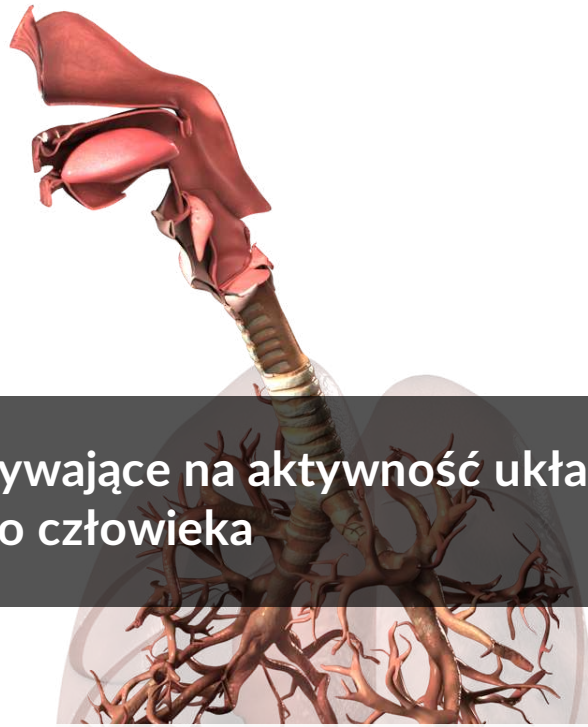


Czynniki wpływające na aktywność układu oddechowego człowieka

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



Czynniki wpływające na aktywność układu oddechowego człowieka

Układ oddechowy człowieka to kolejno: jama nosowa, gardło, krtań, tchawica, oskrzela i oskrzeliki oraz płuca.

Źródło: Przedmiotowy model 3D został opracowany przez Englishsquare.pl Sp. z o.o., w oparciu o materiał źródłowy zakupiony w ramach serwisu: www.turbosquid.com. Jakikolwiek dalsze użycie tego modelu 3D podlega wszelkim ograniczeniom opisanym w licencji opublikowanej na przywołanej stronie internetowej, tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Proces oddychania, kontrolowany przez ośrodki zlokalizowane w pniu mózgu, odbywa się automatycznie, bez udziału świadomości. Podczas wysiłku fizycznego mięśnie szkieletowe mogą pracować z dużą wydajnością, bo akcja oddechowa przyspiesza bez udziału naszej woli, dzięki czemu do mięśni błyskawicznie trafia więcej tlenu.

Twoje cele

- Opiszysz mechanizm regulacji aktywności układu oddechowego przez chemoreceptory.
- Dowiesz się, kiedy zmniejsza się lub zwiększa aktywność oddechowa.
- Wyjaśnisz znaczenie regulacji aktywności układu oddechowego.

Przeczytaj

Czynność oddechową zapoczątkowują neurony ośrodka wdechu, które wysyłają impulsy pobudzające mięśnie wdechowe. Jednym z mięśni oddechowych, którego czynność podlega regulacji ośrodka oddechowego, jest przepona. Gdy nerw przepony przekazuje impuls z ośrodka wdechu, kurczy się i obniża, co powoduje rozciąganie klatki piersiowej, zwiększenie objętości płuc i wdech.

Czynniki wpływające na pobudzanie lub hamowanie ośrodków oddechowych

Przy wzmożonym wysiłku fizycznym ważne jest, aby mięśnie szkieletowe szybko otrzymały ilość tlenu niezbędną do produkcji energii. Gdyby w czasie wysiłku częstość i głębokość naszych oddechów nie zwiększała się, do mięśni nie docierałaby właściwa ilość tlenu, a ich praca byłaby mniej efektywna i krótsza.

Regulacja oddychania odbywa się automatycznie przy udziale ośrodków oddechowych [rdzenia przedłużonego](#), który stale otrzymuje informacje o aktualnych stężeniach we krwi tlenu, dwutlenku węgla i jonów H^+ z rozpadu kwasu węglowego. Dane te pochodzą z [chemoreceptorów](#) w ścianach aorty i tętnic szyjnych. Gdy wstrzymujemy oddech, we krwi stopniowo spada stężenie tlenu, a wzrasta stężenie CO_2 i jonów H^+ . Dlatego po wznowieniu oddychania automatycznie wykonujemy kilka głębszych oddechów. W ten sposób usuwamy nadmiar CO_2 i pobieramy tlen. Wraz z normowaniem się stężeń tych gazów nasz oddech będzie się uspokajał.



Sportowcy zdają sobie sprawę, że prawidłowy proces uspokajania oddechu po wysiłku fizycznym ma znaczenie dla kondycji i wydolności organizmu.

Źródło: Rennett Stowe, Wikimedia Commons, licencja: CC BY 2.0.

Zmiany czynności układu oddechowego w warunkach fizjologicznych

Nasz oddech przyspiesza również w sytuacjach stresowych. Ten mechanizm ma przygotować organizm do reakcji na nieznaną, potencjalnie niebezpieczną sytuację. Dotlenione komórki nerwowe oraz receptory narządów zmysłów pracują bardziej efektywnie, mogą więc umożliwić szybsze dostrzeżenie zagrożeń i szybszą reakcję na nie. Dzieje się tak nie tylko w sytuacjach realnie niebezpiecznych, ale i tych, w których czujemy się niekomfortowo, np. w czasie publicznych wystąpień.

Dla odmiany, oddech uspokaja się podczas odpoczynku i w trakcie snu. Nie ma wówczas potrzeby, aby akcja oddechowa była nadmiernie wydajna, bo większość komórek i tkanek o dużym zapotrzebowaniu na tlen (komórki mięśniowe i nerwowe) nie pracuje wtedy zbyt aktywnie.



Nasz oddech przyspiesza także wtedy, gdy odczuwamy strach. Niezwykle rzadka umiejętność spowolnienia oddechu w takim momencie zwykle wiąże się z pokonaniem lęku.

Źródło: Wikimedia Commons, licencja: CC BY 2.0.

Przyspieszanie lub spowalnianie akcji oddechowej w reakcji na zewnętrzne bodźce regulowane jest przez [autonomiczny układ nerwowy](#), który działa w sposób niezależny od woli. Układ ten oprócz mięśni oddechowych unerwia również pozostałe narządy ciała. Dlatego przy wzmożonym wysiłku i w stresie wzrasta nie tylko aktywność oddechowa, ale również przyspiesza akcja serca, co pozwala szybciej transportować tlen i dwutlenek węgla.

Zmiany czynności układu oddechowego w warunkach chorobowych

Środowisko życia człowieka pośrednio wpływa na czynność układu oddechowego. Oddychanie w powietrzu zanieczyszczonym może powodować kaszel i duszności. Gdy cząsteczki pyłu znajdują się w dolnych drogach oddechowych, wymiana gazowa jest utrudniona. To wywołuje automatyczne zwiększenie częstości i głębokości oddechów, tak aby właściwa ilość tlenu mogła być dostarczana do tkanek organizmu.

Szczególnym przypadkiem zanieczyszczenia, które może występować w powietrzu, jest [tlenek węgla](#) (CO, czad). Ten związek chemiczny może powstawać podczas procesu spalania przy niewystarczającej ilości tlenu, np. w czasie awarii urządzeń grzewczych lub pożarów. W związku z tym, że CO łatwiej niż tlen łączy się z [hemoglobina](#), oddychanie powietrzem, w którym występuje czad, powoduje duszności. W ustroju brakuje tlenu, zatem akcja oddechowa jest przyspieszona, aby dostarczyć go więcej. Niestety podczas tego procesu coraz więcej CO trafia do krwi i łączy się z hemoglobina, uniemożliwiając przyłączenie tlenu. Zatrucie czadem jest bardzo niebezpieczne dla życia człowieka. Często prowadzi do nieodwracalnego niedotlenienia organizmu i śmierci.



Smog w Delhi. Zjawisko to powstaje w wyniku mieszania się mgły z dymem i spalinami. Składniki smogu mają działanie alergizujące, kancerogenne i mogą wywołać niewydolność oddechową.

Źródło: wili hybrid, Wikimedia Commons, licencja: CC BY 2.0.

Niedogodności oddechowe występują też w niektórych stanach chorobowych związanych z układem oddechowym. Przykładami takich chorób są: astma, zapalenie oskrzeli i płuc, gruźlica, rozedma płuc, a także rak płuc. Z różnych przyczyn w wymienionych chorobach zmniejsza się powierzchnia oddechowa płuc. W takich warunkach czynność oddechowa musi być zwiększona, aby sprostać zapotrzebowaniu tkanek na tlen.

Słownik

autonomiczny układ nerwowy (AUN)

część układu nerwowego odpowiedzialna za nieświadomą kontrolę podstawowych czynności życiowych organizmu; układ ten podlega kontroli ośrodkowego układu nerwowego i unerwia podstawowe narządy ciała, regulując ich pracę zależnie od aktualnych potrzeb organizmu

chemoreceptory

grupa receptorów wrażliwych na różnego typu substancje chemiczne; przykładami chemoreceptorów są: receptory czucia, smaku lub węchu

czad (CO, tlenek węgla)

nieorganiczny związek chemiczny o silnych właściwościach toksycznych; wykazuje znacznie większe powinowactwo do hemoglobiny erythrocytarnej niż tlen, przez co wywołuje niedotlenienie tkanek

hemoglobina

czerwony barwnik erytrocytów; jego funkcją jest transport tlenu z płuc do komórek i CO₂ z komórek do płuc

rdzeń przedłużony

część tyłomózgowia łącząca rdzeń kręgowy z mostem; znajdują się w nim ośrodki nerwowe odpowiedzialne za funkcje odruchowe (mimowolne): oddechowe, ruchowe, naczynioruchowe, sercowe, ssania, żucia, połykania, a także ośrodki odpowiedzialne za: wymioty, kichanie, kaszel, ziewanie, wydzielanie potu

Audiobook

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

AKTYWNOŚĆ UKŁADU ODDECHOWEGO CZŁOWIEKA

Wydolność układu oddechowego, objętość i pojemność płuc można ocenić w badaniu spirometrycznym. Przeprowadza się je zazwyczaj w spoczynku, niekiedy podczas wysiłku fizycznego. Mierzy się między innymi takie parametry jak: pojemność życiową, czyli największą objętość powietrza, jaką można wydmuchać z płuc po wykonaniu maksymalnego wdechu; pojemność wdechową, czyli objętość powietrza, jaką można zgromadzić w płucach podczas maksymalnego wdechu; objętość oddechową, która określa ilość powietrza wentylowaną podczas normalnej spoczynkowej akcji oddechowej, a także natężoną pojemność życiową, inaczej wydechową, czyli objętość powietrza, jaką można wydmuchać z płuc podczas maksymalnego, szybkiego wydechu, na przykład w czasie jednej sekundy. Parametry te pozwalają na ocenę wydolności układu oddechowego. Są podstawą diagnostyki chorób układu oddechowego, takich jak astma czy obturacyjna choroba płuc.

Ośrodki oddechowe zlokalizowane w pniu mózgu odpowiedzialne są za regulację oddychania, w tym częstotliwość wdechu i jego głębokość. Działają autonomicznie, pozostając pod kontrolą wyższych części ośrodkowego układu nerwowego.

Podstawowy mechanizm regulacji akcji oddechowej bazuje na chemoreceptorach tak zwanej strefy chemowrażliwej opuszki, czyli rdzenia przedłużonego. Receptory te są wrażliwe na wzrost stężenia dwutlenku węgla i na jego skutek, jakim jest obniżenie pH. Pobudzenie chemoreceptorów wywołuje wdech. Receptory reagujące na stężenie tlenu znajdują się też w kłębkach szyjnych, aortalnych i płucnych, i one także wpływają na działanie ośrodków oddechowych. Ważne dla podstawowej regulacji oddechowej są również wrażliwe na rozciąganie mechanoreceptory znajdujące się w płucach, które wysyłają informację zwrotną do ośrodków oddechowych o tym, czy układ oddechowy znajduje się w fazie wdechu czy wydechu.

Podstawowym mechanizmem odpowiedzialnym za akcję oddechową jest pomiar stężenia dwutlenku węgla we krwi – jego wzrost powoduje wdech. Działanie ośrodków oddechowych mogą modulować różnego rodzaju czynniki fizjologiczne i psychiczne. Na przykład pobudzenie emocjonalne przyspiesza akcję oddechową, podobnie jak dzieje się to w warunkach wzmożonego wysiłku fizycznego. Szybkie wdechy i wydechy zwiększają podaż tlenu, odpowiadając na zmianę na jego zapotrzebowanie mięśni czy mózgu.

Duże znaczenie dla działania ośrodków oddechowych ma zawartość wdychanego powietrza. Na przykład na dużych wysokościach, na których ilość tlenu w powietrzu jest tym mniejsza, im większa jest wysokość nad poziomem morza, dochodzi do kompensacyjnych zmian, których celem jest pokrycie zapotrzebowania organizmu na tlen. Hipoksja, czyli stan niedoboru tlenu w organizmie, może być spowodowana różnymi czynnikami, nie tylko zawartością tego pierwiastka we wdychanym powietrzu. Wywołują ją także niski poziom hemoglobiny we krwi lub upośledzenie jej funkcji transportowej. Stan ten nazywa się hipoksją hipokseniczną. Może być spowodowany na przykład zatruciem tlenkiem węgla, pod wpływem którego hemoglobina przechodzi w postać niezdolną do transportu tlenu karboksyhemoglobiny lub zatruciem silnymi utleniaczami powodującymi powstawanie patologicznej methemoglobiny. Stan hipoksji wywołany działaniem toksycznych związków nazywamy hipoksją hipotoksyczną. Methemoglobina może tworzyć się w konsekwencji zatrucia azotynami, chromianami, chlorobenzenem i wieloma innymi związkami. Cyjanki mogą także zaburzać oddychanie wewnątrzkomórkowe, co również powoduje hipoksję.

Przyczyna hipoksji może leżeć również po stronie układu krążenia. Stan niedotlenienia organizmu wywołany wstrząsem, zawałem mięśnia sercowego lub innymi chorobami układu krążenia nazywa się hipoksją ischemiczną.

Hipoksja może objawiać się zaburzeniami świadomości, bólami i ataksją. Towarzyszy jej hiperwentylacja, czyli nasiloną akcja oddechowa.

Nieprawidłowe oddychanie może wynikać również z zanieczyszczeń powietrza zaburzających wymianę gazową w płucach. Pył zawieszony w powietrzu, którego składnikami mogą być związki azotu, siarki czy węgla, może ograniczać wymianę gazową i powodować stan zapalny dróg oddechowych. Często prowadzi to do zwężenia światła oskrzeli czy uszkodzeń w obrębie pęcherzyków płucnych.

Sprzyja to rozwojowi chorób układu oddechowego: astmy, przewlekłej obturacyjnej choroby płuc i innych.

Wymiana gazowa, jaka odbywa się w płucach, jest ściśle zależna od stężenia we krwi dwutlenku węgla, tlenu, a także pH i temperatury krwi. Hemoglobina tym łatwiej wiąże tlen, im wyższe jest jego stężenie oraz im niższe jest stężenie dwutlenku węgla. W ten sposób oddychanie powietrzem o niższej zawartości tlenu lub wysokiej zawartości dwutlenku węgla ogranicza wymianę gazową. Również obniżone na skutek wysokiego stężenia dwutlenku węgla pH we krwi, a także wzrost temperatury ciała zmniejszają zdolność wiązania tlenu przez hemoglobinę.

Źródło: dr Wojciech Glac, Katedra Fizjologii Zwierząt i Człowieka, Uniwersytet Gdański, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1




Wysłuchaj audiobooka, a następnie wyjaśnij, jak zanieczyszczenia wpływają na układ oddechowy człowieka.

Polecenie 2

Na podstawie wiadomości z audiobooka i własnej wiedzy stwórz mapę myśli poświęconą aktywności układu oddechowego.



Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłową odpowiedź. Ośrodek wdechów i wydechów znajduje się w...

rdzeniu kręgowym.

kresomózgowiu.

mózdzku.

rdzeniu przedłużonym.

Ćwiczenie 2



Zaznacz prawidłowe dokończenie zdania.

Zmiana częstotliwości oddechów podczas wysiłku fizycznego zależy od...

zwiększenia stężenia jonów H^+ w erytrocytach.

wzrostu ciśnienia parcjalnego tlenu w tętnicach.

stężenia dwutlenku węgla w pęcherzykach płucnych.

obniżenia pH w aorcie i tętnicy szyjnej.

Ćwiczenie 3



Neurony ośrodka wdechu rozpoczynają czynność oddechową, wysyłając impulsy pobudzające mięśnie wdechowe. Ośrodek wydechu pobudza mięśnie wydechowe. Mięśniami oddechowymi, którego czynność podlega regulacji ośrodka oddechowego, jest m.in. przepona.

Zaznacz prawidłowe dokończenie zdania wraz z wyjaśnieniem.

Gdy nerw przepony przekazuje impuls z ośrodka wdechu, przepona

kurczy się i obniża rozluźnia się i unosi do góry , co powoduje, że
 objętość klatki piersiowej zmniejsza się
 żebra i mostek opadają, a objętość płuc się zwiększa
 klatka piersiowa rozciąga się i objętość płuc się zwiększa , w wyniku czego następuje
 wydech wdech .

Ćwiczenie 4



Uzupełnij luki w tekście poprawnymi wyrażeniami.

W znajduje się ośrodek oddechowy, który reguluje i głębokość oddechów. w aortie i tętnicy szyjnej reagują na stężenia dwutlenku węgla i jonów wodorowych oraz znaczny stężenia tlenu.

Gdy wstrzymujemy oddech, we krwi stopniowo spada stężenie , a wzrasta stężenie , co doprowadza do pH. Powoduje to ośrodków oddechowych i tempa oraz głębokości wentylacji.

Baroreceptory dwutlenku węgla zwiększenia Chemoreceptory zwiększenie
 kresomózgowiu tlenu zmniejszenie wzrost pobudzenie hamowanie
 rdzeniu przedłużonym spadek ciśnienie parcjale w pęcherzykach płucnych
 obniżenia częstotliwość

Ćwiczenie 5



Objętość powietrza, która dostaje się do płuc przy spokojnym wdechu lub zostaje usunięta podczas spokojnego wydechu, wynosi ok. 500 cm^3 . Podczas wysiłku fizycznego wentylacja płuc wzrasta.

Przeprowadzono pomiar częstości oddechów u trenującego sportowca. Pomiar wykonano w czasie spoczynku, a następnie po treningu. Wyniki badań zestawiono w tabeli.

Warunki pomiaru	Liczba oddechów/min	Objętość oddechowa cm^3/min
W spoczynku	16	500
Po treningu	38	3000

Zaznacz prawidłową odpowiedź.

Wentylacja płuc w spoczynku i po wysiłku fizycznym wynosi odpowiednio...

8000 i $114\,000 \text{ cm}^3$.

4500 i $50\,000 \text{ cm}^3$.

500 i 3000 cm^3 .

25 000 i 2500 cm^3 .

Ćwiczenie 6



Oceń słuszność stwierdzeń dotyczących czynników wpływających na aktywność układu oddechowego.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Regulacja tempa wentylacji jest mimowolna.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Przyspieszenie częstotliwości oddechów w sytuacji stresowej ma na celu przygotowanie organizmu do uruchomienia mechanizmów obronnych.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tlenek węgla zwiększa częstotliwość oddechów, dlatego więcej tego gazu dostaje się do krwi, powodując zatrucie organizmu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Czynnikiem pobudzającym aktywność układu oddechowego jest zwiększone ciśnienie parcjalne O_2 we krwi przepływającej przez naczynia rdzenia przedłużonego.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, jakie znaczenie dla regulacji wentylacji płuc ma fakt, że ośrodek oddechowy jest połączony z korą mózgową.

Ćwiczenie 8



Wyjaśnij, dlaczego przyspieszenie oddechów oraz ich splotenie, np. przy podwyższonej temperaturze ciała, występuje szczególnie intensywnie u zwierząt, które nie mają rozwiniętych gruczołów potowych, np. u psów.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Czynniki wpływające na aktywność układu oddechowego człowieka

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.

3) Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

h) opisuje wymianę gazową w tkankach i płucach, uwzględniając powinowactwo hemoglobiny do tlenu w różnych warunkach pH i temperatury krwi oraz ciśnienia parcjalnego tlenu w środowisku zewnętrznym; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice w zawartości dwutlenku węgla w powietrzu wdychanym i wydychanym,

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):

- Opiszysz mechanizm regulacji aktywności układu oddechowego przez chemoreceptory.
- Dowiesz się, kiedy zmniejsza się lub zwiększa aktywność oddechowa.
- Wyjaśnisz znaczenie regulacji aktywności układu oddechowego.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z audiobookiem;
- gwiazda pytań.

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;
- telefony z dostępem do internetu.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Czynniki wpływające na aktywność układu oddechowego człowieka”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 2 (w którym mają za zadanie wskazać poprawne dokończenie zdania: „Zmiana częstotliwości oddechów podczas wysiłku fizycznego zależy od...”) z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla cele zajęć z sekcji „Wprowadzenie”, a następnie wspólnie z uczniami ustala kryteria sukcesu.
2. **Raport z przygotowań.** Nauczyciel, za pomocą raportu dostępnego w panelu użytkownika, sprawdza przygotowanie uczniów do lekcji, zwracając uwagę na to, kto wykonał zadane ćwiczenie. Wybrany uczeń uzasadnia swoje rozwiązanie.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z audiobookiem pt. „Aktywność układu oddechowego człowieka”.** Uczniowie zapoznają się z audiobookiem. Następnie wykonują w parach polecenia do multimedium i dzielą się swoimi odpowiedziami na forum klasy.
2. **Gwiazda pytań.** Nauczyciel dzieli uczniów na 4-osobowe grupy, a następnie prezentuje na tablicy interaktywnej schemat „gwiazdy pytań” (zob. materiały pomocnicze). Objasnia uczniom, w jaki sposób powinni pracować ze schematem: na podstawie e-materiału oraz innych źródeł mają opracować zagadnienie dotyczące czynników wpływających na aktywność układu oddechowego

człowieka, odpowiadając na pytania widniejące na schemacie.

Nauczyciel sprawdza wykonanie zadania, podchodząc do każdej grupy. Koryguje ewentualne błędy. Wybrani przez nauczyciela uczniowie kolejno prezentują wyniki prac swojego zespołu. Omawiają przydzielone zagadnienie, wykorzystując ilustracje z e-materiału wyeksponowane na tablicy interaktywnej.

- 3. Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel wyświetla treść ćwiczenia nr 5 (w którym uczniowie mają za zadanie wskazać wartość wentylacji płuc w spoczynku i po wysiłku fizycznym) z sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie rozwiązują je wspólnie na forum klasy.
4. Uczniowie wykonują w parach ćwiczenie nr 8 („Wyjaśnij, dlaczego przyspieszenie oddechów oraz ich spływanie, np. przy podwyższonej temperaturze ciała, występuje szczególnie intensywnie u zwierząt, które nie mają rozwiniętych gruczołów potowych, np. u psów”), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Podczas wspólnych dyskusji rozwiązują zadanie, następnie łączą się z inną parą i kontynuują swoją dyskusję, uzasadniając swój wybór.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 6 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: wymyślają trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
2. Nauczyciel wyświetla temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, podsumowuje omawiany na lekcji materiał, wyjaśnia wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia 3 i 4 z sekcji „Sprawdź się”.

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. Gwiazda pytań.

Plik o rozmiarze 386.05 KB w języku polskim

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania audiobooka:

- Audiobook można wykorzystać jako materiał służący powtórzeniu i utrwaleniu wiedzy uczniów.