

¹Katedra i Zakład Higieny i Epidemiologii Akademii Medycznej im. L. Rydygiera w Bydgoszczy²Katedra i Zakład Fizjologii Akademii Medycznej im. L. Rydygiera w Bydgoszczy³Katedra i Zakład Fizjologii Stosowanej i Klinicznej Akademii Medycznej w Warszawie

Okołodobowe zmiany średniego ciśnienia tętniczego u mężczyzn po dziennej i nocnej pracy zmianowej

Circadian Variations of Mean Arterial Pressure in Men After Day- and Night-Shift-Work

Summary

Background In hypertensive patients sleep deprivation induced increase in blood pressure. Several data indicate an occurrence of cardiovascular diseases in shift workers. In this study we investigate characteristics, which suggest a worse adjustment to the night work, exhibited as an increase in blood pressure.

Material and methods 50 healthy male shift-workers were included in the study. Mean arterial pressure (MAP) was analysed during 24 h after day shift and compared with the values of MAP after night shift. Aging, biological chronotype,

obesity, the ratio of heart rate to respiratory frequency (HR/RF) were considered as a personal characteristics.

Results Obese subjects aging 40–55 years old, morning chronotype, HR/RF > 4 showed significant increase in blood pressure after night work.

Conclusion Aging, morning type of biological chronotype, obesity and value of the ratio HR/RF > 4 might be considered as a contraindications to the night work.


key words: shift work, arterial hypertension, obesity
Arterial Hypertension 2003, vol. 7, no 2, pages 65–70.

Wstęp

Wyniki badań przeprowadzonych na zwierzętach wskazują na wzrost śmiertelności po kilku dniach całkowitej deprywacji snu [1]. U pacjentów z nadciśnieniem tętniczym deprywacja snu powoduje wzrost ciśnienia tętniczego, przyspieszenie rytmu serca i zwiększenie

wydalania katecholamin z moczem po nocy pozbawionej snu [2]. Fragmentacja lub deprywacja snu mogą zwiększać częstość zawału serca [3]. U pracowników zmianowych obserwuje się częstsze występowanie chorób układu sercowo-naczyniowego [4]. Wszystkie te fakty wskazują na niekorzystny wpływ pracy nocnej na czynność układu krążenia. Celem przeprowadzonych badań było wskazanie kilku cech osobniczych, których występowanie sugeruje gorszą tolerancję pracy zmianowej, wyrażającą się wzrostem ciśnienia tętniczego.

Adres do korespondencji: dr med. Jacek J. Klawe
Katedra i Zakład Higieny i Epidemiologii
Akademii Medycznej im. L. Rydygiera
ul. M. Skłodowskiej-Curie 9, 85–094 Bydgoszcz
tel.: (052) 585–36–15, faks: (052) 585–35–89,
tel. kom. 0601–629–715
e-mail: jklawe@amb.bydgoszcz.pl

 Copyright © 2003 Via Medica, ISSN 1428–5851

Praca finansowana przez KBN, wykonana w ramach Strategicznego Projektu Rządowego (SPR) „Bezpieczeństwo i Higiena Pracy”, koordynowanego przez Centralny Instytut Ochrony Pracy w latach 1998–2001

Materiał i metody

Badania przeprowadzono z udziałem 50 zdrowych mężczyzn pracujących w systemie zmianowym. U wszystkich badanych obliczano wskaźnik masy ciała (BMI, *body mass index*) i mierzono wskaźnik ser-

cowo-oddechowy HR/RF, czyli stosunek rytmu serca (*heart rate*) do częstości oddychania (*respiratory frequency*). Wskaźnik HR/RF określano u każdego badanego w sposób standardowy, czyli o godzinie 7.00 rano po 30 minutach odpoczynku w pozycji leżącej. U wszystkich badanych wykonywano test Horne-Osberga (w modyfikacji Kwareckiego, Zużewicza, Centralny Instytut Ochrony Pracy) w celu oceny chronotypu biologicznego (typ poranny, wieczorny lub mieszany).

Spośród badanych wyodrębniono następującą grupę i podgrupę:

Grupa I: 30 mężczyzn w wieku 25–35 lat, BMI = 23 ± 3 (odchylenie standardowe, SD, *standard deviation*).

W tej grupie wyróżniono podgrupę:

I (a): 20 mężczyzn o współczynniku HR/RF < 4, spośród których 15 wykazywało cechy chronotypu wieczornego, a 5 — cechy chronotypu porannego;

I (b): 10 mężczyzn o współczynniku HR/RF > 4.

Grupa II: 20 mężczyzn w wieku 40–55 lat, o chronotypie wieczornym.

W tej grupie wyróżniono podgrupę:

II (a): 10 mężczyzn o współczynniku HR/RF < 4, spośród których 4 charakteryzowało się wskaźnikiem BMI = 31 ± 2 (SD), a u 6 stwierdzono wskaźnik BMI = 22 ± 2 (SD);

II (b): 10 mężczyzn o współczynniku HR/RF > 4 i BMI = 24 ± 2 (SD).

Wszystkie badania przeprowadzono w klimatyzowanej komorze odizolowanej akustycznie od otoczenia. Badani zgłaszali się dwukrotnie w sobotę, około godziny 14.00, po pracy dziennej i po pracy nocnej, w losowo wybranej kolejności. Przez 24 h przebywania w komorze klimatyzacyjnej w standaryzowanych warunkach (stała temperatura i wilgotność powietrza, pozycja leżąca, dieta bezresztkowa [budyń i woda mineralna podawane co 2 h]) rejestrowano w sposób nieinwazyjny ciśnienie tętnicze za pomocą systemu Portapres. Średnie ciśnienie tętnicze (MAP, *mean arterial pressure*) liczono co 2 h, analizując wartości ciśnienia skurczowego i rozkurczowego, uzyskane w ciągu 10 minut kończących każde kolejne 2 h. Porównywano okołodobowy przebieg MAP w ciągu doby następującej po pracy nocnej i dziennej. Dla każdej grupy badanych zastosowano sparowany test t-Studenta w celu oceny znamienności statystycznej uzyskanych różnic ciśnienia tętniczego między poszczególnymi godzinami pomiarowymi.

Wyniki

Wartości MAP podczas 24 h po pracy dziennej i po pracy nocnej w młodszej grupie badanych (grupa I, wiek 25–35 lat) przedstawiono na rycinie 1.

U 15 badanych (chronotyp wieczorny, HR/RF ≤ 4) okołodobowy przebieg MAP po pracy nocnej nie różnił się od wartości obserwowanych po pracy dziennej (ryc. 1. krzywa górna).

U 5 osób (chronotyp poranny, HR/RF ≤ 4) wartości MAP analizowane po pracy nocnej były znacznie wyższe ($p < 0,05$) od wartości MAP po pracy dziennej w godzinach 17.00–21.00 i 3.00–5.00 (ryc. 1. krzywa środkowa).

U 2 badanych (chronotyp wieczorny, HR/RF > 4) okołodobowy przebieg MAP po pracy nocnej nie różnił się od wartości obserwowanych po pracy dziennej.

U 8 pacjentów (6 o chronotypie wieczornym, 2 o chronotypie porannym, HR/RF > 4) wartości MAP w dobie następującej po pracy nocnej były znacznie wyższe ($p < 0,01$) od wartości uzyskanych w dobie po pracy dziennej — maksymalnie o godzinie 13.00 po nocnej pracy wynosiły $110,2 \pm 2,1$ mm Hg, a po dziennej pracy o godzinie 15.00 — $102,1 \pm 1,8$ mm Hg (ryc. 1. krzywa dolna).

Wartości MAP podczas 24 godzin po pracy dziennej i po pracy nocnej w starszej grupie badanych (grupa II, wiek 40–55 lat) przedstawiono na rycinie 2.

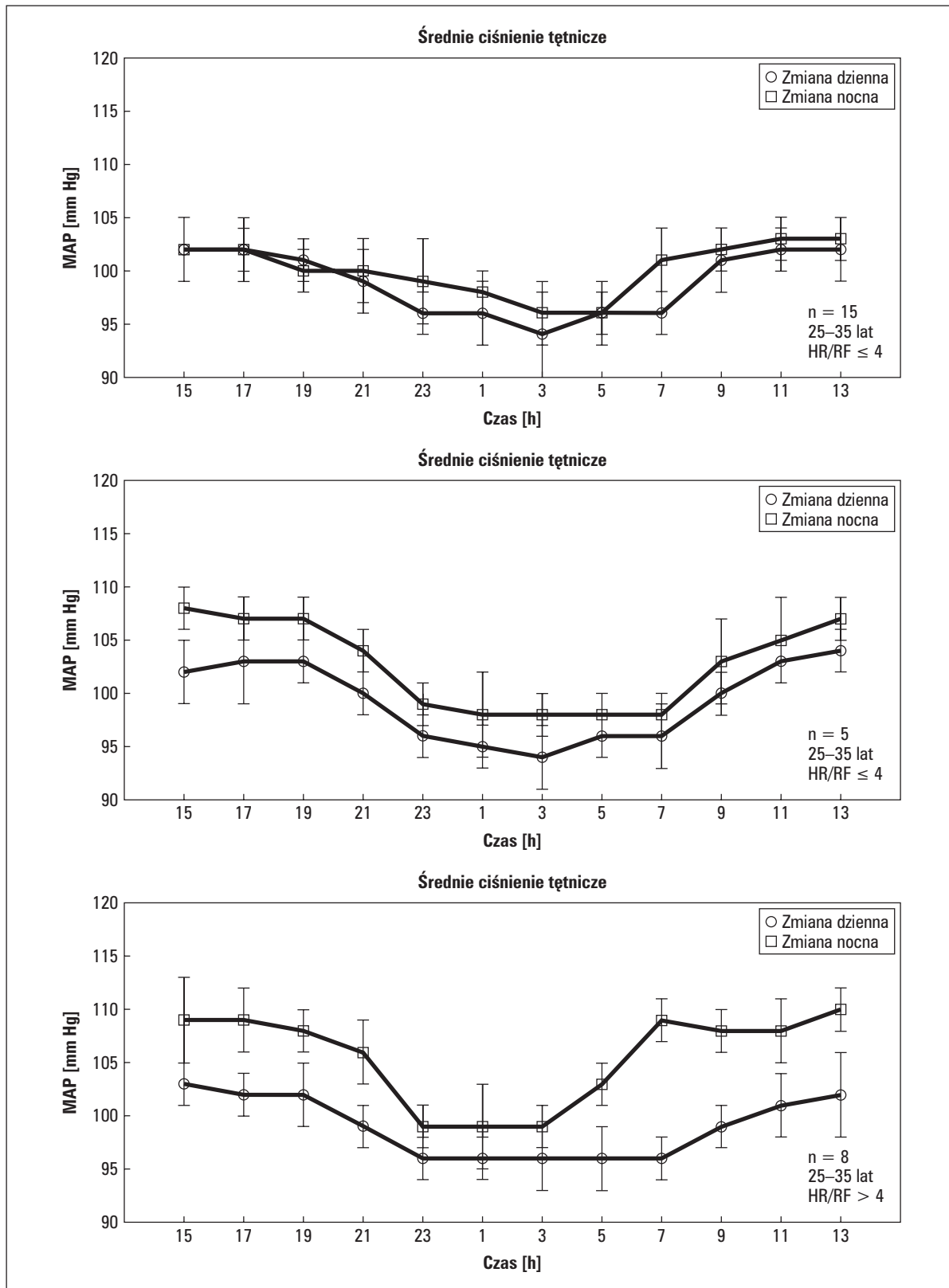
U 6 osób (chronotyp wieczorny, HR/RF ≤ 4) okołodobowy przebieg MAP po pracy nocnej nie różnił się od wartości obserwowanych po pracy dziennej (ryc. 2. krzywa górna).

U 4 otyłych osób (chronotyp wieczorny, HR/RF ≤ 4) wartości MAP analizowane po pracy nocnej były znacznie wyższe ($p < 0,05$, $p < 0,01$) od wartości MAP po pracy dziennej w godzinach między 21.00 a 15.00 (ryc. 2. krzywa środkowa).

U 10 badanych (chronotyp wieczorny, HR/RF < 4) wartości MAP w dobie następującej po pracy nocnej były znacznie wyższe ($p < 0,05$, $p < 0,01$) od wartości uzyskanych w dobie po pracy dziennej, maksymalnie o godzinie 13.00 po pracy nocnej wynosiły $110,1 \pm 2,8$ mm Hg, po pracy dziennej o godzinie 19.00 — $102,5 \pm 2,4$ mm Hg (ryc. 2. krzywa dolna).

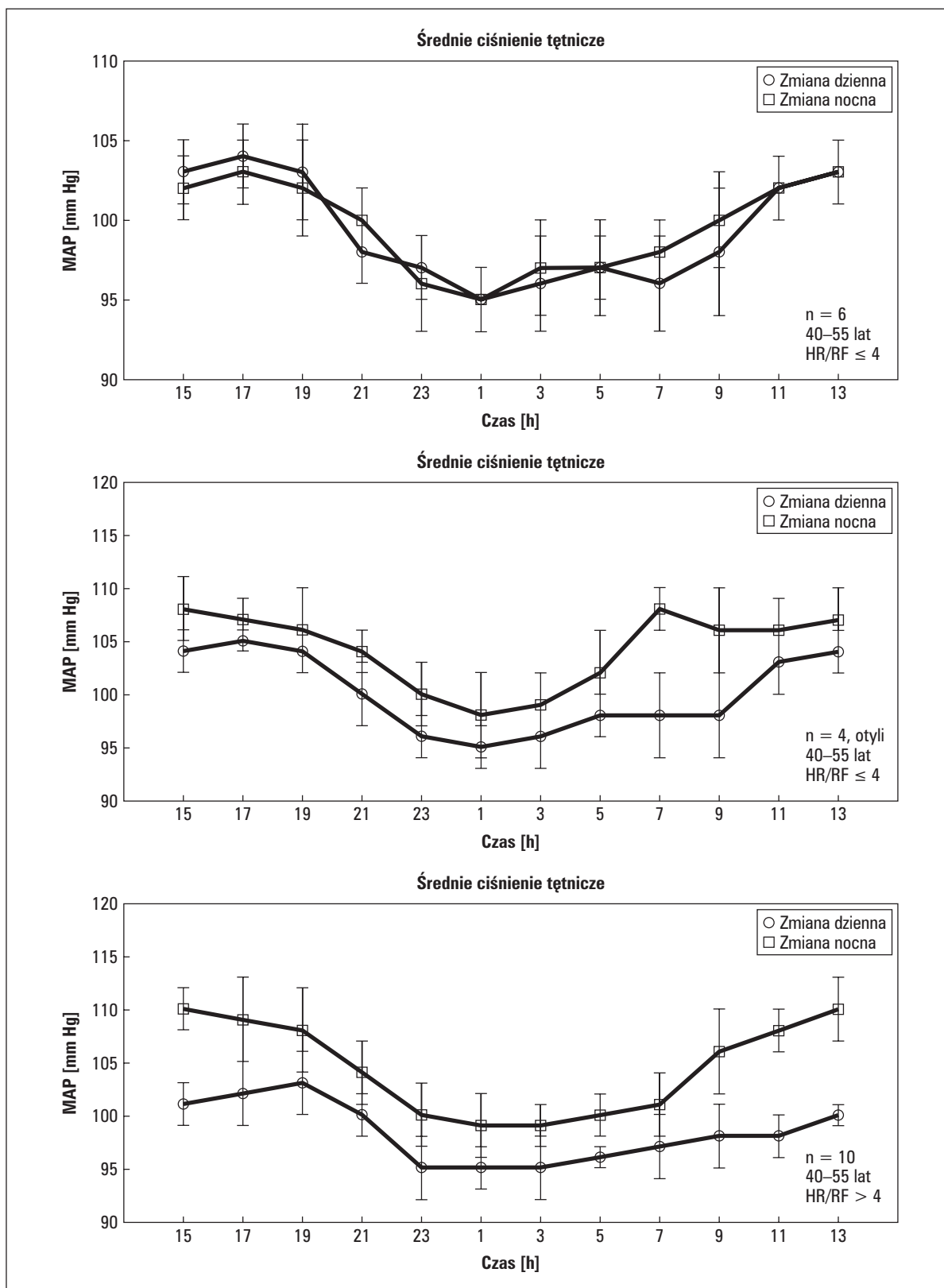
Dyskusja

Osoby pracujące nocą śpią tygodniowo 5–7 h mniej niż osoby pracujące w ciągu dnia [5, 6]. To skrócenie czasu snu jest wynikiem skrócenia stadium 2 i fazy szybkich ruchów gałek ocznych (REM) [7]. Mamy zatem do czynienia z przewlekłą częściową deprywacją snu, obniżającą wydolność psychofizyczną pracowników nocnej zmiany. Istnieją udokumentowane dane potwierdzające patologiczną senność występującą zarówno w ciągu dnia [8], jak i podczas prowadzenia samochodu w drodze powrotnej do domu [9].



Rycina 1. Wartości średniego ciśnienia tętniczego (MAP) podczas 24 h po pracy dziennej i po pracy nocnej w młodszej grupie badanych. Od góry: 15 badanych, chronotyp wieczorny, HR/RF ≤ 4; 5 badanych, chronotyp poranny, HR/RF ≤ 4; 8 badanych, 6 chronotyp wieczorny, 2 chronotyp poranny, HR/RF > 4

Figure 1. Mean arterial pressure in younger subjects during 24 h after day- and night shift. From top: 15 subjects, evening chronotype, HR/RF ≤ 4; 5 subjects, morning chronotype, HR/RF ≤ 4; 8 subjects, 6 evening chronotype, 2 morning chronotype, HR/RF > 4



Rycina 2. Wartości średniego ciśnienia tętniczego (MAP) podczas 24 h po pracy dziennej i po pracy nocnej w starszej grupie badanych. Od góry: 6 badanych, chronotyp wieczorny, HR/RF ≤ 4; 4 otyłych badanych, chronotyp wieczorny, HR/RF ≤ 4; 10 badanych, chronotyp wieczorny, HR/RF < 4

Figure 2. Mean arterial pressure in older subjects during 24 h after day- and night shift.

From top: 6 subjects, evening chronotype, HR/RF ≤ 4; 4 obese subjects, evening chronotype, HR/RF ≤ 4; 10 subjects, evening chronotype, HR/RF < 4

Deprywacja snu powoduje także osłabienie funkcjonowania odruchu z baroreceptorów zatok szyjnych [10]. Ten mechanizm mógłby wyjaśnić wzrost ciśnienia tętniczego w takich warunkach. Kato i wsp. [10] wykazali, że deprywacja snu prowadzi do wzrostu wartości ciśnienia tętniczego, bez przyspieszenia rytmu serca i zwiększenia obwodowej aktywności współczulnej w łożysku mięśniowym. Oba powyższe mechanizmy mogą uczestniczyć w podwyższeniu ciśnienia tętniczego.

Wskaźnik HR/RF jest według Hildebrandta miarą funkcjonowania rytmicznych procesów biologicznych w organizmie, przy czym wskaźnik HR/RF > 4 świadczy prawdopodobnie o pewnej labilności ich przebiegu [12]. „Dostrojenie” rytmu pracy serca i częstości oddychania ma prawdopodobnie kluczowe znaczenie w regulacji zaopatrzenia organizmu w tlen. Obserwacje przebiegu okołodobowych rytmów biologicznych u ludzi wskazują na zmniejszanie amplitudy wielu różnych rytmów wraz z wiekiem [13]. Jest zatem prawdopodobne, że starsi pracownicy zmianowi wykazują gorszą tolerancję pracy nocnej w porównaniu z młodszymi, przejawiającą się wzrostem ciśnienia tętniczego. Jest to nie tylko proces „starzenia się rytmów biologicznych”, ale także proces występowania nieprawidłowości w następstwie zaburzenia rytmów biologicznych (*disorders of chronobiology*).

Wcześniejsze dane wskazywały, że osoby o chronotypie porannym, tzw. skowronki, wykazują gorszą tolerancję pracy nocnej w porównaniu z osobami o chronotypie wieczornym, czyli tzw. sowami [14].

Wniosek

Uzyskane wyniki sugerują, że współlistnienie takich cech osobniczych, jak:

- wiek powyżej 40 lat,
- chronotyp poranny,
- HR/RF > 4,
- otyłość

u osób pracujących nocą może sprzyjać rozwojowi nadciśnienia tętniczego w następstwie niepełnowartościowego snu.

Streszczenie

Wstęp Deprywacja snu wywołuje wzrost ciśnienia tętniczego u osób z nadciśnieniem. U osób pracujących w systemie zmianowym, częściej obserwuje się choroby układu sercowo-naczyniowego. Powstaje pytanie: które cechy osobnicze mogą sugerować

gorszą tolerancję pracy nocnej, manifestującą się wzrostem ciśnienia tętniczego?

Materiał i metody Badaniom poddano 50 mężczyzn pracujących w systemie zmianowym. Analizowano okołodobowy przebieg średniego ciśnienia tętniczego (MAP) po pracy dziennej i po pracy nocnej. Wśród badanych wyróżniono podgrupy, uwzględniając takie kryteria, jak: wiek, chronotyp biologiczny, otyłość i wskaźnik sercowo-oddechowy, czyli stosunek rytmu serca do częstości oddychania (HR/RF).

Wyniki U osób w wieku 40–55 lat, otyłych, o chronotypie porannym, wskaźniku HF/RF > 4 stwierdzono znamienny wzrost ciśnienia tętniczego po przepracowanej nocy.

Wniosek Współlistnienie następujących cech: wiek > 40 lat, chronotyp poranny, otyłość, wskaźnik HR/RF > 4, można rozważyć jako przeciwwskazanie do pracy zmianowej.

słowa kluczowe: praca zmianowa, nadciśnienie tętnicze, otyłość

Nadciśnienie Tętnicze 2003, tom 7, nr 2, strony 65–70.

Piśmiennictwo

1. Bentivoglio M., Grassi-Zucconi G. The pioneering experimental studies on sleep deprivation. *Sleep* 1997; 20: 570–576.
2. Lusardi P., Zeppi A., Preti P., Pesce R.M., Piazza E., Fogari R. Effects of insufficient sleep on blood pressure in hypertensive patients. *Am. J. Hypertens.* 1999; 12: 63–68.
3. Tofler G.H., Brzezinski D., Schafer A.I. i wsp. Concurrent morning increase in platelet aggregability and the risk of myocardial infarction and sudden cardiac death. *N. Engl. J. Med.* 1987; 316: 1514–1518.
4. Angersbach D., Knauth P., Loskant H. i wsp. A retrospective cohort study comparing complaints and diseases in day and shift workers. *Int. Arch. Occup. Health* 1980; 45: 127–140.
5. Knauth P., Landau K., Droge C. i wsp. Duration of sleep depending on the type of the shift work. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 1980; 46: 167–177.
6. Tasto D.L., Colligan M.J. Health Consequences of Shift Work. Stanford Res. Institute 1978.
7. Akerstedt T. Adjustment of physiological circadian rhythms and the sleep-wake cycle to shiftwork. W: Folkard S., Monk T.H. (red.). *Hours of Work — Temporal Factors in Work Scheduling*. New York 1985; 185–197.
8. Akerstedt T., Torsvall L., Gillberg M. Sleepiness and shift work: field studies. *Sleep* 1982; 5 (supl. 2): S95–S106.
9. Richardson G.S., Miner J.D., Czeisler C.A. Impaired driving performance in shift workers: the role of the circadian system in a multifactorial model. *Alcohol Drugs Driving* 1990; 5–6: 265–273.
10. Tafil-Klawe M.M., Klawe J.J., Moog R. i wsp. Arterielle Baro- und Chemorezeptorenreflexe bei Schlafapnoepatienten. W: *Schlaf-Atmung-Kreislauf*. Springer Verlag 1993; 142–163.

11. Kato M., Phillips B., Sigurdsson G., Narkiewicz K., Pesek C., Somers V.K. Effects of sleep deprivation on neural circulatory control. *Hypertension* 2000; 35: 1173–1175.

12. Hildebrandt G. Die rhythmische Funktionsordnung von Puls und Atmung. F.-K. Schattauer Verlag, Stuttgart 1958.

13. Myers B.L., Badia P. Changes in circadian rhythms and sleep quality with aging: mechanisms and interventions. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 1995; 19: 553–571.

14. Hildebrandt G., Strattmann I. Circadian system response to night work in relation to the individual circadian phase position. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 1979; 43: 73–83.