Stan zapalny – powstawanie, przebieg i znaczenie

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

Stan zapalny – powstawanie, przebieg i znaczenie

Stan zapalny może być lokalną reakcją na infekcję lub uszkodzenie tkanki, a może też dotyczyć całego organizmu.

Źródło: Walden Edwards, licencja: CC BY 4.0.

Stan zapalny w organizmie człowieka to „alarm” sygnalizujący pojawienie się zagrożenia. Występuje wtedy, gdy układ odpornościowy próbuje ochronić narządy przed zakażeniem i uszkodzeniem. W prawidłowych warunkach stan zapalny ulega samoistnemu ograniczeniu za pośrednictwem odpowiednich komórek i cząsteczek sygnałowych, a jego następstwem jest wyleczenie. Niekiedy jednak stan zapalny nie zostaje w pełni wygaszony i przyjmuje postać przewlekłą, co może prowadzić do rozwoju rozmaitych schorzeń.

Twoje cele

- Określisz przyczyny powstawania stanu zapalnego.
- Opiszesz etapy przebiegu reakcji zapalnej.
- Uzasadnisz wpływ procesów zapalnych na utrzymanie homeostazy organizmu.

Przeczytaj

Stan zapalny

Stan zapalny (zapalenie) zalicza się do mechanizmów odporności wrodzonej. Jest on pierwotną, nieswoistą reakcją organizmu na infekcję lub uszkodzenie. Rozwija się w organizmie natychmiast, gdy tylko komórki układu odpornościowego rozpoznają zagrożenie. Zachodzi przed uruchomieniem znacznie dłużej trwających mechanizmów odpowiedzi swoistej. Działa niezależnie od rodzaju czynnika chorobotwórczego.

Przyczyny stanu zapalnego

Czynniki biologiczne
Mikroorganizmy chorobotwórcze (bakterie, grzyby, protisty) i wirusy. Cząsteczki alergizujące: pyłki roślin, cząsteczki pokarmu, sierść zwierząt itp.
Czynniki fizyczne
Wszelkie czynniki, które są przyczyną poparzeń, odmrożeń, zmiażdżeń i uszkodzeń tkanki.
Czynniki chemiczne
Mocne kwasy, zasady, związki utleniające.
Niedotlenienie i niedożywienie tkanki
Spowodowane niewystarczającym przepływem krwi przez tkanki, np. po zawale serca, udarze niedokrwiennym narządów.
Zaburzenia immunologiczne
Długotrwała ekspozycja układu odpornościowego na antygen przechodząca w przewlekły stan zapalny.

Objawy stanu zapalnego

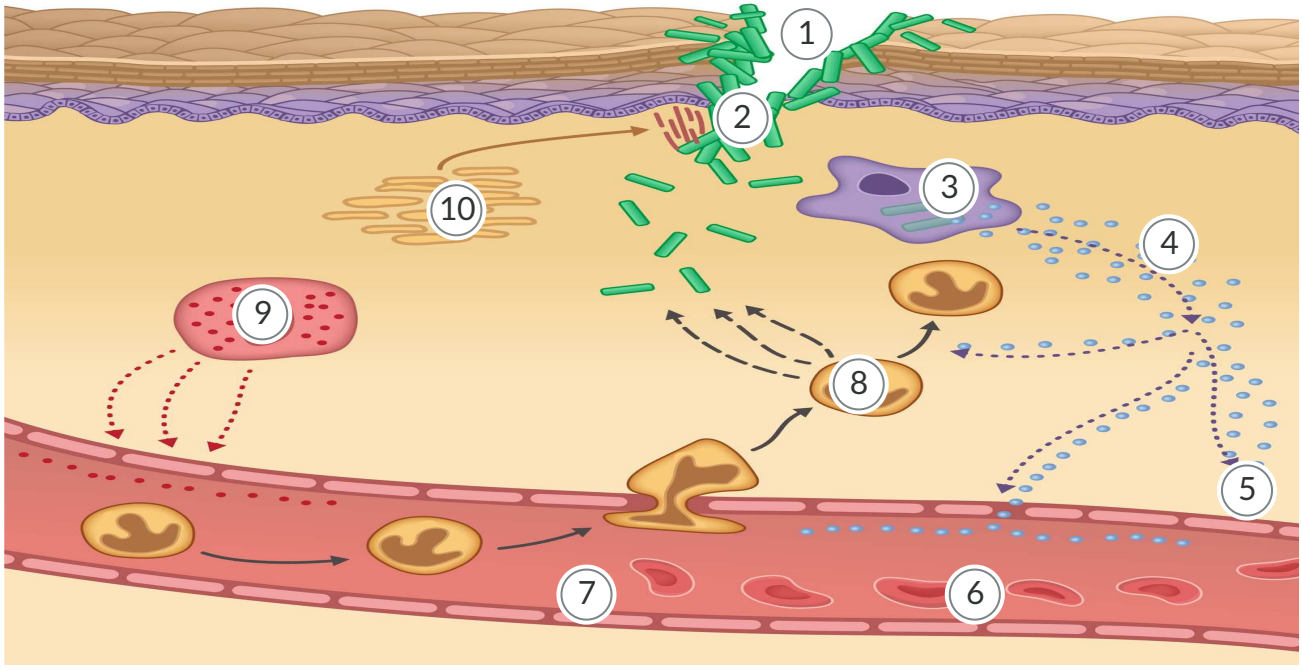
Stan zapalny skóry w alergicznej reakcji zapalnej. Do objawów reakcji zapalnej zalicza się zaczerwienienie i ocieplenie obszaru objętego zapaleniem, jego obrzęk i ból, a nawet utratę prawidłowej funkcji narządu.
Źródło: Harrygouvas, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Wzrost temperatury, zwiększenie lokalnego przepływu krwi oraz szybki napływ komórek stanu zapalnego to jedne z najbardziej pierwotnych mechanizmów obronnych organizmu.

Etapy rozwoju stanu zapalnego

Zranienie lub zakażenie

Występujące w tkankach mających kontakt ze środowiskiem zewnętrznym leukocyty tkankowe, makrofagi i komórki tuczne produkują cząsteczki przekaźnikowe – cytokiny, które wraz z krwią roznoszą po całym organizmie sygnały alarmujące.
W miejscu zranienia komórki tuczne (mastocyty) i napływające bazofile uwalniają histaminę, która działa na najbliższe naczynia krwionośne.



1

Rana

2

Patogeny, np. bakterie

3

Makrofag

4

Ścieżka sygnalizacyjna cytokin

5

Inicjacja naprawy tkanek

6

Erytrocyty

7

Naczynie krwionośne

8

Neutrofil

9

Komórka tuczna (mastocyt)

10

Płytki krwi

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

Zwiększenie przepływu krwi i wzrost przepuszczalności naczyń włosowatych

Migracja fagocytów i fagocytoza

Zakończenie reakcji zapalnej

Odpowiedź immunologiczna organizmu na patogeny

Początkowa obrona przed patogenami polega na aktywacji neutrofili, makrofagów, komórek tucznych oraz komórek NK. Są to elementy wrodzonej odpowiedzi układu odpornościowego, które mogą usuwać patogeny, takie jak wirusy, bakterie, grzyby lub pasożyty. Elementy te następnie przekazują sygnały wzmacniające, które stymulują powstawanie odpowiedzi nabytej. Dzięki temu następuje aktywizacja limfocytów B, wytwarzających przeciwciała, które niszczą określone antygeny. Ponadto powstają plazmocyty (komórki pamięci), które reagują na określone antygeny po ponownym zetknięciu się z patogenem.

Znaczenie stanu zapalnego

Ostry stan zapalny przypomina bitwę, po której komórki układu immunologicznego sprzątają „ciała najeźdźców", czyli patogenów, takich jak bakterie, wirusy, grzyby lub pasożyty. W tkankach przeważają procesy naprawy i gojenia. W prawidłowych warunkach stan zapalny powinien prowadzić do spowolnienia rozprzestrzeniania się patogenów w organizmie, miejscowej i ogólnoustrojowej mobilizacji obrony immunologicznej, naprawy uszkodzonych tkanek oraz przywrócenia pełnej równowagi organizmu – homeostazy.

Blizny obecne na skórze, oznaki zwłóknienia i gojenia się rany.
Źródło: Svdmolen, wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Zdarza się jednak, że proces wygaszania stanu zapalnego przechodzi w formę przewlekłą, kiedy to układowi odpornościowemu nie udaje się zwalczyć czynnika uszkadzającego tkanki. Przewlekły stan zapalny charakteryzuje się jednocześnie przebiegającymi naprawą i uszkodzeniem tkanek. Organizm nie radzi sobie z czynnikiem chorobotwórczym i traktuje własne tkanki jako ciała obce. Prowadzi to do schorzeń autoimmunologicznych, czyli takich, w których organizm atakuje i niszczy własne tkanki. Przykładami takich chorób są reumatoidalne zapalenie stawów, łuszczyca, zapalenie tarczycy Hashimoto, stwardnienie rozsiane (SM) czy cukrzyca typu I (insulinozależna).

Ważne!

Zastanów się, czy przebieg stanu zapalnego zawsze jest taki sam? Kiedy stan zapalny może stać się przyczyną rozwoju innych chorób?

Ciekawostka

Charakterystyczne tzw. kardynalne objawy odpowiedzi zapalnej pojawiającej się w miejscu zakażenia jako pierwszy opisał rzymski uczony Aulus Cornelius Celsus, który żył na początku naszej ery (ok. 30 p.n.e.–38 n.e.). Zawarł on w swojej encyklopedii *De Medicina* następujące zdanie: „*Notae vero inflammationis sunt quatour: rubor et tumor cum calore et dolore*", czyli „W istocie są cztery objawy zapalenia: zaczerwienienie, opuchlizna z ociepleniem (ciała) i bólem". Żyjący trzy wieki później Galen (właściwie Claudius Galenus; ok. 130–200 n.e.), rzymski lekarz, dodał jeszcze jedną oznakę zapalenia – *functio laesa*, czyli upośledzenie funkcji.

Słownik

autoimmunizacja, autoagresja, autoalergia

reaktywność układu immunologicznego skierowana przeciw antygenom własnych tkanek, prowadząca do uszkodzenia i zaburzenia funkcji narządów; wynika z reakcji komórkowych z udziałem limfocytów T oraz reakcji przeciwciał na własne antygeny

bazofile

rodzaj leukocytów występujących u kręgowców; wykazują zdolność endocytozy; zawierają heparynę przeciwdziałającą krzepnięciu krwi, a także serotoninę, histaminę i inne związki, które powodują rozszerzanie naczyń i zwiększanie ich średnicy

białka ostrej fazy

grupa białek surowicy krwi syntetyzowanych przez wątrobę, które biorą udział w reakcji odpornościowej organizmu; ich stężenie we krwi gwałtownie rośnie w wyniku odpowiedzi na proces zapalny

białka układu dopełniacza

zespół około 30 białek obecnych w osoczu i płynach ustrojowych; biorą udział we wrodzonych, humoralnych mechanizmach nieswoistej odpowiedzi odpornościowej i wiążą się z niektórymi mechanizmami odpowiedzi swoistej; ich działanie polega na aktywacji kaskady szeregu reakcji enzymatycznych prowadzących do odpowiedzi immunologicznej i reakcji zapalnej; nadmierne pobudzenie lub defekty białek mogą być przyczyną powstawania schorzeń

chemokiny

rodzina białek należących do cytokin; są niezbędne w przebiegu procesu zapalnego; stymulują komórki układu odpornościowego do migracji w kierunku miejsca zapalenia

choroby autoimmunizacyjne, choroby autoimmunologiczne

grupa chorób, w których układ immunologiczny (odpornościowy) organizmu niszczy własne komórki i tkanki

cytokiny

białka uczestniczące w regulacji wzrostu, namnażania i aktywacji komórek układu immunologicznego

gorączka

podwyższenie temperatury ciała powyżej normy fizjologicznej (36,6–37°C), spowodowane podrażnieniem ośrodka termoregulacji cieplnej w mózgu (podwzgórzu); działanie gorączkotwórcze (pirogenne) wywierają różne związki toksyczne (toksyny bakteryjne i wirusowe, produkty rozpadu tkanek po ich urazach, oparzeniach, wylewach krwi) poprzez pobudzanie wydzielania substancji z grupy cytokin (głównie interleukiny-1)

histamina

substancja zwiększającą przepuszczalność naczyń krwionośnych, co prowadzi do zaczerwienienia i obrzęku uszkodzonej tkanki, czyli stanu zapalnego

homeostaza

zdolność organizmu do utrzymywania względnie stabilnej równowagi w procesach życiowych; utrzymywanie stałej temperatury ciała, równowagi jonowej w płynach ciała, stałej ilości płynów ustrojowych, utrzymywanie rytmów biologicznych poprzez odpowiednią koordynację i regulację metabolizmu

komórki NK

ang. *natural killer*, rodzaj limfocytów charakteryzujących się obecnością w cytoplazmie licznych ziarnistości; stanowią ok. 10% wszystkich limfocytów krwi obwodowej; mają zdolność do tzw. naturalnej cytotoksyczności komórkowej, tj. do spontanicznego zabijania komórek docelowych bez konieczności uprzedniej immunizacji gospodarza; komórkami docelowymi komórek NK są głównie komórki zakażone wirusem i komórki nowotworowe, stąd przypisuje się im istotną rolę w zwalczaniu zakażeń wirusowych i nadzorze immunologicznym nad rozwojem nowotworów

komórki tuczne

komórki tkanki łącznej kręgowców wypełnione zasadochłonnymi ziarnistościami (pęcherzykami); ziarnistości komórek tucznych zawierają substancje biologicznie czynne, m.in. heparynę, histaminę, które uwolnione z komórek wywołują miejscowe reakcje alergiczne oraz uczestniczą w wytwarzaniu nabytej odporności na pasożyty; komórki tuczne produkują także mediatory, które nie są magazynowane w ziarnistościach, ale powstają wkrótce po zadziałaniu bodźca — należą do nich np. prostaglandyny i leukotrieny stymulujące m.in. stany zapalne (obrzmienie, zaczerwienienie i podwyższenie temperatury)

liza

rozpad komórek spowodowany zniszczeniem błony komórkowej pod wpływem enzymów pochodzących spoza komórki lub jej wnętrza (autoliza); jeśli komórka otoczona jest ścianą komórkową może nastąpić dopiero wtedy, gdy zostanie ona zniszczona

odporność wrodzona

system zabezpieczeń zapobiegający wnikaniu do organizmu wszelkich czynników chorobotwórczych, które mogłyby zaburzyć jego równowagę; odpowiedź immunologiczna na atak czynników chorobotwórczych jest natychmiastowa i zawsze taka sama; uczestniczą w niej komórki żerne oraz rozmaite substancje bakteriobójcze, np. lizozym; jest nieswoista, czyli nie jest nacelowana na konkretny rodzaj patogenu, rozpoznaje cechy wspólne dla wielu patogenów

opsonizacja

proces polegający na ułatwieniu fagocytozy mikroorganizmów i innych cząstek przez otoczenie ich np. białkami układu dopełniacza lub przeciwciałami (opsonizacja immunologiczna)

stan zapalny, odczyn zapalny, zapalenie

miejscowa, fizjologiczna reakcja obronna tkanki na uszkodzenie mechaniczne lub inne urazy (chemiczne, biologiczne); charakteryzuje się zaczerwienieniem, podwyższoną temperaturą, obrzękiem, bólem i upośledzeniem funkcji

Grafika interaktywna

Schemat przebiegu stanu zapalnego.
Źródło: Englishsquare Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Polecenie 2

Polecenie 3

Polecenie 4
Brytyjczyk Sir Thomas Lewis (1881–1945) w 1927 roku odkrył tzw. potrójną reakcję (ang. *triple response*). Dokonał tego za pomocą… linijki. Jego obserwacje doprowadziły do późniejszego odkrycia histaminy, jednego z najpotężniejszych czynników indukujących stan zapalny.

Mocne przeciągnięcie linijką po skórze powoduje bowiem:

1. W ciągu kilku sekund – pojawienie się czerwonej linii.
2. Po upływie od 15 do 30 sekund – pojawienie się dookoła czerwonej linii zaczerwienienia, które może mieć promień nawet kilku centymetrów.
3. Po upływie od 1 do 3 minut – pojawienie się przejściowej opuchlizny w miejscu czerwonej linii, która traci zabarwienie.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Spośród podanych czynników wskaż ten, który przyczynia się do powstawania stanów zapalnych, bez wyraźnych objawów zewnętrznych.

- ◯ zmiażdżenie i uszkodzenie tkanek
- ◯ utleniające i żrące związki chemiczne
- ◯ niedotlenienie i niedożywienie tkanek
- ◯ mikroorganizmy chorobotwórcze
- ◯ cząsteczki alergizujące

Ćwiczenie 2

Połącz zmiany fizjologiczne z objawami typowymi dla stanu zapalnego.

Ocieplenie	przesączanie się płynu z wnętrza naczyń krwionośnych do uszkodzonych tkanek.
Obrzęk	podrażnienie odpowiednich receptorów przesyłających sygnały do mózgu, ograniczające ruchy tkanki czy narządu, co poprawia warunki jego gojenia
Zaczerwienienie	rozszerzenie naczyń krwionośnych w sąsiedztwie uszkodzonej tkanki
Ból	lokalne zwiększenie przepływu krwi

Ćwiczenie 3

Ułóż w odpowiedniej kolejności etapy przebiegu stanu zapalnego wywołanego przez infekcję bakteryjną.

- Zwiększenie ukrwienia tkanki
- Wydzielanie histaminy przez komórki tuczne
- Przyciąganie fagocytów przez chemokiny naczyń krwionośnych
- Fagocytoza bakterii przez leukocyty fagocytujące
- Infekcja organizmu przez patogeny
- Usunięcie obcego materiału i wyleczenie rany
- Napływ neutrofili i makrofagów do miejsca zranienia

Ćwiczenie 4

W przebieg procesu zapalnego zaangażowanych jest wiele czynników komórkowych i białkowych. Wstaw obok opisu zjawiska zachodzącego podczas reakcji zapalnej czynniki, które go powodują.

Wydzielanie histaminy [ ]
Fagocytoza patogenów [ ]
Wydzielanie czynników niszczących patogeny [ ]
Wydzielanie cytokin aktywujących komórki naprawiające tkanki [ ]
Ułatwianie fagocytozy [ ]
Wywoływanie gorączki [ ]

neutrofile i makrofagi | interleukiny | bazofile i mastocyty | białka układu dopełniacza | neutrofile | makrofagi

Ćwiczenie 5

Zaznacz na zielono nazwy tych chorób, które są wynikiem toczącego się procesu zapalnego w organizmie, który nie został zainfekowany. Resztę pokoloruj na czerwono.

zielony czerwony

Stwardnienie rozsiane, grypa, reumatoidalne zapalenie stawów, cukrzyca typu I, choroba Hashimoto, zapalenie płuc, angina, tasiemczyca, zapalenie wątroby typu B.

Ćwiczenie 6

W poniższym tekście opisującym przebieg stanu zapalnego zaznacz poprawne określenia.

Reakcja zapalna należy do mechanizmów odporności nieswoistej ☐ swoistej ☐. Jest odpowiedzią organizmu na infekcję ☐ alergię ☐ lub uraz mechaniczny ☐ biologiczny ☐ albo chemiczny ☐ fizjologiczny ☐. Podczas zapalenia dochodzi do wytwarzania wielu białek ☐ lipidów ☐ przez komórki zaatakowanych tkanek i uwalniania przez komórki tuczne ☐ eozynofile ☐ substancji wpływających na rozszerzenie ☐ zwężenie ☐ naczyń krwionośnych, np. histaminy ☐ dopaminy ☐. Dzięki temu do zaatakowanej tkanki docierają krwinki białe ☐ czerwone ☐, np. neutrofile ☐ erytrocyty ☐, które niszczą patogeny ☐ powodują jej czerwone zabarwienie ☐.

Ćwiczenie 7

> Funkcją zapalenia jest dostarczenie do ogniska zapalnego, czyli miejsca infekcji bądź uszkodzenia tkanek, płynu (osocza krwi i zawartych w nim białek) oraz komórek układu odpornościowego (leukocytów normalnie krążących we krwi). Zapalenie rozwija się także wtedy, gdy powstaniu zmian nie towarzyszy wniknięcie patogenów, np. po stłuczeniu. Rozwój zapalenia w takiej sytuacji może się wydawać brakiem oszczędnego „gospodarowania" elementami układu odpornościowego, w tym leukocytami i uwalnianymi przez nie mediatorami, tak jednak nie jest.

Źródło: Elżbieta Kołaczkowska. *Zapalenie (ostre) jako reakcja korzystna dla organizmu – historia badań a najnowsze osiągnięcia*. KOSMOS Problemy nauk biologicznych. Tom 56 2007, numer 1–2 (274–275), strony 27–38

Uzasadnij stwierdzenie, że ostre zapalenie jest reakcją korzystną dla organizmu.

Ćwiczenie 8

Wykaż zależność między stanem zapalnym a odpornością nabytą.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Autor: Alicja Kasińska

Przedmiot: biologia

Temat: Stan zapalny – powstawanie, przebieg i znaczenie

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.

3. Odporność. Uczeń:

1) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną;

4) przedstawia rolę mediatorów układu odpornościowego w reakcji odpornościowej (białka ostrej fazy, cytokiny);

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

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

2) Odporność. Uczeń:

a) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną,

d) przedstawia rolę mediatorów układu odpornościowego w reakcji odpornościowej (białka ostrej fazy, cytokiny),

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje obywatelskie;
- 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):

- Określisz przyczyny powstawania stanu zapalnego.
- Opiszesz etapy przebiegu reakcji zapalnej.
- Uzasadnisz wpływ procesów zapalnych na utrzymanie homeostazy organizmu.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm;
- strategia asocjacyjna;
- strategia problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- pogadanka;
- analiza tekstu źródłowego;
- analiza grafiki interaktywnej.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- grafika interaktywna.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z e-materiałem udostępnionym przez nauczyciela.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Nauczyciel zadaje pytanie kluczowe (problemowe): „Co to jest stan zapalny?”.
2. Następnie zadaje kolejne pytania wprowadzające w temat lekcji „Stan zapalny – powstawanie, przebieg i znaczenie”: „W jakich sytuacjach rozwija się stan zapalny? Czy stan zapalny jest korzystny dla organizmu, czy też mu szkodzi?”.
3. Uczniowie próbują ustalić odpowiedzi na pytania w parach, a następnie wypowiadają się na forum. Niektóre pytania mogą na razie pozostać bez odpowiedzi.
4. Nauczyciel prosi uczniów o przeczytanie celów lekcji zamieszczonych w sekcji „Wprowadzenie” oraz określa kryteria sukcesu.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel wyświetla grafikę interaktywną przedstawiającą przebieg stanu zapalnego i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Następnie uczniowie wykonują polecenia od 1 do 3, dotyczące objawów reakcji zapalnej oraz procesu wygaszania zapalenia. Wyniki swojej pracy omawiają najpierw w parach (poddając je ocenie koleżeńskiej), a następnie weryfikują z pozostałymi uczniami.
2. Uczniowie wykonują ćwiczenia nr 7 (w którym mają za zadanie wykazać, na podstawie tekstu źródłowego i własnej wiedzy, że ostre zapalenie jest reakcją korzystną dla organizmu) oraz nr 8 (polegające na wykazaniu zależności między stanem zapalnym a odpornością nabytą).
3. Nauczyciel prosi uczniów, aby za pomocą linii czasu opisali w zeszycie etapy stanu zapalnego. Po wykonaniu zadania przez uczniów nauczyciel wyświetla poprawnie opracowaną linię czasu (zob. materiały pomocnicze), w razie potrzeby wyjaśnia wątpliwości uczniów.
4. Nauczyciel zadaje pytania: „Czy przebieg stanu zapalnego zawsze jest taki sam? Kiedy stan zapalny może stać się przyczyną rozwoju innych chorób?”. Uczniowie najpierw w parach, a następnie w czwórkach formułują odpowiedzi na pytania. Chętni lub wskazani przez nauczyciela uczniowie wypowiadają się na forum.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie wykonują ćwiczenia nr 5 (dotyczące rozpoznawania chorób zapalnych) oraz 6 (utrwalające wiedzę na temat przebiegu stanu zapalnego). Omawiają wyniki z nauczycielem, który wyjaśnia wątpliwości uczniów.
2. Nauczyciel może powrócić do pytań zadanych na początku lekcji, które mogą teraz pełnić funkcję pytań podsumowujących. Chętni lub wybrani uczniowie wypowiadają się na forum.
3. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje uczniom pytanie: „Jak możecie wykorzystać wiadomości i umiejętności, które dziś zdobyliście?”.

Praca domowa:

Uczniowie wykonują ćwiczenia od 1 do 4 zawarte w e-materiale.

Materiały pomocnicze:

Linia czasu przedstawiająca etapy reakcji zapalnej

Zasób R1I8cIfWhkR7X ""
Brak pliku manifest.json w paczce

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania grafiki interaktywnej:

Grafikę interaktywną można wykorzystać podczas lekcji dotyczących układu odpornościowego człowieka, m.in. „Kryteria i podział odporności człowieka" i „Układ odpornościowy człowieka – budowa i funkcje".