



# Hormonalna regulacja rytmu dobowego człowieka

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Hormonalna regulacja rytmu dobowego człowieka

Produkowana przez szyszynekę melatonina nazywana jest hormonem nocy lub hormonem snu.  
Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Stołość środowiska wewnętrznego organizmu – homeostaza – ma charakter względny. Niektóre z jej parametrów ulegają ciągłym, cyklicznym wahaniom określanym jako rytmy biologiczne. Te dotychczas najlepiej poznane regularne zmiany zachodzą w 24-godzinny cykl i noszą nazwę rytmów dobowych. Zaliczają się do nich: sen i czuwanie, dobowe zmiany w aktywności hormonalnej oraz zmiany temperatury ciała.

### Twoje cele

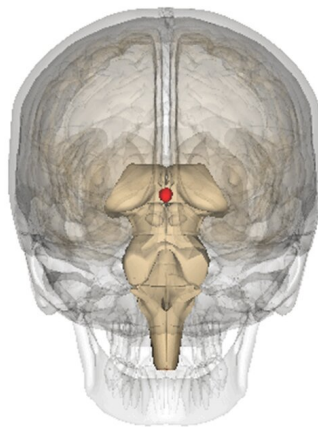
- Wymienisz procesy fizjologiczne zachodzące w rytmach dobowych.
- Poznasz budowę i podstawowe funkcje szyszynki.
- Określisz rolę melatoniny w regulowaniu rytmów dobowych.
- Opisziesz inne niż regulacja rytmów dobowych funkcje melatoniny.

# Przeczytaj

---

Cykliczność dobową procesów fizjologicznych zachodzących w organizmach zwierzęcych ma podłoże neurohormonalne i związana jest z obecnością tzw. rozrusznika zlokalizowanego w **podwzgórzu** – części **międzymózgowia**. Rozrusznik ten przy udziale układu hormonalnego synchronizuje zmiany zachodzące w środowisku zewnętrznym (cykl dzień-noc) z odpowiednimi reakcjami fizjologicznymi organizmu (zmiany temperatury, zasypianie, zmiana poziomu wydzielania hormonów). Głównym czynnikiem hormonalnym zaangażowanym w regulację czynności podwzgórzowego rozrusznika rytmów dobowych jest melatonina.

## Szyszynka



Umiejscowienie szyszynki w mózgu (zaznaczona na czerwono). Widok z tyłu czaszki.

Źródło: Life Science Databases(LSDB), WikimediaCommons, licencja: CC BY-SA 2.0.

Szyszynka jest niewielkim gruczołem o masie ok. 170 mg. W organizmie człowieka i innych ssaków nie ma bezpośredniego nerwowego połączenia z innymi strukturami ośrodkowego układu nerwowego. Przez wiele lat uważano, że szyszynka jest narządem szczątkowym bez większego znaczenia fizjologicznego dla organizmu.

Szyszynka zbudowana jest z dwóch typów komórek – śródmiażdżowych, pozbawionych właściwości endokrynnych – oraz pinealocytów, w których poprzez przemiany

metaboliczne syntetyzowana jest melatonina.

## Melatonina

1

Melatonina produkowana jest przez wyspecjalizowane komórki w szyszynce z prekursora – tryptofanu, który ulega przekształceniom do serotoniny, a ta do melatoniny. Jej produkcja zachodzi praktycznie wyłącznie w ciemności, głównie w fazie REM snu. Uwalnianie melatoniny zaczyna wzrastać po ok. godz. po zachodzie słońca, co stopniowo zwiększa potrzebę snu. Informacja o braku światła przekazywana jest z narządu wzroku do szyszynki skomplikowanymi szlakami nerwowymi, biegnącymi z siatkówki do podwzgórza, przy udziale części przywspółczulnej autonomicznego układu nerwowego.

2

Wzmoczona synteza melatoniny zachodzi głównie w pierwszej połowie nocy, a jej produkcja i wydzielanie hamowane są przez bodźce świetlne. W przeciwieństwie do komórek innych gruczołów dokrewnych pinealocyty nie mają zdolności magazynowania wytwarzanego hormonu, dlatego melatonina natychmiast po zsyntezowaniu wydzielana jest do krwiobiegu i płynu mózgowo-rdzeniowego. Oddziałuje na wiele tkanek organizmu, a następnie wychwytywana jest przez komórki wątroby i tam przekształcana do nieaktywnych biologicznie metabolitów.

3

Najważniejszą poznaną do dziś funkcją melatoniny jest regulowanie „zegara biologicznego”, w tym przede wszystkim rytmu sen-czuwanie, poprzez oddziaływanie na neurony rozrusznika rytmu dobowego w podwzgórzu. Dzięki temu endogenne rytmy okołodobowe, powstające w wyniku aktywności neuronów rozrusznika, dostosowywany jest do zmiennych warunków środowiskowych.

4

Inną ważną rolą melatoniny jest neutralizowanie wolnych rodników, co pozwala chronić komórki i tkanki przed uszkodzeniami, a w efekcie ogranicza przedwczesne starzenie się. Ponadto wykazano, że melatonina wpływa na czynność układu hormonalnego, głównie na uwalnianie hormonów gonadotropowych.

## Słownik

### faza REM

tzw. sen paradoksalny; faza snu, w której obserwowane są szybkie ruchy gałek ocznych  
**hormony gonadotropowe**

hormony przysadki mózgowej regulujące cykl płciowy oraz produkcję estrogenów u kobiet i testosteronu u mężczyzn

### międzymózgowie

część mózgu kręgowców, której głównymi strukturami są wzgórze oraz podwzgórze  
**płyn mózgowo-rdzeniowy**

bezbarwna ciecz wypełniająca komory mózgu, przestrzeń podpajęczynówkową oraz kanał środkowy rdzenia kręgowego

### podwzgórze

część międzymózgowia odpowiedzialna m.in. za regulację pobierania pokarmu, rytmu dobowego, temperatury ciała, aktywności autonomicznego układu nerwowego, czynności hormonalnej

#### **siatkówka**

część oka, w której zlokalizowane są receptory wzrokowe – czopki i pręciki

#### **wolne rodniki**

cząsteczki zawierające reaktywne formy tlenu, zdolne do uczestniczenia w reakcjach chemicznych; ich zwiększona obecność może przyspieszać procesy starzenia

# Symulacja interaktywna

---

## Symulacja 1

Kliknij „start”, aby zaobserwować, jak wygląda regulacja hormonalna rytmu dobowego w dzień i w nocy.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DSu0l2nFD>

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Polecenie 1

Wyjaśnij, jaki wpływ na wydzielanie melatoniny może mieć oglądanie telewizji w późnych godzinach wieczornych.

## Polecenie 2

Opisz dwie drogi przekazywania sygnałów pochodzących z receptorów siatkówki.



# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Które substancje biorą udział w syntezie melatoniny? Uzupełnij schemat tak, aby poprawnie przedstawiał jej kolejne etapy.



feniloalanina

tryptofan

arginina

serotonina

melatonina

melanina

## Ćwiczenie 2



Uzupełnij tekst, zaznaczając prawidłowe sformułowania spośród podanych propozycji.

Wydzielona do krwi melatonina jest metabolizowana głównie w ☐ wątrobie ☐ nerkach ☐ i częściowo w ☐ wątrobie ☐ nerkach ☐. Melatonina, poza regulacją dobowego rytmu snu i czuwania, pełni także inne funkcje. Powoduje ☐ przyspieszone ☐ opóźnione ☐ dojrzewanie płciowe oraz może ☐ obniżać ☐ podwyższać ☐ płodność. Kolejna z funkcji melatoniny to działanie ☐ utleniające ☐ antyoksydacyjne ☐, zapobiegające gromadzeniu się w komórkach reaktywnych form tlenu. Negatywne działanie reaktywnych form tlenu może powodować m.in. dezintegrację błony komórkowej, uszkodzenia DNA i białek. Hormon ten ☐ przyspiesza ☐ hamuje ☐ podziały komórek oraz pobudza układ odpornościowy. Protekcja, jaką daje melatonina, wpływa więc na poprawę funkcjonowania komórek oraz całego organizmu. Prowadzone w ostatnich latach badania sugerują również, że melatonina może ☐ przyspieszać ☐ hamować ☐ proces degeneracji neuronów i spowalniać niektóre inne procesy degeneracyjne w układzie nerwowym, związane potencjalnie z chorobą Alzheimera. W badaniach wykazano pozytywny wpływ melatoniny na przebieg procesów przeciwdziałających starzeniu się, co może stanowić istotny czynnik zapobiegania chorobom związanym z wiekiem lub łagodzić ich przebieg kliniczny.

### Ćwiczenie 3



Oceń prawdziwość obu zdań i wskaż, czy zachodzi między nimi związek przyczynowo-skutkowy.

*(1) Szyszynka należy do gruczołów neuroendokrynnych wydzielających hormony bezpośrednio do krwi i płynu mózgowo-rdzeniowego, dlatego (2) organ ten nie ma możliwości magazynowania wytwarzanych przez siebie hormonów.*

- ☐ Część 1 i 2 są prawdziwe, ale nie zachodzi między nimi związek przyczynowo-skutkowy.
- ☐ Część 1 i część 2 zdania są prawdziwe i pozostają ze sobą w związku przyczynowo-skutkowym.
- ☐ Część 1 zdania jest nieprawdziwa, a część 2 zdania jest prawdziwa.
- ☐ Część 1 zdania jest prawdziwa, a część 2 zdania jest nieprawdziwa.
- ☐ Obie części zdania są nieprawdziwe.

### Ćwiczenie 4



Przyporządkuj odpowiednie czynniki do odpowiedzi, jaką wywołują.

Wzrost wydzielania melatoniny

Pobudzenie układu  
przywspółczulnego

Faza REM snu

Spadek wydzielania melatoniny

Pobudzenie układu  
współczulnego

Bodźce świetlne

## Ćwiczenie 5



Oceń prawdziwość stwierdzeń.

| Stwierdzenie                                                                                                                                               | Prawda                | Fałsz                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Nadrzędny ośrodek regulacji dobowego rytmu snu i czuwania ośrodkowego układu nerwowego człowieka zlokalizowany jest w podwzgórzu.                          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Dobową zmienność w organizmie człowieka wykazują m.in. wydajność umysłowa, temperatura ciała, sen i czuwanie oraz wydzielanie żeńskich hormonów płciowych. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Ilość wydzielanej przez szyszynkę melatoniny zależy od pozycji głowy.                                                                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

## Ćwiczenie 6



Melatonina jest dostępna w preparatach bez recepty. Niektórzy pacjenci nie czytają ulotki leku i są narażeni na poważne konsekwencje niewłaściwego zastosowania takiej substancji. Jak czytamy o jednym z preparatów zawierających melatoninę:

*Należy zachować ostrożność i skonsultować się z lekarzem w przypadku zaburzeń czynności wątroby i/lub nerek, depresji, zaburzeń czynności układu immunologicznego, zaburzeń hormonalnych, padaczki, stosowania leków przeciwzakrzepowych. (...) Podczas stosowania preparatu nie należy prowadzić ani obsługiwać pojazdów mechanicznych.*

Źródło: <https://www.mp.pl/pacjent/leki/lek/52804>

Na podstawie powyższego tekstu na **czerwono** zaznacz charakterystykę osób, które **nie** mogą stosować opisanego leku, a na **zielono** te, które **mogą** go przyjmować.



czerwony



zielony

5-letni chłopiec, który od pewnego czasu cierpi na niezdiagnozowane napady drgawek

40-letni biznesmen podróżujący często między różnymi strefami czasowymi

70-letnia kobieta z chorobą alkoholową i wynikającymi z niej zaburzeniami funkcji wątroby

65-letni kierowca ciężarówki podczas podróży służbowej

20-letnia kobieta niewidoma od urodzenia



*Na rozpoznanie bezsenności wskazują następujące objawy: trudności w zasypianiu i utrzymaniu snu, zbyt wczesne budzenie się lub sen złej jakości, który nie daje wypoczynku. Te objawy uważa się za nieprawidłowe, jeśli zaburzenia snu wpływają na złe samopoczucie lub zaburzają funkcjonowanie w ciągu dnia. Istotne znaczenie ma także czas ich trwania: powinny występować co najmniej przez miesiąc, trzy razy w tygodniu lub więcej.*

Źródło: Bezsenność dr hab. n. med. Adam Wichniak, III Klinika Psychiatryczna Instytutu Psychiatrii i Neurologii w Warszawie  
<https://www.mp.pl/warsztaty/psychiatria/artykuly/bezsennosc/show.html?id=101012>

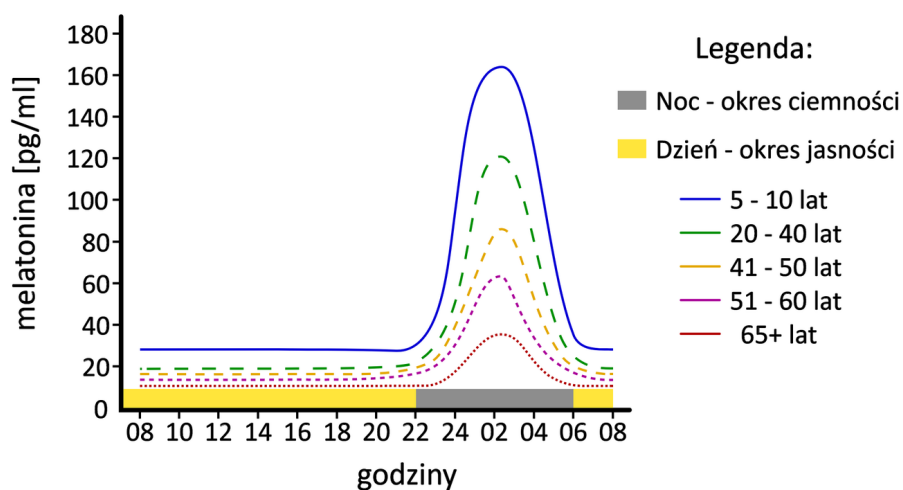
Jedną z podstawowych technik stosowanych w leczeniu bezsenności jest interwencja behawioralna, polegająca m.in. na unikaniu wieczorem silnego, jaskrawego światła. Należy zwrócić uwagę, że źródłem światła są także telewizor oraz ekran komputera.

Wyjaśnij, dlaczego tego rodzaju zmiana stylu życia zalecana jest w celu poprawy jakości snu. W odpowiedzi odwołaj się do czynników wpływających pobudzająco i hamująco na syntezę melatoniny przez szyszynkę.

## Ćwiczenie 8



Ilość syntetyzowanej melatoniny zmienia się wraz z wiekiem człowieka.



Wykres dobowych zmian poziomu melatoniny u osób w poszczególnych przedziałach wiekowych.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Na podstawie danych z ilustracji opisz, w jaki sposób zmienia się ilość syntetyzowanego hormonu w życiu człowieka, oraz jakie potencjalne problemy może to powodować w populacji osób starszych.

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Anna Juwan

**Przedmiot:** Biologia

**Temat:** Hormonalna regulacja rytmu dobowego człowieka

**Grupa docelowa:** uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

**Podstawa programowa:**

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu człowieka. Uczeń:

5) przedstawia mechanizmy warunkujące homeostazę (termoregulacja, osmoregulacja, stałość składu płynów ustrojowych, ciśnienie krwi, rytmy dobowe).

6. Regulacja hormonalna. Uczeń:

7) przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu, tempa metabolizmu i rytmu dobowego;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

5) Regulacja hormonalna. Uczeń:

h) przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu, tempa metabolizmu i rytmu dobowego,

**Kształtowane kompetencje kluczowe:**

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;

- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

### **Cele operacyjne (językiem ucznia):**

- Wymienisz procesy fizjologiczne zachodzące w rytmach dobowych.
- Poznasz budowę i podstawowe funkcje szyszynki.
- Określisz rolę melatoniny w regulowaniu rytmów dobowych.
- Opiszesz inne niż regulacja rytmów dobowych funkcje melatoniny.

### **Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

### **Metody i techniki nauczania:**

- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;
- ćwiczenia interaktywne;
- symulacja;
- mapa myśli;
- gra dydaktyczna.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

### **Środki dydaktyczne:**

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- tekturowe pudełko z otworem („urna”).

### **Przebieg lekcji**

#### **Faza wstępna:**

1. Uczniowie z pomocą nauczyciela formułują cele lekcji oraz określają kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Uczniowie na podstawie własnej wiedzy przygotowują w parach mapę pojęć dotyczącą tematu zajęć. Wybrana para przedstawia wyniki swojej

pracy na forum klasy. Nauczyciel komentuje mapę, weryfikując potoczne przekonania uczniów odnoszące się do zaprezentowanych przez nich pojęć.

### **Faza realizacyjna:**

1. **Praca z tekstem.** Uczniowie indywidualnie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj” i zapisują na kartkach minimum pięć pytań do tekstu. Przedstawiają propozycje pytań nauczycielowi, który w razie potrzeby odrzuca niektóre z nich lub proponuje nowe (np. by się nie powtarzały). Uczniowie wybierają 25 pytań, które zostają umieszczone w urnie. Następnie dzielą się na 5 grup, losują 5 pytań z puli i przygotowują odpowiedzi. Zespół, który jest gotowy, zgłasza się i przedstawia rezultaty swojej pracy. Pozostali uczniowie wraz z nauczycielem weryfikują poprawność odpowiedzi.
2. **Praca z multimedium („Symulacja interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej lub za pomocą rzutnika multimedium. Uczniowie odczytują polecenie nr 2 (w którym mają za zadanie opisanie dwóch dróg przekazywania sygnałów pochodzących z receptorów siatkówki) i wykonują je w parach. Następnie dzielą się swoimi odpowiedziami na forum klasy.
3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują indywidualnie ćwiczenie interaktywne nr 4 (w którym mają za zadanie przyporządkować odpowiednie czynniki do odpowiedzi, jaką wywołują: wzrostu lub spadku melatoniny), a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką.
4. Uczniowie w 4-osobowych grupach wykonują ćwiczenie nr 7 (w którym mają za zadanie wyjaśnić, dlaczego w celu poprawy jakości snu zalecane jest unikanie wieczorem silnego, jaskrawego światła), a po upływie wyznaczonego czasu dzielą się swoimi odpowiedziami na forum klasy.

### **Faza podsumowująca:**

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 5 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
2. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

### **Praca domowa:**

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 3 oraz 8 z sekcji „Sprawdź się”.

### **Materiały pomocnicze:**

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

**Dodatkowe wskazówki metodyczne:**

- Multimedia zamieszczone w sekcji „Symulacja interaktywna” można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.