

Strona czasopisma: <http://analit.agh.edu.pl/>

Czy za snem kryje się chemia?

Is there chemistry behind sleep?

Paulina Kalisz¹, Edyta Kosińska

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska

ABSTRAKT: Sen ma fundamentalne znaczenie dla emocjonalnego i fizycznego zdrowia człowieka. Jego nieodpowiednia ilość jest znanym czynnikiem ryzyka zachorowania na otyłość, cukrzycę, choroby serca oraz depresję. Dorosły człowiek poświęca mu około jednej trzeciej swojego życia. Jednak skąd organizm wie, kiedy powinien zapaść w sen? Badania pokazują, że wiele części mózgu bierze udział w procesach produkcji hormonów i substancji chemicznych, które regulują zarówno sen jak i czuwanie. W niniejszym artykule opisano wpływ rytmu dobowego, melatoniny, adenozyliny, neuroprzekaźnika GABA oraz kofeiny na ten stan fizjologiczny.

ABSTRACT: Sleep is fundamental to a person's emotional and physical health. Its insufficient quantity is a known risk factor for obesity, diabetes, heart disease and depression. An adult devotes about one-third of his or her life to it. However, how does the body know when it should fall asleep? Research shows that many parts of the brain are involved in the production of hormones and chemicals that regulate both sleep and wakefulness. This article describes the effects of diurnal rhythm, melatonin, adenosine, the neurotransmitter GABA, and caffeine on this physiological state.

Słowa kluczowe: sen, melatonina, adenozylina, kofeina, neuroprzekaźnik GABA, niedobór snu, chemia snu

1. Wstęp

Sen definiuje się jako „występujący spontanicznie i okresowo stan fizjologiczny, który polega na zniesieniu aktywności ruchowej, zmniejszeniu reaktywności na bodźce i stereotypowej pozycji” [1]. Można wyróżnić dwie jego główne fazy, mianowicie NREM (ang. non rapid eye movement) oraz REM (ang. rapid eye movemen). Różnią się one od siebie między innymi stopniem aktywności mózgu [2].

Sen jest bardzo istotną częścią życia każdego człowieka. Według Piramidy Masłowa należy do najbardziej podstawowych potrzeb – potrzeb fizjologicznych, które warunkują prawidłowe funkcjonowanie organizmu [3]. Mimo tego, zarówno lekarze, jak i naukowcy przez długi czas nie potrafili w jasny sposób odpowiedzieć na pytanie, dlaczego śpimy? Dzisiaj wiadomo, że odpowiedzi na to pytanie jest wiele. Zapewnia organizmowi szereg korzyści, zarówno dla ciała, jak i mózgu. Bez jego odpowiedniej ilości, ludzie stają się rozdrażnieni, skarżą się na uczucie stresu oraz słabszą pamięć. W związku z brakiem snu zwiększa się również ryzyko zachorowania na wiele chorób [4].

2. Niedobór snu

2.1. Ile snu potrzebujemy?

Jakość snu oraz jego odpowiednia ilość są niezbędne dla ludzkiego organizmu, tak samo jak jedzenie czy woda. To, ile snu potrzebuje człowiek w dużej mierze zależy od wieku. Przyjmuje się, że najwięcej powinny spać dzieci oraz nastolatki. Ma to ogromny wpływ na ich wzrost oraz rozwój. Z czasem, ilość potrzebnego snu zmniejsza się. Dorośli powinni spać około 7-9 godzin [2]. Oprócz wieku, który wskazuje, ile powinniśmy przeznaczyć na tą czynność, istotne znaczenie mają również

¹ autor korespondencyjny, adres e-mail: pkalisz@student.agh.edu.pl

geny. Naukowcy zidentyfikowali kilka genów związanych ze snem, między innymi geny kontrolujące pobudliwość oraz tzw. „geny zegarowe” wpływające na rytm dobowy i czas snu [5].

2.2. Skutki niedoboru snu

Pomimo wiedzy na temat odpowiedniej ilości snu, ludzie wciąż nie stosują się do podawanych zaleceń. Badania pokazują, że 8-godzinny sen jest istotną częścią zdrowej rutyny. Niestety dwie trzecie osób dorosłych zamieszkujących kraje rozwinięte nie zapewnia sobie niezbędnej ilości snu w nocy, a aż 40% ludzi w USA cierpi na jego brak. Niewystarczająca ilość snu wpływa na zdrowie psychiczne, fizyczne oraz emocjonalne. Skutków, które dotyczą organizm ludzki jest wiele. Rutynowe spanie mniej niż siedem lub sześć godzin na dobę niszczy ludzki organizm, a przede wszystkim układ odpornościowy, jednocześnie zwiększając ryzyko zachorowania na raka oraz chorobę Alzheimer’a. Krótki sen wpływa na zwiększenie prawdopodobieństwa wystąpienia zablokowania tętnic wieńcowych. Prowadzi to do chorób układu krążenia, a w efekcie do zawału lub udaru mózgu. Ma on także ogromny wpływ na zdrowie psychiczne człowieka. Jego chroniczny niedobór przyczynia się do rozwoju depresji, zaburzeń lękowych oraz myśli samobójczych. Zbyt mała ilość snu podnosi także poziom kortyzolu we krwi, a to wpływa na ryzyko wystąpienia cukrzycy oraz insulinooporności. Odpowiedni sen reguluje gospodarkę hormonalną, która jest zaburzana w momencie jego niedostatecznej ilości. Ponadto, jego niedobór zwiększa poziom hormonu odpowiedzialnego za łaknienie, a zarazem zmniejsza poziom towarzyszącego mu hormonu, który w standardowych okolicznościach sygnalizuje, że człowiek już się najadł. W efekcie, pomimo pełnego żołądka niewyspanej osobie nadal chce się jeść. Jest to niezawodny sposób na zwiększenie wagi u dorosłych i dzieci. Przedstawione skutki niedoboru snu w istotny sposób wpływają na jakość oraz długość życia, a także stanowią poważny problem we współczesnym świecie [4,6].

3. Co wpływa na sen?

3.1. Rytm dobowy

Według definicji rytm dobowy jest to „dobowy cykl zmian zachowania się zwierząt oraz zmiana w fizjologii roślin, tłumaczony istnieniem zegara biologicznego, czyli czynników wewnętrznych regulujących periodyczny charakter procesów wzrostu i rozwoju, aktywności, snu i odżywiania się” [7]. Każdy człowiek ma swój własny, indywidualny rytm dobowy, który między innymi stwierdza, kiedy chcemy przejść w stan czuwania, a kiedy zapaść w sen. Oprócz tego, kontroluje on codzienne czynności-czas jedzenia, picia, ale także odpowiada za nastroje i emocje. Centrum rytmu dobowego, zwane jądrem nadskrzyżowaniowym znajduje się w środku mózgu. Działa ono na zasadzie odbierania sygnałów świetlnych, które są odbierane przez gałki oczne i przesyłane do tylnej części mózgu. Należy zaznaczyć, że wykorzystanie światła w regulacji rytmu dobowego człowieka nie jest przypadkowe. Każdego dnia, od początku świata Słońce wschodzi i zachodzi o odpowiednich porach dnia, jednocześnie będąc niezawodnym, powtarzalnym sygnałem dla organizmów żywych [4].

3.2. Melatonina

Melatonina jest organicznym związkiem chemicznym, pochodną tryptofanu. U zwierząt jest syntetyzowana głównie w szyszynce. To właśnie ten hormon wpływa na pracę zegara biologicznego u ssaków, tym samym wpływając na jakość snu. Dzięki jej działaniu i współpracy z jądrem nadskrzyżowaniowym ludzie czują się senni wieczorem. Jej największe ilości są wydzielane w środku nocy, jednocześnie dając organizmowi sygnał, że powinien iść spać. Po momencie kulminacyjnym następuje spadek melatoniny–umożliwia to obudzenie się wypoczętym. Mechanizm wytwarzania melatoniny jest bezpośrednio związany z wcześniej wspomnianym jądrem nadskrzyżowaniowym.

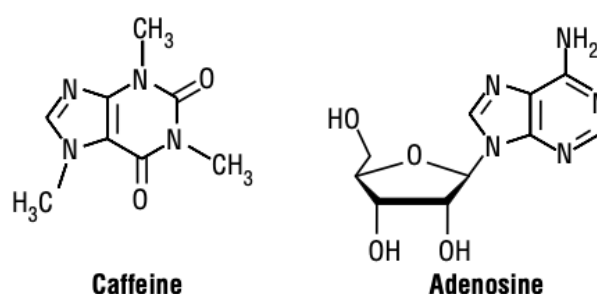
Wysyła ono sygnał do mózgu, a konkretnie do szyszynki, która odpowiedzialna jest za produkcję melatoniny. Sygnały te blokują możliwość wytwarzania melatoniny. W nocy nie są one wytwarzane, a tym samym szyszynka dostaje pozwolenie na produkcję melatoniny [8].

3.3. Adenozyna

Na sen w znaczącym stopniu ma również wpływ inna substancja chemiczna – adenozyna. Jest endogennym nukleozydem purynowym odgrywającym ważną rolę w wielu procesach biochemicznych organizmu. Działa na wiele układów, takich jak sercowo-naczyniowy, moczowopłciowy, immunologiczny, nerwowy czy oddechowy poprzez wiązanie się z receptorami adenozyny. Jej nadrzędną funkcją jest spowolnienie aktywności neuronów. Gromadzi się w organizmie stopniowo, w czasie, kiedy nie śpimy. Pod koniec dnia jej skumulowana ilość sprawia, że jesteśmy senni. W czasie snu cząsteczki adenozyny rozkładają się. Oznacza to, że cykl może rozpocząć się od początku. Komórki nerwowe (neurony) są osadzone w receptorach adenozyny. W chwili wiązania się adenozyny z neuronami uwalnianych jest szereg białek odpowiedzialnych za hamowanie neuronów. Właśnie ten proces i moment połączenia się receptorów z endogennym nukleozydem powoduje uczucie senności [2,9].

3.4. Kofeina

Kofeina odgrywa istotne znaczenie w procesach zaburzenia snu. Posiada ona budowę chemiczną bardzo zbliżoną do adenozyny (**Rysunek 1**). Obie cząsteczki wyróżnia struktura dwupierścieniowa. Element ten pozwala kofeinie wiązać się z receptorami adenozyny. W ten sposób kofeina konkuruje z adenozyną o te same miejsca receptorowe i blokuje sygnał, który sprawia, że czujemy się senni. Stwierdza się, że działa ona jako antagonist receptorów adenozyny. Kofeina po połączeniu z receptorami adenozyny nie aktywuje ich, a tym samym nie spowalnia aktywności neuronów. W chwili łączenia się omawianej substancji z receptorami adenozyny zmniejsza ona ich dostępne stężenie. Dochodzi do spowolnienia reakcji – mniej związanej adenozyny skutkuje mniejszą sennością. Należy zaznaczyć, że niewielka ilość kofeiny wpływa pozytywnie na organizm człowieka, tymczasowo poprawiając pamięć, zmniejszając zmęczenie oraz poprawiając funkcjonowanie psychiczne. Trzeba jednak pamiętać, że zbyt duża dawka kofeiny może przyczynić się do wystąpienia negatywnych skutków ubocznych, w tym bezsenności, drżenia mięśni, nudności, a nawet bólów w klatce piersiowej i kołatania serca [10].



Rysunek 1. Porównanie budowy adenozyny i kofeiny [10].

3.5. Neuroprzebieżnik GABA

Oprócz przedstawionych substancji chemicznych, znaczącą rolę w kwestii snu stanowią neuroprzebieżniki. Rolą neuroprzebieżników jest usprawnienie komunikacji między komórkami mózgowymi. W zależności od rodzaju danego neuroprzebieżnika zwiększają one aktywność mózgu

albo ją hamują. Jednym z ważniejszych substancji tego rodzaju, wpływających na sen, jest neuroprzekaźnik GABA (kwas gamma-aminomasłowy). Jest to aminokwas zmniejszający aktywność komórek mózgowych, a tym samym zapobiegający przytłoczeniu mózgu. Stanowi on kluczową rolę dla zdrowia i funkcjonowania mózgu. GABA wpływa na złagodzenie stresu oraz ułatwienie procesu zasypiania. Udowodniono, że przyjmowanie neuroprzekaźnika GABA przed zaśnięciem przyczynia się do spłycenia oddechu oraz spowolnienia akcji serca. Pomaga to w łatwiejszym zasypianiu [5].

3.6. Inne substancje chemiczne

Istnieje wiele innych substancji chemicznych, które przyczyniają się do jakości naszego snu. Warto wspomnieć o serotoninie, która ma znaczenia w promowaniu snu głębokiego i hamowaniu snu REM. Brak tej substancji ma szczególne znaczenie w przypadku chorych na depresję – wpływa na zaburzenia snu. W sytuacji depresji zalecane są odpowiednie leki przeciwdepresyjne, których zadaniem jest promocja snu oraz poprawa jego jakości i głębokości. Tlenek azotu także ma znaczenie w kwestii snu. Mimo swoich małych rozmiarów, albowiem tlenek azotu to miała gazowa cząsteczka wytwarzana przez mózg, wspomaga sen poprzez wiele mechanizmów. Najważniejszym z nich jest promowanie uwalniania adenozyiny, a jednocześnie inicjowanie efektów promujących sen [11].

4. Wnioski

Sen jest tak samo niezbędny jak woda oraz jedzenie. Podczas snu organizm regeneruje się, a umysł przetwarza informację i konsoliduje pamięć. Jego nieodpowiednia ilość może prowadzić do różnych problemów zdrowotnych, takich jak osłabienie układu odpornościowego, choroby układu krążenia, problemy z koncentracją czy depresja. Sam sen kontrolowany jest przez różne substancje chemiczne, w których produkcję zaangażowanych jest wiele części mózgu. Istnieją trzy główne chemiczne czynniki związane ze snem, a mianowicie melatonina, adenozyina oraz neuroprzekaźniki (neuroprzekaźnik GABA i serotonina). Przykładowo, melatonina pomaga kontrolować czas zasypiania i budzenia się a neuroprzekaźnik GABA wpływa na złagodzenie stresu, ułatwiając tym samym zasypianie. Pokazuje to w jednoznaczny sposób, że za ludzkim snem kryje się chemia. Zrozumienie chemicznych aspektów snu pomaga naukowcom na zgłębianie jego mechanizmów oraz na opracowanie metod leczenia zaburzeń tego stanu fizjologicznego.

Literatura

- [1] W. Szelenberger, Neurobiologia Snu, *Advances in Respiratory, Medicine* 75 (2007), 3-8
- [2] A.K. Patel, V. Reddy, K.R. Shumway, J. F. Araujo, *Physiology, Sleep Stages*, StatPearls Publishing, (2022)
- [3] S. McLeod, Maslow's hierarchy of needs, *Simply psychology*, (2007), 1-18
- [4] M. Walker, *Dlaczego śpimy. Okrywanie potęgi snu i marzeń sennych*, Wydawnictwo Marginesy Sp. z o.o, Warszawa, (2017)
- [5] <https://www.ninds.nih.gov/health-information/public-education/brain-basics/brain-basics-understanding-sleep> (odwiedzona: 9.05.2023)
- [6] <https://www.healthline.com/health/sleep-deprivation/effects-on-body> (odwiedzona:9.05.2023)
- [7] https://pl.wikipedia.org/wiki/Rytm_dobowy (odwiedzona:9.05.2023)
- [8] <https://www.chemistryislife.com/the-chemistry-of-sleep> (odwiedzona:9.05.2023)
- [9] M. Samsel, K. Dzierzbicka, P. Trzonkowski, Adenozyina, jej analogi i konugaty, *Index Copernicus International* 67, (2013), 1189-1203
- [10] <https://www.acs.org/education/resources/highschool/chemmatters/past-issues/archive-2014-2015/the-science-of-sleep.html> (odwiedzona:9.05.2023)
- [11] <https://poweronpoweroff.com/blogs/longform/the-neurochemistry-of-sleep?fbclid=IwAR10yqOCsAYnccmoTwwdsIabfUMarjqCpseiO4F0T18TkV6fbb845MRRWQs> (odwiedzona:9.05.2023)