (tabela 4).

Podwyższone ciśnienie skurczowe lub rozkurczowe powyżej przyjętych norm według Staessena i wsp. [23] stwierdzono tylko u mężczyzn.

Brak nocnego fizjologicznego spadku ciśnienia stwierdzono u 15 osób (27,3% badanych), w tym u 11 mężczyzn (34,4%) i 4 kobiet (13%) (tabela 3).

**Tabela 1.** Wartości prawidłowe ciśnienia z 24-godzinnego ambulatoryjnego monitorowania ciśnienia tętniczego (ABPM) [23]

**Table 1.** Reference values of 24-h ambulatory blood pressure monitoring (ABPM) [23]

Okres rejestracji Period of recordings	Wartości prawidłowe ciśnienia tętniczego (min.–maks.) Normal values of blood pressure (min.–max) [mm Hg]
	24-godzinny / 24-h
Okres aktywności dziennej / / Day-time activities	101/62–143/91
Okres nocny / Night-time	86/48–127/79

**Tabela 2.** Charakterystyka grupy badanej  
**Table 2.** Characteristics of the surveyed group

Charakterystyka Characteristics	Badani Respondents		
	kobiety females (N = 23)	mężczyźni males (N = 32)	ogółem total (N = 55)
Wiek [w latach] / Age [years] (M±SD)	33,1±7,2	34,2±9,9	33,7±8,9
Staż [w latach] / Seniority [years] (M±SD)	6,5±2,5	6,4±2,1	6,4±2,3
Choroby stwierdzone / Disease diagnosed [n (%)]			
nadciśnienie / hypertension	2 (8,7)	6 (18,7)	8 (14,5)
cukrzyca typu 2 / diabetes mellitus type 2	0 (0)	3 (9,4)	3 (5,4)
Subiektywne dolegliwości ze strony układu krążenia / Subjective cardiovascular ailments [n (%)]	5 (21,7)	8 (25)	12 (21,8)
BMI (M±SD)	22,4±3,3*	26,7±3,3*	24,9±3,8
Papierosy > 10 szt. dziennie / Cigarettes > 10 a day [n (%)]	8 (34,8)	11 (34,4)	19 (34,5)
Spożycie mocnego alkoholu nie rzadziej niż raz w miesiącu / Drinking strong alcohol at least once a month [n (%)]	18 (78,3)	30 (93,7)	48 (87,2)

\* Różnica istotna statystycznie (p < 0,05) / Statistically significant difference (p < 0.05).

BMI – indeks masy ciała / body mass index.

**Tabela 3.** Wyniki badań EKG i ciśnienia tętniczego  
**Table 3.** Results of ECG examination and blood pressure measurements

Zmienna Variable	Badani Respondents [n (%)]		
	kobiety females (N = 23)	mężczyźni males (N = 32)	ogółem total (N = 55)
Zmiany w EKG spoczynkowym / Disturbances in resting ECG	5 (21,7)	6 (18,8)	11 (20)
Zmiany EKG mierzone 24-godziną metodą Holtera / Disturbances in 24-h Holter ECG	5 (21,7)	6 (18,8)	11 (20)
	zaburzenia przewodzenia / / conduction disturbances	zaburzenia rytmu serca, repolaryzacji przewodzenia / / heart rhythm, repolarization or conduction disturbances	–
Podwyższone ciśnienie skurczowe podczas badania lekarskiego / / Elevated systolic blood pressure during physical examination	3 (1)	9* (28)	12 (21,8)
Podwyższone ciśnienie rozkurczowe podczas badania lekarskiego / / Elevated diastolic blood pressure during physical examination	5 (21,7)	8 (25)	13 (23,6)
Podwyższone ciśnienie tętnicze z okresu dnia / Day-time elevated blood pressure	0	5 (15,6)	5 (9,1)
Podwyższone ciśnienie tętnicze z okresu nocy / Night-time elevated blood pressure	0	9 (28)	9 (16,4)
Brak fizjologicznego nocnego spadku ciśnienia tętniczego / Lack of physiological, nocturnal blood pressure drop	4 (13)	11 (34,4)	15 (27,3)

\* Różnica istotna statystycznie (p < 0,05) / Statistically significant difference (p < 0.05).

### Stres a zmiany w układzie krążenia

Stres ogólny w badanej grupie był na średnim poziomie 23,1±5,9; wyższy u kobiet (24,38±6,64) niż u mężczyzn (21,97±5,99). Natomiast stres zawodowy osiągnął wysokie wartości – 102,4±24,7, a u 4 mężczyzn

i 1 kobiety nawet bardzo wysokie – w zakresie 134–175. Poziom stresu zawodowego był istotnie statystycznie wyższy wśród mężczyzn (108,17±24,14) niż kobiet (94,38±23,63) (p = 0,05). Porównując odpowiedzi na poszczególne pytania, stwierdzono, że mężczyzn

**Tabela 4.** Wynik 24-godzinnej rejestracji częstości skurczów serca i ambulatoryjnego monitorowania ciśnienia tętniczego (ABPM)  
**Table 4.** Results of 24-h heart rate and ambulatory blood pressure monitoring (ABPM)

Ciśnienie tętnicze Blood pressure	Badani Respondents (M±SD)		
	kobiety female	mężczyźni male	ogółem total
HROVER [bpm]	79,2±7,4	76,3±15,0	77,5±12,4
HRD [bpm]	83,6±7,3	83,2±7,9	83,4±7,3
HRN [bpm]	67,2±7,1	64,9±8,3	65,9±7,9
HRD/HRN [bpm]	1,25±0,09	1,28±0,13	1,27±0,12
BPSOVER [mm Hg]	110,8±8,6	126,2±11,5	112,9±19,6
BPDOVER [mm Hg]	71,1±7,4	77,7±6,7	75,1±7,4
BPSD [mm Hg]	115,1±6,5	130,4±10,3	123,9±12,2
BPDD [mm Hg]	75,7±7,1	82,0±6,2	79,3±7,3
BPSN [mm Hg]	99,0±8,1	114,3*±16,0	107,8±15,3
BPDN [mm Hg]	60,3±6,0	66,0±9,1	63,6±8,4
BPSD/N [mm Hg]	1,16±0,06	1,15±0,12	1,15±0,10
BPDD/N [mm Hg]	1,25±0,08	1,25±0,14	1,25±0,12

BPDD – ciśnienie rozkurczowe z okresu dnia / day-time diastolic blood pressure, BPDN – ciśnienie rozkurczowe z okresu nocy / night-time diastolic blood pressure, BPDOVER – ciśnienie rozkurczowe z okresu 24 godz. / 24-h diastolic blood pressure, BPSD – ciśnienie skurczowe z okresu dnia / day-time systolic blood pressure, BPSN – ciśnienie skurczowe z okresu nocy / night-time systolic blood pressure, BPSOVER – ciśnienie skurczowe z okresu 24 godz. / 24-h systolic blood pressure, HRD – częstość skurczów serca z okresu dnia / day-time heart rate, HRN – częstość skurczów serca z okresu nocy / night-time heart rate, HROVER – częstość skurczów serca z 24 godz. / 24-h heart rate.

w pracy najbardziej stresowało poczucie niewykorzystania w pełni własnych możliwości, zdolności i kwalifikacji, uczucie, że praca zawodowa odbija się ujemnie na życiu rodzinnym, a także pośpiech w pracy oraz niepewność wywołana brakiem potrzebnych informacji i określonego celu. U kobiet najwyższy stres był wywołany także poczuciem niewykorzystania w pracy w pełni własnych możliwości, zdolności i kwalifikacji oraz złymi warunkami fizycznymi w miejscu pracy związanymi z nieodpowiednią temperaturą.

Grupę badanych podzielono na 3 grupy ze względu na poziom stresu zawodowego, zgodnie z przyjętymi wartościami granicznymi:

- grupa 1 – z najniższym poziomem stresu,
- grupa 2 – ze średnim poziomem stresu,
- grupa 3 – z najwyższym poziomem stresu.

Wyniki 24-godzinnego monitorowania ciśnienia wykazały, że osoby z grupy 3 w porównaniu z grupą 1 miały wyższe średnie wartości ciśnienia skurczowego z okresu doby, okresu pracy i okresu po pracy oraz ciśnienia rozkurczowego z okresu dnia (rycina 1). Ładunek ciśnienia skurczowego z okresu doby był istotnie wyż-

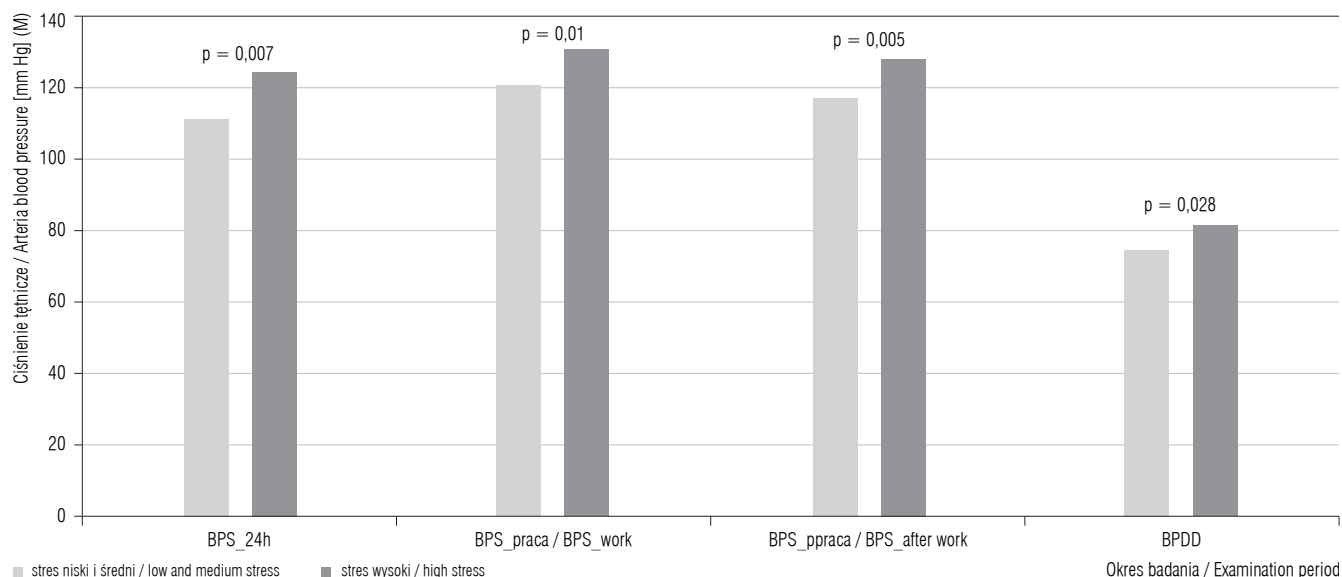
szy w grupie 3 ( $p < 0,0005$ ). Aż 91% badanych osób, u których ładunek ciśnienia skurczowego przekraczał normę, należało do grupy o najwyższym poziomie stresu (tabela 5).

Ładunek ciśnienia skurczowego był istotnie statystycznie związany z ogólnym poziomem stresu zawodowego. W grupie osób, u których ładunek ciśnienia skurczowego przekraczał normę – 20% pomiarów ciśnienia powyżej wartości prawidłowej – prawie wszystkie osoby należały do grupy 3 (90,9%), o najwyższym poziomie stresu (tabela 6).

Wyniki te znalazły potwierdzenie w analizie korelacji. Poziom stresu zawodowego był dodatnio skorelowany z ciśnieniem tętniczym, a ujemnie z częstością skurczów serca mierzoną z okresu doby (tabela 7).

Następnie analizowano korelację poszczególnych 10 składowych stresu zawodowego z parametrami charakteryzującymi ciśnienie tętnicze. W opisie przedstawiono tylko te wyniki, które były istotne statystycznie.

Wyższy poziom stresu wywołanego brakiem gratyfikacji w pracy był skorelowany z wyższym ciśnieniem skurczowym i rozkurczowym podczas pracy oraz wyż-



BPS\_24h – średnie ciśnienie skurczowe z okresu doby / mean 24-h systolic blood pressure, BPS\_praca – ciśnienie skurczowe krwi z okresu pracy / BPS\_work – systolic blood pressure at work, BPS\_ppraca – ciśnienie skurczowe krwi z okresu dnia po zakończeniu pracy / BPS\_after work – systolic blood pressure after work.

Pozostałe skróty jak w tabeli 4 / Other abbreviations as in Table 4.

**Rycina 1.** Ciśnienie tętnicze w różnych porach doby w grupach zróżnicowanych pod względem poziomu odczuwanego stresu zawodowego  
**Figure 1.** Blood pressure at different times of the day in the groups differing in terms of the level of occupational stress

**Tabela 5.** Porównanie średnich wartości parametrów ciśnienia tętniczego w grupach o różnym poziomie stresu zawodowego  
**Table 5.** Comparison of the mean values of blood pressure parameters in the groups with different levels of occupational stress

Parametr ciśnienia tętniczego Blood pressure parameter	Poziom stresu zawodowego Level of occupational stress			P
	1	2	3	
BPSOVER				0,007 (1 vs 3)
M±SD	111,2±9,67	114,76±9,60	124,36±13,71	
min.–maks. / min.–max	100–126	100–136	99–150	
BPSD				0,002 (1 vs 3)
M±SD	114,9±9,87	119,18±8,11	129,23±12,92	
min.–maks. / min.–max	104–132	108–135	103–150	
BPDD				0,028 (1 vs 3)
M±SD	74,6±5,85	77,76±6,52	81,36±6,99	
min.–maks. / min.–max	67–84	69–89	70–97	
BPSOVER_ładunek / BPSOVER_load				< 0,0005 (1 vs 3; 2 vs 3)
M±SD	7,9±11,74	4,82±5,63	28,32±28,46	
min.–maks. / min.–max	0–34	0–19	0–85	
BPS_praca / BPS_work				0,010 (1 vs 2; 2 vs 3)
M±SD	120,55±12,44	119,78±8,57	130,66±13,06	
min.–maks. / min.–max	104,5–138,6	105,4–133,8	105,9–154,4	
BPS_ppraca / BPS_after work				0,005 (1 vs 3; 2 vs 3)
M±SD	116,99±10,40	117,49±6,20	128,01±13,22	
min.–maks. / min.–max	104,33–134,76	108,94–128,15	99,62–150,60	

p – prawdopodobieństwo w teście porównań wielokrotnych Bonferroniego / probability in the Bonferroni multiple comparison test.

BPSOVER\_ładunek – ładunek ciśnienia skurczowego / BPSOVER\_load – 24-h systolic blood pressure load.

Pozostałe skróty jak w tabeli 4 i na rycinie 1 / Other abbreviations as in Table 4 and Figure 1.

**Tabela 6.** Ładunek ciśnienia tętniczego w zależności od poziomu stresu zawodowego  
**Table 6.** Load of blood pressure in relation to the level of occupational stress

Poziom stresu zawodowego Level of occupational stress	Badani Respondents [n (%)]		P
	ładunek ciśnienia skurczowego prawidłowy normal values of load of blood pressure	ładunek ciśnienia skurczowego powyżej normy (> 20%) load of blood pressure above the normal values (> 20%)	
1	9 (23,1)	1 (9,1)	0,003
2	17 (43,6)	0 (0,0)	
3	13 (33,3)	10 (90,9)	

**Tabela 7.** Korelacja między ciśnieniem tętniczym a subiektywną oceną pracy / brakiem nagród w pracy / poczuciem zagrożenia  
**Table 7.** Correlation between blood pressure and the subjective assessment of work/lack of reward at work/sense of danger

Parametr ciśnienia tętniczego Blood pressure parameter	Korelacja r Pearsona Pearson's r correlation					
	subiektywna ocena pracy subjective assessment of work		brak nagród w pracy lack of reward at work		poczucie zagrożenia sense of danger	
		p		p		p
BPSD	0,357	0,012*	0,431	0,002*	0,3	0,038*
BPSOVER_ładunek / / BPSOVER_load	0,292	0,042*	0,428	0,002*	0,376	0,008*
BPS_praca / BPS_work	0,341	0,016*	0,468	0,001*	0,34	0,018*
BPS_ppraca / BPS_after work	0,336	0,018*	0,461	0,001*	0,367	0,01*
BPSOVER	0,297	0,038*	0,393	0,006*	0,255	0,081
HROVER	-0,338	0,017*	-0,257	0,078	0,095	0,521
BPD_praca / BPD_work	0,176	0,227	0,304	0,036*	0,206	0,160
BPSN	0,152	0,307	0,305	0,039*	0,130	0,388
BPDOVER_ładunek / / BPDOVER_load	0,187	0,199	0,187	0,203	0,299	0,039*

\* Zależność istotna statystycznie  $p < 0,05$  / Statistically significant correlation  $p < 0,05$ .

Skróty jak w tabeli 4 i na rycinie 1 / Abbreviations as in Table 4 and Figure 1.

**Tabela 8.** Ciśnienie tętnicze w grupach o różnej ekspozycji na pole elektromagnetyczne (PEM) emitowane przez telefony komórkowe  
**Table 8.** Blood pressure in the groups with different exposure to electromagnetic fields (EMF) emitted by mobile phones

Zmienna Variable	Badani (M±SD)		P
	grupa I group I (N = 28)	grupa II group II (N = 27)	
Wiek [w latach] / Age [years]	35,0±11,0	33,1±6,6	n.s.
Staż [w latach] / Seniority [years]	6,6±2,3	6,5±2,3	n.s.
BMI	25,6±4,0	24,3±4,1	n.s.
Ciśnienie skurczowe (pomiar ambulatoryjny) / Systolic blood pressure in office measurement [mm Hg]	132,1±17,1	120,7±17,1	0,04
BPSOVER [mm Hg]	121,7±11,8	114,9±12,3	n.s.
BPSD [mm Hg]	126,0±11,3	119,3±11,6	n.s.
BPSN [mm Hg]	110,9±16,8	101,5±10,0	0,036
BPDN [mm Hg]	65,5±10,5	60,6±6,9	n.s.

Grupa I – osoby rozmawiające przez telefon komórkowy < 60 min dziennie / Group I – subjects using mobile phone < 60 min daily.

Grupa II – osoby rozmawiające przez telefon komórkowy ≥ 60 min dziennie / Group II – subjects using mobile phone ≥ 60 min daily.

n.s. – nieistotne statystycznie / not statistically significant.

Pozostałe skróty jak w tabeli 2 i 4 / Other abbreviations as in Table 2 and 4.



szym ciśnieniem skurczowym po pracy. Stwierdzono też istotnie dodatnią korelację tej składowej stresu z ciśnieniem skurczowym krwi w nocy i ładunku ciśnienia skurczowego (tabela 7).

Średnie ciśnienie skurczowe z okresu dnia, z okresu pracy i po pracy oraz ładunek ciśnienia skurczowego i rozkurczowego były istotnie skorelowane z poczuciem zagrożenia w pracy (tabela 7).

Stwierdzono istotnie dodatnią korelację pomiędzy uciążliwymi warunkami w pracy i średnim ciśnieniem rozkurczowym z okresu po pracy (współczynnik kore-

lacji r Pearsona = 0,320, p = 0,027). Brak kontroli nad procesem pracy był istotnie dodatnio skorelowany z wysokim ładunkiem ciśnienia skurczowego (r = 0,288, p = 0,048) i częstością skurczów serca po pracy (r = 0,290, p = 0,046).

Poczucie odpowiedzialności w pracy było istotnie dodatnio skorelowane z nocnym spadkiem ciśnienia tętniczego (r = 0,316, p = 0,033).

Ujemna korelacja wystąpiła pomiędzy odczuwanym wsparciem a tętnem z okresu doby (r = -0,339, p = 0,018).

**Tabela 9.** Analiza zależności ciśnienia skurczowego z okresu doby / ciśnienia skurczowego z okresu dnia / ciśnienia skurczowego z okresu nocy / częstości skurczów serca z okresu 24 godz. od parametrów ekspozycji na pole elektromagnetyczne (PEM) i stresu z uwzględnieniem płci

**Table 9.** Analysis of the gender-adjusted relationship between 24-h systolic blood pressure/systolic blood pressure during day-time/systolic blood pressure during night/24-h heart rate and electromagnetic fields (EMF) exposure parameters and stress

Zmienna Variable	Współczynnik niestandardyzowany Non-standardized coefficient		Współczynnik standaryzowany Standardized coefficient	P
	B	SE	β	
<b>BPSOVER</b>				
wartość stała / constant	133,864	11,717		0,000
ekspozycja na PEM / exposure to EMF	-0,012	0,016	-0,116	0,476
stres ogólny wg Cohena / life-stress according to Cohen	-0,348	0,437	-0,166	0,433
stres zawodowy / occupational stress	0,104	0,100	0,220	0,308
płeć / gender	-11,389	4,456	-0,471	0,017*
<b>BPSD</b>				
wartość stała / constant	137,668	10,703		0,000
ekspozycja na PEM / exposure to EMF	-0,015	0,015	-0,161	0,306
stres ogólny wg Cohena / life-stress according to Cohen	-0,297	0,399	-0,150	0,463
stres zawodowy / occupational stress	0,105	0,091	0,236	0,258
płeć / gender	-11,350	4,070	-0,496	0,01*
<b>BPSN</b>				
wartość stała / constant	125,161	12,636		0,000
ekspozycja na PEM / exposure to EMF	0,002	0,017	0,018	0,918
stres ogólny wg Cohena / life-stress according to Cohen	-0,488	0,478	-0,236	0,319
stres zawodowy / occupational stress	0,061	0,109	0,130	0,584
płeć / gender	-10,733	4,813	-0,441	0,036*
<b>HROVER</b>				
wartość stała / constant	99,925	16,235		0,000
ekspozycja na PEM / exposure to EMF	-0,006	0,022	-0,048	0,788
stres ogólny wg Cohena / life-stress according to Cohen	0,239	0,605	0,092	0,696
stres zawodowy / occupational stress	-0,289	0,138	-0,493	0,047*
płeć / gender	0,554	6,174	0,018	0,929

\* Zależność istotna statystycznie p < 0,05 / Statistically significant correlation p < 0.05.  
Skróty jak w tabeli 4 / Abbreviations as in Table 4.

### Analiza działania ekspozycji na PEM emitowane przez telefony komórkowe i stresu na układ krążenia

W dalszej analizie uwzględniono podział na 2 grupy wyróżnione ze względu na ekspozycję na PEM:

- grupa 1 – osoby rozmawiające przez telefon komórkowy < 60 min dziennie,
- grupa 2 – osoby rozmawiające przez telefon komórkowy ≥ 60 min dziennie.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wykazano, że grupy zróżnicowane pod względem poziomu ekspozycji nie różniły się wiekiem, stażem pracy, BMI ani nawykami palenia tytoniu i picia alkoholu. Z analizy wynika, że wśród wszystkich parametrów charakteryzujących funkcjonowanie układu krążenia istotne różnice dotyczyły tylko ciśnienia tętniczego. Szczegółowe dane przedstawiono w tabeli 8.

Następnie każdą z grup podzielono na podgrupy ze względu na poziom stresu według *Kwestionariusza do subiektywnej oceny pracy*. Wyróżniono 2 podgrupy:

- podgrupa 1 – stres niski i średni (suma punktów w kwestionariuszu 1–101),
- podgrupa 2 – stres wysoki (suma punktów w kwestionariuszu ≥ 102).

Ze względu na to, że na reakcje układu krążenia może wpływać zarówno ekspozycja na PEM, jak i stres, a na poczucie stresu miała wpływ płeć, do modelu regresji wprowadzono jednocześnie parametry opisujące ekspozycję na PEM emitowane przez telefony komórkowe oraz poziom stresu ogólnego i zawodowego jako zmienne ciągłe, a płeć jako zmienną 2-stanową. Stwierdzono, że ciśnienie skurczowe z okresu doby, dnia i nocy oraz częstość skurczów serca z okresu doby były istotnie zależne tylko od płci (tabela 9).

### OMÓWIENIE

Przeprowadzona przez autorów tego artykułu analiza wyników badań: lekarskich, 24-godzinnego EKG metodą Holtera i długookresowego monitorowania ciśnienia tętniczego, nie wykazała istotnych różnic między grupami zróżnicowanymi pod względem ekspozycji na PEM. Częstość występowania zmian w układzie krążenia była w badanej grupie mniejsza w porównaniu z badanymi wcześniej innymi grupami ekspozowanymi na PEM o różnej częstotliwości [24–26]. W badanej grupie zwraca uwagę dość duży odsetek osób z zaburzeniami przewodzenia w EKG spoczynkowym, pod postacią RBBB *incomp*. Według badań prospektywnych u osób z RBBB *incomp* mogą rozwijać się zaawansowane zaburzenia

przewodzenia, prowadzące do konieczności wszczęcia kardiostymulatora [27]. W 24-godzinnym badaniu EKG metodą Holtera stwierdzono zmiany u 20% osób, dotyczyły one zaburzeń repolaryzacji oraz zaburzeń rytmu serca pod postacią dodatkowych pobudzeń komorowych i nadkomorowych oraz zaburzeń przewodzenia. W badaniach Bortkiewicz i wsp. [28], prowadzonych u osób ekspozowanych na PEM o częstotliwości z zakresu średniofalowego, stwierdzono istotnie większy niż w grupie kontrolnej odsetek osób ze zmianami elektrokardiograficznymi, głównie komorowymi zaburzeniami rytmu serca, przy niższej częstości skurczów serca.

W obecnych badaniach wartości średnie ciśnienia tętniczego zarówno w pomiarze przeprowadzonym w gabinecie lekarskim, jak i w zapisach ABPM były w granicach normy. Zwraca jednak uwagę, że aż 18 osób (33%) w badaniu jednorazowym miało podwyższone ciśnienie tętnicze (skurczowe lub rozkurczowe), co jest szczególnie niepokojące ze względu na młody wiek osób badanych. Natomiast w badaniu ABPM tylko 7 osób miało ciśnienie tętnicze przekraczające przyjęte wartości prawidłowe. Stąd wniosek, że u części osób podwyższone ciśnienie w badaniu jednorazowym mogło być wynikiem syndromu białego fartucha. Zgodnie z obowiązującą interpretacją syndrom ten może predysponować do rozwoju nadciśnienia w przyszłości i z tego względu osoby z nadciśnieniem białego fartucha powinny być objęte szczególną kontrolą medyczną [29]. Wyniki badania De la Sierra i wsp. [30] wskazują, że u części pacjentów ze zdiagnozowanym nadciśnieniem uważanym za odporne na leki hipotensyjne w rzeczywistości występuje właśnie efekt białego fartucha. Khoury i wsp. [31] zaobserwowali wyższe wartości ciśnienia podczas jednorazowych pomiarów w gabinecie w porównaniu z pomiarami 24-godzinnymi. Średnie różnice ciśnienia skurczowego w dzień wynosiły  $14,4 \pm 1,7$  mm Hg, a rozkurczowego –  $2,9 \pm 2,0$  mm Hg. Kobiety miały istotnie wyższe średnie z pomiarów jednorazowych niż mężczyźni ( $p = 0,013$ ) [31]. W badaniu ABPM autorów tego artykułu zaobserwowano wyższe wartości ciśnienia z dnia i nocy u mężczyzn niż u kobiet. Obserwacja ta jest szczególnie ważna ze względu na większe zagrożenie chorobami układu krążenia mężczyzn, zwłaszcza młodych. Natomiast brak nocnego fizjologicznego spadku ciśnienia stwierdzono u 15 osób, w tym u 11 mężczyzn. Uważa się, że jest to objaw zakłócenia regulacji neurovegetatywnej, którego konsekwencją może być rozwój pełnoobjawowego nadciśnienia [32]. Również inni autorzy stwierdzili, że brak fi-

zjologicznego nocnego spadku ciśnienia tętniczego predysponuje do rozwoju chorób układu krążenia, w tym do choroby niedokrwiennej serca i choroby nadciśnieniowej [33–35].

Vangelova i wsp. [36] stwierdzili, że ciśnienie tętnicze u pracowników stacji radiowych i telewizyjnych było znacząco wyższe w porównaniu z grupą kontrolną oraz istotnie skorelowane z poziomem ekspozycji [36]. W badaniu przeprowadzonym przez Wilén i wsp. [37] u 35 spawaczy ekspozowanych na PEM i 37 osób z grupy kontrolnej wykazano, że osoby z grupy narażonej częściej zgłaszały bóle głowy, zmęczenie, uczucie pieczenia w obrębie dłoni i stóp, zaburzenia snu. Osoby te miały istotnie niższą częstość skurczów serca z 24-godzinnymi zapisami EKG ( $p = 0,02$ ) i więcej epizodów bradykardii [37].

Odwrotną tendencję odnośnie do częstości skurczów serca obserwowali Dawser i wsp. [38] podczas eksperymentalnej 35-minutowej ekspozycji na PEM emitowane przez telefon komórkowy. W grupie 13 badanych ochotników średnia częstość skurczów serca wzrosła z 75/min do 103/min.

Istnieją jednak też doniesienia o braku zmian w układzie krążenia pod wpływem PEM o częstotliwości mikro- i radiofalowej [39].

W badanej przez autorów grupie zaobserwowano istotny statystycznie wzrost ciśnienia skurczowego (z okresu doby i dnia, zarówno podczas pracy, jak i po jej zakończeniu) oraz wzrost ładunku ciśnienia skurczowego wraz ze wzrostem poziomu stresu związanego z pracą.

Jak wynika z metaanalizy przeprowadzonej przez Landsbergisa i wsp. [40], ryzyko wystąpienia nadciśnienia wzrasta wraz ze wzrostem poziomu stresu. W badaniach Vrijkote i wsp. [41] stwierdzono, że u osób, u których w pracy występowała duża przewaga wymagań nad rekompensatą, ciśnienie skurczowe podczas pracy i po jej zakończeniu było wyższe średnio o 3,9 mm Hg w porównaniu z wartościami w dniu wolnym od pracy. W innych badaniach zaobserwowano wyższe ciśnienie skurczowe i rozkurczowe zarówno w czasie pracy, jak i po pracy w porównaniu z ciśnieniem w tych samych okresach doby w dniu wolnym od pracy [42]. Istnieją też doniesienia, że wartości ciśnienia tętniczego monitorowanego podczas pracy i po pracy były wyższe niż w pomiarze jednorazowym zarówno u osób z wysokim, jak i niskim poczuciem stresu zawodowego [43].

W badanej przez autorów artykulu grupie ciśnienie skurczowe z okresu doby, dnia i nocy było istotnie zależne od płci – wyższe u mężczyzn niż u kobiet. Wyniki te są zgodne z badaniami innych autorów, które wska-

zują na różnice w wartościach ciśnienia tętniczego zależne od płci – wyższe u mężczyzn [44–46]. Różnice te były większe w zakresie ciśnienia skurczowego [44]. W badaniach Ben-Dov i wsp. [44] zaobserwowano niższe ciśnienie tętnicze u kobiet niż u mężczyzn zarówno z okresu doby, jaki i w ciągu dnia i nocy, natomiast tętno było istotnie wyższe u kobiet ( $p < 0,0001$ ).

Karlin i wsp. [47] zaobserwowali, że u mężczyzn i kobiet ciśnienie skurczowe w ciągu dnia było istotnie ujemnie skorelowane z poczuciem wsparcia udzielanego przez kolegów, a u kobiet zależność ta dotyczyła także ciśnienia rozkurczowego. Stwierdzono również, że zależności te były bardziej nasilone w przypadku sytuacji stresowych [47]. Na wystąpienie wyższych wartości ciśnienia tętniczego podczas pracy miały też wpływ relacje z przełożonym. Zaobserwowano istotnie wyższe ciśnienie skurczowe (o 15 mm Hg) i rozkurczowe (o 7 mm Hg) w dniu, kiedy osoby badane pracowały z nieakceptowanym szefem, w porównaniu z dniem pracy z przełożonym akceptowanym [48].

U badanych przez autorów tego artykułu osób mających wysokie poczucie psychicznego obciążenia pracą zaobserwowano istotnie wyższe ciśnienie skurczowe z doby i dnia (w pracy i po jej zakończeniu) oraz wyższy ładunek ciśnienia skurczowego. Przeprowadzone badania wskazują, że ciśnienie tętnicze u ekspozowanych na PEM emitowane przez telefony komórkowe, a także na stres (zawodowy i ogólny), istotnie zależy od płci, natomiast dobową częstość skurczów serca zależy od poziomu stresu zawodowego bez względu na płeć.

## WNIOSKI

1. Osoby z najwyższym poziomem stresu zawodowego charakteryzowały się istotnie wyższym ciśnieniem skurczowym w okresie doby i dnia (zarówno w pracy, jak i po pracy) oraz wyższym ciśnieniem rozkurczowym w ciągu dnia.
2. Częstość skurczów serca w okresie doby była istotnie skorelowana dodatkowo z poziomem stresu zawodowego, po wyeliminowaniu wpływu płci, stresu ogólnego i PEM emitowanego przez telefon komórkowy.
3. Reakcja układu krążenia była istotnie zależna od płci. U mężczyzn w obrazie zmian dominowały zaburzenia ciśnienia tętniczego, a u kobiet – zaburzenia przewodzenia.
4. Dotychczas uzyskane wyniki wskazują na potrzebę pogłębionych badań w celu wyjaśnienia przyczyn różnej odpowiedzi układu krążenia u kobiet i męż-

czyn na działanie stresu i PEM emitowanego przez telefony komórkowe.

## PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują mgr Ewie Brejnakowskiej za pomoc w przygotowaniu fragmentów publikacji w języku angielskim.

## PIŚMIENNICTWO

- Huang D., Dong Z.F., Chen Y., Wang F.B., Wei Z., Zhao W.B. i wsp.: Interference of GSM mobile phones with communication between Cardiac Rhythm Management devices and programmers: A combined in vivo and in vitro study. *Bioelectromagnetics* 2015;36(5):367–376, <https://doi.org/10.1002/bem.21911>
- Corzani A., Ziacchi M., Biffi M., Allaria L., Diemberger I., Martignani C. i wsp.: Clinical management of electromagnetic interferences in patients with pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators: review of the literature and focus on magnetic resonance conditional devices. *J. Cardiovasc. Med. (Hagerstown)* 2015;16(10):704–713, <https://doi.org/10.2459/JCM.0000000000000301>
- Derkacz A., Poręba R., Skoczyńska A., Andrzejak R.: Czy pole elektromagnetyczne wytwarzane przez telefonię komórkową powoduje zakłócenia w działaniu sztucznych stymulatorów serca? *Med. Pr.* 2001;52(2):107110
- Brodie M., Robertson D., Wyllie J.: Interference of electrocardiographic recordings by a mobile telephone. *Cardiol. Young* 2007;17(3):328–329, <https://doi.org/10.1017/S1047951107000443>
- Hamburger S., Logue J.N., Silverman P.M.: Occupational exposure to non-ionizing radiation and an association with heart disease: An exploratory study. *J. Chron. Dis.* 1983;36(11):791–802, [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(83\)90071-1](https://doi.org/10.1016/0021-9681(83)90071-1)
- Alhuseiny A.H., Al-Nimer M.S., Majeed A.D.: Electromagnetic energy radiated from mobile phone alters electrocardiographic records of patients with ischemic heart disease. *Ann. Med. Health Sci. Res.* 2012;2(2):146–151, <https://doi.org/10.4103/2141-9248.105662>
- Tamer A., Gündüz H., Ozyildirim S.: The cardiac effects of a mobile phone positioned closest to the heart. *Anadolu Kardiyol. Derg.* 2009;9(5):380–384
- Braune S., Wracklage C., Raczek J., Lucking C.H.: Resting blood pressure increase during exposure to a radio-frequency electromagnetic field. *Lancet* 1998;351:1857–1858, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)24025-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)24025-6)
- Bortkiewicz A., Jarupat S., Kawabata A., Tokura H., Szymczak W., Gadzicka E.: Heart rate and blood pressure during exposure to cellular phone-an experimental study. W: Werner J., Hexamer M. [red.]. *Proceedings of the 9th Environmental Ergonomics*; 30 lipca–4 sierpnia 2000; Aachen, Deutschland. Shaker Verlag, Aachen 2000, ss. 227–230
- Thuroczy G., Kubinyi G., Sinay H., Bakos J., Sipos K., Lenart A., Szabo L.D.: Human electrophysiological studies on the influence of RF exposure emitted by GSM cellular phones. W: Bersani F. [red.]. *Electricity and Magnetism in Biology and Medicine*. Kluwer Academic/Plenum Publisher, New York 1999, ss. 721–724
- Barker A.T., Jackson P.R., Parry H., Coulton L.A., Cook G.G., Wood S.M.: The effect of GSM and TETRA mobile handset signals on blood pressure, catechol levels and heart rate variability. *Bioelectromagnetics* 2007;28(6):433–438, <https://doi.org/10.1002/bem.20333>
- Braune S., Riedel A., Schulte-Monting J., Raczek J.: Influence of a radiofrequency electromagnetic field on cardiovascular and hormonal parameters of the autonomic nervous system in healthy individuals. *Radiat. Res.* 2002;158(3):352–356, [https://doi.org/10.1667/0033-7587\(2002\)158\[0352:IOAREF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1667/0033-7587(2002)158[0352:IOAREF]2.0.CO;2)
- Tähvanainen K., Nino J., Halonen P., Kuusela T., Laitinen T., Lansimies E.: Cellular phone use does not acutely affect blood pressure or heart rate of humans. *Bioelectromagnetics* 2004;25(2):73–83, <https://doi.org/10.1002/bem.10165>
- Cohen S., Kamarck T., Mermelstein R.A.: A global measure of perceived stress. *J. Health Soc. Behav.* 1983;24(4):385–396, <https://doi.org/10.2307/2136404>
- Dudek B., Waszkowska M., Hanke W.: Ochrona zdrowia pracowników przed skutkami stresu zawodowego. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 1999
- Szyjkowska A., Gadzicka E., Szymczak W., Bortkiewicz A.: The risk of subjective symptoms in mobile phone users in Poland – an epidemiological study. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health* 2014;27(2):293–303, <https://doi.org/10.2478/s13382-014-0260-1>
- Szyjkowska A., Gadzicka E., Szymczak W., Bortkiewicz A.: Wpływ stresu i intensywności rozmów przez telefon komórkowy na stan zdrowia i dolegliwości subiektywne pracowników sieci GSM. *Med. Pr.* 2017;68(5):617–628, <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00541>
- Dudek B., Waszkowska M., Mercz D., Hanke W.: Ochrona zdrowia pracowników przed skutkami stresu zawodowego. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2004
- Tykowski A., Narkiewicz K., Gaciong Z., Januszewicz A., Litwin M., Kostka-Jeziorny K. [red.]: *Zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym – 2015 rok*. Wytyczne Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego. Polskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego, Gdańsk 2015. *Nadciśn. Tętn. Prakt.* 2015;1(1):1–70

20. Baranowski R., Wojciechowski D., Maciejewska M.: Zalecenia dotyczące stosowania rozpoznawczych elektrokardiogramów. *Kardiol. Pol.* 2010;68, Supl. 4:335–390
21. Middeke M., Kluglich M., Holzgreve H.: Circadian blood pressure rhythm in primary and secondary hypertension. *Chronobiol. Int.* 1999;8(6):451–459, <https://doi.org/10.3109/07420529109059181>
22. Van Ittersum F.J., Ijzerman R.G., Stehouwer C.D.A., Donker A.J.M.: Analysis of twenty four hour ambulatory blood pressure monitoring: What time period to assess blood pressure during waking and sleeping? *J. Hypertens.* 1995; 13(9):1053–1058, <https://doi.org/10.1097/00004872-199509000-00017>
23. Staessen J., Fagard R., Lijnen P., Thijs L., Van Hoof R., Amery A.: Reference values for ambulatory blood pressure: a meta-analysis. *J. Hypertens.* 1990;8, Suppl. 6:57–64
24. Bortkiewicz A., Zmysłony M., Gadzicka E., Pałczyński C.: Ambulatory ECG monitoring in workers exposed to MF electromagnetic fields. *J. Med. Eng. Technol.* 1997;21(2): 41–46, <https://doi.org/10.3109/03091909709008403>
25. Bortkiewicz A., Zmysłony M., Gadzicka E.: Ekspozycja na pola elektromagnetyczne o częstotliwości 50 Hz a zmiany w układzie krążenia u pracowników stacji elektroenergetycznych. *Med. Pr.* 1998;48(3):261–275
26. Gadzicka E., Bortkiewicz A., Zmysłony M.: Ocena wybranych parametrów czynności układu krążenia pracowników różnych grup zawodowych ekspozowanych na pola elektromagnetyczne wielkiej częstotliwości. III. 24-h monitorowanie ciśnienia tętniczego krwi (ABP). *Med. Pr.* 1997;48(1):17–24
27. Mitrega K., Lenarczyk R., Pruszkowska P., Kalarus Z., Średniawa B.: Alternating left and right bundle branch block. *Kardiol. Pol.* 2014;72(10):987, <https://doi.org/10.5603/KP.2014.0198>
28. Bortkiewicz A., Gadzicka E., Zmysłony M.: Efekty biologiczne i ryzyko zdrowotne PEM o poziomach dopuszczalnych przez ICNIRP dla osób zawodowo ekspozowanych – badania Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi. *Med. Pr.* 2003;54(3):291–297
29. Pickering T.G., Coats A., Mallion J.M., Mancia G., Verdecchia P.: Blood Pressure Monitoring. Task force V: White-coat hypertension. *Blood Press. Monit.* 1999;4(6):333–341
30. De la Sierra A., Segura J., Banegas J.R., Gorostidi M., de la Cruz J.J., Armario P. i wsp.: Clinical features of 8295 patients with resistant hypertension classified on the basis of ambulatory blood pressure monitoring. *Hypertension* 2011;57(5):898–902, <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.110.168948>
31. Khoury S., Yarows S.A., O'Brien T.K., Sowers J.R.: Ambulatory blood pressure monitoring in a nonacademic setting. Effects of age and sex. *Am. J. Hypertens.* 1992;5(9):616–623, <https://doi.org/10.1093/ajh/5.9.616>
32. Fava C., Burri P., Almgren P., Arcaro G., Groop L., Hulthen L. i wsp.: Dipping and variability of blood pressure and heart rate at night are heritable traits. *Am. J. Hypertens.* 2005;18(11):1402–1407, <https://doi.org/10.1016/j.amjhyper.2005.05.011>
33. Ohkubo T., Hozawa A., Yamaguchi J., Kikuya M., Ohmori K., Michimata M. i wsp.: Prognostic significance of the nocturnal decline in blood pressure in individuals with and without high 24-h blood pressure: the Ohasama study. *J. Hypertens.* 2002;20(11):2183–2189, <https://doi.org/10.1097/00004872-200211000-00017>
34. Metoki H., Ohkubo T., Kikuya M., Asayama K., Obara T., Hara A. i wsp.: Prognostic significance for stroke of a morning pressor surge and a nocturnal blood pressure decline: the Ohasama study. *Hypertension* 2006;47(2):149–154, <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000198541.12640.0f>
35. Fagard R.H., Celis H., Thijs L., Staessen J.A., Clement D.L., De Buyzere M.L. i wsp.: Daytime and nighttime blood pressure as predictors of death and cause-specific cardiovascular events in hypertension. *Hypertension* 2008;51(1): 55–61, <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.107.100727>
36. Vangelova K., Deyanov C., Israel M.: Cardiovascular risk in operators under radiofrequency electromagnetic radiation. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2006;209(2):133–138, <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2005.09.008>
37. Wilén J., Hörnsten R., Sandström M., Bjerle P., Wiklund U., Stensson O. i wsp.: Electromagnetic field exposure and health among RF plastic sealer operators. *Bioelectromagnetics* 2004;25(1):5–15, <https://doi.org/10.1002/bem.10154>
38. Dawser H., Alyaa H.A., Sabah N.M., Aya J.: Study the Effect of Mobile (Cell Phone) on the Heart Electricity. *Int. J. Appl. Inf. Syst.* [Internet] 2014 [cytowany 13 sierpnia 2018];12(13):22–28, Adres: [https://www.researchgate.net/profile/Sabah\\_Mazhir/publication/273011963\\_Study\\_the\\_effect\\_of\\_Mobile\\_Cell\\_Phone\\_on\\_the\\_Heart\\_Electricity/links/57b9aa1208aedfe0ec96e799/Study-the-effect-of-Mobile-Cell-Phone-on-the-Heart-Electricity.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sabah_Mazhir/publication/273011963_Study_the_effect_of_Mobile_Cell_Phone_on_the_Heart_Electricity/links/57b9aa1208aedfe0ec96e799/Study-the-effect-of-Mobile-Cell-Phone-on-the-Heart-Electricity.pdf)
39. Nam K.C., Kim S.W., Kim S.C., Kim D.W.: Effects of RF exposure of teenagers and adults by CDMA cellular phones. *Bioelectromagnetics* 2006;27(7):509–514, <https://doi.org/10.1002/bem.20229>
40. Landsbergis P.A., Dobson M., Koutsouras G., Schnall P.: Job strain and ambulatory blood pressure: a meta-analysis and systematic review. *Am. J. Public Health* 2013;103(3):e61–e71, <https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.301153>
41. Vrijkotte T.G., van Doornen L.J., de Geus E.J.: Effects of work stress on ambulatory blood pressure, heart rate, and

- heart rate variability. *Hypertension* 2000;35(4):880–886, <https://doi.org/10.1161/01.HYP.35.4.880>
42. O'Connor D., O'Connor R., White B., Bundred P.: Are occupational stress levels predictive in British GPs? An exploratory study. *Fam. Pract.* 2001;18(1):92–94, <https://doi.org/10.1093/fampra/18.1.92>
43. Schnall P.L., Schwartz J.E., Landsbergis P.A., Warren K., Pickering T.G.: A longitudinal study of job strain and ambulatory blood pressure: results from a three-year follow-up. *Psychosom. Med.* 1998;60(6):697–706, <https://doi.org/10.1097/00006842-199811000-00007>
44. Ben-Dov I.Z., Mekler J., Bursztyn M.: Sex differences in ambulatory blood pressure monitoring. *Am. J. Med.* 2008; 121(6):509–514, <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2008.02.019>
45. Hermida R.C., Ayala D.E., Mojón A., Fontao M.J., Chayán L., Fernández J.R.: Differences between men and women in ambulatory blood pressure thresholds for diagnosis of hypertension based on cardiovascular outcomes. *Chronobiol. Int.* 2013;30(1–2):221–232, <https://doi.org/10.3109/07420528.2012.701487>
46. Kotsis V., Stabouli S., Pitiriga V., Toumanidis S., Papamichael C., Zakopoulos N.: Ambulatory blood pressure monitoring and target organ damage: effects of age and sex. *Blood Press. Monit.* 2006;11(1):9–15, <https://doi.org/10.1097/01.mbp.0000189785.59994.20>
47. Karlin W.A., Brondolo E., Schwartz J.: Workplace social support and ambulatory cardiovascular activity in New York City traffic agents. *Psychosom. Med.* 2003;65(2):167–176, <https://doi.org/10.1097/01.PSY.0000033122.09203.A3>
48. Wagener N., Fieldman G., Hussey T.: The effect of ambulatory blood pressure of working under favourably and unfavourably perceived supervisors. *Occup. Environ. Med.* 2003; 60(7):468–474, <https://doi.org/10.1136/oem.60.7.468>