

KRZYSZTOF KWARECKI*, KRYSZYNA ZUŻEWICZ*

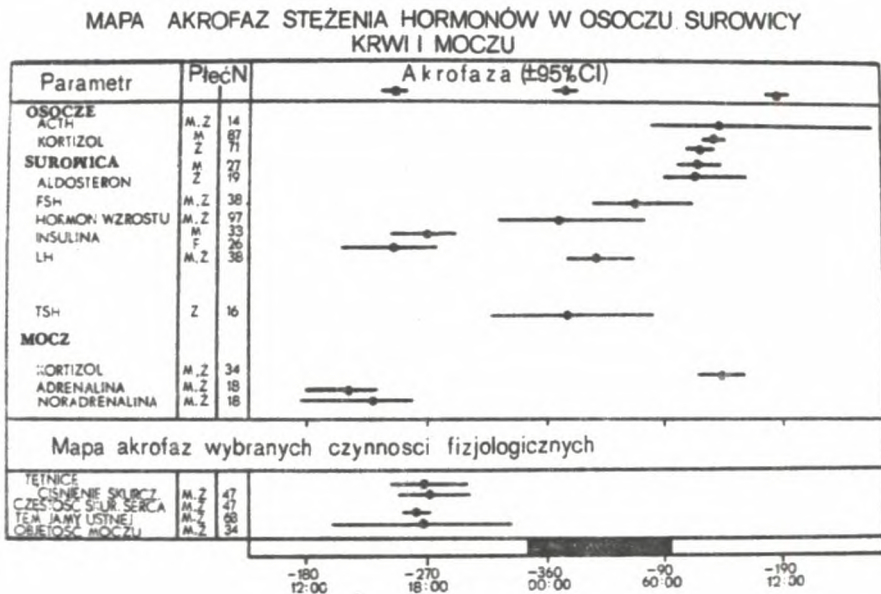
**Wprowadzenie do chronobiologii człowieka:
Zespół „długu czasowego”
– skutki nagłej zmiany strefy czasu**

Wbrew jeszcze do niedawna powszechnie akceptowanym poglądom o stałości procesów życiowych w organizmach żywych, zgodnie z teorią *h o m e o s t a z y*, obecnie wiadomo, że olbrzymia większość procesów metabolicznych wykazuje rytmiczność o różnym spektrum częstotliwości. Z punktu widzenia chronobiologii stosunkowo najlepiej poznane są zjawiska życiowe wykazujące rytmiczne zmiany swojego natężenia w ciągu doby. Zjawiska te dają się opisywać jako *r y t m y o k o ł o d o b o w e*. W opisach charakterystyk rytmów okołodobowych podaje się wartości mezora, amplitudy oraz akrofazy obok informacji o istotnościach statystycznych wymienionych parametrów (K. Zużewicz, *Słownik terminów matematyczno-statystycznych stosowanych w chronobiologii*).

W stanie zdrowia winno uwzględniać się fakt istnienia rytmiki okołodobowej wielu ważnych czynności życiowych. Dla potrzeb medycyny klinicznej sporządzane są sumaryczne zestawienia wahań w ciągu

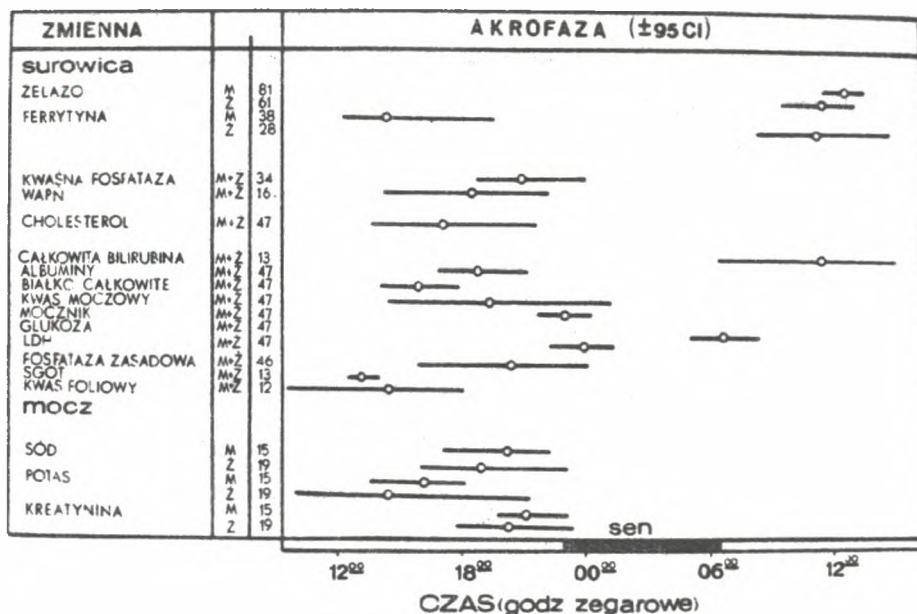
* Pracownia Chronofizjologii Lotniczej i Klinicznej Wojskowego Instytutu Medycyny Lotniczej w Warszawie.

doby czynności fizjologicznych, procesów metabolicznych, wartości oznaczeń biochemicznych w płynach biologicznych itp. Przykładem takich zestawień są "mapy akrofaz", obrazujące wzajemne powiązania między różnymi rytmami okołodobowymi oraz sekwencje występowania pory maksimów (ryc. 1, 2).



Ryc. 1. Czarny prostokąt na skali czasu oznacza porę nocy

Przy korzystaniu z tego rodzaju map należy pamiętać, że są one prawdziwe dla ludzi, u których występuje synchronizacja faz rytmów okołodobowych z fazami synchronizatorów zewnętrznych rytmów biologicznych. U człowieka obok synchronizatorów uznawanych za pierwszorzędowe (światło/ciemność) szczególnie ważną rolę odgrywa synchronizator socjalny. Dlatego w synchronizacji rytmów okołodobowych człowieka wydaje się tak istotną rolę odgrywać stałość godzin pracy - wypoczynku i snu.



Ryc. 2. Mapa akrofaz wyników badań laboratoryjnych (stężenia substancji chemicznych, aktywności enzymów itp.) w surowicy i moczu.

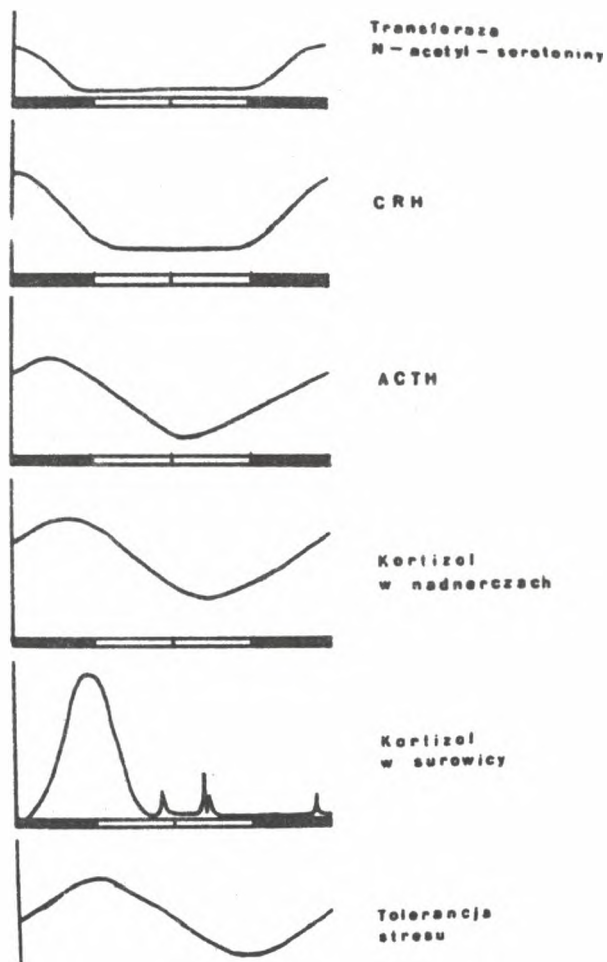
Wykazano dobową zmienność tolerancji stresu u człowieka, w tym i stresu towarzyszącego wykonywaniu pracy. Zmiana tolerancji stresu w ciągu doby zależy przede wszystkim od charakterystyk rytmu okołodobowego czynności układu nerwowego oraz dokrewnego. Tolerancja stresu zależy od aktualnego, w ocenianej porze doby, stanu czynnościowego osi podwzgórzowo-przysadkowo-nadnerczowej (10). Z pewnym uproszczeniem można przyjąć, że o wielkości tolerowanego stresu decyduje aktualne stężenie wydzielonych glikokortykosterydów. Hormony te w znacznej mierze są wydzielane w godzinach wczesnorannych, zwykle maksimum ich wydzielania obserwuje się na 1-2 godziny przed obudzeniem. O tej porze doby wydzielane jest kilkadziesiąt procent dobowej porcji hormonów. W tym też okresie doby tolerancja stresu

jest najwyższa. W miarę wyczerpywania się rezerw hormonów kory nadnerczy w ciągu doby obniża się potencjalna możliwość tolerowania stresu. W godzinach późnowieczornych i wczesnonocnych tolerancja stresorów jest najniższa w ciągu doby. Na okres snu przypada odnowa zapasów hormonów przysadki i kory nadnerczy. Na ryc. 3 zestawiono zachowanie się okołodobowych rytmów biologicznych czynności składowych osi podwzgórzowo-przysadkowo-nadnerczowej, łącznie z wykresem zmian w dobowej tolerancji stresorów.

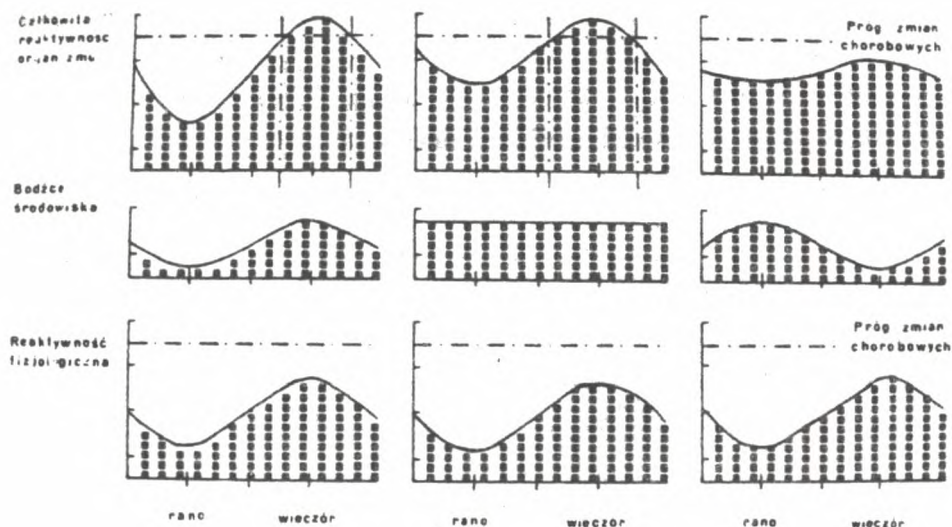
Możliwe skutki tolerowania stresu u człowieka eksponowanego na stresory w różnych porach doby przedstawiono na ryc. 4. za Smolensky'm (13). Zgodnie z przedstawioną ryciną wielkość reakcji fizjologicznych na stresor zmienia się w ciągu doby. Jeżeli możliwości zapobiegania stresowi będą b. niskie, a ekspozycja na stresor będzie przypadająca właśnie na tę niekorzystną porę doby, to może zostać przekroczony hipotetyczny próg, powyżej którego będą pojawiać się zmiany chorobowe. Możliwość taką Smolensky (13) upatruje w sytuacji, gdy człowiek wykonuje pracę w godzinach nocnych lub w trybie pracy zmianowej.

Wykonywanie pracy nocnej lub pracy w trybie zmianowym zaburza naturalny przebieg cyklu praca - wypoczynek - sen, powoduje konieczność udawania się na spoczynek nocny albo bezpośrednio po cyklu praca (zmiana popołudniowa), lub też sen odbywa się w godzinach naturalnej dziennej iluminacji. Ulega osłabieniu jeden z ważnych synchronizatorów rytmów u człowieka - synchronizator socjalny (życie rodzinne). Skutki fizjologiczne, psychologiczne czy socjalne są tematem osobnych opracowań naukowych (2, 4, 16).

Niezgodność faz rytmów okołodobowych z fazami zewnętrznymi synchronizatorów powoduje wzajemną desynchronizację zewnętrzną rytmów biologicznych. Jeżeli desynchronizacja będzie dotyczyć rytmów biologicznych decydujących o jakości i sprawności pracy fizycznej, ale



Ryc. 3. Zachowanie się okołodobowych rytmów biologicznych czynności układu dokrewnego - osi podwzgórze-przysadka-kora nadnerczy. Ponadto na dolnym wykresie przedstawiono dobowe zmiany tolerancji stresu. CRH = hormon uwalniający ACTH (liberyna podwzgórzowa).



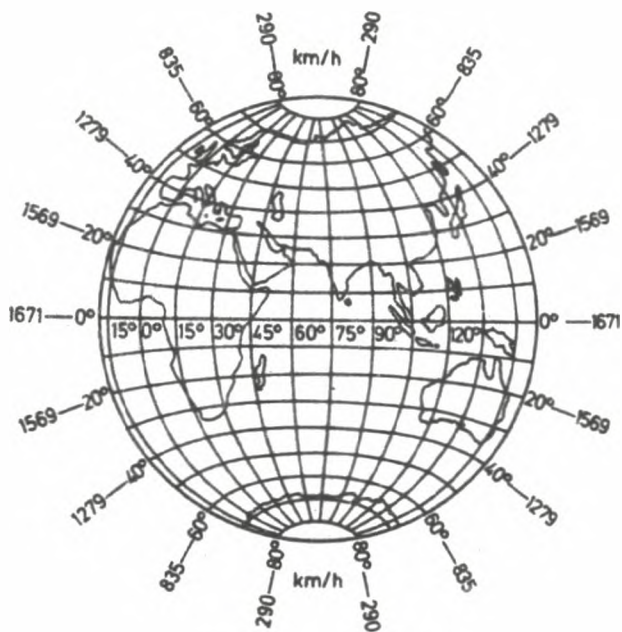
Ryc. 4. Hipotetyczny model tolerancji stresu u człowieka, zależnie od pory ekspozycji na stres, wg Smolensky'ego (13).

Całkowita reaktywność organizmu rozumiana jest jako suma ekspozycji na bodźce środowiskowe i reaktywności fizjologicznej (dolny rząd ilustracji). Kolumna trzech rycin po stronie prawej rysunku ilustruje sytuację pracy tylko na zmianie porannej. Suma ekspozycji bodźców środowiskowych i reaktywności fizjologicznej nie przekracza hipotetycznego progu zmian chorobowych. Kolumna rycin środkowa przedstawia sytuację obciążenia pracą przez 24 godziny (dyżur). W godzinach wieczornych może dochodzić do przekroczenia hipotetycznego progu zmian chorobowych. Kolumna po stronie lewej obrazuje skutki pracy nocnej lub zmianowej. Również w godzinach wieczornych może dochodzić do przekroczenia progu zmian chorobowych.

i umysłowej, to w niektórych przypadkach - wykonywania szczególnie niebezpiecznych zawodów - może łączyć się ze wzrostem powszechnego zagrożenia. Warto przypomnieć, że obie, jak dotychczas największe, katastrofy w siłowniach atomowych (Czarnobyl i Three Miles Island)

zdarzyły się w godzinach najmniejszej sprawności pracy umysłowej u operatorów urządzeń sterowniczych elektrowni.

Do szczególnej grupy zawodowej należy zaliczyć zarówno cywilny, jak i wojskowy personel latający. W przypadku personelu latającego cywilnego - powierza się mu pilotowanie współczesnych samolotów odrzutowych z łatwością w ciągu kilku - kilkunastu godzin pokonujących wiele stref czasu. Różnicy 15° długości geograficznej odpowiada różnica czasowa 1 godziny. Zależnie od trasy przelotu możliwe jest pokonywanie w tym samym czasie różnych odległości w sensie różnicy stref czasu (ryc. 5).



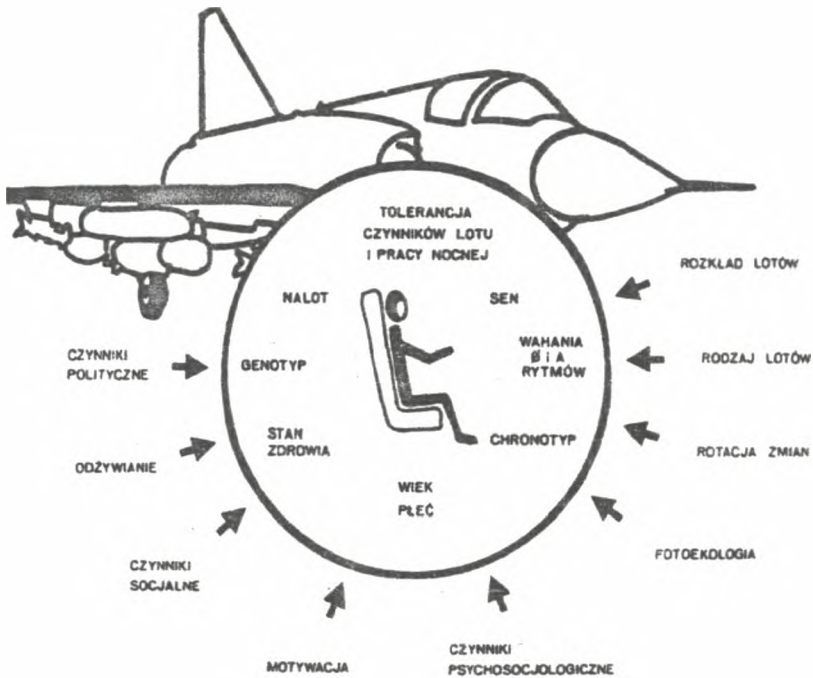
Ryc. 5. Strefy czasu oraz szybkość ruchu kuli ziemskiej zależnie od szerokości geograficznej. Odległości 15° długości geograficznej odpowiada różnica 1 godziny. Wybór trasy przelotu pozwala osiągnąć tę samą różnicę w liczbie stref czasu przy różnym czasie trwania przelotu.

Pora wykonywania przelotów komunikacyjnych podyktowana jest interesami pasażerów, a nie sprawności zawodowej personelu latającego. Często, zwłaszcza w przelotach w kierunku zachód-wschód przelot odbywa się w porze nocnej, by pasażerowie dotarli do portu docelowego w godzinach rannych. Dla personelu latającego jest to pora sprawności zawodowej z punktu widzenia rytmiki dobowej najmniej korzystna. Skutki nagłej zmiany stref czasu nazywane są licznymi synonimami - w języku angielskim np. jet-lag, jet-pilot syndrome, desynchronosis, w języku polskim brak jednoznacznie przyjętego terminu. Stąd korzystając z podobnego już istniejącego terminu w fizjologii pracy, na zasadzie analogii proponujemy wprowadzić termin **zespół długu czasowego** (10). Podobnie jak w fizjologii pracy dług tlenowy oznacza potrzebę jego spłacenia po ponownym odpowiednim zaopatrzeniu organizmu w tlen, tak dług czasowy oznacza stan czynnościowy organizmu, gdy brak zgodności pomiędzy fazami rytmów okołodobowych a fazami zewnętrznych synchronizatorów rytmów biologicznych. Odpowiednio długi pobyt w nowej strefie czasu umożliwia spłacenie długu w czasie i zsynchronizowanie faz rytmów okołodobowych z fazami środowiskowych dawców czasu (dzień/noc; synchronizator socjalny u ludzi).

Rozpatrzmy sytuację na przykładzie pasażera odbywającego przelot z Europy do Ameryki Północnej. Po wylądowaniu w Ameryce u podróżnego istnieje wymieniana poprzednio desynchronizacja między fazami rytmów okołodobowych a fazami środowiskowych dawców czasu - jest to stan **desynchronizacji zewnętrznej**. W tym okresie charakterystyka wszystkich rytmów okołodobowych jest identyczna jak w porcie odlotu (miejsce poprzedniego zamieszkania). Okresowi pobytu w nowej strefie czasu towarzyszy "spłacanie długu czasowego" i przemieszczanie się akrofazy rytmów do pozycji zgodnej ze wskazaniem synchronizatorów w nowym miejscu pobytu. Ponieważ szybkość przysto-

sowywania się poszczególnych rytmów (resynchronizacja) nie jest identyczna dla poszczególnych rytmicznych zjawisk życiowych powstaje po pewnym okresie pobytu w nowej strefie czasu stan **desynchronizacji wewnętrznej** rytmów biologicznych. Końcowym etapem przystosowania rytmiki dobowej do nowej strefy czasu jest pełna synchronizacja faz rytmów z fazami synchronizatorów (2,8).

To co dla pasażera jest zjawiskiem korzystnym, niezbędnym do zaadaptowania się w nowej strefie czasu, dla personelu latającego resynchronizacja rytmiki dobowej jest faktem o niekorzystnym znaczeniu. Na ryc. 6 przedstawiono czynniki natury endogennej jak i egzogennej, wpływające na zdolność personelu latającego do wykonywania pracy w powietrzu.



Ryc. 6. Czynniki endogenne (wewnątrz koła) i egzogenne wpływające na tolerancję stresorów towarzyszących wykonywaniu pracy w powietrzu. Czynniki egzogenne ilustrują wzajemne interakcje, ale nie winny być odczytywane jako powiązane z czynnikami endogennymi.

Omawiając problemy związane z występowaniem, patogenezą i profilaktyką zespołu długu czasowego posłużyliśmy się własnymi badaniami nad zaburzeniami snu u zawodowego komunikacyjnego pilota PLL LOT.

BADANIA WŁASNE

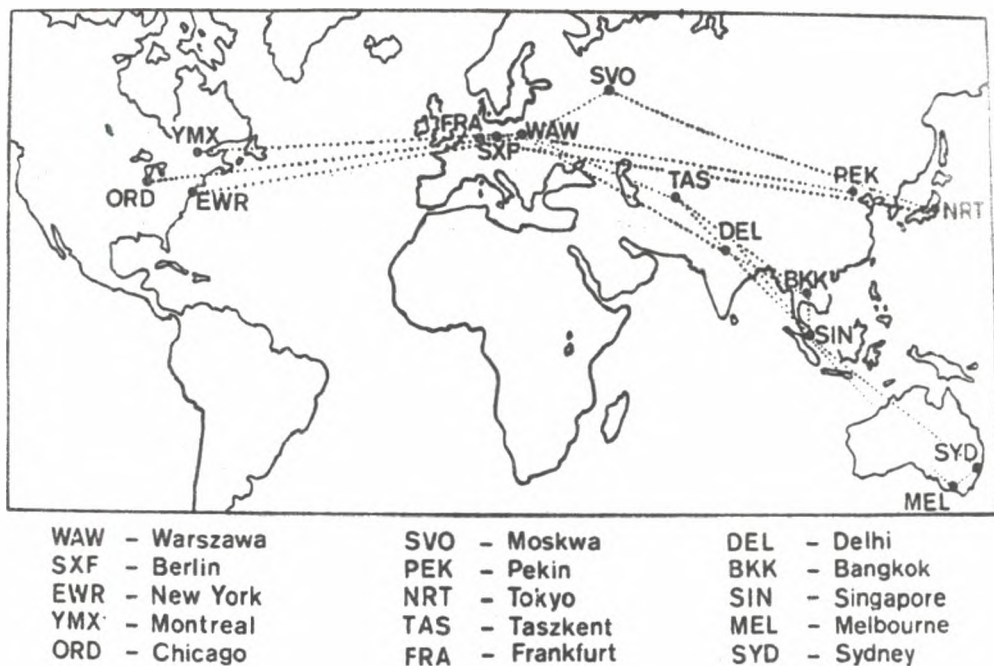
Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 54-letnim pilocie PLL "LOT", odbywającym regularne loty pasażerskie na samolotach Tu-154 oraz Il-62. Okres rejestracji analizowanych danych obejmował ogółem 94 doby. Badany był poddawany regularnym, 2-krotnie w ciągu roku, badaniom lekarskim w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej w Warszawie, posiada aktualną licencję lotniczą i odpowiedni certyfikat zdrowia.

Według specjalnie opracowanego kwestionariusza sporządzał dokładny chronometraż czynności w ciągu doby, podając prawdopodobne godziny zasypiania i budzenia się, tak w Warszawie jak i w docelowych portach lotniczych, jakość snu tj. przerwy w śnie, drzemki w ciągu dnia. Rejestrował on także pory posiłków, czas odbywania lotów, wysiłek fizyczny, pory defekacji itp.

Uzyskano wyniki ankiet z 8 przelotów w kierunku wschodnim - maksymalna różnica czasu w stosunku do GMT wynosiła + 10 godzin. Zależnie od trasy i planu rejsu okres pobytu w nowej strefie czasu był różny, otrzymano ankiety z 49 dób towarzyszących przelotom na wschód. Badany odbył 4 przeloty na zachód, z maksymalną różnicą czasu - 5 godzin w stosunku do GMT. Z tych 4 przelotów na zachód uzyskano 30 ankiet rejestrujących chronometraż czynności w ciągu doby. Różnica czasu Warszawy w stosunku do GMT wynosiła zależnie od pory roku +1 lub +2 godziny. W Warszawie badany wypełnił 15 ankiet 24-godzinnej aktywności życiowej. Dane te stanowiły materiał kont-

rolny do dalszych badań porównawczych. Ryc. 7 przedstawia porty docelowe przelotów odbywanych przez badanego pilota.



Ryc. 7. Mapa przelotów pilota T.P. l.54 w okresie półrocznym.

Dla każdego rejsu sporządzano diagramy zestawiające pory snu z porami nocy w danej strefie czasu. Ze wszystkich uzyskanych ankiet wykonano zbiorcze histogramy dotyczące:

- całkowitego czasu snu w ciągu doby,
- liczby epizodów snu o różnym czasie trwania w ciągu doby.

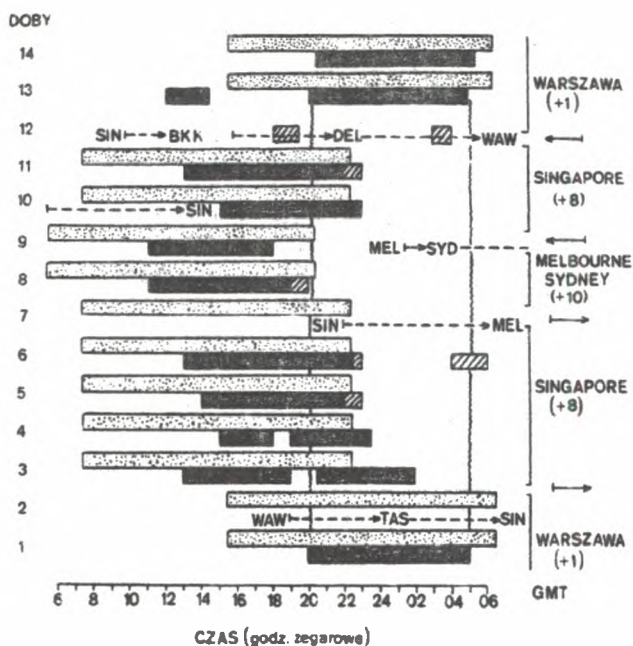
U badanego pilota dwukrotnie oceniano chronotyp wg przetłumaczonego kwestionariusza Horne i Östberga (7). Uzyskany wynik 52 pkt. pozwala zakwalifikować badanego do chronotypu pośredniego, tj. bez wyraźnej dominacji natężenia rytmów sprawności pracy umysłowej

oraz temperatury głębokiej ciała ani w godzinach rannych ani wieczornych.

W opisie uzyskanych wyników pominięto inne, poza snem, dane wynikające z otrzymanych ankiet.

Wyniki

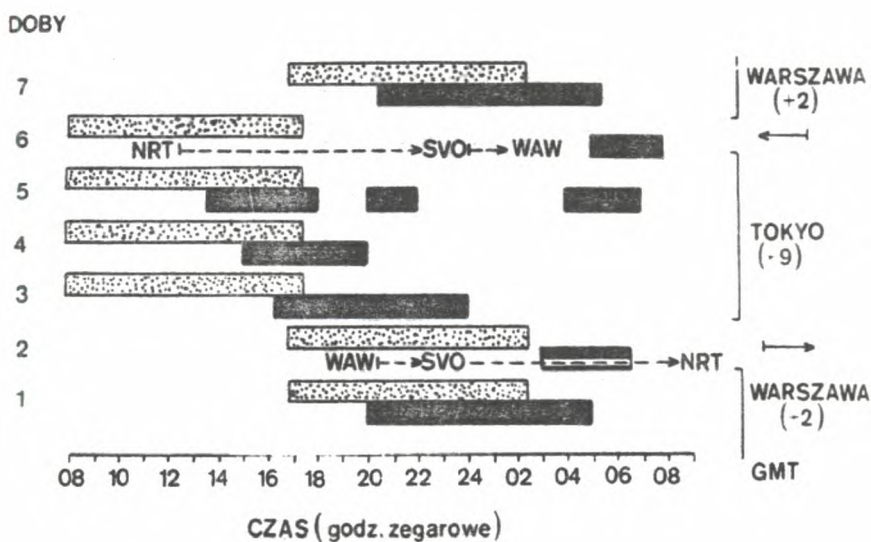
Na kolejnych rycinach 8, 9, 10 przedstawiono uzyskane diagramy przebiegu snu w nowych strefach czasu po przelotach na wschód i na zachód. W przelocie na wschód uzyskano różnicę czasu między Warszawą i Melbourne wynoszącą + 9 godzin (ryc. 8). Pomijając dzień prze-



Ryc. 8. Diagram snu badanego pilota przy przelocie na wschód na trasie Warszawa-Singapore-Melbourne-Singapore-Warszawa. Prostokąt czarny = sen, prostokąt zakreslony = drzemka, prostokąt kropkowany = pora nocy (po zachodzie - do wschodu Słońca).

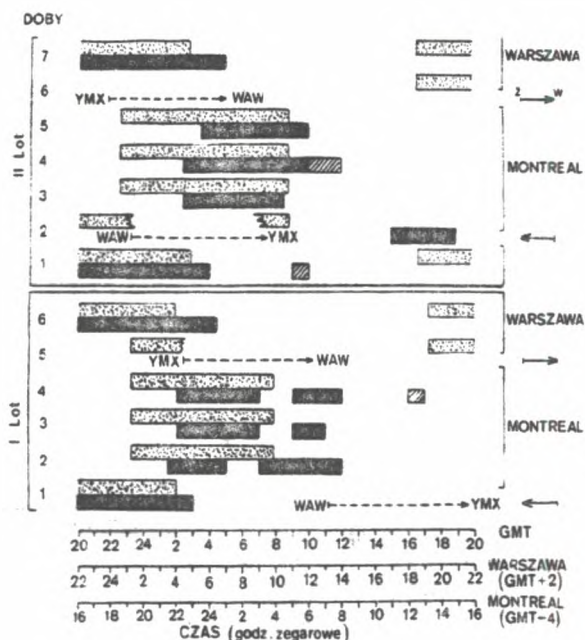
Linia przerywana ze strzałką oznacza przelot.

lotu, po osiągnięciu portu pośredniego - Singapore - stwierdzono "fragmentację" snu i przesunięcie pory zasypiania o 7 godzin. Po przylocie do portu docelowego w Melbourne sen był krótszy, nieregularny w porównaniu ze snem w Warszawie. Jeszcze bardziej charakterystyczne zmiany w przebiegu snu towarzyszyły przelotowi do Tokio (ryc. 9). W dwuczęściowym śnie w Tokio można zauważyć fragment snu odpowiadający nocy w nowej strefie czasu i drugi, bliższy porze snu w Warszawie.



Ryc. 9. Diagram snu u badanego pilota przy przelocie na wschód na trasie Warszawa-Tokio. Objasnienia jak na ryc. 8.

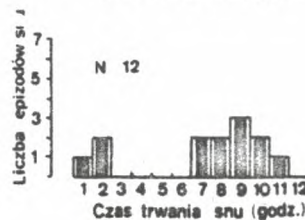
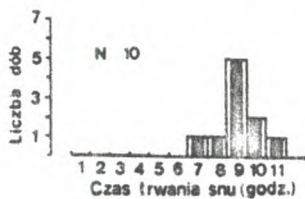
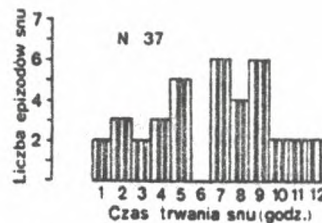
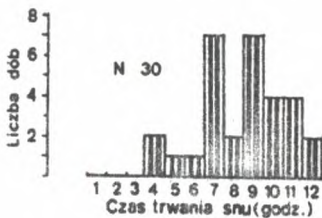
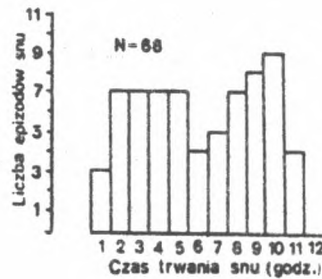
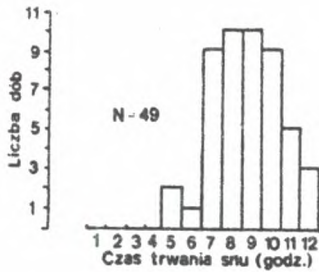
Przy przelocie na zachód sen rozpoczynał się w późnych godzinach nocnych nowej strefy czasu (Montreal ryc. 10), budzenie natomiast przypadało na przedpołudniowe. Sen w Montrealu w obu ilustrowanych przelotach wykazywał fragmentację.



Ryc. 10. Diagram snu u badanego pilota przy przelocie na zachód (Warszawa-Montreal) - powtórzony dla dwóch różnych rejsów. Objasnienia jak na ryc. 8.

Na ryc. 11 przedstawiono sumaryczne dane dotyczące przebiegu snu w warunkach zmian strefy czasu. Sen w Warszawie charakteryzował się długością w zakresie 7-11 godzin na dobę, z przewagą snu 9-godzinnego. Wyjątkowo rejestrowano krótkie 1- 2-godzinne drzemki w ciągu dnia. Przy przelocie na wschód całkowity czas trwania snu wahał się w zakresie 5-12 godzin, stosunkowo często rejestrowano występowanie fragmentacji snu o różnym czasie trwania. Na 49 opisanych dobach składało się 68 epizodów snu.

Przy przelocie na zachód czas trwania snu był zawarty między 4-12 godzin, z wyraźną przewagą snu 7- i 9-godzinnego. Dochodziło również do fragmentacji snu, jednak o wiele rzadziej niż przy przeciwnym kierunku lotu.



WARSZAWA

Ryc. 11. Zbiorcze zestawienie przebiegu snu u badanego pilota T.P. W górnym rzędzie zobrazowano wartości dla lotu w kierunku v. schodnim, w srodkowym - w kierunku na zachód i dolnym - wartości kontrolne w Warszawie. Kolumna lewa przedstawia czas trwania snu całkowitego w kolejnych analizowanych dobach, kolumna srodkowa liczbę epizodów snu we wszystkich analizowanych dobach.

Omówienie wyników

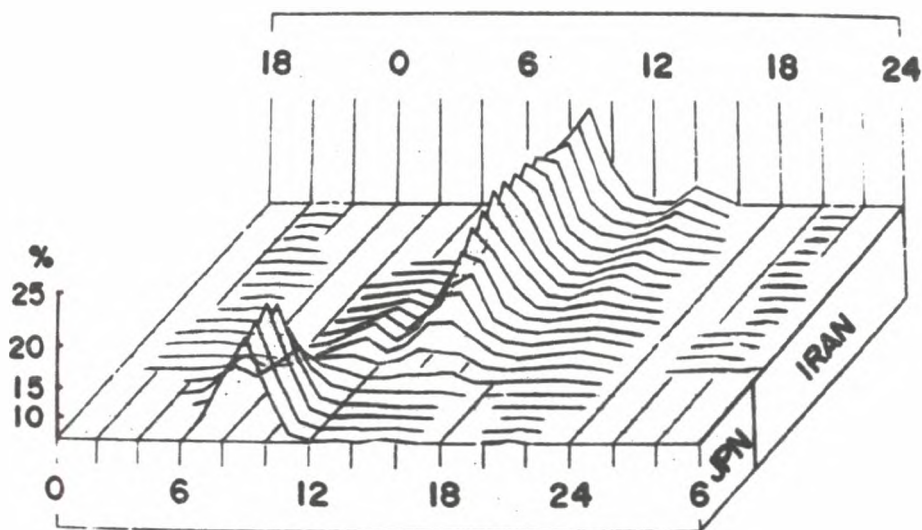
W analizowanym przykładzie pilota wykazano zaburzenia przebiegu snu niezależnie od kierunku odbywanego lotu. Zaburzenia te polegały z jednej strony na przemieszczeniu przebiegu snu na godziny różniące się zwyczajowo od pór snu w Warszawie, z drugiej zaś także na godziny różniące się od zwyczajowych pór snu nowego miejsca pobytu.

W większości analizowanych dób zaobserwowano fragmentację snu w porcie docelowym. Zwiększała się liczba krótkotrwałych drzemek w ciągu dnia. Nie dysponując hypnogramami trudno wypowiadać się o jakości snu, choć wydaje się, że nie dochodziło u ocenianego pilota do deficytu snu. W porcie przylotu stosował on zwyczaj i taktykę zapobiegania skutkom długu czasowego polegającą na wypoczynku biernym przed lotem, łącznie z próbą snu lub drzemki. Z badań przeprowadzonych na pasażerach, którzy odbyli przeloty ze zmianą stref czasu (3), jak również u pilotów (15) wiadomo, że stanowi dług czasu czasowym towarzyszą zaburzenia jakości snu i dotyczą zarówno fazy REM, jak i snu wolnofalowego. Zaburzenia snu w pierwszych dobach po zmianie stref czasu są pogłębiane zaburzeniami czynności układu pokarmowego (desynchronizacja wewnętrzna rytmów snu i motoryki przewodu pokarmowego). Znane są przypadki przerywania snu potrzebą defekacji. Znane są szczegółowe badania zmiany rytmu perystaltyki jelit po zmianie strefy czasu (11, ryc. 12).

Do typowych zaburzeń czynności układu pokarmowego związanych z lotami z przekraczaniem stref czasu zalicza się: utratę łaknienia, pojawianie się wzmożonego apetytu w nietypowych (dla nowej strefy czasu) porach doby, zaparcia, nieregularne godziny defekacji.

Inne niekorzystne zjawiska towarzyszące zespołowi długu czasowego to obniżenie zdolności do pracy umysłowej i fizycznej, zmiany charakterystyki rytmiki dobowej czynności układu dokrewnego, a co za tym idzie - zmiany krzywej dobowej tolerancji stresu.

Z danych uzyskanych przez Aschoffa i wsp. (2) wynika, że szybkość resynchronizacji poszczególnych rytmów zależy od wielkości przemieszczenia w strefach czasu oraz kierunku tego przemieszczenia. Uzyskano empiryczne potwierdzenie efektu asymetrii resynchronizacji rytmów, co oznacza, że czas wymagany na resynchronizację rytmów biologicznych jest krótszy po przelocie ze wschodu na za-



Ryc. 12. Zachowanie się motoryki jelit w Japonii (JPN), oraz po przelocie w kierunku zachodnim do Iranu ekipy sportowców japońskich. Przedstawiono przebieg rytmu resynchronizacji perystaltyki jelit w kolejnych dobach podczas pobytu w Iranie, wg Sasaki (11).

chód niż przy locie w kierunku przeciwnym. Aschoff i wsp. (2) na podstawie analizy zestawionych danych z licznych badań różnych autorów wyliczyli średnie czasy szybkości resynchronizacji okołodobowych rytmów biologicznych zależnie od kierunku przelotu. Czas resynchronizacji okołodobowych rytmów biologicznych oszacowano średnio na 92 min/dobę przy przelocie na zachód i 57 min/dobę przy przelocie na wschód. Innymi słowy po przelocie z przesunięciem czasowym 6 godzin, resynchronizacja będzie osiągnięta po locie na zachód po 4 dobach, po locie na wschód po około 6 dobach. Przykłady szybkości resynchronizacji poszczególnych rytmów okołodobowych podano w tabeli I.

Szybkość resynchronizacji rytmów biologicznych
po zmianie strefy czasu w minutach na dobę
wg Klein i Wegmann (9)

Oceniana zmienna	Lot na zachód	Lot na wschód
Wydalanie katecholamin z moczem	135	90
- adrenaliny	90	60
- noradrenaliny	180	120
Sprawność pracy umysłowej	93	57
- sprawność psychomotoryczna	52	38
- czas reakcji	150	74
Tętno	90	60
Temperatura ciała	60	39
17-OHCS (z moczem)	47	32
Średnio	88	56

W tabeli II zestawiono czynniki modyfikujące przebieg resynchronizacji rytmów okołodobowych po zmianie stref czasu.

Podsumowując problemy związane z przebiegiem resynchronizacji rytmów biologicznych należy wspomnieć o jeszcze jednej ważnej właściwości tego procesu. Krzywa resynchronizacji ma kształt sigmoidalny, można w niej wyróżnić 3 odmienne przebiegi: wolny na jej początku, szybki w części środkowej i ponownie wolny w odcinku końcowym. Czasem osiąga ona duże wartości w okresie początkowym, później stopniowo zwalnia się, i tak np. rytm sprawności psychomotorycznej w 50% synchronizuje się do nowej strefy czasu już po 30-40 godzinach, dalsza resynchronizacja zachodzi o wiele wolniej.

W większości publikowanych badań (5, 6, 14) względnie stałe wartości tempa resynchronizacji uzyskano dla okołodobowego rytmu temperatury głębokiej ciała. Dlatego przebieg resynchronizacji tego

rytmu posłużył do konstrukcji wzorów matematyczno-statystycznych i nomogramów pomocnych w przewidywaniu czasu niezbędnego do osiągnięcia stanu pełnej synchronizacji rytmów biologicznych, a tym samym - stanu pełnej sprawności organizmu w nowym miejscu pobytu (11).

Tabela II

Czynniki wpływające na indywidualną szybkość resynchronizacji okołodobowych rytmów biologicznych po zmianie strefy czasu, wg Klein i Wegmann (8)

Przyspieszają resynchronizację	Czynnik lub cecha	Opóźniają resynchronizację
"typ wieczorny"	chronotyp	"typ ranny"
ekstrawersja	typ układu nerwowego	introwersja
niski	wskaźnik neurotyczności	wysoki
młodszy	wiek	starszy
niski	wskaźnik tętno/oddech	wysoki
labilne	cechy rytmów okołodobowych	stabilne
silne	synchronizatory zewnętrzne	słabe
opóźnienie (lot na zachód)	zmiany fazy synchronizatorów	przyspieszenie (lot na wschód)

Dla pasażerów współczesnego lotnictwa komunikacyjnego poszukuje się środków, ale także i leków przyspieszających resynchronizację rytmów biologicznych do nowej strefy czasu. Dla grupy leków mają-

cych te właściwości zaproponowano termin **chronobiotyki**. Potencjalne znaczenie w skracaniu stanu długu czasowego Simpson (12) przypisuje następującym lekom lub substancjom chemicznym:

- hormonom kory nadnerczy i ACTH,
- lekom nasennym z grupy barbituratów,
- trójcyklicznym lekiem antydepresyjnym (Imipramine),
- ksantyny (kofeina, teofilina)
- prekursorzy noradrenaliny (L-dopa),
- leki przeciwserotoninowe (Quiadon-pochodna piperazyny).

Użyteczność tych leków potwierdzono, jak dotychczas, w pracach doświadczalnych na zwierzętach. Badania ich skuteczności u ludzi nie weszły jeszcze w szersze i uzasadnione użycie.

Ostatnio ukazują się komunikaty naukowe o skuteczności podawania doustnego preparatów zawierających melatoninę - najbardziej skutecznego chronobiotyku (1).

Zaskakujące są wyniki badań nad gwałtowną zmianą faz rytmów okołodobowych (rytmu temperatury głębokiej ciała) pod wpływem ekspozycji na jaskrawe oświetlenie (naturalne lub sztuczne 4, 5). Oznaczałoby to, że światło jest najsilniejszym i najskuteczniejszym środkiem chronobiotycznym, przy właściwym wyborze ekspozycji. Dlatego pasażerom linii lotniczych, po przylocie do nowej strefy czasu winno doradzać się pobyt poza pomieszczeniami w bardzo wczesnych godzinach rannych (06.00). Oczywiście dla personelu latającego ważne jest przeciwne postępowanie. Oznacza ono pobyt w pomieszczeniach zamkniętych, sen w godzinach podobnych do pory stałego miejsca zamieszkania. Prezentowane wyniki własnych obserwacji pilota komunikacyjnego wskazują, że wymóg ten w zasadzie jest przestrzegany. Obserwowany pilot wykazywał tendencję do dłuższego sypiania (lub przynajmniej pobytu w łóżku). Postępowanie to jest, jak się wydaje, intuicyjnym zabiegiem profilaktycznym, może świadczyć także o adap-

tacji ocenianego pilota do wykonywanego zawodu. Istnieje tu duża zbieżność pomiędzy problemami długu czasowego, który dotyczy personelu latającego, ale także pracowników nocnych i zatrudnionych w trybie pracy zmianowej.

Reasumując, można wymienić zalecenia dla osób przekraczających strefy czasu; będą one różne dla pasażerów i personelu latającego.

Wnioski i zalecenia

1. Spójność wielu okołodobowych rytmów biologicznych czynności organizmu człowieka decyduje o jego stanie zdrowia i zdolności do wykonywania pracy fizycznej i umysłowej.

2. Zależnie od cech indywidualnych poszczególne rytmy czynności fizjologicznych osiągają swoje maksima w różnych porach doby. Zdolność człowieka do wykonywania pracy nie jest wielkością stałą, osiąga swoje minimum w godzinach 04.00-06.00.

3. Przy nagłej zmianie strefy czasu, a ma to miejsce przy przelotach wzdłużrównoleżnikowych, przy różnicy czasu powyżej 2 godzin obserwuje się niekorzystny stan fizjologiczny - określany jako zespół długu czasowego.

4. Desynchronizacja rytmu okołodobowego, zaburzenia snu obniżają zarówno zdolność do wykonywania pracy lotniczej, jak również motywację do niej.

5. Działy planowania i służba lotniczo-lekarska winny dokonywać okresowych analiz czasu trwania pracy, możliwości powstawania deficytu snu i długu czasowego.

6. Odradza się stanowczo planowanie lotów z portu macierzystego w przeciwnych kierunkach geograficznych w krótkich odstępach czasu.

Literatura

- Arendt J., Broadway J., English J.E., Kemp M., Poulton A.L., Symons A.M., 1988. Pineal and photoperiodicity: Practical aspects In: Trends in chronobiology. W.Th. J.M. Hekkens, G.A. Kerkhof, W.J. Rietveld (eds.) Adv. Bioscience, Pergamon Press, Oxford, 137-148.
- Aschoff J., Hoffman K., Pohl H., Wever R., 1975. Re - entrainment of circadian rhythms after phase-shift of the zeitgeber. Chronobiologia, 2: 23-78.
- Athanassenas G., Wolters C.L., 1981. Sleep after transmeridian flights. In: Night and shift work. Biological and social aspects. A. Reinberg, N. Vieux, P. Andlauer (eds.). Pergamon Press, Oxford, 139-147.
- Czeisler C.A., Allan J.S., Strogatz S.H., Ronda J.N., Sanchez R., Rios C.D., Freitag W.O., Richardson G.S., Kronauer R.E., 1986. Bright light resets the human circadian pacemaker independent of the timing of the sleep-wake cycle. Science, 233: 667-671.
- Czeisler C.A., Kronauer R.E., Allan J.S., Duffy J.F., Jewett M.E., Brown E.N., Ronda M.A., 1989. Bright light induction of strong (type 0) resetting of the human circadian pacemaker. Science, 244: 1328-1333.
- Graeber R.C., Dement W.C., Nicholson A.N., Sasaki M., Wegmann H.M., 1986. International cooperative study of aircrew layover sleep: Operational study. Aviat. Space Environ. Med. 57 (12 suppl.): B10-B13.
- Horne J.A., Östberg O., 1975. Time of day effects upon extraversion and salivation, J. Biol. Psychol. 3: 261-267.
- Klein K.E., Wegmann H.M., 1980. The effect of transmeridian and transequatorial air travel on psychological wellbeing and per-

- formance. In: Chronobiology: Principles and applications to shifts in schedules. L.E. Scheving, F. Halberg (eds.) Sijthoff and Noordhoff. The Netherlands, 339-352.
- Klein K.E., Bruner H., Holtman H., Rehme H., Stolze J., Steinhoff W.D., Wegmann H.M., 1970. Circadian rhythm of pilots efficiency and effects of multiple time zone travel. *Aerospace Med.* 41: 125-132.
- Kwarecki K., 1988. Skutki fizjologiczne nagłej zmiany strefy czasu - przelotu wzdłużrównoleżnikowego. W: Wpływ zmiennych warunków chronobiologicznych i klimatycznych w Seulu na organizm zawodnika. Instytut Sportu, z. 12, 61-93.
- Sasaki T., 1980. Effect of jet lag on sports performance. In: Chronobiology: Principles and applications to shifts in schedules. L.E. Scheving, F. Halberg (eds.) Sijthoff and Noordhoff, The Netherlands, 417-431.
- Simpson H.W., 1980. Chronobiotics: Selected agents of potential value in jet lag and others dyschronisms. In: Chronobiology: Principles and applications to shifts in schedules. L.E. Scheving, F. Halberg (eds.) Sijthoff and Noordhoff, The Netherlands, 433-446.
- Smolensky M.H., The conceptual implications of chronotoxicology and chronopathology for occupational health and shift work. In: Chronobiology... (jak w przypisie 12, s. 339-352).
- Spencer M.B., Stone B.M., Rogers O.S., Nicholson A.N., 1991. Circadian rhythmicity and sleep of aircrew during Polar schedules. *Aviat. Space Environ. Med.* 62: 3-13.
- Wegmann H.M., Gundel A., Neumann M., Samel A., Schwartz E., Vejvoda M., 1986. Sleep, sleepiness and circadian rhythmicity in aircrew operating of Trans-Atlantic routs. *Aviat. Space Environ. Med.* 57 (12 suppl.): B53-B64.

Vokac Z., Jebens E., Vokac M., 1984. Phase - shift on apparent circadian rhythms due to West East transmeridian flights or to corresponding night-shift sleep. *Chronobiol. Int.*, 1: 139-144