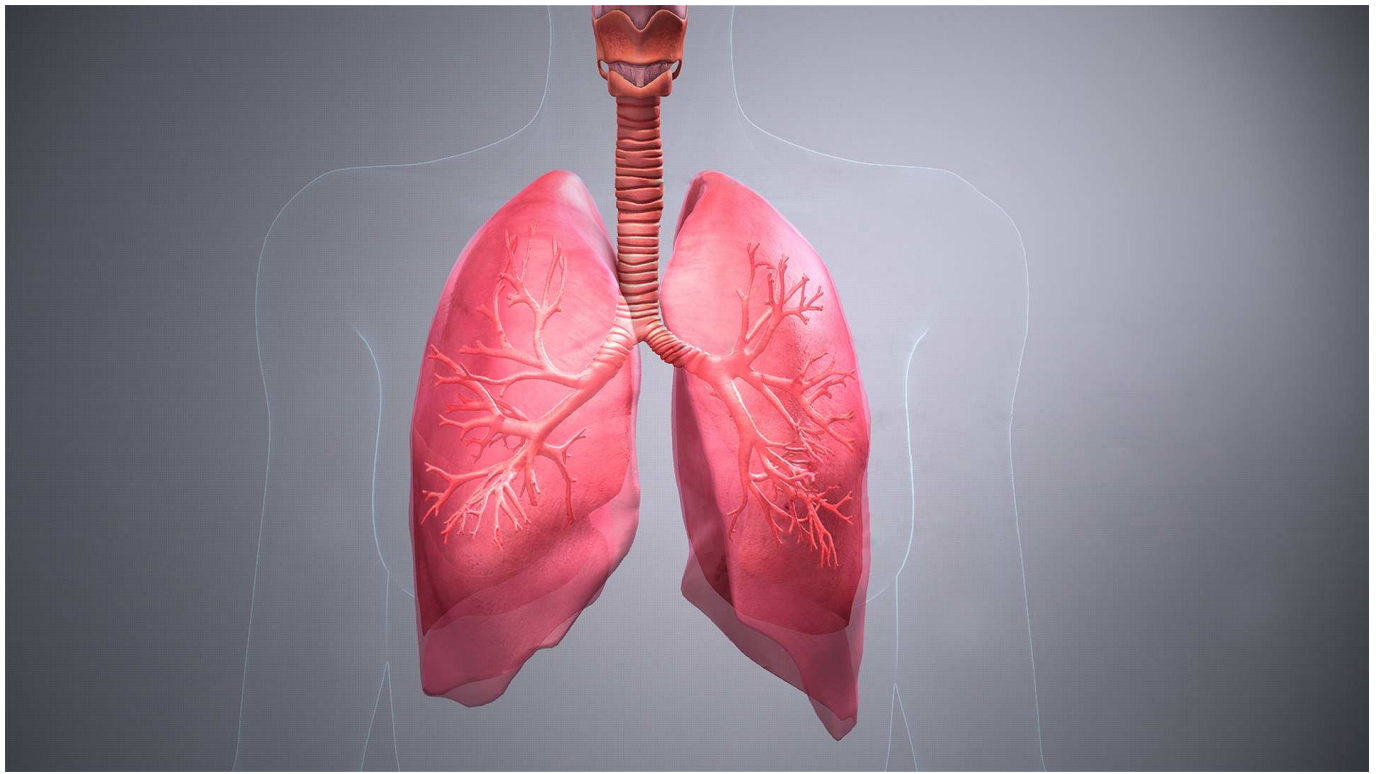
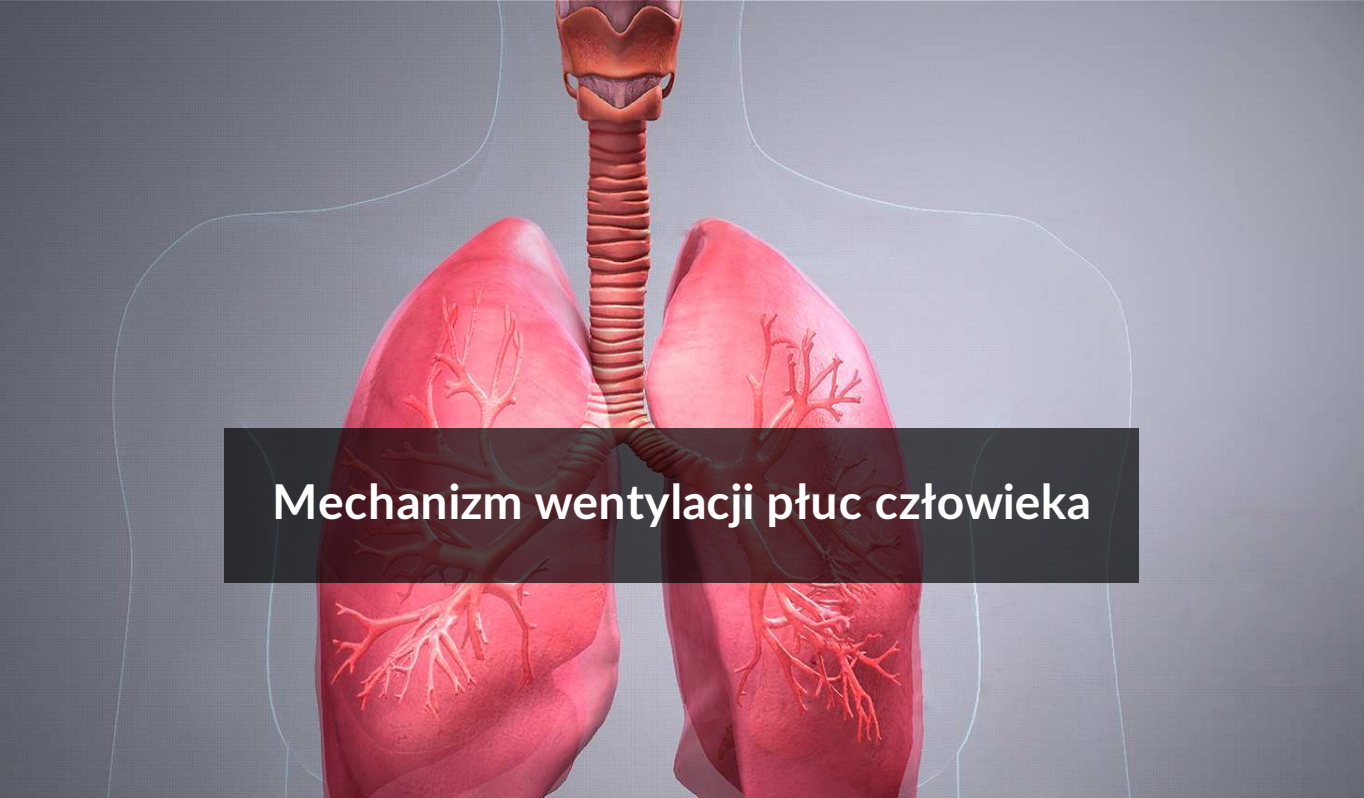




Mechanizm wentylacji płuc człowieka

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



Mechanizm wentylacji płuc człowieka

Oddychanie odbywa się dzięki cyklicznym zmianom objętości płuc. Odpowiadają za nie główne mięśnie oddechowe (przepona, mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne i zewnętrzne) i dodatkowe mięśnie oddechowe (mięśnie brzucha).

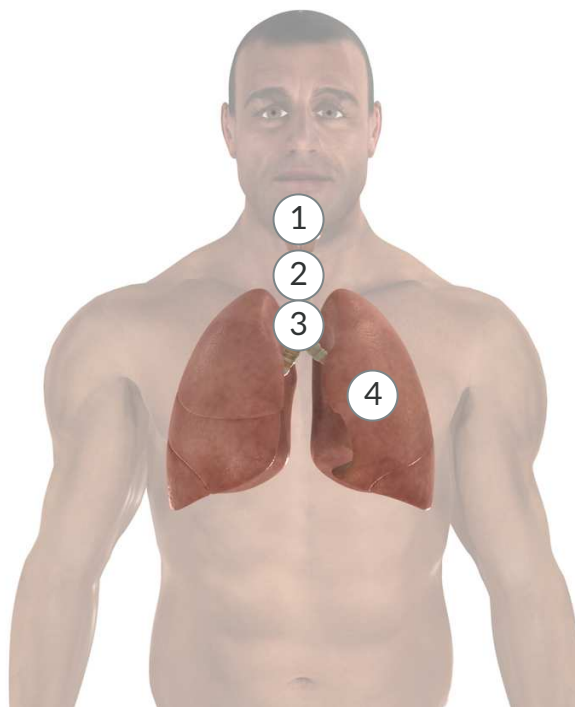
Źródło: scientificanimations.com, licencja: CC BY-SA 4.0.

Wentylacja płuc jest odruchowym procesem fizjologicznym, polegającym na odnawianiu zawartości tlenu w płucach. Składa się z wdechu i wydechu. Proces wdechów zachodzi dzięki skurczom **mięśni oddechowych** (główną rolę pełni tu przepona) i pozwala na usunięcie z organizmu dwutlenku węgla, a dostarczenie do komórek tlenu. Następujące po sobie rytmicznie fazy wdechu i wydechu tworzą **cykl oddechowy**. Liczba cykli na minutę (czyli tzw. częstość oddechowa) u dorosłych wynosi 12–20 oddechów/min, a u noworodków 20–40 oddechów/min.

Twoje cele

- Wymienisz mięśnie oddechowe u człowieka.
- Opisziesz, jak skurcz przepony i skurcz mięśni międzyżebrowych wpływa na wentylację płuc człowieka.
- Wyjaśnisz mechanizm wentylacji płuc człowieka w warunkach tzw. spontanicznego oddychania oraz w czasie tzw. świadomego oddychania.

Przeczytaj



1

Krtień

2

Tchawica

3

Oskrzela

4

Płuca

Układ oddechowy człowieka.

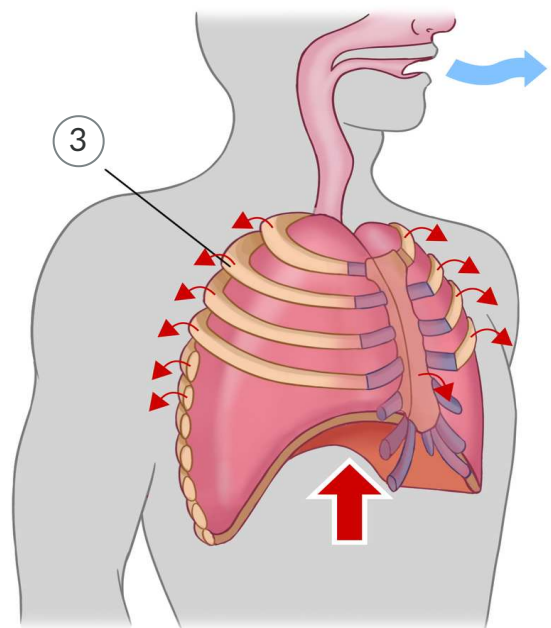
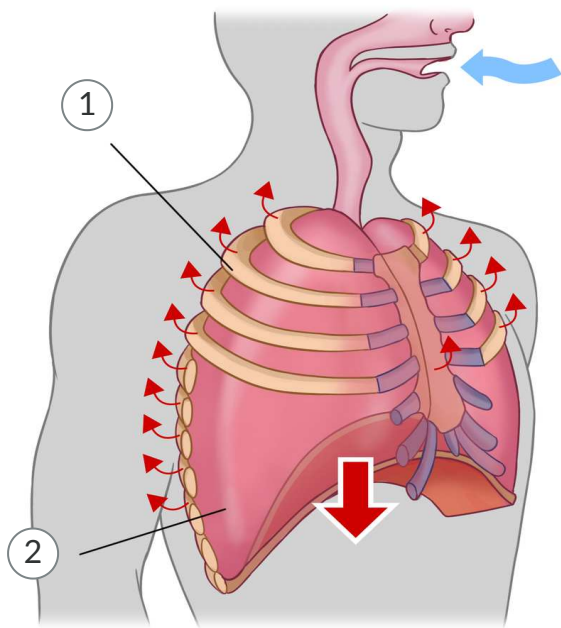
Źródło: Przedmiotowy model 3D został opracowany przez Englishsquare.pl Sp. z o.o., w oparciu o materiał źródłowy zakupiony w ramach serwisu: www.turbosquid.com. Jakiegokolwiek dalsze użycie tego modelu 3D podlega wszelkim ograniczeniom opisanym w licencji opublikowanej na przywołanej stronie internetowej,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

Proces spontanicznego oddychania to nieświadomy [odruch bezwarunkowy](#). Tempo spontanicznego oddychania reguluje [autonomiczny układ nerwowy](#), którego rolą jest przyspieszanie lub zwalnianie akcji oddechowej, zależnie od potrzeb organizmu. Ośrodek oddechowy odpowiedzialny za czynność oddechową znajduje się w **rdzeniu przedłużonym**. Częstość oddechów zwiększa się podczas wysiłku fizycznego, a spada przy zasypianiu. Do pewnego stopnia oddech można też kontrolować świadomie, np. podczas ćwiczeń fizycznych, śpiewu czy gry na instrumentach dętych. Zależnie od woli, oddech można czasowo wstrzymać, lub wręcz przeciwnie, można wykonać pogłębiony wdech lub wydech.

Mięśnie oddechowe człowieka

Mięśnie zaangażowane w proces oddychania dzielimy na **główne mięśnie oddechowe** i **dodatkowe mięśnie oddechowe**. Do głównych mięśni oddechowych należą przepona, mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne i zewnętrzne. Mięśnie oddechowe dodatkowe to mięśnie brzucha, m. in. mięsień prosty brzucha i mięśnie skośne brzucha wewnętrzne i zewnętrzne.

Mięśnie oddechowe można podzielić również ze względu na to, w jakiej fazie oddychania biorą udział. Przepona oraz mięśnie międzyżebrowe zewnętrzne to **mięśnie wdechowe**, a mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne i mięśnie brzucha to **mięśnie wydechowe**. Skurcz mięśni wdechowych powoduje zwiększenie objętości [klatki piersiowej](#) i płuc (wdech). Skurcz mięśni wydechowych powoduje aktywny wydech przez zmniejszenie rozmiarów klatki piersiowej i płuc.



1

żebra unoszą się, zwiększa się objętość klatki piersiowej

2

objętość płuc zwiększa się

3

żebra obniżają się, zmniejsza się objętość klatki piersiowej

Skurcz mięśni wdechowych powoduje obniżenie ciśnienia wewnątrz płuc i wdech. Z kolei skurcz mięśni wydechowych wyciska powietrze z płuc.

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

W warunkach spontanicznego, niewymuszonego oddychania jedynie **wdech jest aktem czynnym**, co oznacza, że wymaga skurczu mięśni wdechowych. W takich warunkach **wydech jest aktem biernym**. Powstaje w wyniku rozluźnienia mięśni wdechowych i sprężystego zmniejszenia rozmiaru klatki piersiowej, co skutkuje usunięciem powietrza z płuc. Do skurczu mięśni wydechowych dochodzi jedynie podczas świadomego, pogłębionego wydechu.

Przepona

Jest położona poprzecznie między jamą klatki piersiowej a jamą brzuszną. Rozciąga się między żebrami i mostkiem oraz kręgosłupem. Ma trzy główne otwory, w których przebiegają: przełyk, aorta i żyła główna dolna. Rozluźniona przepona przypomina kopułę, której wypukłość skierowana jest ku górze (ku dolnej części płuc). Skurcz tego mięśnia podczas wdechu powoduje jego wypłaszczenie, przez co płuca ciągnięte są ku dołowi. To z kolei zwiększa ich objętość.



Przepona oddziela jamę klatki piersiowej od jamy brzusznej. Praca przepony powoduje zmianę kształtu oraz objętości klatki piersiowej, co umożliwia wdychanie i wydychanie powietrza.

Źródło: scientificanimations.com, licencja: CC BY-SA 4.0.

Mięśnie międzyżebrowe zewnętrzne

Mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne

Wentylacja płuc w czasie spontanicznego oddychania

Spontaniczne, odruchowe oddychanie zachodzi przez większość życia człowieka. W taki sposób oddycha się zawsze podczas snu głębokiego, odpoczynku czy utraty

przytomności. Spontaniczny oddech dominuje również w stanie czuwania, o ile człowiek świadomie nie zwraca uwagi na jego tempo. W takich warunkach każdy wdech powstaje w wyniku skurczu mięśni wdechowych, co bezpośrednio wpływa na zwiększenie objętości płuc. Rozszerzanie się pęcherzyków płucnych skutkuje pojawieniem się w ich wnętrzu [podciśnienia](#) – ciśnienia niższego od atmosferycznego. W wyniku powstałej różnicy ciśnień powietrze napływa do płuc przez drogi oddechowe. Pęcherzyki płucne są wypełniane powietrzem do tego stopnia, że pod koniec fazy wdechu ciśnienie powietrza znajdującego się w płucach jest wyższe od atmosferycznego – w pęcherzykach panuje [nadciśnienie](#).

Fazę spontanicznego wydechu rozpoczyna rozluźnienie mięśni wdechowych. Różnica ciśnienia powietrza w płucach względem ciśnienia atmosferycznego jest przyczyną stopniowego usuwania powietrza z płuc, co nazywamy wydechem. Mechanizm spontanicznego, biernego wydechu można porównać z otwarciem napompowanego balonu, z którego środka wydobywa się powietrze, aż do wyrównania ciśnienia panującego wewnątrz z atmosferycznym.

Wentylacja płuc w czasie świadomego oddychania

Oddychanie podlega również świadomej kontroli człowieka. Oznacza to, że zależnie od woli możliwe jest czasowe wstrzymanie oddechu, pogłębienie wdechu lub wydechu. Wstrzymanie oddechu powoduje chwilowe zatrzymanie rytmicznej akcji oddechowej. Pogłębienie wdechu wiąże się ze zwiększonym skurczem mięśni wdechowych – ich skurcz może być szybszy lub większy. W wyniku dokonania takiego wdechu klatka piersiowa i płuca mogą znacznie bardziej zwiększyć swoją objętość niż przy spontanicznym wdechu. Z kolei pogłębiony wydech jest związany z intensywnym skurczem mięśni wydechowych. Wykonanie takiego wydechu umożliwia usunięcie większej objętości powietrza z płuc niż przy spontanicznym wydechu. Towarzyszy temu wyraźne zmniejszenie objętości klatki piersiowej.



Aktywne wdechy i wydechy wykonywane są na przykład podczas pływania lub uprawiania innych sportów.

Źródło: Corn Farmer, Flickr, licencja: CC BY-ND 2.0.

Złożone, szybkie i zarazem aktywne skurcze mięśni wdechowych lub wydechowych obserwuje się m.in. podczas mówienia, śmiania się, śpiewania czy gry na instrumentach dętych. Ponieważ mówienie lub śpiewanie możliwe jest jedynie w trakcie wydechu, podczas ich trwania wdychamy głębiej i szybciej, a za to wydychamy wolniej i dłużej.

Słownik

autonomiczny układ nerwowy

część układu nerwowego, która unerwia narządy wewnętrzne i wpływa na ich pracę bez udziału świadomości; układ ten zbudowany jest z dwóch przeciwstawnie działających części: układu współczulnego i przywspółczulnego; funkcją autonomicznego układu nerwowego jest utrzymywanie równowagi ustroju

jama brzuszna

dolna, wewnętrzna część tułowia oddzielona przeponą od leżącej powyżej jamy klatki piersiowej; w jamie brzusznej mieszczą się m.in.: żołądek, wątroba, śledziona, trzustka, jelito cienkie i grube

klatka piersiowa

część tułowia znajdująca się między szyją a jamą brzuszną, zbudowana ze szkieletu kostnego utworzonego przez 12 kręgów odcinka piersiowego kręgosłupa i połączonych z nimi 12 par żeber oraz mostka; pełni funkcję ochronną dla serca i płuc, a także umożliwia wentylację płuc

nadciśnienie

różnica ciśnień, która występuje między ciśnieniem atmosferycznym a zamkniętą przestrzenią o wyższej wartości ciśnienia

odruch bezwarunkowy

wrodzona, nieświadoma, automatyczna reakcja organizmu na bodziec

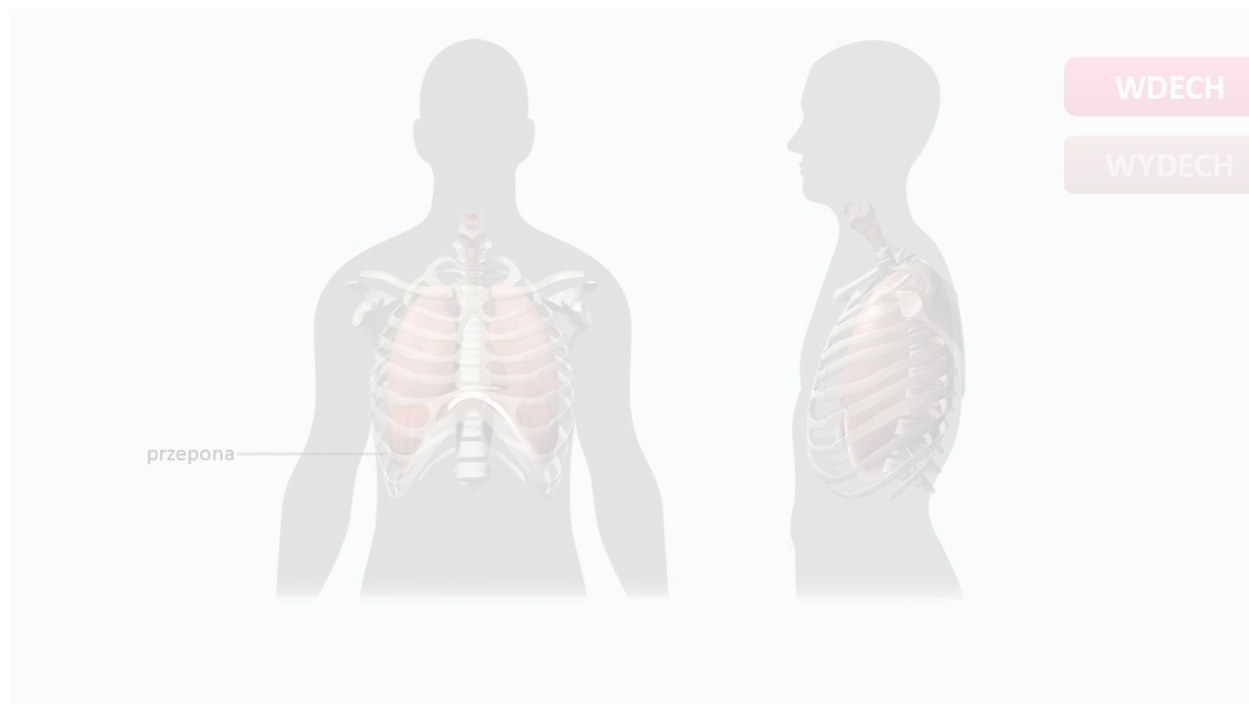
podciśnienie

różnica ciśnień, która występuje między ciśnieniem atmosferycznym a zamkniętą przestrzenią o niższej wartości ciśnienia

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Korzystając z symulacji interaktywnej, zaobserwuj ruchy przepony, żeber i mięśni międzyżebrowych, a następnie wykonaj polecenia.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DKbp6RPaI>

Mechanizm wentylacji płuc człowieka.

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

Polecenie 1

Opisz, jak skurcze mięśni międzyżebrowych wpływają na wentylację płuc człowieka.

Polecenie 2

Opisz zmiany kształtu przepony podczas wdechu i wydechu oraz ich wpływu na zmiany objętości klatki piersiowej i płuc.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłową lokalizację ośrodka oddechowego odpowiedzialnego za czynność oddechową człowieka, wybierając spośród podanych niżej struktur.

- ☐ Rdzeń przedłużony
- ☐ Odcinek piersiowy rdzenia kręgowego
- ☐ Tchawica
- ☐ Opłucna
- ☐ Płuca
- ☐ Śródmózgowie

Ćwiczenie 2



Przyporządkuj podanym sformułowaniom odpowiadające im definicje.

Wymiana gazowa

Akt odbywający się dzięki pracy mięśni oddechowych w trakcie spontanicznego, bezwarunkowego oddychania

Wdech

Akt odbywający się bez udziału pracy mięśni oddechowych w trakcie spontanicznego, bezwarunkowego oddychania

Wydech

Proces polegający na biernym przemieszczaniu się gazów oddechowych uwarunkowany różnicą ciśnień

Ćwiczenie 3



Przyporządkuj podane mięśnie do odpowiadającej im grupy.

Główne mięśnie oddechowe

Mięsień prosty brzucha

Przepona

Pomocnicze mięśnie oddechowe

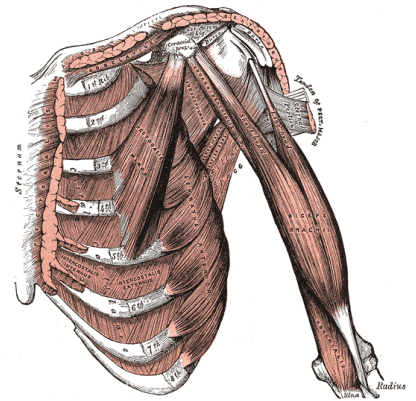
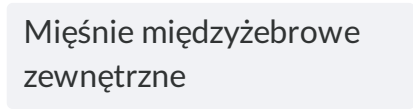
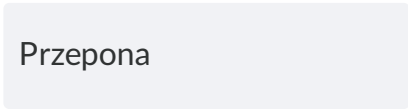
Mięśnie skośne brzucha zewnętrzne

Mięśnie skośne brzucha wewnętrzne

Mięśnie międzyżebrowe zewnętrzne

Mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne

Mięśnie międzyżebrowe
wewnętrzne



Źródło: Henry Vandyke Carter, domena publiczna.

Ćwiczenie 5



Rozwiąż krzyżówkę na podstawie podanych niżej haseł. Zaznaczone litery utworzą rozwiązanie.

1.									
2.									
3.									
4.									
5.									

1. Główny mięsień oddechowy oddzielający jamę brzuszną od jamy klatki piersiowej.
2. Kształt, który przypomina rozluźniony mięsień przeponowy.
3. Tor oddychania charakterystyczny dla mężczyzn.
4. Rodzaj reakcji organizmu niezależnej od naszej woli, do której zaliczamy oddychanie spontaniczne.
5. Powietrze w trakcie wydechu wydobywa się z płuc ze względu na panujące w pęcherzykach płucnych...

Wyjaśnij pojęcie będące rozwiązaniem krzyżówki.

Ćwiczenie 6



Oceń, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Zdrowy dorosły człowiek wykonuje ok. 15 oddechów w ciągu minuty, ponieważ oddychanie jest zawsze procesem bezwarunkowym.	☐	☐
Mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne leżą pod mięśniami międzyżebrowymi zewnętrznymi i w trakcie ich skurczu żebra ciągnięte są do środka, co zmniejsza wymiary klatki piersiowej. Efektem tego procesu jest wydech.	☐	☐
W wyniku skurczu mięśni wdechowych w pęcherzykach płucnych powstaje podciśnienie względem ciśnienia atmosferycznego, dzięki czemu do płuc napływa powietrze.	☐	☐
Główne mięśnie oddechowe to inaczej mięśnie wdechowe, a pomocnicze mięśnie oddechowe są mięśniami wydechowymi.	☐	☐

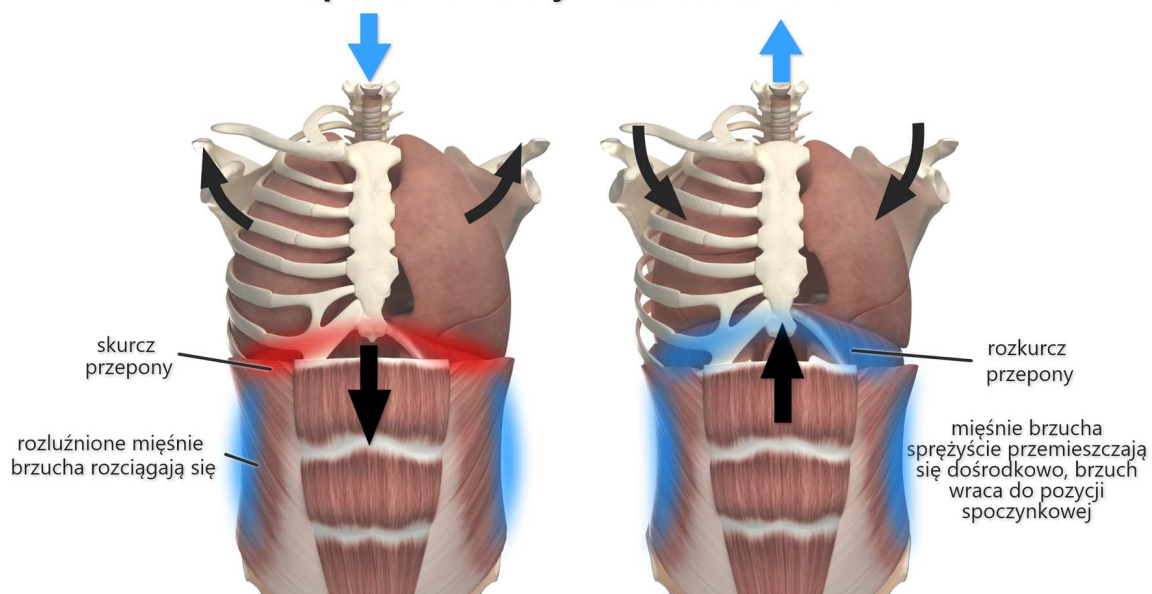
Ćwiczenie 7



Polio to choroba wirusowa, która w XX w. doprowadziła do epidemii niewydolności oddechowej. Objawem tej choroby jest porażenie motoneuronów α (alfa) unerwiających mięśnie oddechowe. W takim przypadku pacjenci byli zmuszeni poddać się terapii tzw. „żelaznymi płucami”, czyli komorami wytwarzającymi wewnątrz maszyny odpowiednie podciśnienie. Pacjenci byli w stanie w dalszym ciągu wentylować płuca pomimo rozwinięcia ciężkiej choroby. Eradykację polio (czyli całkowite zwalczenie tej choroby zakaźnej) umożliwiły masowe, obowiązkowe szczepienia ochronne.

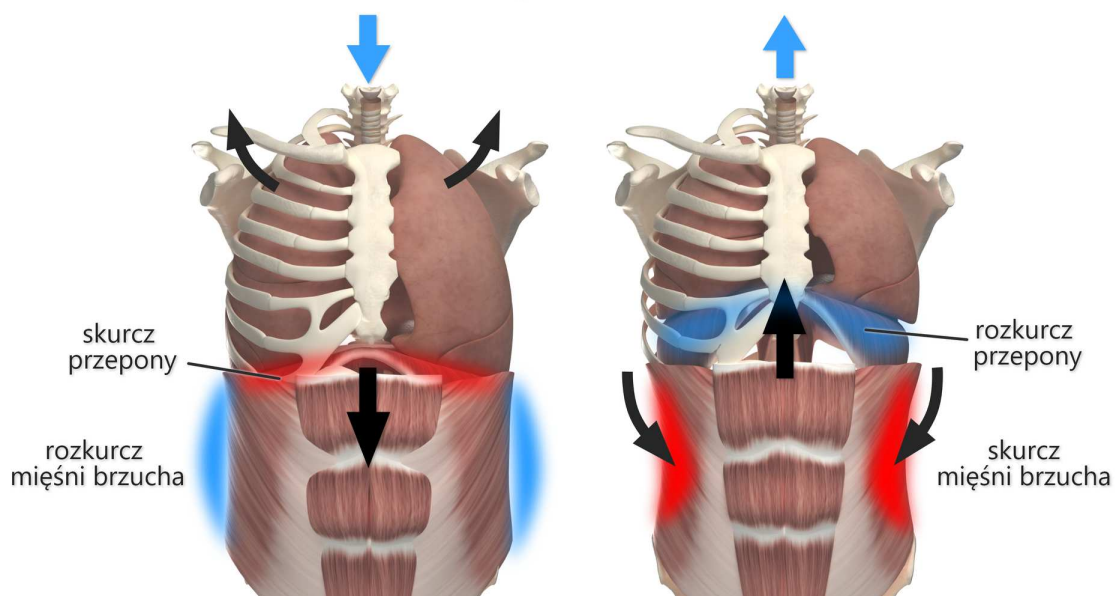
Oceń, który z podanych mechanizmów był niewydolny u pacjentów chorych na polio: mechanizm odruchowej czynności oddechowej, wymiany gazowej w pęcherzykach płucnych czy mechaniki mięśni oddechowych i klatki piersiowej. Odpowiedź uzasadnij, uwzględniając rolę „żelaznych płuc” w prawidłowym funkcjonowaniu pacjentów.

Spontaniczna czynność oddechowa



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

Forsowna czynność oddechowa



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

Porównaj przedstawione powyżej ilustracje obrazujące różne typy czynności oddechowej. Na ich podstawie wyjaśnij, w jaki sposób włączenie dodatkowych mięśni w czynność oddechową wpływa na objętość klatki piersiowej.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Mechanizm wentylacji płuc 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.

4. Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

3) wyjaśnia mechanizm wentylacji płuc;

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:

g) wykazuje związek między budową i funkcją elementów układu oddechowego człowieka,

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 mięśnie oddechowe u człowieka.
- Opiszysz, jak skurcz przepony i skurcz mięśni międzyżebrowych wpływa na wentylację płuc człowieka.
- Wyjaśnisz mechanizm wentylacji płuc człowieka w warunkach tzw. spontanicznego oddychania oraz w czasie tzw. świadomego oddychania.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- symulacja;
- mapa myśli.

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;
- arkusze papieru, flamastry.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Mechanizm wentylacji płuc człowieka”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 2 z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wraz z uczniami formułuje cele lekcji i ustala kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: „Gdzie zlokalizowany jest ośrodek oddechowy odpowiedzialny za czynność oddechową człowieka?”.

Faza realizacyjna:

1. **Praca w grupach z treścią e-materiału.** Nauczyciel dzieli klasę na trzy grupy. Każda z grup opracowuje jedno zagadnienie na podstawie informacji zawartych w e-materiale.
Grupa I – mięśnie oddechowe człowieka;
Grupa II – wentylacja płuc w czasie spontanicznego oddychania;

Grupa III – wentylacja płuc podczas świadomego oddychania.

Po opracowaniu zagadnień przez każdą z grup nauczyciel miesza uczniów tak, aby w każdym z nowych zespołów było przynajmniej dwóch przedstawicieli ze starej grupy. Każdy z uczniów przedstawia kolegom partię materiału, którą opracował wcześniej (uczenie się przez nauczanie innych).

Nauczyciel prosi o wypisanie na małych kartkach pojęć, jakie uczniowie zapamiętali na dany temat. Grupy porządkują kartki w zbiory, wyszukując połączenia pomiędzy zapisanymi pojęciami. Grupy przyklejają kartki na arkuszu papieru A1, łączą strzałkami, rysują linie i dopisują nowe hasła, tworząc mapę myśli.

Przedstawiciele grup omawiają swoje mapy myśli. Nauczyciel weryfikuje informacje, w razie potrzeby uzupełnia.

2. **Praca z multimediami („Symulacja interaktywna”).** Uczniowie zapoznają się z symulacją. Nauczyciel prosi podopiecznych, by pracując w parach, opisali, jak skurcz mięśni międzyżebrowych wpływa na wentylację płuc człowieka. Następnie uczniowie konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliższą siedzącą parą.
3. **Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie dobierają się w pary i wykonują ćwiczenia nr 7 (polegające na ocenie – w odniesieniu do tekstu źródłowego – który z podanych mechanizmów był niewydolny u pacjentów chorych na polio) i nr 8 (w którym mają za zadanie wyjaśnić – na podstawie analizy ilustracji – w jaki sposób włączenie dodatkowych mięśni w czynność oddechową wpływa na objętość klatki piersiowej) w sekcji „Sprawdź się”. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów i ustalają jedną wersję odpowiedzi.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie indywidualnie rozwiązują krzyżówkę (ćwiczenie nr 5).
2. Zalogowany na platformie nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”. W tym kontekście podsumowuje omówione zagadnienia.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia nr 3, 4 i 6 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:

- Nauczyciel może wykorzystać medium zamieszczone w sekcji „Symulacja interaktywna” na lekcji „Regulacja akcji oddechowej u człowieka”.