

Gorączka – powstawanie i znaczenie fizjologiczne

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



Gorączka – powstawanie i znaczenie fizjologiczne

Za gorączkę uważa się ciepłotę ciała powyżej 38,0 st. C. Temperatura ciała mieszcząca się w zakresie 37,1–38,0 st. C – to tak zwany stan podgorączkowy.

Źródło: stevepb, Pixabay, domena publiczna.

Jednym z najczęściej występujących, a zarazem najlepiej poznanych objawów towarzyszących licznym jednostkom chorobowym, jest gorączka. Powszechnie przyjmuje się, że gorączka to reakcja obronna organizmu na działanie czynników infekcyjnych, które uruchamiają liczne mechanizmy fizjologiczne, metaboliczne i immunologiczne, prowadzące do wzrostu temperatury ciała powyżej określonej wartości.

Twoje cele

- Wyjaśnisz różnicę między gorączką, a stanem podgorączkowym.
- Zdefiniujesz pojęcie pirogeny.
- Omówisz objawy fizjologiczne towarzyszące gorączce.
- Przedstawisz mechanizm powstawania gorączki.
- Wykażesz znaczenie biologiczne gorączki.
- Przeanalizujesz działanie leków przeciwgorączkowych.

Przeczytaj

Definicja gorączki

Gorączką zazwyczaj nazywa się stan podniesienia temperatury ciała powyżej normy fizjologicznej – jest to najprostsza, ale najmniej precyzyjna definicja. Zgodnie z dokładniejszymi ustaleniami, gorączkę wyznacza podwyższenie temperatury ciała powyżej wartości 38,0 st. C, natomiast wzrost temperatury ciała w granicach 37,1–38,0 st. C określa się mianem [stanu podgorączkowego](#).



Temperaturę ciała można zmierzyć także w uchu – pomiaru dokonuje się w błonie bębenkowej. Wartość temperatury u zdrowego człowieka wynosi wtedy 37,1 st. C. W ten sposób mierzy się temperaturę w szpitalach – ze względu na krótki czas pomiaru.

Źródło: Jasmin_Sessler, Pixabay, domena publiczna.

Temperatura ciała człowieka

Temperatura ciała uzależniona jest od wielu czynników, w tym od techniki pomiaru oraz pory dnia. Temperatura mierzona w ustach lub odbycie jest zwykle wyższa o ok. 0,5–0,8 st. C od temperatury mierzonej pod pachą (z medycznego punktu widzenia pomiar temperatury pod pachą jest najmniej dokładnym pomiarem). Średnia temperatura ciała to 36,6 st. C z dopuszczalnym odchyleniem wynoszącym ok. 1,0 st. C, przy czym maksymalna temperatura ciała, mieszcząca się w granicach normy fizjologicznej, notowana jest ok. godz. 18.00, a najniższa – ok. godz. 3.00 w nocy.

Pirogeny jako związki indukujące stan podgorączkowy i gorączkę

Gorączka niezwykle rzadko występuje samoistnie i zazwyczaj jest przejawem stanu zapalnego (towarzyszącego chorobom infekcyjnym lub nowotworowym), odwodnienia organizmu, a nawet silnych emocji (np. długotrwałego stresu). Wzrost temperatury ciała, wywołujący najpierw stan podgorączkowy, a następnie gorączkę, związany jest z pojawieniem się w organizmie związków zaliczanych do grupy **pirogenów**. Wyróżnia się pirogeny egzo- i endogenne.

Pirogeny egzogenne

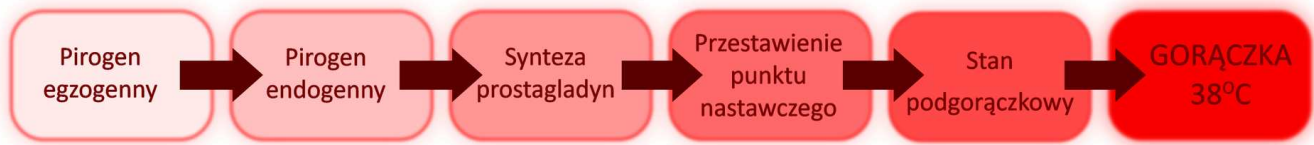
Zazwyczaj są to substancje białkowe pochodzenia **wirusowego** lub **bakteryjnego**, będące m.in. produktami przemiany materii drobnoustrojów, lub toksynami bakteryjnymi. Do grupy tych związków zalicza się także niektóre cząsteczki wchodzące w skład **organizmów pasożytniczych** lub **grzybów**. Ponadto za pirogeny egzogenne uznaje się substancje chemiczne, niebędące białkami, dostające się do organizmu ze środowiska zewnętrznego, np. niektóre **leki** lub związki nieorganiczne.

Pirogeny endogenne

Mechanizm powstawania gorączki

Proces powstawania gorączki związany jest z pojawieniem się w organizmie **pirogenów egzogennych**, których obecność w krwiobiegu oznacza z reguły **zakażenie wirusowe, bakteryjne lub wywołane przez pasożytnicze protisty**. Kiedy drobnoustroje chorobotwórcze, lub produkty ich rozkładu, pojawiają się we krwi, komórki układu immunologicznego (np. monocyty, makrofagi) rozpoczynają proces ich **fagocytozy**. Niestety, podczas fagocytozy komórki układu immunologicznego uwalniają do krwiobiegu związki zaliczane do grupy **pirogenów endogennych** (np. interleukinę 1 i interleukinę 6). Związki te po dotarciu do podwzgórza (struktury zaangażowanej w procesy termoregulacji) indukują z kolei syntezę **prostaglandyn**, które są ostatnim ogniwem w łańcuchu reakcji prowadzących do podwyższenia temperatury ciała. Obecność prostaglandyn w podwzgórzu wywołuje zmianę (przestawienie) biologicznego wzorca temperatury ciała,

tzw. **punktu nastawczego** (ang. *set point*), na wyższą wartość, co prowadzi do szeregu reakcji, skutkujących pojawieniem się **gorączki**.



Główne etapy rozwoju gorączki.

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

Fazy gorączki

Objawy gorączki

Gorączce towarzyszy szereg objawów klinicznych, z których najpowszechniejsze to:

- przyspieszenie akcji serca o 4,4 uderzenia na minutę – dla każdego wzrostu temperatury ciała o 1 st. C;
- utrata łaknienia (apetytu);
- bóle głowy;
- senność, uczucie zmęczenia;
- utrata masy mięśniowej i tkanki tłuszczowej (jedynie przy gorączce utrzymującej się wiele dni);
- dreszcze, które pojawiają się podczas gwałtownego wzrostu temperatury ciała;
- nadmierne pocenie, które towarzyszy nagłym spadkom temperatury;
- zaburzenia świadomości (tzw. majaczenie), które pojawiają się jedynie przy temperaturze przekraczającej 40,5 st. C.

Znaczenie fizjologiczne gorączki

Gorączka jest ściśle regulowaną reakcją fizjologiczną organizmu, wspomagającą układ immunologiczny w **walce z infekcją**. Okazuje się, że przy wyższej temperaturze efektywność mechanizmów obronnych organizmu (takich jak wytwarzanie **przeciwciał** czy proliferacja limfocytów) ulega znacznemu przyspieszeniu (o około 10 proc. na 1 st. C). Dodatkowo, przy gorączce zmniejsza się szybkość namnażania drobnoustrojów. Co więcej, w temperaturze powyżej 38 st. C **patogeny** mają mniejszy dostęp do jonów żelaza, cynku i innych związków, co również ogranicza ich namnażanie. Zatem gorączka jest naturalnym mechanizmem obronnym, ograniczającym szerzenie się infekcji.

Należy jednak zaznaczyć, że w określonych sytuacjach gorączka może być niebezpieczna dla zdrowia, a nawet życia pacjenta. Gdy temperatura ciała zaczyna przekraczać 41 st. C (tzw. **hiperpireksja**), gorączka zaczyna wykazywać działanie neurotoksyczne – wymagana jest wtedy natychmiastowa interwencja farmakologiczna, w celu obniżenia temperatury ciała, ponieważ przy tak wysokiej temperaturze może dojść do nieodwracalnego uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego.

Mechanizm działania leków przeciwgorączkowych

Stan gorączki (oraz reakcje organizmu z nią związane) mogą przerwać steroidowe i niesteroidowe leki przeciwgorączkowe (**antypiretyki**). Jednak antypiretyki nie zmieniają wartości nowego punktu nastawczego (nie przestawiają go na wartość prawidłową), lecz jedynie hamują syntezę prostaglandyn w podwzgórzu – obniżenie poziomu prostaglandyn skutkuje czasowym obniżeniem temperatury ciała. Niestety, po ustąpieniu działania leków przeciwgorączkowych, temperatura ciała ponownie wzrasta do podwyższonej wartości punktu nastawczego.



Najpowszechniejsze leki przeciwgorączkowe dostępne bez recepty to kwas acetylosalicylowy, ibuprofen i paracetamol.

Źródło: frolicsomepl, Pixabay, domena publiczna.

Słownik

antypiretyki

grupa leków wykazujących działanie przeciwgorączkowe

gorączka

temperatura ciała powyżej 38 st. C, pojawiająca się zazwyczaj w odpowiedzi na działanie czynników infekcyjnych

hiperpireksja

stan, w którym temperatura ciała przekracza 41 st. C

limfocyt

komórka układu odpornościowego zaliczana do agranulocytów, uczestnicząca w reakcji odpornościowej typu swoistego

patogen

(gr. *páthos* – choroba, cierpienie; *génos* – ród, pochodzenie) mikroorganizm lub ciało obce zdolne do wywołania choroby

piloerekcja

reakcja termoregulacyjna, polegająca na stroszeniu włosów

pirogen

substancja, mająca zdolność do przestawienia biologicznego wzorca temperatury ciała (tzw. punktu nastawczego) na wyższą wartość

przeciwciało

białko (znane również jako immunoglobulina) wytwarzane przez określone komórki układu immunologicznego, mające zdolność do swoistego rozpoznawania antygeny (substancji wywołującej odpowiedź immunologiczną)

punkt nastawczy

(ang. *set point*); biologiczny wzorzec temperatury ciała organizmu stałocieplnego, który utrzymywany jest przez mechanizmy termoregulacji w warunkach środowiskowych – nagrzewając lub oziębiając ten organizm

stan podgorączkowy

temperatura ciała mieszcząca się w zakresie 37,1–38,0 st. C

surowica krwi

część osocza krwi pozbawiona fibrynogenu (brak zdolności do krzepnięcia)

udar krwotoczny

krwotok w obrębie ośrodkowego układu nerwowego

Film

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DSFf881XU>

Gorączka – powstawanie i znaczenie fizjologiczne.

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

Film nawiązujący do treści materiału

Polecenie 1

Obejrzyj film, a następnie wyjaśnij wpływ pirogenów na podwyższenie temperatury ciała.

Polecenie 2

Przedstaw rolę gorączki w funkcjonowaniu organizmu podczas choroby.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wskaż zdania, które poprawnie opisują reakcje zachodzące w organizmie po podwyższeniu temperatury.

- ☐ Antypiretyki to leki obniżające temperaturę ciała, wskutek łączenia się z pirogenami egzogennymi.
- ☐ Po zwiększeniu punktu nastawczego w podwzgórzu dochodzi do zwiększenia częstości skurczów mięśnia sercowego.
- ☐ Przy wyższej temperaturze efektywność mechanizmów obronnych organizmu ulega przyspieszeniu o ok. 40 proc. na 1 st. C.
- ☐ Hiperpireksja może doprowadzić do nieodwracalnych zmian w układzie nerwowym.

Ćwiczenie 2



Wymienione niżej pirogeny przyporządkuj do odpowiedniej grupy.

Pirogeny endogenne

Pirogeny egzogenne

Interleukina 1

Hemaglutyniny wirusa grypy

Przeciwwirusowy interferon alfa

Lipopolisacharydy obecne na błonie zewnętrznej bakterii Gram-ujemnych

Ćwiczenie 3



Przyporządkuj reakcje fizjologiczne organizmu do fazy gorączki.

Faza narastania gorączki

Zaczerwienienie twarzy

Wzmoczona potliwość

Wazokonstrykcja (skurcz mięśni gładkich naczyń krwionośnych) w obrębie skóry

Zmniejszona produkcja prostaglandyn

Piloerekcja (gęsia skórka)

Wazodylatacja (rozkurcz mięśni gładkich naczyń krwionośnych) w obrębie skóry

Dreszcze

Termogeneza bezdrżeniowa (proces w tkance tłuszczowej brunatnej, w którym energia wyzwala w czasie utleniania substratów oddechowych zamieniana jest w ciepło, służące do podtrzymania lub podniesienia temperatury ciała wyższej od temperatury środowiska)

Faza szczytu gorączki

Ćwiczenie 4



Uporządkuj w odpowiedniej kolejności etapy rozwoju gorączki.

Stan podgorączkowy



Aktywacja szlaku kwasu arachidonowego i produkcja prostaglandyn E_2



Połączenie prostaglandyny E_2 z receptorem EP_3 w podwzgórzu



Przestawienie punktu nastawczego



Wniknięcie do organizmu patogenu, zawierającego pirogen



Połączenie pirogeny z receptorami w komórkach układu odpornościowego



Ćwiczenie 5



W 2016 r. odkryto, że wysoka temperatura ciała powoduje zmniejszenie ekspresji białka o oznaczeniu RBM3. Białko to wiąże się z wyjątkowymi cząsteczkami miRNA, wykazującymi powinowactwo również do DNA genów kodujących najpopularniejsze pirogeny endogenne. Połączenie omawianych miRNA z DNA powoduje zablokowanie transkrypcji, a połączenie RBM3 z miRNA skutkuje unieczynnieniem tych małych cząsteczek RNA.

Na podstawie: J. J. L. Wong i wsp., *RBM3 regulates temperature sensitive miR-142-5p and miR-143 (thermomiRs), which target immune genes and control fever*, [w:] „Nucleic Acids Research”, 2016, nr 44 (6), s. 2888–2897.

Wykorzystując informacje zawarte w powyższym tekście, wskaż zdanie prawdziwe.

- ☐ Niski poziom białka RBM3 skutkuje zwiększoną ilością endogennych pirogenów.
- ☐ miRNA niepołączone z białkiem RBM3 wpływają na podwyższenie temperatury ciała.
- ☐ Wysoki poziom białka RBM3 skutkuje zwiększoną ilością endogennych pirogenów.
- ☐ Wysoki poziom białka RBM3 skutkuje obniżeniem temperatury ciała.



Błazka krańcowa jest bardzo dobrze ukrwioną strukturą ludzkiego mózgu. Naczynia włosowate fragmentu blaszki krańcowej, w przeciwieństwie do naczyń włosowatych bariery krew-mózg, mają pory, przez które substancje mogą przenikać z krwi obwodowej do wnętrza mózgu. Komórki śródbłonna naczyń włosowatych blaszki krańcowej wykazują konstytutywną (ciągłą) ekspresję syntazy-1 prostaglandyny E_2 . Enzym ten jest ostatnim w szlaku syntezy prostaglandyny E_2 – pobudzającej receptory w międzymózgowiu. Komórki śródbłonna naczyń włosowatych blaszki krańcowej mają też receptory specyficzne dla interleukiny 1, interleukiny 6 i czynnika martwicy nowotworów, które są substancjami pirogennymi. Czułość tych receptorów jest mniejsza, niż ich odpowiedników w naczyniach włosowatych bariery krew-mózg. Z kolei w komórkach śródbłonna bariery krew-mózg zaobserwowano aktywność cyklooksygenazy-2 (Cox-2), biorącej udział w syntezie prostaglandyn. Ekspresja Cox-2 w tych komórkach była zależna od czynników zewnętrznych.

Na podstawie: Anders Blomqvist i wsp., *Neural Mechanisms of Inflammation-Induced Fever*, [w:] „The Neuroscientist”, 2018, nr 24 (4), s. 381–399.

Odnosząc się do informacji zawartych w powyższym tekście, oceń, które z poniższych zdań są prawdziwe.

	Prawda	Fałsz
Cytokiny wytwarzane przez komórki układu odpornościowego mocniej wpływają na metabolizm komórek naczyń włosowatych blaszki krańcowej, niż bariery krew-mózg.	☐	☐
Prostaglandyny produkowane w blaszce krańcowej są kluczowe w przestawianiu temperatury nastawczej organizmu.	☐	☐

	Prawda	Falsz
Ekspresja syntazy-1 prostaglandyny E ₂ w komórkach śródbłónka może być skutkiem działania pirogeny egzogenne.	☐	☐
W komórkach śródbłónka naczyń włosowatych bariery krew-mózg ilość cząsteczek Cox-2 utrzymuje się na stałym, wysokim poziomie.	☐	☐

Ćwiczenie 7



Na podstawie tekstu do ćwiczenia 6 i własnej wiedzy oceń, które naczynia włosowate (blaszki krańcowej czy bariery krew-mózg) są lepszymi kandydatami do przekazywania informacji z układu odpornościowego do podwzgórza w mechanizmie gorączki. Odpowiedź uzasadnij dwoma argumentami.

Ćwiczenie 8



W której fazie gorączki – narastania czy szczytu – możemy odczuwać chłód? W odpowiedzi uwzględnij dwie zmiany zachodzące w skórze.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Gorączka – powstawanie i znaczenie fizjologiczne

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

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

8) Pokrycie ciała i termoregulacja. Uczeń:

c) przedstawia przykłady sposobów regulacji temperatury ciała u zwierząt endotermicznych oraz ektotermicznych,

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):

- Wyjaśnisz różnicę między gorączką, a stanem podgorączkowym.
- Zdefiniujesz pojęcie pirogenu.
- Omówisz objawy fizjologiczne towarzyszące gorączce.
- Przedstawisz mechanizm powstawania gorączki.
- Wykażesz znaczenie biologiczne gorączki.
- Przeanalizujesz działanie leków przeciwgorączkowych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;

- ćwiczenia interaktywne;
- wykład;
- film;
- mapa myśli;
- prezentacja;
- zabawa „prawda-falsz”.

Formy pracy:

- 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;
- arkusze papieru A2, flamastry;
- karteczki zielone i czerwone (po jednej każdego koloru dla każdego ucznia).

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Gorączka – powstawanie i znaczenie fizjologiczne”. Prosi uczestników zajęć o zapoznanie się z tekstem w sekcji „Przeczytaj” i multimedium w sekcji „Film”, tak aby podczas lekcji mogli w niej aktywnie uczestniczyć i rozwiązywać zadania.
2. Nauczyciel dzieli klasę na cztery grupy. Każdy zespół otrzymuje zagadnienia do opracowania:
 - grupa I i II – mechanizm powstawania gorączki i mechanizm działania leków przeciwgorączkowych;
 - grupa III i IV – fazy i objawy gorączki.
 Uczniowie wyszukują informacje w e-materiale oraz przynoszą dodatkowe materiały, które wykorzystają podczas prezentacji.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy lub za pomocą rzutnika zawartość sekcji „Wprowadzenie”. Uczniowie wspólnie z nauczycielem omawiają cele lekcji i określają kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: „Co to jest gorączka i jakie jest jej znaczenie fizjologiczne?”. Wybrana osoba wszystkie odpowiedzi zapisuje na tablicy.

Faza realizacyjna:

1. **Prezentacje uczniów.** Część właściwa lekcji zaczyna się od prezentacji efektów pracy w domu wybranych uczniów. Pozostali uczniowie zadają pytania prezentującym oraz uzupełniają informacje.
2. **Gałąź logiczna.** Uczniowie tworzą w parach gałąź logiczną według schematu wyświetlonego przez nauczyciela (zob. materiały pomocnicze), przedstawiając mechanizm powstawania gorączki oraz działania leków przeciwgorączkowych.
3. **Praca z multimediami („Film”).** Jeśli nauczyciel uzna to za konieczne, odtwarza film, z którym uczniowie mieli zapoznać się w domu, w celu utrwalenia nowej wiedzy.
4. **Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie dobierają się w pary i wykonują ćwiczenia nr 6 i nr 7 (odnoszące się do tekstu źródłowego na temat roli blaszki krańcowej w powstawaniu gorączki), zamieszczone w sekcji „Sprawdź się”. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów i ustalają jedną wersję odpowiedzi.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie otrzymują po dwie karteczki (zieloną i czerwoną). Nauczyciel czyta zdania podsumowujące lekcję (zawarte w materiale dodatkowym). Uczniowie podnoszą zieloną kartkę, jeżeli uznają zdanie za prawdziwe, i kartkę czerwoną, jeżeli uznają je za fałszywe. W przypadku zdań fałszywych chętni uczniowie poprawiają je tak, aby były prawdziwe.
2. Nauczyciel omawia pracę uczniów na lekcji pod kątem zaangażowania w dyskusję, jakości opracowanych materiałów i współpracy w grupie.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 2 do 5 z sekcji „Sprawdź się”.
2. Dla chętnych: Wykonaj ćwiczenie 8.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Załącznik 1. Gałąź logiczna do uzupełnienia.

Plik o rozmiarze 44.86 KB w języku polskim

Załącznik 2. Zdania „prawda-fałsz” – faza podsumowująca.

Plik o rozmiarze 506.73 KB w języku polskim

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

Film można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.