

# Wpływ czynników atmosferycznych oraz zewnętrznego pola elektromagnetycznego na częstotliwość nawrotów migotania przedsionków

## Impact of weather and external electromagnetic field on the frequency of relapse of atrial fibrillation

Andrzej Jakub Sałacki<sup>1, 2</sup>, Andrzej Wysokiński<sup>1</sup>, Anna Dagny Sałacka<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Katedra i Klinika Kardiologii Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

<sup>2</sup>Studia Doktoranckie na II Wydziale Lekarskim z Oddziałem Anglojęzycznym Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

<sup>3</sup>Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Klinice Kardiologii Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

### STRESZCZENIE

Migotanie przedsionków (AF) uznaje się za epidemię XXI wieku. Jest ono najczęściej występującą arytmia nadkomorową, dotyczącą nawet do 1,5% całej populacji. Szacuje się, że w Polsce dotyka nawet 400 000 osób. Jest arytmia złośliwą, wspólnie z trzepotaniem przedsionków stanowi istotne wskazanie do leczenia przeciwzakrzepowego. Wynika to z powszechnie znanego i udowodnionego zwiększonego ryzyka powikłań zakrzepowo-zatorowych w tym typie arytmii, z których najgroźniejszym jest udar mózgu. Niesie ze sobą także następstwa hemodynamiczne wynikające z utraty funkcji przedsionków. Z uwagi na tak kształtujące się dane epidemiologiczne oraz wszelkie powstałe konsekwencje wynikające z obecności arytmii poszukuje się kolejnych czynników, które mogą wyzwać jej napady, oraz metod przed nimi chroniących. W artykule starano się zwrócić uwagę na fakt, że warunki meteorologiczne, a także zewnętrzne pole elektromagnetyczne z nimi związane, są takimi czynnikami u niemałej grupy pacjentów. Do dalszych rozważań

pozostaje, jak skutecznie uchronić pacjenta z napadowym AF przed ich niekorzystnym wpływem.

*Choroby Serca i Naczyń 2016, 13 (4), 271–275*

**Słowa kluczowe:** migotanie przedsionków, warunki meteorologiczne, pole elektromagnetyczne niskiej częstotliwości

### ABSTRACT

Atrial fibrillation (AF) is considered to be the epidemic of the 21st century. It is one of the most prevalent supraventricular arrhythmias and affects up to 1,5% of the whole population. It has been estimated that it affects as many as 400 000 people in Poland. It is a malignant arrhythmia and if it appears together with AF it is recommended to commence anticoagulant treatment. It results from the well-known and proven fact that at this stage of arrhythmia there is a very high risk of thromboembolic complications, the cerebro-vascular accident being one of the most dangerous of them. It also causes hemodynamic consequences due to the loss of the hemodynamic function of the atria. Bearing in mind the epidemiological data

#### Adres do korespondencji:

prof. dr hab. n. med. Andrzej Wysokiński  
Katedra i Klinika Kardiologii  
Uniwersytet Medyczny  
ul. Jaczewskiego 8, 20–954 Lublin  
tel. 81 724 41 51  
e-mail: a.wysokinski@umlub.pl

and all consequences caused by arrhythmia, other factors that cause its fits and methods to prevent them are being sought. This article aims at stressing the fact that weather conditions and the related external electromagnetic field also constitute factors among many patients. It should be further studied

how to effectively protect patients with paroxysmal AF against its negative effects.

*Choroby Serca i Naczyń 2016, 13 (4), 271–275*

**Key words:** atrial fibrillation, weather conditions, low frequency electromagnetic field

## WPROWADZENIE

Człowiek jest częścią przyrody i jej prawom, mniej lub bardziej świadomie, podlega. Cykliczność zjawisk fizjologicznych i patofizjologicznych związanych z rytmem dobowym, miesięcznym i rocznym to zjawisko zdefiniowane, a jego wpływ na układ krążenia jest powszechnie znany [1–6]. Od czasów Hipokratesa wpływ warunków atmosferycznych na ludzki nastrój i zdrowie wzbudzał duże zainteresowanie [7]. Obecnie wpływ warunków meteorologicznych na nasze samopoczucie bywa przedmiotem codziennych rozmów, a często wręcz usprawiedliwieniem dla nie najlepszej kondycji i sprawności fizycznej. Ocenia się, że co trzecia osoba reaguje zmianami samopoczucia na pogodę, a co drugiej osobie w klimacie charakteryzującym między innymi Polskę bodźce meteorologiczne przysparzają istotnych problemów zdrowotnych [8]. Osoby, które szczególnie źle odczuwają zmiany pogody, nazywa się meteopatami. Cechują je wzmożone napięcie układu wegetatywnego, który ma u nich mniejszą zdolność adaptacji do zmieniających się warunków atmosferycznych, oraz osłabienie reakcji przystosowawczych. Istnieje cała grupa chorób meteorotropowych, do których zalicza się także chorobę wieńcową i nadciśnienie tętnicze [9]. Z obserwacji klinicznych wynika również, że zaburzenia rytmu serca, a wśród nich migotanie przedsionków (AF, *atrial fibrillation*), nazywane epidemią XXI wieku, predysponuje do chorób z tej grupy. Obserwuje się dużą zmienność liczby osób zgłaszających się do szpitala z powodu napadów AF w poszczególnych dniach roku. Zasadne wydaje się skojarzenie tej arytmii ze stanem pogody.

## MIGOTANIE PRZEDSIONKÓW

Migotanie przedsionków, występujące u 1–2% populacji ogólnej, stanowi najczęstsze utrwalone zaburzenie rytmu serca. Ponad 6 mln Europejczyków cierpi z powodu AF, a częstość występowania tego typu zaburzeń rytmu serca w ostatnich 50 latach podwoiła się wskutek starzenia się populacji. Częstość występo-

wania AF wzrasta z wiekiem — z poniżej 0,5% u osób w wieku 40–50 lat do 5–15% wśród osób w wieku 80 lat. Mężczyźni chorują częściej niż kobiety. Ryzyko wystąpienia AF u osób po 40. roku życia wynosi około 25% [10]. W populacji ogólnej około 85% chorych z AF ma ponad 65 lat [11]. Prognozuje się jeszcze większy wzrost rozpowszechnienia tego schorzenia w populacji [12]. Migotanie przedsionków charakteryzuje się chaotyczną, nieskoordynowaną aktywacją przedsionków, przejawiającą się niemiarowością zupełną rytmu komór serca, co przekłada się także na konsekwencje hemodynamiczne zmniejszające rzut minutowy serca nawet o 20% [13, 14]. Obecność AF wiąże się ze zwiększonym odsetkiem zgonów, udarów mózgu oraz innych incydentów zakrzepowo-zatorowych, niewydolności serca, obniżeniem jakości życia, zmniejszeniem sprawności fizycznej oraz zaburzeniami funkcji lewej komory (LV, *left ventricle*) serca [10]. Migotanie przedsionków 5-krotnie zwiększa ryzyko udaru mózgu, a co 5. udar można przypisać tej arytmii. Udary niedokrwienne związane z AF często kończą się zgonem, a pacjenci, którzy je przeżywają, doznają większego stopnia niepełnosprawności i są bardziej narażeni na powtórny udar mózgu niż chorzy po udarach z innej przyczyny.

Bezobjawowy przebieg AF w istotny sposób utrudnia wczesne rozpoznanie tego zaburzenia rytmu serca. Prawie 1/3 pacjentów z tą arytmia nie odczuwa jej objawów [10]. W związku z tak kształtującymi się danymi epidemiologicznymi oraz szeroko występującymi powikłaniami AF, jak również powikłaniami wynikającymi bezpośrednio z przeprowadzania kardiowersji elektrycznej i jej wpływu na serce, wciąż szuka się coraz skuteczniejszych metod leczenia, a przede wszystkim zapobiegania występowaniu napadów AF. W opublikowanych w dostępnym piśmiennictwie badaniach poszukiwano zależności między częstością występowania napadów AF a czynnikami atmosferycznymi oraz starano się zidentyfikować te, które mogą wyzwać napady arytmii.

## WARUNKI ATMOSFERYCZNE A NAWRACAJĄCE MIGOTANIE PRZEDSIONKÓW

W praktyce klinicznej obserwuje się występowanie zwiększonej liczby hospitalizacji pacjentów na oddziałach intensywnej opieki kardiologicznej (OIOK) z powodu napadowego migotania przedsionków (PAF, *paroxysmal atrial fibrillation*) podczas przechodzenia frontów atmosferycznych. Niestety w piśmiennictwie nie udało się znaleźć wielu prac, w których badano tę zależność. W badaniach Michałkiewicza i wsp. [15] stwierdzono niewątpliwy wpływ czynników meteorologicznych, takich jak: temperatura, wilgotność powietrza i ciśnienie atmosferyczne, na występowanie epizodów PAF. U około 30% chorych ze współistniejącą chorobą niedokrwienną serca PAF jest prowokowane wysokimi temperaturą i wilgotnością powietrza atmosferycznego. U 20% osób z chorobą niedokrwienną serca wykazano reaktywność na niskie i obniżające się ciśnienie atmosferyczne (obie grupy z chorobą niedokrwienną odznaczały się stosunkowo wysoką średnią wieku i znaczącym odsetkiem mężczyzn). Wysokie ciśnienie atmosferyczne i jego szybki wzrost o co najmniej 8 hPa w ciągu doby uznano za czynniki prowokujące PAF u około 15% chorych — głównie mężczyzn. Ujawniono grupę pacjentów, stanowiącą około 21% (głównie kobiet), u których incydenty arytmii są prowokowane przez niskie i obniżające się ciśnienie atmosferyczne. Stwierdzono, że występowaniu PAF sprzyjają wysoka temperatura powietrza ( $> 25^{\circ}\text{C}$ ) trwająca dłużej niż 3 dni lub niska ( $< 8^{\circ}\text{C}$ ), prężność pary wodnej ponad 16,5 hPa, szybki wzrost ciśnienia atmosferycznego ( $> 8\text{ hPa}$ ) w czasie 2 dni. W pracy Mirica i wsp. [16] w liczącej ponad 1000 osób populacji pacjentów z PAF, obserwowanych w ciągu 6 lat w nadmorskim regionie Dalmacji, stwierdzono wyraźną zależność tej arytmii od przechodzących frontów atmosferycznych oraz wiejących w związku z nimi wiatrów. W innych badaniach obserwowano sezonowość arytmii, polegającą na zwiększonej liczbie hospitalizowanych pacjentów w miesiącach zimowych [17], ale może to nasuwać skojarzenie ze współistnieniem czynników infekcyjnych, co podkreślają także badacze duńscy i japońscy [18, 19]. Istnieją także prace, których wyniki są całkiem odmienne. W badaniach Kózki i wsp. [20] nie stwierdzono istotnego związku między warunkami atmosferycznymi, takimi jak ciśnienie atmosferyczne, temperatura otoczenia czy pora roku, a liczbą nawrotów PAF w badanej grupie (83 pacjentów).

Cenną pracą jest przeprowadzone w latach 2005–2006 badanie Głuszaka i wsp. [21] — efekt statystycz-

nego opracowania danych dotyczących niemałej liczby 739 chorych (48% mężczyzn i 52% kobiet) w wieku 18–91 lat (średnia wieku 65,1 roku) — dotyczące polskiej populacji chorych, którzy na przemieszczanie się frontów atmosferycznych są narażeni przez około 140 dni w roku. Obserwowano populację chorych trafiających na OIOK z powodu PAF (nie uwzględniono osób z wtórnymi zaburzeniami rytmu serca występującymi w przebiegu ostrego zespołu wieńcowego, ostrego zawału serca, zapalenia osierdzia, nadczynności tarczycy i chorób płuc). Dokonano oceny statystycznej, stosując korelację między częstością występowania PAF i elementami meteorologicznymi oraz sytuacjami pogodowymi, takimi jak: zmienność temperatury powietrza, ciśnienia atmosferycznego, prężności pary wodnej, stopnia zachmurzenia, prędkości wiatru. Posługując się mapami synoptycznymi, analizowano sytuacje pogodowe, takie jak przechodzenie frontów atmosferycznych i występowanie układów barycznych. W badaniach tych zaobserwowano, że niektóre warunki meteorologiczne mogą być czynnikiem wyzwalającym PAF. Stwierdzono wyraźny wpływ oddziaływania frontu chłodnego i okluzji o charakterze frontu chłodnego na zwielokrotnienie przyjęć na OIOK z powodu PAF. Nie obserwowano tych interakcji w odniesieniu do frontów ciepłych. Nie znaleziono istotnych zależności między zmiennością temperatury powietrza, ciśnienia atmosferycznego, prężności pary wodnej, stopnia zachmurzenia ani prędkości wiatru a PAF. Stwierdzono sezonowość PAF z maksimum w miesiącach zimowych i spadkiem liczby zachorowań od maja do sierpnia włącznie, co nasuwa skojarzenie z mniejszym wpływem czynników infekcyjnych w tym okresie. Oddziaływanie frontów chłodnych autorzy wytłumaczyli rozchodzącymi się z dużą prędkością falami elektromagnetycznymi niskiej częstotliwości, z wektorem skierowanym ku ziemi, powstającymi w strefie zmian atmosferycznych, które jako jedyne czynniki związane z pogodą mogą przenikać do pomieszczeń. Jest to jedna z niewielu prac dostępnych w piśmiennictwie, której autorzy zasugerowali występowanie związku między wpływem zewnętrznego pola elektromagnetycznego niskiej częstotliwości a zwiększoną częstością nawrotów AF.

Prędkość rozchodzenia się fal elektromagnetycznych wynosi 300 000 km/s, a prędkość przechodzenia frontów chłodnych to dziesiątki km/h. Dlatego skutki ich działania są odczuwane wiele godzin przed nadejściem frontu atmosferycznego. Zaobserwowali to także

Delyukov i Didyk [22], którzy opisali negatywny wpływ wahań ciśnienia atmosferycznego na funkcje układu sercowo-naczyniowego manifestujące się 3–24 godzin przed zmianą warunków pogodowych. Hessmann-Kosaris [8], donosząca o reakcjach ciała aż do 48 godzin przed zmianami pogody, zakłada jednak, że pojawiają się one wskutek zaburzeń pola elektrycznego występujących z wyprzedzeniem w stosunku do nadchodzącego frontu atmosferycznego, co także potwierdza tę koncepcję.

Organizmy żywe są bardziej podatne na oddziaływanie fal o niskich częstotliwościach [8]. Fala elektromagnetyczna wnika w tkankę na głębokość, która zależy od oporu elektrycznego tkanki i długości fali. W zakresie częstotliwości bardzo niskich i radiowych, aż do 10 MHz, żywa tkanka zachowuje się jak przewodnik, w którym zmienne pole indukuje prądy wirowe, zwane prądami Foucaulta. Kierunek prądów wirowych jest taki, że przeciwdziałają one wnikaniu pola w głąb przewodnika, płyną zaś głównie na powierzchni ciała. Przepływ prądu przez ośrodek mający różny od zera opór elektryczny zawsze powoduje wydzielanie energii cieplnej. Podobnie jak każdy prąd również prąd wirowy powoduje taki skutek, a gdy wydzielona energia jest duża, to system regulacyjny organizmu nie jest w stanie odprowadzić nadmiaru energii i następuje wzrost temperatury ciała, co nazywa się efektem termicznym [23]. Hessmann-Kosaris [8] podkreśla także, że słabe pola elektromagnetyczne mogą oddziaływać na procesy metaboliczne komórek i błon komórkowych. Im mniejsza intensywność prądów wirowych Foucaulta w tkankach, tym mniejsza powierzchnia dotknięta przez zamknięty obwód prądu — dlatego okolica przedsercowa podlega bardzo dużej indukcji, będąc największą powierzchnią ciała [8]. Nie jest jasny mechanizm, który w tej sytuacji prowadzi do wystąpienia arytmii; czy dzieje się to w wyniku automatyzmu patologicznego, depolaryzacji następczych i „aktywności wyzwalanej” czy też w wyniku dyspersji okresów refrakcji miocytów przedsionków ze zwolnieniem przewodzenia lub powstawaniem bloków jednokierunkowych [9].

Dlatego też warto prowadzić kolejne badania nad ograniczeniem wpływu zewnętrznego pola elektromagnetycznego na działanie układu bódźoprzewodzącego serca i obserwować, czy istnieje możliwość zredukowania częstotliwości nawrotów PAF.

## PODSUMOWANIE

Migotanie przedsionków to bardzo istotny problem kliniczny, społeczny, a także ekonomiczny ze względu na

częstość jego występowania, nawrotowość, konieczność stosowania leczenia przeciwwkrzepliwego oraz możliwość nierzadkich powikłań. Na szczególną uwagę zasługują niepokojące prognozy dotyczące epidemiologii jego występowania w najbliższych dekadach. W związku z postępującym starzeniem się populacji należy się liczyć z gwałtownym rozprzestrzenieniem się epidemii choroby. Dlatego, mimo częściowo poznanych modyfikowalnych i niemodyfikowalnych czynników sprzyjających jego występowaniu, wciąż poszukiwane są nowe czynniki przyczyniające się do występowania AF oraz metody zapobiegające jego nawrotom. Jednym z istotnych, choć w praktyce klinicznej często lekceważonych, aspektów wpływających na częstość jego występowania wydaje się, poruszony wyżej, problem wpływu czynników atmosferycznych, a także zewnętrznego promieniowania elektromagnetycznego niskiej częstotliwości emitowanego z atmosfery. Epidemiczny charakter tego zaburzenia rytmu serca sprawia, że każda analiza dotycząca etiopatogenezy, przebiegu, terapii i zapobiegania AF wydaje się cenna, przydatna i potrzebna.

## PIŚMIENICTWO

1. Viskin S., Golovner M., Malov N. Circadian variation of symptomatic paroxysmal atrial fibrillation; data from almost 10 000 episodes. *Eur. Heart J.* 1999; 20: 1429–1434.
2. Kupari M., Koskinen P., Leinonen H. Double-peaking circadian variation in the occurrence of sustained supraventricular tachyarrhythmias. *Am. Heart J.* 1990; 120: 1364–1369.
3. Rostagno C., Taddei T., Paladini B. i wsp. The onset of symptomatic atrial fibrillation and paroxysmal supraventricular tachycardia is characterized by different circadian rhythms. *Am. J. Cardiol.* 1993; 71: 453–455.
4. Yamashita T., Murakawa Y., Sezaki K. Circadian variation of symptomatic atrial fibrillation. *Circulation* 1997; 96: 1537–1541.
5. Clair W.K., Wilkinson W.E., McCarthy E.A. Spontaneous occurrence of symptomatic atrial fibrillation and paroxysmal supraventricular tachycardias in untreated patients. *Circulation* 1993; 87: 1114–1122.
6. Peckova M., Fahrenbruch C.E., Cobb L.A. i wsp. Weekly and seasonal variation in the incidence of cardiac arrests. *Am. Heart J.* 1999; 137: 512–515.
7. Godtfredson J. Atrial fibrillation, etiology course and prognosis: follow-up study of 1212 cases. University of Copenhagen, Munksgard 1975.
8. Hessmann-Kosaris A. Wpływ pogody na samopoczucie. Diogenes, Warszawa 1998.
9. Wożakowska-Kaplon B. Prognoza pogody dla migotania przedsionków. *Kardiologia Pol.* 2008; 66: 964–965.
10. Wytyczne dotyczące postępowania u chorych z migotaniem przedsionków. *Kardiologia Pol.* 2010; 68 (supl. VII): 487–566.
11. Szczeklik A., Tendera M. (red.). *Kardiologia. Podręcznik oparty na zasadach EBM. Tom I. Medycyna Praktyczna, Kraków 2009: 423–436.*
12. Wattigney W.A., Mensah G.A., Croft J.B. Increasing trends in hospitalization for atrial fibrillation in the United States, 1985 through 1999: implications for primary prevention. *Circulation* 2003; 108: 711–716.
13. Gajewski P. Migotanie przedsionków W: Interna Szczeklika. Mały podręcznik 2015/2016. Medycyna Praktyczna, Kraków 2015: 196–204.
14. Berent D., Ptasiński P., Ruta J., Goch J. Kardiowersja elektryczna migotania przedsionków — 40 lat od wprowadzenia metody do praktyki klinicznej. *Forum Kardiologia.* 2006; 11: 8–13.

15. Michalkiewicz D., Chwiałkowski J., Dziuk M. i wsp. Wpływ warunków atmosferycznych na występowanie napadowego migotania przedsionków. *Pol. Merk. Lek.* 2006; 20: 265–269.
16. Miric D., Ljutić D., Eterović D., Hodžić M., Pavić M. The sirocco wind increases the onset of paroxysmal atrial fibrillation in patients in the central Dalmatian coastal region. *Lijec Vjesn.* 1992; 114: 93–95.
17. Fustinoni O., Saposnik G., Esnaola R. i wsp. Higher frequency of atrial fibrillation associated with the colder seasons of the year and the air temperature on the day of ischemic stroke. *J. Stroke Cerebrovasc. Dis.* 2013; 22: 476–481.
18. Frost L., Johnsen S.P., Pedersen L. i wsp. Seasonal variation in hospital discharge diagnosis of atrial fibrillation: a population-based study. *Epidemiology* 2002; 13: 211–215.
19. Watanabe E., Kuno Y., Takasuga H. i wsp. Seasonal variation in paroxysmal atrial fibrillation documented by 24-hour Holter electrocardiogram. *Heart Rhythm* 2007; 4: 27–31.
20. Kózka M., Majda A., Rumian B. Uwarunkowania napadowych zaburzeń rytmu serca u pacjentów hospitalizowanych w oddziale kardiologii. *Hygeia Public Health* 2015; 50: 119–126.
21. Głuszak A., Kocoń S., Żuk K. i wsp. Episodes of atrial fibrillation and meteorological conditions. *Kardiol. Pol.* 2008; 66: 958–962.
22. Delyukov A., Didyk L. The effects of extra-low-frequency atmospheric pressure oscillations on human mental activity. *Int. J. Biometeorol.* 1999; 43: 31–37.
23. Siemiński M. Fizyka zagrożeń środowiska. PWN, Warszawa 1994.