KOSMOS
PROBLEMY NAUK BIOLOGICZNYCH

Tom 71 **2022**
Numer 4 **(337)**
Strony **421-425**

Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika

KATARZYNA SERWAŃSKA-LEJA[1,2], TOMASZ UZAR[1]

[1] Pracownia Anatomii Zwierząt
Wydział Fizjologii, Biochemii i Biostruktury Zwierząt
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Wojska Polskiego 71c, 60-625 Poznań
[2] Zakład Dietetyki Sportowej
Wydział Nauk o Zdrowiu
Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu
Królowej Jadwigi 27/39 61-871 Poznań
E-mail: katarzyna.leja@up.poznan.pl
tomasz.uzar@up.poznan.pl

„Co do snu i czuwania, rozważyć musimy, czym one są: czy są one szczególne dla duszy, czy dla ciała, czy też im wspólne; jeśli zaś wspólne, do której części duszy lub ciała się odnoszą: więcej, jaka jest przyczyna tego, że są one atrybutem zwierząt oraz czy wszystkich zwierząt sen jest udziałem".
O śnie i czuwaniu, Arystoteles

CZYM JEST SEN? CZY PTAKI I SSAKI MAJĄ PODOBNE SNY I CZY PTAKI MOGĄ SPAĆ SPOKOJNIE?

WSTĘP

Zgodnie z definicją, sen jest występującym spontanicznie i okresowo stanem fizjologicznym, polegającym na zniesieniu aktywności ruchowej, zmniejszeniu reaktywności na bodźce i przyjęciu stereotypowej pozycji. Jednak w rzeczywistości podanie jednoznacznej definicji snu nie jest wcale zadaniem łatwym. Istnieją dwie główne trudności w określeniu czym jest sen. Po pierwsze, podczas gdy sen wydaje się stosunkowo prostym zachowaniem, nie jest to jedynie stan odpoczynku lub bezruchu. Na przykład wiewiórki śpią natychmiast po obudzeniu ze stanu hibernacji, co wskazuje, że sen jest odrębnym stanem o funkcjach innych od energooszczędnego stanu hibernacji. Aby rozróżnić go od odpoczynku, sen został zdefiniowany zgodnie z następującymi kryteriami behawioralnymi: bezruch, charakterystyczna postawa stacjonarna, szybka odwracalność tego stanu i podwyższony próg pobudzenia na bodźce. Kryteria te odróżniają sen nie tylko od odpoczynku „bez spania", ale także od śpiączki i znieczulenia. Po drugie, cykl snu/czuwania jest powiązany z rytmem okołodobowym. Kontrolowany jest jednak nie tylko przez rytm okołodobowy, ale także przez mechanizmy homeostatyczne przejawiające się głównie tym, że zwierzęta w szczególności wykazują sen regeneracyjny po długim okresie czuwania. Na podstawie tych kryteriów sen można zdefiniować behawioralnie u różnych gatunków zwierząt, w tym zwierząt modelowych, takich jak nicień *Caenorhabditis elegans*, muszka owocowa *Drosophila melanogaster* i danio pręgowany *Danio rerio*. Co ciekawe, zgodnie z tymi definicjami meduza *Cassiopea* spp, która ma rozproszony układ nerwowy, wykazuje również zachowanie przypominające sen. Z drugiej strony, niektóre zwierzęta nie mogą być definitywnie ocenione jako śpiące, ponieważ nie wykazują typowo behawioralnego snu kompensacyjnego, nie wykazują także zaburzeń w wyniku pozbawienia ich snu lub zmniejszonej reakcji na bodźce podczas

Słowa kluczowe: sen, cykl dobowy, regulacja snu, szyszynka, mózg

zachowań przypominających sen. Tak więc behawioralna definicja snu jest zmienna i może przeoczyć sen u niektórych gatunków zwierząt (KANDA i współaut. 2020). Pomimo, że sen jest zjawiskiem występującym u wszystkich zwierząt, pełni on różne funkcje u przedstawicieli poszczególnych grup taksonomicznych, obejmujące utrzymanie metabolizmu energetycznego mózgu, biosyntezę makromolekularną i usuwanie odpadów metabolicznych z organizmu. Nadrzędna funkcja snu pozostaje jednak największą zagadką współczesnej neurobiologii.

Pewną prawidłowość dotyczącą snu u zwierząt zaobserwował SIEGEL (2008): duże zwierzęta śpią krócej niż małe. I tak, sen żyrafy trwa zaledwie ok. 2 godzin, słonia i konia 3 godziny, a niewielkich rozmiarów oposa aż 18 godzin. Statystycznie koty przesypiają ok 12,5 godziny na dobę, a psy około 10. Według Siegela zależność ta potwierdza popieraną przez niego teorię, że sen służy głównie do oczyszczenia mózgu – u małych zwierząt procesy metaboliczne przebiegają znacznie szybciej i produkują one więcej toksycznych produktów ubocznych, które zostają usunięte podczas odpowiednio długiego snu. Siegel podkreśla także, że poszczególne zwierzęta śpią tak długo, jak długo pozwalają im na to warunki środowiskowe. Drapieżniki, które mogą jeść rzadziej, ale ich pokarm jest bardziej treściwy, a ponadto mają niewielu naturalnych wrogów, śpią na ogół dłużej niż zwierzęta roślinożerne, których pokarm zostaje szybko strawiony, a one same muszą być bardzo czujne ze względu na czyhające na nie drapieżniki (SIEGEL 2008).

FALE MÓZGOWE PODCZAS SNU

Podczas snu zaobserwować można rytmy fal mózgowych zaangażowanych w przetwarzanie informacji uzyskanych podczas czuwania. W 1951 r. Eugene Aserinsky, doktorant uniwersytetu chicagowskiego, podłączył swego syna do urządzenia, które umożliwiało pomiar fal mózgowych (dziś zwanego elektroencefalografem) i zaobserwował ich niejednorodność. I choć od pierwszych badań minęło ponad 70 lat, to wiedza dotycząca podstawowych właściwości wolnych fal mózgowych i ich propagacji jest ciągle bardzo ograniczona, oparta prawie wyłącznie na nagraniach wewnątrzkorowych aktywności u kilku gatunków ssaków. A przecież wiemy, że u ptaków również występuje tego typu zjawisko. Jest to szczególnie interesujące z perspektywy porównawczej, gdyż neurony w ptasim mózgu, homologiczne do ssaczych neutronów neokortykalnych, są ułożone w trzy pseudouwarstwione przedziały, a nie w sposób laminarny (MENDELSON 1998). Co ciekawe, podczas fazy NREM (ang. non-rapid eye movement), czyli fazy, podczas której stwierdza się globalny spadek metabolizmu i aktywności synaps szczególnie w strukturach podtrzymujących czuwanie, ptaki wykazują typowe dla ssaków, homeostatycznie regulowane wolne fale EEG, pomimo że cytoarchitektura ptasiego mózgu – ich „kora", której odpowiednikiem jest hiperpallium, różni się od kory nowej ssaka. Podczas rozwoju część grzbietowa płaszcza (pallium) wrasta do kory nowej u ssaków i hiperpallium u ptaków. Chociaż większość hiperpallium jest homologiczna do pierwotnej kory wzrokowej u ssaków, brakuje jej neokortykalnej laminarnej cytoarchitektury składającej się z piramidalnych komórek z wierzchołkowymi dendrytami obejmującymi wiele warstw mózgu. Hiperpallium natomiast składa się z małych, gęsto upakowanych gwiaździstych neuronów zorganizowanych w „pseudo-warstwy". Jednak do niedawna ta organizacja stanowiła również wyzwanie techniczne, ponieważ standardowe metody rejestracji elektroencefalograficznej (EEG) stosowane do badania kory nowej zapewniają jedynie powierzchowny obraz śpiącego ptasiego mózgu. Niedawny rozwój metod rejestrowania z wielu elektrod o wysokiej gęstości zapewnił jednak dostęp do aktywności mózgu związanej ze snem, która zachodzi w głębszych obszarach mózgu ptaków (BECKERS i RATTENBORG 2015). Biorąc pod uwagę powyższe obserwacje związane ze snem NREM u ptaków, wywnioskować można, że kora nowa nie jest niezbędna do generowania tego typu snu (RATTENBORG i współaut. 1999). Tym, co odróżnia ptaki i ssaki wodne (m.in. walenie i foki) od gadów jest fakt, że obie te grupy taksonomiczne wykazują heterogenność struktury snu, przejawiającą się współwystępowaniem kilku rodzajów snu, to jest sen związany z szybkim ruchem gałek ocznych (ang. rapid eye movement, REM), sen o wolnych falach o wysokiej amplitudzie oraz stany pośrednie (SHEIN-IDELSON i współaut. 2016). Inne cechy snu ptaków warte wspomnienia to: (i) występowanie fal wolnych o amplitudzie do 300 μV i częstotliwości 3–5 Hz, (ii) brak wrzecion sennych, czyli impulsów ukazujących aktywność mózgu w czasie badania EEG, pojawiających się podczas fazy NREM na ok 0,5 do 1,5 sekundy, (iii) zwolnienie częstości akcji serca i oddychania, (iv) brak hipokampalnego rytmu theta, (v) szybkie, naprzemienne ruchy gałek ocznych. Ponadto, u ptaków wykazana została asymetria aktywności pomiędzy półkulami mózgowymi w aktywności elektroencefalograficznej, co sugeruje, że głębokość snu różni się między półkulami mózgowymi. Sen, w którym występują wolne fale o wysokiej amplitudzie jest definiowany jako jednopółkulowy sen wolnofalowy. Charakteryzuje się on wolniejszym

i bardziej regularnym oddechem, spowolnioną akcją serca, zmniejszonym napięciem mięśni szkieletowych i obniżoną temperaturą mózgu. Brak podobnych fal wolnych u śpiących gadów sugeruje, że cechy neuroanatomiczne i neurofizjologiczne ewoluowały niezależnie u przodków ssaków i ptaków. Postępy w naszym zrozumieniu porównawczej neuroanatomii i genezie ssaczych fal wolnych sugerują, że ich brak u gadów jest spowodowany ograniczoną łącznością pomiędzy płaszczem mózgu (łac. *pallium*) a grzbietową częścią kresomózgowia.

U ssaków powolne oscylacje (<1 Hz) neuronów korowych działają poprzez wzajemne pętle korowo-podwzgórzowe i połączenia korowo-korowe, aby zsynchronizować aktywność neuronów wzgórzowo-korowych o częstotliwości 1–4 Hz w sposób wystarczający do wygenerowania wolnych fal, wykrywalnych w EEG. Biorąc pod uwagę rolę jaką odgrywają połączenia korowo-korowe (lub palliallialne) w genezie wolnych fal u ssaków, stopień łączności płaszczowo-płaszczowej kory mózgowej rzeczywiście może wyjaśnić, dlaczego ptaki wykazują wolne fale, a gady nie. Jak wyżej zasugerowano, podczas gdy kora nowa u ssaków i ptasi płaszcz mózgu wykazują rozległą łączność płaszczowo-płaszczową, płaszcz u gadów wykazuje bardzo ograniczone połączenia (Rattenborg i współaut. 1999).

SEN JEDNOPÓŁKULOWY

U ssaków poziom aktywności fal wolnych (spektralna gęstość mocy o niskiej częstotliwości) podczas snu wolnofalowego wzrasta i maleje w zależności od wcześniejszego czasu, odpowiednio, czuwania i spania, a zatem odzwierciedla homeostatycznie regulowane procesy snu potencjalnie związane z ich funkcjami. Zakłada się jednak, że sen taki spełnia odmienną rolę u ptaków i ssaków. O ile potwierdzono jego duże znaczenie u ssaków podczas regeneracji (np. po chorobie), o tyle brak takich obserwacji u ptaków (Rattenborg i współaut. 2009). Ponadto, sen jednopółkulowy wolnofalowy umożliwia ssakom wodnym jednoczesne spanie i oddychanie w wodzie. Dzieje się tak dlatego, że tylko część mózgu wtedy „śpi", pozostała półkula zawiaduje procesami życiowymi. Często także zaobserwować wówczas można, że jedno oko pozostaje otwarte. U ptaków funkcja takiego snu nie jest do dziś w pełni wyjaśniona, jednak przeczytać można doniesienia (Rattenborg i współaut. 1999) na temat jego znaczenia w wykrywaniu drapieżników, ponieważ oko przeciwne do przebudzonej półkuli pozostaje zawsze otwarte podczas jednosferycznego snu wolnofalowego. Badane były proporcje snu wolnofalowego i orientacji otwartego oka w odpowiedzi na zmiany ryzyka narażenia na atak drapieżnika u kaczek krzyżówek (*Anas platyrhynchos*) śpiących w grupach po 4 ptaki ułożone w rzędzie. Ptaki na końcach rzędu były bardziej narażone niż ptaki w środkowych pozycjach, otoczone z obu stron przez inne osobniki. Zatem ptaki „zewnętrzne" powinny dostrzegać większe ryzyko możliwego ataku drapieżnika. Zgodnie z funkcją wykrywania zagrożenia, w porównaniu z ptakami w centrum grupy, ptaki na odsłoniętych końcach rzędu wykazywały 150% wzrost jednosferycznego snu wolnofalowego i preferowały skierowanie otwartego oka z dala od grupy, w kierunku, z którego drapieżnik najprawdopodobniej się zbliży. Ta zdolność do fakultatywnego kontrolowania snu i czuwania jednocześnie w różnych obszarach mózgu prawdopodobnie wiąże się z neuroanatomiczną separacją międzypółkulową, odpowiedzialną za niezależne funkcjonowanie półkuli podczas czuwania u ptaków i potwierdza obserwacje opisane powyżej (ang. interhemispheric separation) (Rattenborg i współaut. 2009).

U zwierząt z poszczególnych grup taksonomicznych zaobserwować można bardzo dużą zmienność dotyczącą długości faz snu REM i NREM. Niektóre ssaki morskie zmieniają proporcje faz snu, gdy śpią w wodzie. I tak, na przykład koticzak niedźwiedziowaty (*Callorhinus ursinus*) spędza większość czasu w wodzie, ale rozmnaża się na lądzie. Podobnie jak inne foki z rodziny *Otariidae*, wykazuje on sen REM i biochemiczny jednosferyczny sen NREM. W badaniach wykazano (Shein-Idelson i współaut. 2016), że po zmuszeniu fok do snu w wodzie, tłumią one większość snu REM i zastępują go jednosferycznym snem NREM. Co ciekawe, kiedy pozwolono im wrócić na ląd, proporcje snu REM i NREM powróciły do stanu wyjściowego bez potrzeby snu wyrównawczego, a nawet stwierdzono nieco zmniejszony udział obu faz snu. Elastyczność i zmienność faz snu w odpowiedzi na wymagania ekologiczne wykazano zarówno w badaniach EEG prowadzonych na ptakach, zarówno wolnożyjących, jak i laboratoryjnych (Gwinner i Branstätter 2001). Samce biegusa arktycznego (*Calidris melanotos*) intensywnie rywalizują o terytoria i uzyskują dostęp do płodnych samic podczas trwającego 3 tygodnie okresu godowego. Czas spędzony na spaniu różni się w tym okresie znacznie między płciami, przy czym osobniki śpiące najkrócej przesypiają zaledwie godzinę dziennie. Natomiast samce, które spały najmniej, płodziły najwięcej potomstwa. Kolejne badanie oparte na ocenie EEG (Siegel 2008) wolnożyjących fregat średnich (*Fregata minor*) wykazało adaptacyjną bezsenność u tych ptaków. Gniazdujące samice fregaty udają się na trwające do 10 dni wyprawy po oceanach.

Muszą więc cały ten czas płynnie przemieszczać się nad oceanem. Ptaki fregaty (VAN DER MEIJ i współaut. 2019) skracają swój czas spania wynoszący na lądzie ponad 12 godzin dziennie do średnio 42 minut dziennie w locie. Ten krótki sen polega na wprowadzeniu jednej półkuli w fazę NREM i utrzymaniu drugiej w stanie czuwania. Należy także zwrócić uwagę, że na lądzie sen NREM jest głębszy i bardziej symetryczny niż w trakcie lotu. Chociaż sen w locie został zbadany tylko dzięki nagraniom EEG u wielkich ptaków fregatowych, inne ptaki latające nieprzerwanie przez długi czas również mogą spać podczas lotu – do 3 dni w przypadku europejskiego jerzyka (*Apus apus*). W badaniach laboratoryjnych zostało natomiast wykazane (GWINNER i BRANSTÄTTER 2001), że gołębie zmniejszają ilość snu REM o jedną trzecią i intensywność wolnych fal podczas snu NREM, gdy śpią na niskiej grzędzie. Dzieje się tak prawdopodobnie dlatego, że dostrzegają większe ryzyko ataku drapieżnika, kiedy są blisko ziemi.

Elastyczność czasu snu wykazywana przez wiele zwierząt sugeruje, że są one w stanie zmienić bezpowrotnie proporcje faz snu, gdy zmienią środowisko bytowania, a nawet zaadaptować się do bardzo krótkiego snu bez negatywnych skutków dla ich zdrowia. Rzeczywiście więc, międzygatunkowa, wewnątrzgatunkowa i wewnątrzosobnicza zmienność czasu snu wydaje się stanowić poważne wyzwanie dla każdej przedstawianej teorii dotyczącej funkcji snu (VAN DER MEIJ i współaut. 2019).

CZY ZWIERZĘTA ZNAJĄ SIĘ NA ZEGARZE?

Organizacja czynności biologicznych w codzienne cykle jest uniwersalna u wszystkich organizmów. Jednak jest ona regulowana w różny sposób u poszczególnych grup taksonomicznych (BELL-PEDERSEN i współaut. 2005). I tak, rytmy dobowe ptaków są regulowane przez wielokrotny układ oscylacyjny składający się z siatkówki oka, szyszynki i jądra nadskrzyżowaniowego w podwzgórzu, a także fotoreceptorów zewnątrzgałkowych mózgu (YOSHIMURA i współaut. 2000).

Ptasia szyszynka, podobnie jak u ssaków, bierze udział w syntezie i uwalnianiu hormonu melatoniny. Szyszynka odgrywa jednak bardziej znaczącą rolę w ptasiej organizacji okołodobowej niż ssaczej i wyraźnie różni się od szyszynki ssaków. Ważną różnicą jest to, że szyszynka u ptaków jest stosunkowo autonomiczna. Oprócz wytwarzania melatoniny, zawiera w sobie fotoreceptory i zegar okołodobowy (a więc cały układ okołodobowy). Ważną rolę w regulacji cyklu okołodobowego pełnią światłoczułe pinealocyty (ang. pinealocytes), główne komórki zawarte w szyszynce, znajdującej się za trzecią komorą i między dwiema półkulami mózgu, odpowiadające w dużym stopniu za syntezę melatoniny. Dowodzi to, że światło jest dominującym czynnikiem decydującym o rytmie dobowym ptaków (NATESAN i współaut. 2002).

Rytm okołodobowy u ptaków jest więc regulowany poprzez pętlę neuroendokrynną, w której jądra nadskrzyżowaniowe hamują oscylatory szyszynki i gałki ocznej w ciągu dnia poprzez multisynaptyczną ścieżkę neuronalną, która obejmuje zwoje szyjne górne (łac. *superior cervical ganglia*). W nocy szyszynka z kolei hamuje aktywność jąder nadskrzyżowaniowych poprzez wydzielanie hormonu melatoniny do krwiobiegu (CASSONE i MENAKER 1984). Podobna regulacja rytmu okołodobowego występuje u niższych kręgowców, w tym u ryb. Wysoce scentralizowany system regulacyjny u ssaków jest więc wyjątkiem wśród kręgowców, gdyż u ssaków za regulację zegara dobowego odpowiadają głównie jądra nadskrzyżowaniowe w podwzgórzu. Fotony światła odbierane są wyłącznie przez siatkówkę oka, a pozostałe struktury ssaczego mózgu nie są zaangażowane w regulację oscylacji okołodobowej (GWINNER i BRANSTÄTTER 2001).

Streszczenie

Czym tak naprawdę jest sen i dlaczego jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmu? W ujęciu biologicznym sen to stan bezruchu i zniesienie świadomości, przy czym można go przerwać w każdym momencie. Jednak pomimo wielu badań, do dziś nie opisano dokładnie wszystkich jego funkcji fizjologicznych. Wiadomo natomiast, że zaburzenia bądź redukcja snu upośledza działanie układu nerwowego.

Celem niniejszej pracy była próba opisania formy i funkcji snu u saków i ptaków. Zwrócono uwagę, że pomimo iż organizacja czynności biologicznych w codzienne cykle jest uniwersalna u wszystkich organizmów, to jednak jest ona regulowana w różny sposób u poszczególnych grup taksonomicznych, np. rytmy dobowe ptaków są regulowane przez wielokrotny układ oscylacyjny składający się z siatkówki oka, szyszynki i jąder nadskrzyżowaniowych w podwzgórzu, a także fotoreceptorów zewnątrzgałkowych mózgu, czyli zupełnie inaczej niż m.in. u ssaków.

LITERATURA

BECKERS G. J. L., RATTENBORG N. C., 2015. *An in depth view of avian sleep*. Neurosci. Biobehav. Rev. 50, 120-127.

BELL-PEDERSEN D., CASSONE V. M., EARNEST D. J., GOLDEN S. J., HARDIN P. E., TERRY L. T., ZORAN M. J., 2005. *Circadian rhythms from multiple oscillators: lessons from diverse organisms*. Nat. Rev. Genet. 6, 544-556.

CASSONE V. M., MENAKER M., 1984. *Is the avian circadian system a neuroendocrine loop?* J. Exp. Zool. 232, 539-549.

GWINNER E., BRANSTÄTTER R., 2001. *Complex bird clocks*. Philos Trans. Roy. Soc. Lond. B. Biol. Science 356, 1801-1810.

KANDA T., MIYAZAKI T., YANAGISAWA M., 2020 *Imaging sleep and wakefulness*. [W:] *Make Life Visible*. TOYAMA Y., MIYAWAKI A., NAKAMURA M., JINZAKI M. (red.). Springer, Singapore, 56-78.

MENDELSON W., 1998. *In Memory of Eugene Aserinsky (1921-1998)*. J. Hist. Neurosci. 7, 250-251.

NATESAN A., GEETHA L., ZATZ M., 2002. *Rhythm and soul in the avian pineal*. Cell Tissue Res. 309, 35-45.

RATTENBORG N. C., LIMA S. L., AMLANER C. J., 1999. *Facultative control of avian unihemispheric sleep under the risk of predation*. Behav. Brain Res. 105, 163-172.

RATTENBORG N. C., MARTINEZ-GONZALEZ D., LESKU J. A., 2009. *Avian sleep homeostasis: convergent evolution of complex brains, cognition and sleep functions in mammals and birds*. Neurosci. Biohehav. Rev. 33, 253-270.

SHEIN-IDELSON M., ONDRACEK J. M., LIAW H. P., REITER S., LAURENT G., 2016. *Slow waves, sharp waves, ripples, and REM in sleeping dragons*. Science 352, 590-595.

SIEGEL J. M., 2008. *Do all animals sleep*? Trends Neurosci. 31, 208-213.

VAN DER MEIJ J., MARTINEZ-GONZALEZ D., BECKERS G. J. L., NIELS C., RATTENBORG N. C., 2019. *Intra--"cortical" activity during avian non-REM and REM sleep: variant and invariant traits between birds and mammals*. Sleep 42, doi:10.1093/sleep/zsy230.

YOSHIMURA T., SUZUKI Y, MAKINO E., SUZUKI T., KUROIWA A., MATSUDA Y., NAMIKAWA T., EBIHARA S., 2000. *Molecular analysis of avian circadian clock genes*. Brain Res. Mol. Brain Res. 78, 207-215.

KOSMOS Vol. 71, 4, 421-425, 2022

KATARZYNA SERWAŃSKA-LEJA[1,2], TOMASZ UZAR[1]

[1]*Department of Animal Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Poznan University of Life Sciences, Wojska Polskiego 71c, 60-625 Poznań,*

[2]*Department of Sports Dietetics, Faculty of Health Sciences, Poznan University of Physical Education, Królowej Jadwigi 27/39 61-871 Poznan, e-mail: katarzyna.leja@up.poznan.pl, tomasz.uzar@up.poznan.pl*

WHAT IS A DREAM? DO BIRDS AND MAMMALS HAVE SIMILAR DREAM AND CAN BIRDS SLEEP RIGHT?

Summary

What is sleep really, and why is it necessary for the proper functioning of the body? In biological terms, sleep is a state of stillness and the abolition of consciousness, and it can be interrupted at any time. However, despite many studies, not all of its physiological functions have been fully described to date. It is known, however, that sleep disturbances or reductions in sleep impair the functioning of the nervous system.

The aim of this study was to attempt to describe the form and function of sleep in mammals and birds. It was noted that although the organization of biological activities in daily cycles is universal in all organisms, it is regulated in different ways in individual taxonomic groups, e.g. the circadian rhythms of birds are regulated by a multiple oscillatory system consisting of the eye retina, pineal gland and nucleus. suprachiasmatic in the hypothalamus, as well as extraocular photoreceptors in the brain, which is completely different from, inter alia, in mammals.

Key words: brain, circadian cycle, dream, pineal gland, sleep regulation