

Rola skóry i błon śluzowych w odporności wrodzonej

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



Rola skóry i błon śluzowych w odporności wrodzonej

Przekrój przez warstwy skóry. Pierwsza z zewnątrz to warstwa rogowa naskórka wraz z łodygami włosów, głębiej znajduje się warstwa rozrodcza naskórka, a najgłębiej – skóra właściwa.

Źródło: Scientific Animations, licencja: CC BY-SA 4.0.

Skóra jest największym narządem organizmu człowieka. U dorosłego jej łączna powierzchnia często przekracza 2 m², masa nawet 20 kg, a grubość – w zależności od miejsca – wynosi od 0,5 do 4 mm. Skóra pełni wiele funkcji, z których najważniejszą jest stanowienie bariery ochronnej przy jednoczesnym zapewnianiu kontaktu ze środowiskiem. Z kolei błona śluzowa, nazywana również śluzówką, to ochronna wyściółka pokrywająca jamiste narządy wewnętrzne oraz układy: pokarmowy, oddechowy, rozrodczy i moczowy. Skóra i błony śluzowe stanowią więc pierwszą linię obrony organizmu przed patogenami.

Twoje cele

- Scharakteryzujesz mechanizmy odporności wrodzonej występujące przy udziale skóry i błon śluzowych.
- Wykażesz przystosowania skóry do udziału w odporności wrodzonej organizmu.
- Wyjaśnisz związek budowy błon śluzowych z ich udziałem w odporności wrodzonej.

Przeczytaj

Na **odporność wrodzoną** (nieswoistą) składają się bariery anatomiczne i mechanizmy fizjologiczne. Ich rola polega na ograniczeniu wnikania czynników chorobotwórczych do organizmu.

Mechanizmy anatomiczne i fizjologiczne z udziałem skóry

Pierwszą ochroną skóry jest **mikrośrodowisko**, komensalna mikroflora zasiedlona przez Gram-dodatnie bakterie, które pozostając w stałej równowadze, stanowią naturalną ochronę organizmu. Najwięcej mikroorganizmów znajduje się w wilgotnych miejscach ciała, takich jak fałdy skórne, przestrzenie międzypalcowe i pachy. Procesy życiowe Gram-dodatnich bakterii zasiedlających skórę prowadzą do obniżenia jej pH.

W skórze występują **gruczoły łojowe**, których funkcja polega na produkcji łoju skórniego, tzw. sebum, mającego działanie bakteriobójcze i grzybobójcze. Natłuszcza ono włosy i naskórek, zapobiegając nadmiernej utracie wody, a także chroni skórę przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi.

Skóra składa się z trzech warstw: **naskórka**, skóry właściwej i tkanki podskórnej.

Naskórek tworzą przede wszystkim dojrzewające komórki nabłonkowe, nazywane keratynocytami, odpowiedzialne za produkcję keratyny. Rogowacenie skóry to proces keratynizacji naskórka. W jej trakcie komórki skóry obumierają, tworząc zrogowaciałą warstwę naskórka, która po kilku tygodniach ulega złuszczeniu. Skóra dzięki obecności warstwy zrogowaciej oraz jej zdolności do złuszczenia się służy m.in. mechanicznej obronie organizmu – naskórek stanowi główną barierę fizyczną dla czynników patogennych.

Ważne!

Nieprawidłowości w budowie warstwy rogowej naskórka umożliwiają wnikanie substancji toksycznych i patogenów do jej głębszych warstw, a następnie do wnętrza organizmu.

Oprócz komórek nabłonkowych w naskórku znajdują się również komórki: barwnikowe – **melanocyty**, które produkują brązowy barwnik – melaninę (chroniącą przed nadmiernym nasłonecznieniem), te odpowiedzialne za reakcje immunologiczne – tzw. **komórki**

[Langerhansa](#) i komórki układu nerwowego – komórki Merkla odbierające bodźce czuciowe.

W **skórze właściwej**, utworzonej z tkanki łącznej, znajdują się m.in. włókna kolagenowe (nadające skórze odporność na rozciąganie), elastyna (sprężystość i elastyczność) oraz elementy komórkowe: fibroblasty (produkują kolagen i elastynę) i mastocyty (bronią organizm przed pasożytami, bakteriami i innymi drobnoustrojami, wywołują reakcje zapalne w odpowiedzi na obce substancje).

Tkanę podskórną tworzą tkanka tłuszczowa, której rolą jest magazynowanie substancji odżywczych, termoizolacja ciała i wzmacnianie procesów immunologicznych, i tkanka łączna, nadająca skórze wytrzymałość i elastyczność.

Warstwa podskórna zbudowana jest przede wszystkim z komórek tłuszczowych ([adipocytów](#)). Podczas stanów zapalnych wydzielają one cytokiny, które oddziałują na inne komórki układu odpornościowego. Innymi komórkami występującymi w tej warstwie są fagocytyzujące makrofagi.

Główne etapy miejscowej odpowiedzi zapalnej w skórze

Podczas uszkodzeń skóry komórki nabłonka, makrofagi, komórki tuczne, NK i komórki dendrytyczne wydzielają cytokiny, elementy układu dopełniacza oraz peptydy przeciwdrobnoustrojowe. Funkcja komórek Langerhansa polega na „uszczelnianiu” bariery mechanicznej oraz prezentacji antygenów limfocytom T, dzięki czemu może zostać aktywowana swoista odpowiedź immunologiczna. Komórki dendrytyczne występują również w nieuszkodzonej skórze właściwej.

Podczas stanu zapalnego skład komórek w skórze właściwej się zmienia. Komórki tuczne i makrofagi wydzielają cząsteczki przekaźnikowe – [cytokiny](#). Rośnie liczba limfocytów T i komórek dendrytycznych, a także napływają licznie granulocyty i monocyty. Komórki dendrytyczne pełnią ważną rolę w prezentacji wirusowych antygenów oraz w regulacji migracji do skóry limfocytów T, których liczba wzrasta podczas stanów zapalnych. Ponadto uczestniczą one w przemianie witaminy D₃ do najbardziej aktywnej formy – [kalcytriolu](#), który wpływa stymulująco na migrację limfocytów T do skóry.

Więcej na ten temat dowiesz się z e-materiału [Stan zapalny – powstawanie, przebieg i znaczenie](#).

Udział błon śluzowych w odporności wrodzonej

Błony śluzowe przewodu pokarmowego oraz układu oddechowego i moczowo-płciowego, podobnie jak skóra, stanowią miejsce kontaktu naszego organizmu ze środowiskiem zewnętrznym. Czynnikiem decydującymi o ochronnej funkcji błon śluzowych są: ich zwarta budowa, niskie pH, obecność śluzu i rzęsek, a także wydzielanie substancji przeciwdrobnoustrojowych.

- **Zwarta budowa – cecha tkanki nabłonkowej.** Błona śluzowa składa się z dwóch warstw: nabłonka i tkanki łącznej, która zawiera naczynia krwionośne i limfatyczne, nerwy, receptory, gruczoły, a także mięśnie gładkie. Zwarta budowa błony śluzowej powoduje jej wysoką wytrzymałość i szczelną ochronę przeciwko drobnoustrojom i innym czynnikom szkodliwym.
- **Niskie pH.** Kwaśne pH środowiska wpływa hamująco na rozwój patogennych bakterii (Gram-ujemnych). Skuteczną ochroną błon śluzowych są liczne wydzieliny gruczołów oraz enzymy proteolityczne, które wykazują aktywność w niskim pH.
- **Obecność śluzu.** Błony śluzowe pokryte są śluzem. Jego głównym składnikiem oprócz wody są mucyny (MUC), czyli glikoproteiny, które umożliwiają zlepianie pyłów pochodzących z otoczenia oraz ograniczają dostęp drobnoustrojów do nabłonka.
- **Obecność rzęsek.** Rola błon śluzowych polega również na mechanicznym usuwaniu drobnoustrojów z układu oddechowego w kierunku gardła za pomocą ciągłego ruchu rzęsek. Następnie mikroorganizmy znajdujące się w wydzielinie są odkrztuszane i wydalane z układu oddechowego. Stymulujące działanie na wydzielanie śluzu mają mediatory uwalniane przez komórki tuczne. Komórki nabłonkowe wydzielają również białka i peptydy przeciwdrobnoustrojowe, tj. lizozym czy laktoferynę.
- **Obecność komórek układu odpornościowego.** W błonie śluzowej występuje także tkanka limfatyczna, zwana ogólnie tkanką limfatyczną związaną ze śluzówkami (ang. MALT, *mucosa-associated lymphoid tissue*). Jej rola polega na wytwarzaniu i podtrzymywaniu lokalnej odporności poprzez produkcję sekrecyjnych immunoglobulin IgA i IgM. Co więcej, można w niej wyróżnić grudki limfocytów B i międzygrudkowe regiony z limfocytami T, a także część zawierającą limfocyty śródbłonka i błony właściwej.



Śluz zalegający w układzie oddechowym.

Źródło: Scientific Animations, licencja: CC BY-SA 4.0.

- **Wydzielanie substancji przeciwdrobnoustrojowych.** Komórki układu odpornościowego występujące w błonie śluzowej w odpowiedzi na kontakt z patogenami wydzielają proteiny przeciwbakteryjne (AMPs), zwane również antybiotykami peptydowymi. Ich działanie może polegać na bezpośrednim zabijaniu drobnoustrojów lub na hamowaniu ich wzrostu. Co więcej, AMPs działają chemotaktycznie na neutrofile, monocyty, limfocyty T oraz neutralizują endotoksyny bakteryjne.

Budowa i funkcje błony śluzowej zależą od jej lokalizacji. Śluzówkę jamy ustnej pokrywa płaski wielowarstwowy nabłonek zrogowaciały i nierogowaciejący. Pierwszy typ występuje w obrębie dziąseł i podniebienia twardego, gdzie śluzówka jest narażona na działanie sił mechanicznych powstających w trakcie żucia. Dolna powierzchnia języka, dno jamy ustnej, policzki, wewnętrzna część warg i podniebienie miękkie pokrywa nabłonek nierogowaciejący.

Ważne!

Bariera nabłonkowa wzmacniana jest przez witaminę D₃, która stymuluje powstawanie ścisłych połączeń komórkowych. Tylko szczelny nabłonek stanowi przeszkodę dla patogenów. Ponadto witamina D₃ pobudza makrofagi i monocyty do produkcji peptydów przeciwdrobnoustrojowych (AMPs).

Odporność wrodzona a odporność nabyta

Mechanizmy odporności wrodzonej uzupełniane są przez odpowiedź nabytą. Elementem odporności nabytej są grudki limfatyczne znajdujące się w błonach śluzowych. Mogą występować samotnie lub w skupiskach. Określane są jako tkanka limfatyczna związana z błonami śluzowymi. Wśród nich wyróżnia się tkanki limfatyczne związane m.in. z jelitami (ang. GALT, *gut-associated lymphoid tissue*), oskrzelami (ang. BALT, *bronchus-associated lymphoid tissue*) i spojówkami (ang. CALT, *conjunctiva-associated lymphoid tissue*). Ich główną rolą jest prezentacja antygenów drobnoustrojów i wytwarzanie przeciwciał.

Słownik

adipocyt

komórka tkanki tłuszczowej; wyróżnia się komórki tłuszczowe jednopęcherzykowe tkanki tłuszczowej żółtej (większe, zawierające pojedynczą kroplę tłuszczu) oraz komórki tłuszczowe wielopęcherzykowe tkanki tłuszczowej brunatnej (mniejsze, z licznymi kropelkami tłuszczu)

cytokiny

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

hormon kontrolujący gospodarkę wapniowo-fosforanową organizmu; aktywna forma witaminy D₃; powoduje zwiększenie absorpcji wapnia i fosforanów w układzie pokarmowym oraz nasilenie ich absorpcji zwrotnej w kanalikach nerkowych, a jednocześnie hamuje wydzielanie parathormonu
keratynocyty

komórki warstwy podstawnej naskórka wypełnione keratyną (białkiem), zawierające ziarna melaniny (pigmentu)
komórki Langerhansa

komórki występujące w warstwie rozrodczej naskórka, mające liczne wypustki (dendryty); uczestniczą w reakcjach obronnych (immunologicznych) organizmu: wychwytyują mikroorganizmy i przekazują je krwinkom białym – limfocytom zaangażowanym w reakcje odpornościowe (niszczenie ciał obcych zagrażających naszemu zdrowiu)
melanocyty

komórki barwnikowe (pigmentowe) obecne w warstwie podstawnej naskórka, tęczówce oka i włosach, wytwarzające barwnik (pigment) melaninę
naskórek

najbardziej zewnętrzna warstwa skóry, zbudowana z wielowarstwowego nabłonka, którego komórki podlegają cyklicznej odbudowie
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 bakterioobójcze, np. lizozym; jest nieswoista, czyli nie jest nacelowana na konkretny rodzaj patogenu, rozpoznaje cechy wspólne dla wielu patogenów
skóra właściwa

stanowi najgrubszą warstwę skóry, zbudowaną z tkanki łącznej, bogato unerwioną i unaczynioną, w której znajdują się gruczoły będące wytworami naskórka
warstwa podskórna

wewnętrzna warstwa skóry, zbudowana głównie z komórek tłuszczowych

Audiobook

Audiobook można wysłuchać pod adresem: <https://zpe.gov.pl/b/PFB2UxV1A>

Organizm broni się przed inwazją mikroorganizmów chorobotwórczych, ich jadów, a także innych ciał obcych między innymi za pomocą odpowiednich barier anatomicznych, do których należą skóra, która pokrywa organizm od zewnątrz, oraz błony śluzowe, które wyściełają przewód pokarmowy i układy: oddechowy i moczowo-płciowy.

Skóra ludzka ma odczyn lekko kwasowy. Dodatkowo, przez gruczoły łojowe wydzielane są nienasycone kwasy tłuszczowe i kwas mlekowy, cechujące się działaniem bakteriobójczym. Złuszczenie się zrogowaciałego naskórka ułatwia mechaniczne usuwanie drobnoustrojów.

Układem szczególnie narażonym na działanie drobnoustrojów i toksycznych substancji jest przewód pokarmowy. W jamie ustnej są one zwalczane przez ślinę, która stale zwilża błonę śluzową. Wypłukuje ona resztki jedzenia i wydziela lizozymy mające działanie antydrobnoustrojowe, a przez to zapobiegające bakteryjnemu rozkładowi resztek pokarmowych. W żołądku natomiast znajduje się zabójczy dla niemal wszystkich mikroorganizmów kwas solny o pH ok. 1–2. W jelitach ochronę przed intensywnym rozmnażaniem się mikroflory bakteryjnej zapewniają: gęsta warstwa śluzu, obecność lizozymu, ciągły przepływ zawartości oraz bardzo obfite złuszczenie się nabłonka jelitowego wraz z obecnymi w nim bakteriami.

Błony śluzowe układu oddechowego wyściełone są warstwą żelowatego śluzu, do którego przyczepiają się bakterie i ciała obce. Następnie są one usuwane wraz ze śluzem na zewnątrz, podczas kichnięcia lub kaszlnięcia, lub unieszkodliwione przez lizozymy. Najmniejsze cząsteczki i bakterie, które przedostały się do pęcherzyków płucnych, są wchłaniane przez makrofagi.

Drogi moczowo-płciowe są pokryte śluzem zawierającym lizozym oraz wykazują niskie pH, co nie sprzyja rozwojowi drobnoustrojów.

Mimo występowania błon śluzowych, ciągłości skóry i działania bakteriobójczych wydzielin do wnętrza organizmu przez małe ranki i uszkodzenia stale przedostają się drobnoustroje. Niektóre wirusy potrafią wnikać do ustroju nawet przez nieuszkodzoną skórę. Na szczęście jedynie 10% drobnoustrojów, z którymi ma do czynienia człowiek, jest chorobotwórczych. Pozostałe 90% nie wywołuje chorób. Po wnikięciu do ustroju

mikroorganizmów powodujących choroby rozwija się zakażenie. Organizm zwalcza je poprzez zniszczenie drobnoustrojów bądź unieczynnienie produkowanych przez nie toksyn.

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

Polecenie 1

Wskaż jedną substancję chemiczną pełniącą funkcję obronną ustroju oraz omów jej funkcję.

Polecenie 2

Wyjaśnij, dlaczego skóra i błony śluzowe zaliczane są do elementów odporności wrodzonej.

W odpowiedzi uwzględnij definicję odporności wrodzonej.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Podwyższenie pH skóry do 8 prowadzi do...

- ☐ wzmożonego wydzielania łożu.
- ☐ nadwrażliwości skóry.
- ☐ namnażania się bakterii Gram-ujemnych.
- ☐ hamowania rozwoju bakterii Gram-ujemnych i Gram-dodatnich.

Ćwiczenie 2



Przyporządkuj odpowiednie funkcje do podanych elementów budowy skóry i błon śluzowych.

niskie pH skóry

hamowanie rozwoju patogennych bakterii

naczynia krwionośne

ochrona mechaniczna

błona śluzowa pokryta rogowaciejącym naskórkiem

ochrona przed promieniowaniem słonecznym

melanocyty

termoregulacja

Ćwiczenie 3



Zaznacz prawdziwe informacje dotyczące mechanizmów obronnych błon śluzowych.

- ☐ Śluz, w którym zostały „uwięzione” mikroorganizmy, jest odkrztuszany i wydalany z układu oddechowego.
- ☐ Komórki nabłonkowe nie wydzielają białek i peptydów przeciwdrobnoustrojowych, dlatego muszą zostać one dostarczone wraz z limfą.
- ☐ Głównymi składnikami śluzu są limfa i mucyny (MUC).
- ☐ Błony śluzowe pokryte są śluzem, który umożliwia zlepianie pyłów oraz ogranicza dostęp drobnoustrojów do nabłonka.

Ćwiczenie 4



Uszereguj w odpowiedniej kolejności etapy reakcji zapalnej w skórze.

- Rozszerzenie naczyń włosowatych.
- Napływanie komórek układu odpornościowego.
- Przyciąganie dodatkowych komórek fagocytyzujących do miejsca zapalenia.
- Uwalnianie cząsteczek sygnałowych przez makrofagi i komórki tuczne.
- Uwalnianie cząsteczek sygnałowych przez komórki układu odpornościowego.
- Trawienie patogenów.

Ćwiczenie 5



Oceń poprawność poniższych stwierdzeń.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Skóra i błony śluzowe stanowią pierwszą linię obrony przed patogenami i substancjami toksycznymi.	☐	☐
Komórki nabłonkowe produkują wiele białek i peptydów przeciwdrobnoustrojowych, które są elementami odporności wrodzonej.	☐	☐
Podczas działania mechanizmów odporności wrodzonej komórki plazmatyczne jelit wydzielają IgA do światła jelita.	☐	☐
Głównym zadaniem komórek odporności wrodzonej jest wytworzenie stanu zapalnego.	☐	☐
Mikroflora skóry składa się z bakterii Gram-ujemnych, które hamują rozwój bakterii Gram-dodatnich.	☐	☐

Ćwiczenie 6



Uzupełnij tekst odpowiednimi określeniami.

W i występują komórki dendrytyczne. W pierwszej z tych warstw komórki dendrytyczne nazywane są . W tej warstwie skóry ich główną rolą jest , a tym samym wzmacnianie bariery mechanicznej. Natomiast w skórze właściwej komórki dendrytyczne biorą udział w oraz w poprzez przekształcanie witaminy D₃ do najbardziej aktywnej formy – .

skórze właściwej

kalcytriolu

adipocytami

warstwie podskórnej

prezentacji wirusowych antygenów

komórkami Langerhansa

regulacji migracji limfocytów T do skóry

prezentacji wirusowych antygenów

naskórku

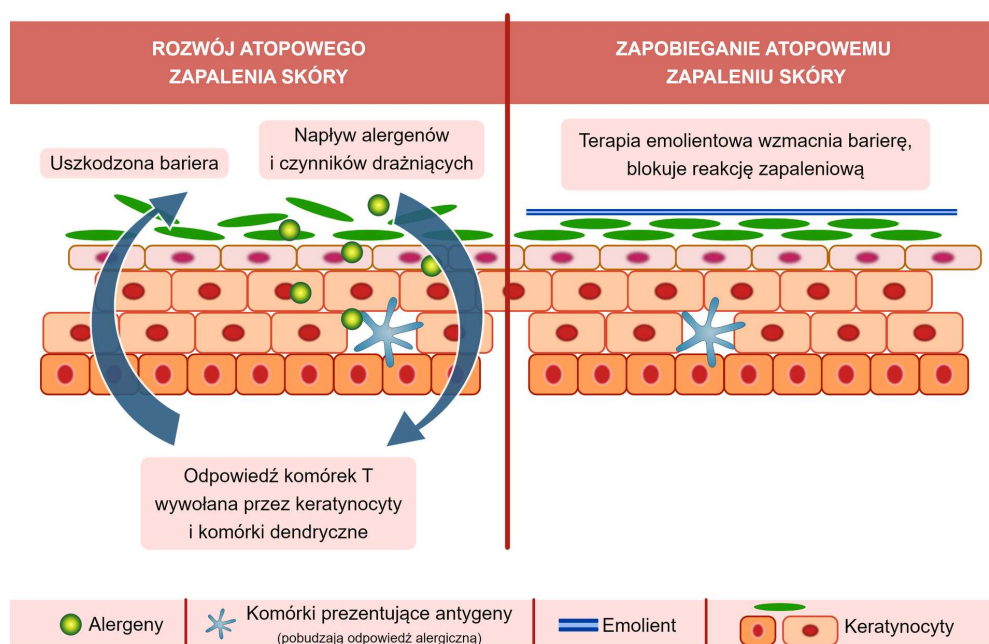
uszczelnianie przestrzeni między keratynocytami

Ćwiczenie 7



„Atopowe zapalenie skóry (AZS) jest często występującą przewlekłą chorobą zapalną skóry. Zwykle ujawnia się w okresie niemowlęcym bądź we wczesnym dzieciństwie. Cechuje się intensywnym świądem, ma przewlekły i nawrotowy przebieg, a zmiany skórne są rozmieszczone w charakterystyczny sposób. Najnowsze badania mówią, że ok. 1–30% populacji cierpi na AZS, które dotyka głównie dzieci (10–30%), natomiast dorośli chorują rzadziej (1–3%) (...). Komórki Langerhansa pełnią ważną rolę w zainicjowaniu odpowiedzi immunologicznej. Są one zdolne wychwytywać antygeny egzogenne, takie jak hapteny czy antygeny wirusowe, przetwarzać je i prezentować limfocytom T”.

Źródło: Kinga Polasik, Waldemar Placek, Krystyna Romańska-Gocka, *Rola komórek Langerhansa w immunopatogenezie atopowego zapalenia skóry*, „Przegląd Dermatologiczny” 2010, nr 5, vol. 97, s. 303–312.



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

Wyjaśnij, co to są komórki Langerhansa i w jaki sposób uczestniczą w swoistej odpowiedzi immunologicznej.

Ćwiczenie 8



Wyjaśnij i opisz, w jaki sposób stosowanie emolientów zapobiega atopowemu zapaleniu skóry.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Rola skóry i błon śluzowych w odporności wrodzonej

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

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,

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):

- Scharakteryzujesz mechanizmy odporności wrodzonej występujące przy udziale skóry i błon śluzowych.
- Wykażesz przystosowania skóry do udziału w odporności wrodzonej organizmu.
- Wyjaśnisz związek budowy błon śluzowych z ich udziałem w odporności wrodzonej.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- odwrócona klasa;
- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- rozmowa kierowana;
- gwiazda pytań;
- gra dydaktyczna;
- rozmowa kierowana;
- praca z audiobookiem.

Formy pracy:

- 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.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla i odczytuje temat lekcji oraz zawarte w sekcji „Wprowadzenie” cele zajęć. Prosi uczniów lub wybraną osobę o sformułowanie kryteriów sukcesu.
2. **Odwołanie do wcześniejszej wiedzy.** Nauczyciel prosi o przypomnienie cech i mechanizmów odporności wrodzonej.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Audiobook”).** Nauczyciel dzieli uczniów na trzy grupy, a następnie prezentuje na tablicy interaktywnej schemat „gwiazdy pytań” (zob. materiały pomocnicze). Po zapoznaniu się z pytaniami uczniowie słuchają audiobooka.
2. **Gwiazda pytań.** Nauczyciel objaśnia uczniom, w jaki sposób powinni pracować ze schematem: na podstawie e-materiału oraz innych źródeł mają za zadanie odpowiedzieć na pytania widniejące przy gwiazdzie. Następnie każdy zespół dopisuje piąte pytanie i daje je do rozwiązania innej grupie. Nauczyciel sprawdza wykonanie zadania, podchodząc do każdej grupy. Koryguje ewentualne błędy. Wybrani przez nauczyciela uczniowie kolejno prezentują wyniki prac swojego zespołu.
3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel dzieli klasę na 4-osobowe grupy. Uczniowie rozwiązują ćwiczenia interaktywne od 1 do 6 z sekcji „Sprawdź się”, od najłatwiejszego do najtrudniejszego. Grupa, która poprawnie rozwiąże zadania jako pierwsza, wygrywa.

Faza podsumowująca:

1. Klasa wspólnie wykonuje mapę myśli podsumowującą zajęcia.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia nr 7 i 8 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.

Załącznik 1. Gwiazda pytań.

Plik o rozmiarze 76.23 KB w języku polskim

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Uczniowie zapoznają się z multimedium w sekcji „Audiobook” i przygotowują do niego pytania. Następnie zadają je sobie nawzajem, sprawdzając stopień przyswojenia jego treści.