

Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis

Studia Biologica 2 (2019)

DOI 10.24917/St.Biol.2.5

Karol Dziubek, **Waldemar Szaroma**

Instytut Biologii,
Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

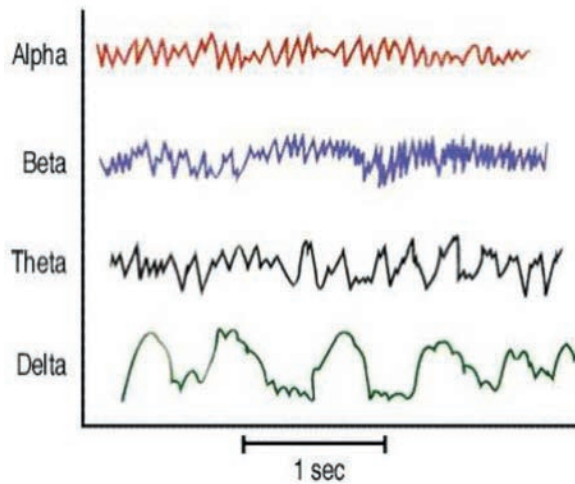
Fizjologia snu

U ludzi dorosłych występują cyklicznie w ciągu doby dwa podstawowe stany fizjologiczne: sen i czuwanie. Około 2/3 doby przypada na czuwanie, a 1/3 na sen. Czuwanie (*wakefulness*) jest stanem aktywności układu somatycznego, sen zaś stanem spoczynku tego układu. W procesie snu i czuwania uczestniczą tzw. czynniki snu i czuwania. Wśród naturalnych czynników o pochodzeniu endogennym wyróżnia się wiele substancji o różnej budowie. Czynnikiem snu występuje ponad 20. Do najważniejszych należy melatonina i GABA (układ kwasu gamma-aminomasłowego). W procesie zasypiania oddziaływanie czynników snu przeważa nad czynnikami czuwania i człowiek zasypia.

Sen jest stanem czynnościowym układu nerwowego charakteryzującym się obniżeniem wrażliwości na bodźce, zanikiem aktywności ruchowej, zwolnieniem czynności serca, oddychania i innych funkcji fizjologicznych. Ponadto w czasie snu dochodzi do czasowej utraty świadomości w wyniku fizjologicznego rozprzerstreniania się procesu hamowania w ośrodkowym układzie nerwowym (układzie siatkowatym).

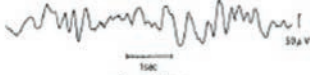
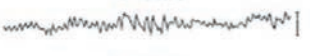
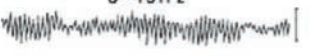
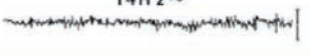
Dobowy rytm snu i czuwania jest jednym z podstawowych rytmów biologicznych typowych dla ptaków i ssaków. Ludzie, podobnie jak wszystkie zwierzęta, aby przetrwać, potrzebują snu, tak jak żywności, wody i tlenu. Co więcej, dla ludzi sen jest ważnym wskaźnikiem ogólnego stanu zdrowia i dobrego samopoczucia, dlatego każdą noc musimy poświęcać na sen. Obserwując osobę śpiącą, można błędnie sądzić, że sen jest czasem bezczynności dla ciała i mózgu. Podczas snu mózg tętni jednak aktywnością, a ponadto pojawiają się wtedy charakterystyczne tylko dla snu korowe oscylacje jego czynności bioelektrycznej (Avidan i Zee, 2007).

Rozwój intensywnych badań nad snem zapoczątkowali w 1937 roku Davis i in., którzy analizowali zapisy fal mózgowych i jako pierwsi zastosowali je do badań snu. Badanie polega na odpowiednim rozmieszczeniu na powierzchni skóry głowy elektrod, które rejestrują zmiany potencjału elektrycznego na powierzchni skóry pochodzące z aktywności neuronów kory mózgowej i po odpowiednim ich wzmocnieniu tworzą z nich zapis – elektroencefalogram (EEG). Wykazali oni, że w warunkach fizjologicznych powstają fale mózgowo o częstotliwości w zakresie 1–100 Hz oraz amplitudzie od 5 do kilkuset μV (Davis i in., 1937).



Rys. 1. Częstotliwość fal mózgowych człowieka dorosłego (elektroencefalogram)

Źródło: www.institut.noble.pl.

Fale mózgowie	Częstotliwość	Stan psychiczny
Fale delta	0.5~3H z 	Twardy sen
Fale gamma	4~7H z 	Drzemka
Fale alfa	8~13H z 	Czułość, relaks
Fale beta	14H z ~ 	Czułość, ekscytacja

Klasyfikacja i zależność między długością fali mózgowej a stanem psychicznym.

Rys. 2.

Źródło: www.svenskavitamine.pl.

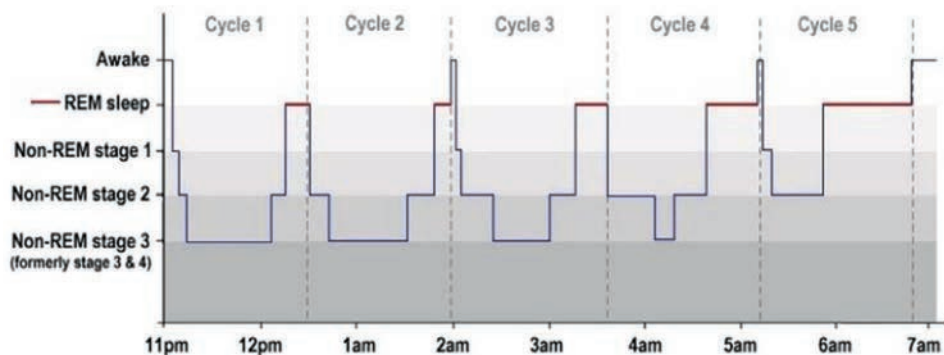
W badaniach zapisu fal mózgowych analizuje się fale delta o częstotliwości 4 Hz, fale theta o częstotliwości 4–8 Hz, fale alfa o częstotliwości 8–13 Hz i amplitudzie około 30–100 μV , fale beta o częstotliwości od 13 do około 30 Hz i amplitudzie poniżej 30 μV oraz fale gamma o częstotliwości występującej w zakresie 26–100 Hz. Aktywność elektryczną mózgu obrazują fale o różnym zakresie i częstotliwości. Aktywność elektryczna mózgu zmienia się w zależności od czynności, którą wykonujemy w danym momencie. Każda czynność sprawia, że mózg przechodzi na inne częstotliwości fal. Należy podkreślić, że jest to bardzo ważne, gdyż zbyt długie albo za krótkie trwanie na danej częstotliwości jest niekorzystne dla naszego zdrowia i może powodować zaburzenia koncentracji, stany depresyjne, a nawet

przedwczesne starzenie się. W przypadku jakiegokolwiek patologii (np. zniszczone komórki lub upośledzone przewodzenie chemiczne) obserwuje się opóźnioną lub przyspieszoną szybkość przepływu poszczególnych fal mózgowych, zmiany ich amplitudy, zmieniony kształt lub konfigurację. W niektórych chorobach, np. padaczce, zmieniony zapis EEG może mieć decydujące znaczenie w ostatecznej diagnozie tej choroby (Quigg, 2008).

Fazy snu

Kiedy śpimy, nasze ciało przechodzi przez pięć różnych faz snu. Każda z nich charakteryzuje się innym rodzajem fal mózgowych i odmiennym stopniem fizycznego pobudzenia. Główne różnice dotyczą dwóch etapów: fazy **snu głębokiego – NREM** (ang. *slow wave sleep*, SWS), inaczej nazywanego snem bez szybkich ruchów gałek ocznych (*non rapid eye movement sleep*) oraz **snu płytkiego – REM** (*rapid eye movement sleep*) z szybkimi ruchami gałek ocznych, nazywanego często snem paradoksalnym (*paradoxical sleep*, PS).

Według klasyfikacji Amerykańskiej Akademii Medycyny Snu sen NREM dzieli się na trzy stadia oznaczane jako N1, N2 i N3, gdzie N1 oznacza sen najpłytszy, a N3 – najgłębszy. Faza REM nie dzieli się na stadia i oznaczana jest jako stadium R. Czuwanie w ciągu nocy oznaczane jest jako W (*wake*). Każde stadium snu posiada typowe cechy, które umożliwiają jego prawidłowe rozpoznanie. Dzięki temu opis architektury snu na podstawie badania snu, czyli badania polisomnograficznego, jest bardzo dokładny.



Rys. 3. Profil snu (hipnogram)

Źródło: Gander, 2003.

Objaśnienia do Rys. 3.

Cycle 1–5 – Cykl snu 1–5; Awake – przebudzenie; REM sleep – sen płytki (sen paradoksalny); Non-REM stage 1 – stadium 1 snu głębokiego (NREM); Non-REM stage 2 – stadium 2 snu głębokiego (NREM); Non-REM stage 3 – stadium 3 snu głębokiego (NREM);

pm – po południu; am – przed południem

Sen NREM i REM następują cyklicznie w trakcie nocy, tworząc tzw. cykle snu. Kolejność stadiów snu w trakcie cyklu snu jest zwykle następująca N1 → N2 → N3 → N2 → REM. Każdy cykl snu kończy się zazwyczaj krótkim wybudzeniem. W trakcie nocy, aby wypocząć, człowiek potrzebuje przeważnie 4–6 cykli snu. Sen w pierwszej połowie nocy cechuje się dużą ilością snu głębokiego – stadium N3. W drugiej połowie nocy, po zakończeniu trzech cykli snu, u osób dorosłych, które nie cierpią na niedobór snu, sen głęboki najczęściej już nie występuje. Zwiększa się natomiast ilość snu REM i stadium N2. Długość cyklu snu człowieka mieści się w granicach 80–120 minut (Steven i Feinsilver, 2003; Gadner, 2003; Jernajczyk i in., 2009).

Przejście z fazy głębokiego snu NREM do lżejszego, aktywniejszego stadium REM oznacza wzrost pobudzenia – śpiący nie budzi się, ale nie jest też pogrążony w głębokim śnie. Faza ta trwa około 15 minut. W tym czasie można się przebudzić, niemowlęta mogą pojękiwać lub płakać, a dorośli przekładać pościel i zmieniać pozycję. Każda śpiąca osoba przechodzi ten etap częściowego przebudzenia i zazwyczaj zapada ponownie w sen bez jego przerywania.

Faza REM jest specjalnym stadium snu. To właśnie w tej fazie pojawiają się marzenia sennie. Śnią się wtedy żywe i kolorowe sny. Umysł zostaje skierowany na odbieranie świata wewnętrznego, wirtualnego. Bodźce z zewnątrz wprawdzie dochodzą, lecz są zazwyczaj ignorowane. Jeśli teraz ktoś nas obudzi, na pewno będziemy pamiętali jakiś sen. Szybkie ruchy gałek ocznych są skutkiem tego, że w tym czasie oglądamy nimi senną rzeczywistość (Aserinsky i Kleitman, 1953; McCarley, 2007; Brown i in., 2012; Kawalec i Pawlas, 2013).

Długość snu

Potrzeba ilości snu zależy od wieku. W pierwszych tygodniach życia dziecko nie potrafi jeszcze odróżnić dnia od nocy i przesypia prawie całą dobę. W rzeczywistości noworodek śpi przeciętnie 18 godzin, a jego sen podzielony jest na 4-godzinne cykle przeplatane fazami czuwania. Oznacza to, że w najlepszym przypadku rodzice są co 2,5 godziny budzeni płaczem dziecka. Długość oraz ilość snu REM zmniejszają się już od okresu niemowlęctwa. W 12 miesiącu życia dziecko sypia średnio 9–12 godzin w nocy i 2–4,5 godziny w ciągu dnia. Około 5–6 roku życia sen nocny trwa 10–11 godzin.

U niemowląt cykle snu są krótsze i powtarzają się co 50–60 minut. Większą część snu dziecka stanowią faza przejściowa i faza REM. U wcześniaków faza REM obejmuje 4/5 snu. Z czasem długość fazy REM skraca się i u dzieci sześciomiesięcznych stanowi 30% snu. W ciągu trzech kolejnych lat długość fazy REM osiąga poziom charakterystyczny dla człowieka dorosłego, czyli około 20% (Aserinsky i Kleitman, 1955).

Powszechne przekonanie, że najlepsze dla zdrowia człowieka dorosłego jest przesypianie w nocy około 8 godzin, zdaje się nieprawdziwe, co podkreślają wyniki badań przeprowadzonych w 2011 roku pod kierunkiem prof. Daniela F. Kripke'go z Uniwersytetu Kalifornijskiego w San Diego. Autorzy tych badań zweryfikowali swoje wcześniejsze wyniki, na podstawie których sądzono, że przesypianie więcej niż 7,5, a mniej niż 6,5 godziny na dobę wiąże się z większym ryzykiem zgonu. Po

zastosowaniu w badaniach długości snu aktygrafu, tj zakładanego na nadgarstek urządzenia rejestrującego aktywność ruchową, zasugerowano, że aby zapewnić sobie najdłuższe życie, powinniśmy przesywać w nocy 5–6,5 godziny (Kripke i in., 2011).

Długość snu ma niewątpliwie wpływ na nasze zdrowie i w wielu wypadkach zależy od osobistych predyspozycji. Okazuje się, że nie tylko zbyt mała ilość snu wpływa negatywnie na nasze samopoczucie, gdyż także zbyt długi sen zwiększa ryzyko wystąpienia objawów depresji. Mimo, że nieustannie mówi się o roli snu w procesach regeneracyjnych organizmu, chyba nikt nie przypuszczał, że jego długość może mieć aż tak znaczący wpływ na naszą kondycję psychiczną. Szczególnie zaskakujący wydaje się wpływ zbyt długiego snu na zdrowie psychiczne (Watson i in., 2015).

Higiena snu

Sen jest istotną potrzebą organizmu, bez której człowiek nie może prawidłowo funkcjonować. Aby czuć się dobrze, należy przestrzegać pewnych zasad. Szczególne ważne są czynności wzmacniające mechanizmy regulujące sen, zgodnie z dwuczynnikowym modelem regulacji snu opisanym przez Aleksandra Borbély'ego. Aktywność fizyczna, krótki czas spędzany w łóżku i unikanie drzemek w ciągu dnia wzmacniają proces homeostacyjny, czyli biologiczną potrzebę snu. Wstawanie rano zawsze o tej samej porze, regularny tryb życia, unikanie silnego światła wieczorem i ciemnych pomieszczeń w ciągu dnia wzmacniają rytm okołodobowy, który powoduje, że potrzeba snu pojawia się o właściwej porze, czyli w nocy (Borbély, 1998).

W związku z powyższym opracowano szereg wskazówek dotyczących prawidłowego przebiegu i jakości snu. Sugeruje się zatem, aby ograniczać czas spędzany w łóżku (nie czytać i nie oglądać telewizji, leżąc) oraz nie próbować zasypiania na siłę. Należy się zmęczyć fizycznie późnym popołudniem, a także unikać kofeiny, nikotyny i alkoholu. Trzeba prowadzić regularny tryb życia, rano wstawać zawsze o tej samej porze, jeść kolację trzy godziny przed snem i ewentualnie lekką przekąskę późnym wieczorem. Należy też unikać silnego światła wieczorem i ciemnych pomieszczeń w ciągu dnia (Morin i in., 1999; Kozłowski i in., 2017).

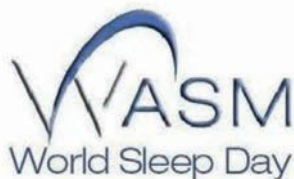
Zaburzenia snu

W Międzynarodowej Statystycznej Klasyfikacji Chorób i Problemów Zdrowotnych (ICD-10) zaburzenia snu dzieli się na nieorganiczne i organiczne, czyli niezwiązane lub związane z chorobami układu nerwowego lub somatycznymi. Amerykańska klasyfikacja chorób i zaburzeń psychicznych (DSM-IV) dzieli zaburzenia snu na pierwotne i wtórne, czyli na występujące samoistnie lub towarzyszące innym chorobom. Z praktycznego punktu widzenia najbardziej przydatny jest jednak podział bezsenności ze względu na czas trwania objawów (Jakubiak i Sulikowska, 2017; Skalski, 2018).

Jeżeli bezsenność trwa do kilku dni, mówi się o bezsenności **przygodnej**, natomiast jeżeli do kilku tygodni, to o **bezsenności krótkotrwałej**. Bezsenność

przygodna jest powodowana reakcją na stres (np. problemy zawodowe, szkolne, rodzinne) lub zmianą trybu życia (np. przeprowadzka, podróż ze zmianą strefy czasu). Bezsenność krótkotrwałą mogą wywołać również choroby somatyczne, na przykład infekcje, choroby przebiegające z bólem. Czasami bezsenność trwa powyżej miesiąca i wtedy klasyfikuje się ją jako **bezsenność przewlekłą**. Bezsenność ta jest związana z zaburzeniami psychicznymi (szczególnie depresją i zaburzeniami lękowymi), przewlekłymi chorobami somatycznymi (np. zaburzeniami hormonalnymi, przewlekłymi stanami zapalnymi, m.in. reumatoidalnymi, przewlekłymi zespołami bólowymi, chorobami neurologicznymi i chorobami narządu ruchu, które uniemożliwiają aktywność fizyczną w ciągu dnia) oraz uzależnieniami, na przykład od alkoholu.

Objawy bezsenności w wywiadach epidemiologicznych stwierdza się u 30–50% badanych dorosłych osób. U 16–21% badanych objawy występują co najmniej trzy razy w tygodniu lub stale, a 10–28% badanych określa nasilenie objawów jako umiarkowane lub ciężkie. Około 9–15% osób dorosłych w populacji ogólnej zgłasza, że objawy bezsenności istotnie wpływają na ich funkcjonowanie i samopoczucie w ciągu dnia.



Rys. 4. Logo Światowego Dnia Snu

Źródło: www.nfs.org.pl/dzialalnosc/swiatowy-dzien-snu/.

W celu podkreślenia wagi snu dla zdrowia i jego wpływu na jakość życia organizuje się od 14 marca 2008 roku Światowy Dzień Snu (WSD). WSD jest wydarzeniem corocznym, podczas którego świętuje się rolę snu, a jednocześnie wzywa do działań związanych z problemami odnoszącymi się do niego. Światowy Dzień Snu jest organizowany przez Komitet Światowego Dnia Snu należący do Światowego Stowarzyszenia Medycyny Snu (WASM). Dzień Snu w 2015 roku odbywał się 13 marca pod hasłem: „Kiedy sen jest zdrowy szczęście i zdrowie dookoła” (Szelenberge, 2006; Wichniak, 2014).

Literatura

1. Aserinsky E., Kleitman N. 1953. Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep. *Science*, 4 (118/30620): 273–274.
2. Aserinsky E., Kleitman N. 1955. A motility cycle in sleeping infants as manifested by ocular and gross bodily activity. *J. Appl. Physiol.*, 8 (1): 11–18.
3. Avidan A.Y., Zee P.C. 2007. *Podręcznik medycyny snu*. Warszawa: Medipage.
4. Borbély A.A. 1998. Processes underlying sleep regulation. *Horm. Res.*, 49 (3–4): 114–117.

5. Brown R.E., Basheer R., Mckenna J.T., Strecker R.E., Mccarley R.W. 2012. Control of sleep and wakefulness. *Physiol. Rev.*, 92: 1087–1187.
6. Davis H., Davis P.A., Loomi A.L., Harvey P.L., Hobart G. 1937. Changes in human brain potentials during the onset of sleep. *Science*, 86 (2237): 448–450.
7. Gander P.H. 2003. *Sleep in the 24-hour society*. Lower Hutt: The Open Polytechnic of New Zealand.
8. Jakubiak M., Sulikowska L. 2017. *Życie nocy, czyli nie tylko o zaburzeniach snu*, <https://gazetalekarska.pl/?p=37006>.
9. Jernajczyk W., Tafil-Klawe M., Klawe J.J. 2009. Sen zdrowego człowieka. W: Tafil-Klawe M., Klawe J.J. (red.), *Wykłady z fizjologii człowieka*. Warszawa: PZWL, s. 338–349.
10. Kawalec A., Pawlas K. 2013. Czynniki środowiskowe wpływające na sen oraz zachowanie higieny snu. *Prob. Hig. Epidemiol.*, 94 (1): 1–5.
11. Kozłowski P., Kozłowska M., Kozłowska K. 2017. Analiza czynników wpływających na sen. *Education and Sport*, 7 (8): 99–105.
12. Kripke D.F., Langer R.D., Elliott J.A., Klauber M.R., Rex K.M. 2011. Mortality related to actigraphic long and short sleep. *Sleep Med.*, 12 (1): 28–33.
13. McCarley R.W. 2007. Neurobiology of REM and NREM sleep. *Sleep Med.*, 8: 302–330.
14. Morin C.M., Hauri P.J., Espie C.A., Spielman A.J., Buysse D.J., Bootzin R., 1999. Non-pharmacologic treatment of chronic insomnia. *An American Academy of Sleep Medicine review. Sleep*, 22: 1134–1156.
15. Quigg M. 2008. *EEG w praktyce klinicznej*. Wrocław: Elsevier Urban & Partner.
16. Skalski M. 2018. *Zaburzenia snu w codziennej praktyce*. Warszawa: Medical Tribune Polska.
17. Steven H., Feinsilver M.D. 2003. Sleep in the elderly What is normal? *Clin. Geriatr. Med.*, 19 (1): 177–188.
18. Szelenberge W. 2006. *Zaburzenia snu. Psychiatria, podręcznik dla studentów medycyny*. Warszawa: PZWL, s. 389–401.
19. Watson N.F., Badr M.S., Belenky G., Bliwise D.L., Buxton O.M., Buysse D., Dinges D.F., Gangwisch J., Grandner M.A., Kushida C., Malhotra R.K., Martin J.L., Patel S.R., Quan S.F., Tasali E. 2015. Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *J. Clin. Sleep. Med.*, 11 (6): 591–592.
20. Wichniak A. 2014. *Poradnia Zaburzeń Snu, Ośrodek Medycyny Snu Instytutu Psychiatrii i Neurologii*. Warszawa.
21. www.institutnoble.pl
22. www.nfs.org.pl/dzialalnosc/swiatowy-dzien-snu/
23. www.svenskavitamine.pl

Streszczenie

Sen to stan czynnościowy układu nerwowego przeciwstawny do stanu czuwania. W czasie snu dochodzi do zmniejszenia wrażliwości na bodźce, zniesienia aktywności ruchowej, zwolnienia czynności serca i oddychania oraz zaniku świadomości.

Sen występuje naprzemiennie z czuwaniem w charakterystycznym rytmie dobowym. W zapisie elektroencefalograficznym snu wyróżnia się stan czuwania i dwie fazy snu, mianowicie fazę wolnofalową snu (NREM) oraz fazę paradoksalną (REM). Sen NREM i REM następują po

sobie w trakcie nocy cyklicznie, tworząc tak zwane cykle snu. Cykle te są generowane głównie przez układ siatkowaty (łac. *formatio reticularis*) pnia mózgu.

Do dzisiaj biologiczna rola snu nie została do końca wyjaśniona, choć wiadomo, że jest on niezbędny do życia oraz prawidłowego przebiegu wielu procesów fizjologicznych i psychicznych. Jeżeli występują zaburzenia snu, to dotyczą głównie nieprawidłowego czasu trwania snu lub niepożądanych zachowań występujących podczas snu. Zaburzenia te mogą uniemożliwić prowadzenie normalnej aktywności życiowej.

Słowa kluczowe: sen, układ nerwowy, czuwanie, fazy snu, zaburzenia snu

Abstract

The sleep is the functional condition of the nervous system opposed to the condition of the vigil. During time of sleep decrease of the sensibility on stimuli, annulment of motive activity, the slow motion of the action of the heart and breathing and the loss of the consciousness happen.

The sleep steps out alternately with the vigil in the characteristic circadian rhythm. In the electroencephalographic record of the sleep the condition of the vigil and two phase of the sleep, namely non-rapid eye movement (NREM) and paradoxical phase (REM – rapid eye movement) are distinguished. The sleep NREM and REM follow for oneself during the night, creating cyclically so the called cycles of the sleep. Cycles these are generated mainly by the reticular formation of the brain stem (*formatio reticularis*).

The biological role of the sleep hasn't been explained until today, though it is known that the sleep is necessary to life and the correct course of many physiological and psychical processes. If the disorders of the sleep step out they relate mainly to incorrect time of duration of sleep or undesirable behaviours stepping out in the course of the sleep. These disorders can make impossible the conduct of the normal life activity.

Keywords: sleep, nervous system, wakefulness, sleep phases, sleep disorders