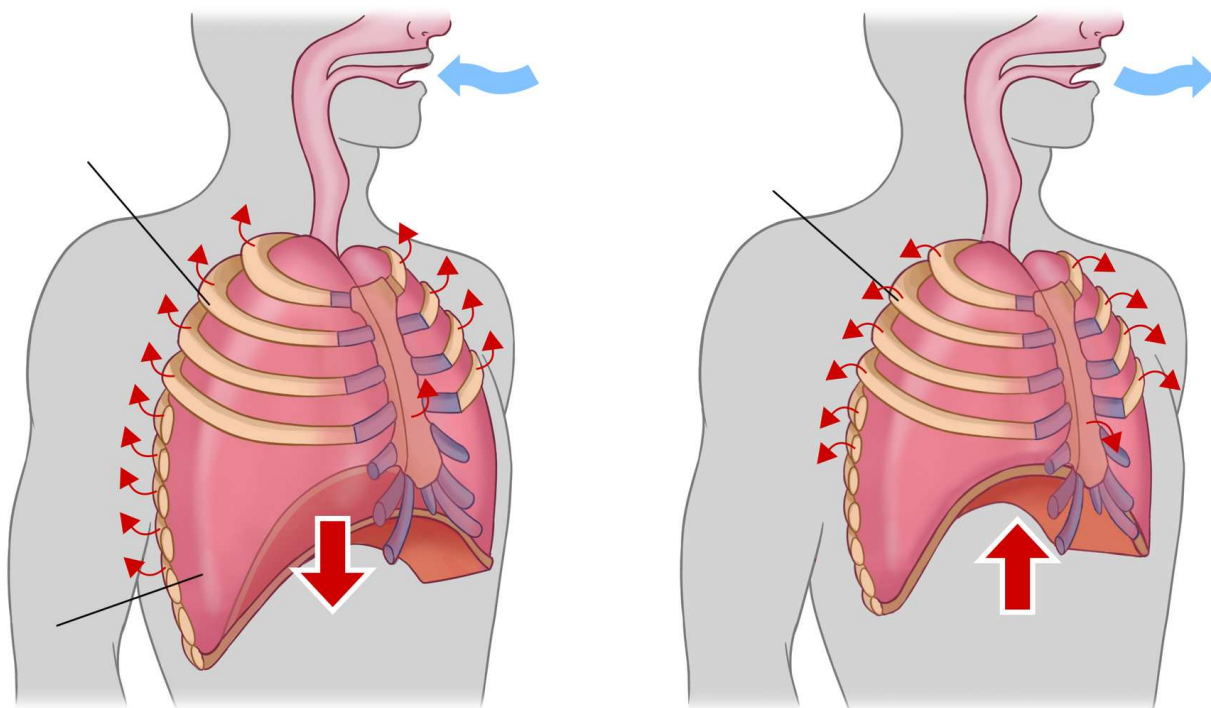
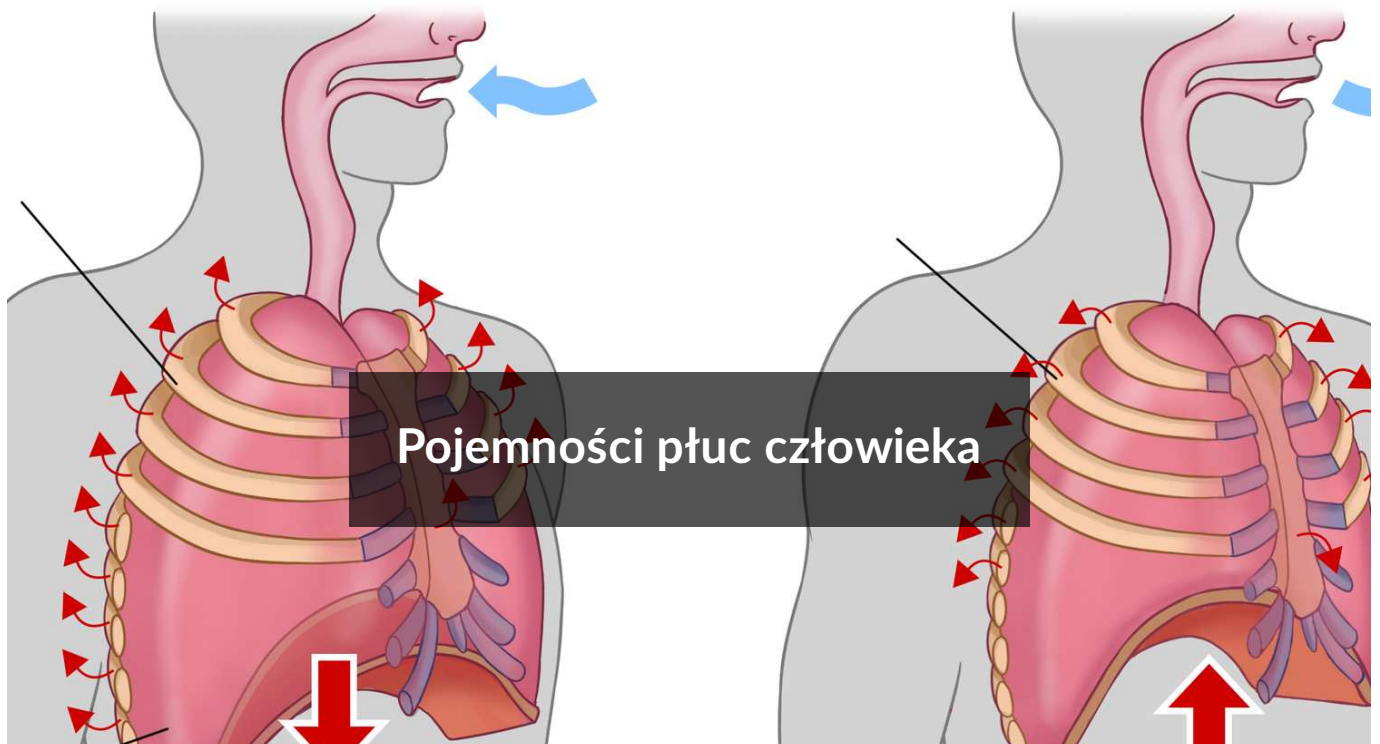




Pojemności płuc człowieka

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



Za proces wentylacji płuc odpowiedzialne są mięśnie międzyżebrowe oraz przepona. Podczas dokonywania wdechów i wydechów dochodzi do cyklicznej zmiany objętości płuc. Badaniem, które pozwala na ocenę ich objętości, jest spirometria.

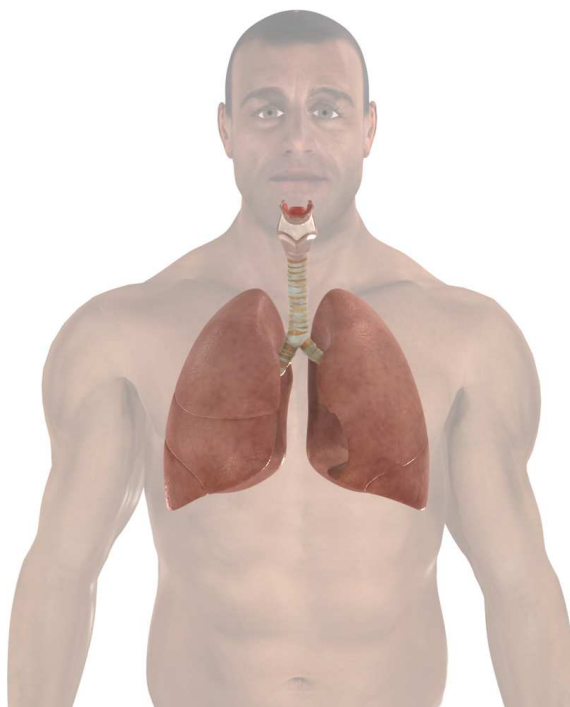
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Podczas wentylacji płuc dochodzi do cyklicznego, naprzemiennego powiększania się i zmniejszania objętości klatki piersiowej oraz płuc. W ten sposób wewnątrz pęcherzyków powstaje podciśnienie lub nadciśnienie, wywołujące odpowiednio napływ powietrza do płuc (wdech) lub usunięcie powietrza z płuc (wydech). Badanie zmian objętości powietrza w płucach pozwala na określenie pojemności płuc.

Twoje cele

- Wyjaśnisz, na czym polega badanie spirometryczne.
- Opiszysz pojemności płuc, podając ich wartości.
- Scharakteryzujesz czynniki, które wpływają na wartość całkowitej pojemności płuc.

Przeczytaj



Płuca dorosłego człowieka mogą pomieścić ok. 5 litrów powietrza. W płucach zachodzi wymiana gazowa, podczas której dorosły człowiek robi od 16 do 24 oddechów na minutę.

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 powołanej stronie internetowej., tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Metoda badania pojemności i objętości płuc

[Spirometria](#) to badanie umożliwiające mierzenie objętości i pojemności płuc.

Wykonuje się ją najczęściej w celu diagnostyki oraz oceny leczenia astmy oraz POChP (przewlekłej obturacyjnej choroby płuc).



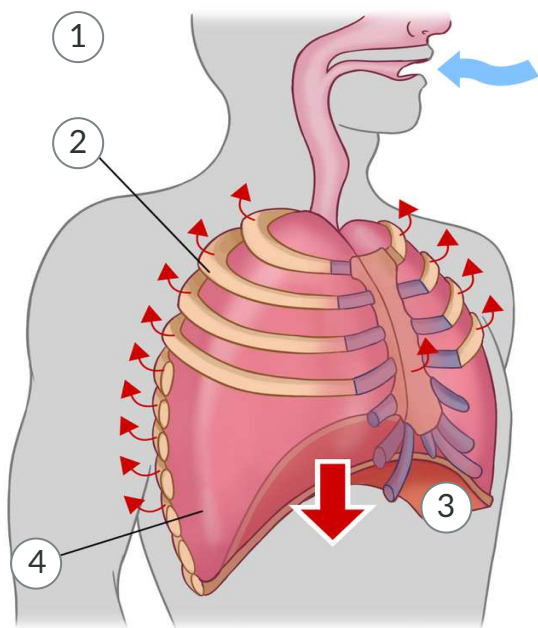
Badanie to polega na oddychaniu przez ustnik podłączony do aparatury (spirometru) mierzącej m.in. objętość powietrza wdychanego i wydychanego w różnych warunkach.

Źródło: Jmarchn, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Na początku, osoba poddana [badaniu spirometrycznemu](#) oddycha normalnie, w sposób spontaniczny, niewymuszony. Gdy oddech się unormuje, diagnosta prosi osobę badaną o wykonanie krótkiego, świadomego **maksymalnego wdechu**, który będzie najgłębszym z możliwych do wykonania przed daną osobą. Po wydechu i powrocie do spokojnego, regularnego oddychania, osoba badana proszona jest o wykonanie krótkiego, świadomego **maksymalnego wydechu**. Wynik badania, w postaci wykresu zmian objętości powietrza wdychanego i wydychanego w czasie, nazywany jest [spirogramem](#).

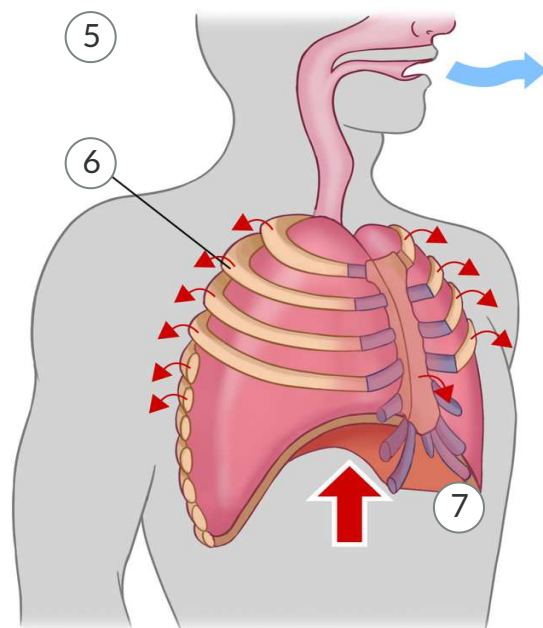
Jednym z parametrów ocenianych podczas spirometrii jest natężona objętość wydechowa pierwszosekundowa – FEV_1 (*forced expiratory volume in 1 second*). Wartość FEV_1 jest obniżona w przebiegu [chorób obturacyjnych płuc](#).

Objętość płuc



1

Wdech



2

Żebra

Unoszą się ku górze, pociągane skurczem mięśni międzyżebrowych. Objętość jamy klatki piersiowej zwiększa się.

3

Przepona

Obniża się, zwiększając objętość jamy klatki piersiowej.

4

Płuca

Zwiększona objętość klatki piersiowej skutkuje spadkiem ciśnienia – powietrze zostaje zassane do płuc.

Wydech

Żebra

Mięśnie międzyżebrowe rozkurczają się. Żebra opadają. Objętość jamy klatki piersiowej spada. Powietrze jest wyciskane z płuc.

Przepona

Unosi się. Objętość jamy klatki piersiowej spada.

Podczas spontanicznego, odruchowego oddechu w czasie spoczynku dorosły człowiek w jednym cyklu oddechowym wdycha około 500 ml powietrza, oraz wydycha taką samą jego objętość. Ta objętość nazywana jest objętością życiową. Ilość powietrza, która dociera do płuc może się jednak zwiększyć podczas wysiłku fizycznego lub świadomego, pogłębianego wdechu.

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

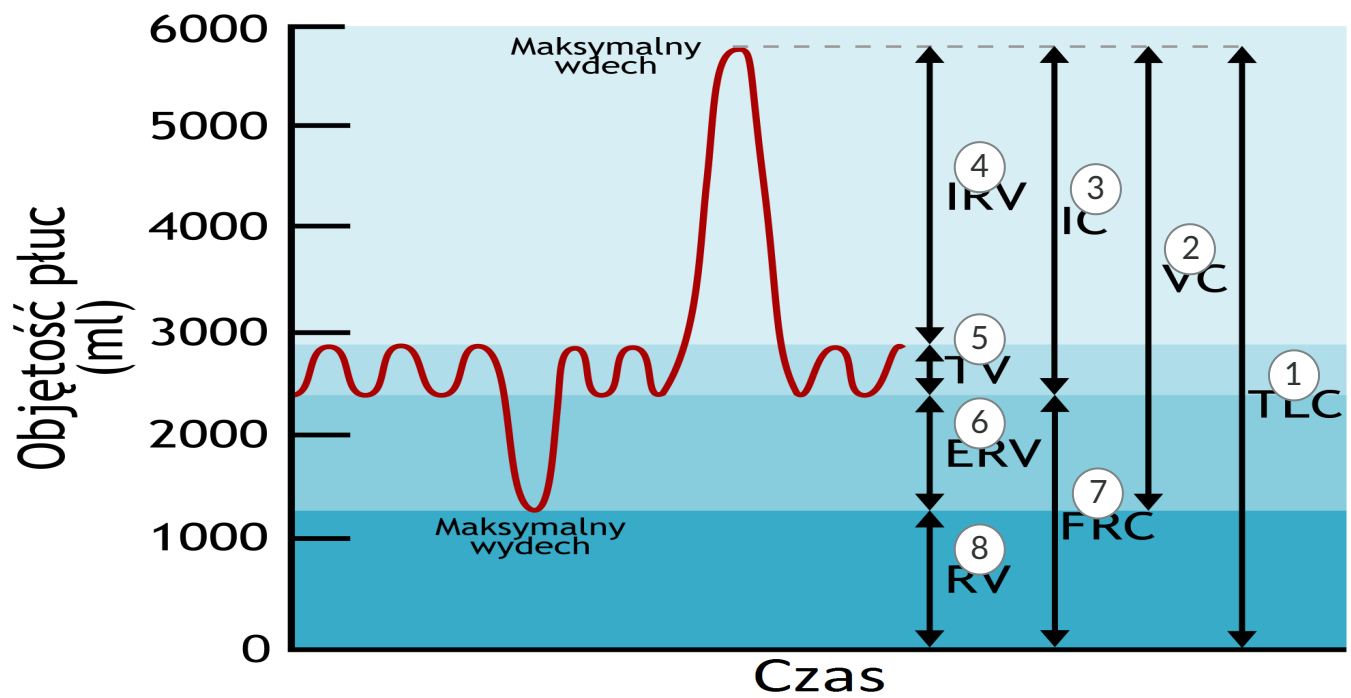
Podczas spontanicznego, odruchowego oddechu w czasie spoczynku dorosły człowiek w jednym cyklu oddechowym wdycha około 500 ml powietrza oraz wydycha taką samą jego objętość. Ta objętość nazywana jest **objętością oddechową (TV)**. Ilość powietrza, która dociera do płuc może się jednak zwiększyć podczas wykonywania wysiłku fizycznego lub świadomego, pogłębianego wdechu.

Wdechowa objętość zapasowa (IRV) (ok. 3000 ml) – to maksymalna objętość powietrza jaka może dodatkowo wypełnić płuca po wykonaniu maksymalnego wdechu – na szczycie spokojnego wdechu. Z kolei **wydechowa objętość zapasowa (ERV)** (około 1000 ml) to objętość powietrza, jaka może być dodatkowo usunięta z płuc po wykonaniu maksymalnego wydechu z pozycji spokojnego wydechu.

Ostatnią mierzalną objętością płuc jest **objętość zalegająca (RV)** (ok. 1000 ml), która jest objętością powietrza pozostającego w płucach, nawet po wykonaniu maksymalnego wydechu – obecność tego gazu jest niezbędna dla poprawnego funkcjonowania układu oddechowego. Teoretycznie, gdyby możliwe było usunięcie całego powietrza z płuc po pogłębionym wydechu, to w pęcherzykach płucnych powstałaby [próżnia](#), a ich ściany zapadłyby się do środka, powodując nieodwracalne uszkodzenie mechaniczne. Powietrze określane jako tzw. objętość zalegająca zapobiega zatem uszkodzeniu pęcherzyków płucnych dzięki temu, że powstające po maksymalnym wydechu [podciśnienie](#) nie przekracza wartości krytycznej dla cienkich ścian pęcherzyków płucnych.

Pojemność płuc

Pojemności płuc to sumy dwóch lub więcej objętości płuc. Podobnie jak objętości płuc, konkretne wartości pojemności płuc również podawane są w przybliżeniu. Wynika to z faktu, że istnieją nieznaczne różnice w pojemności płuc zależne od wieku, budowy ciała, czy płci. Głównym parametrem oceny pojemności płuc jest **całkowita pojemność płuc (TLC)**, będąca sumą wszystkich wymienionych objętości płuc: oddechowej, wdechowej zapasowej, wydechowej zapasowej oraz zalegającej. Wartość całkowitej pojemności płuc mieści się w zakresie od 5000 do 6000 ml. Zwykle, całkowita pojemność płuc, jest większa u mężczyzn, oraz osób o wyższym wzroście lub masie ciała. **Pojemność życiowa (VC)** to suma trzech objętości: oddechowej, wdechowej zapasowej i wydechowej zapasowej. Jej wartość to ok. 4500 ml. Kolejną z badanych pojemności jest **pojemność wdechowa (IC)**, która stanowi sumę objętości oddechowej oraz wdechowej zapasowej. Jej wartość to ok. 3500 ml i stanowi ona o maksymalnej ilości powietrza, jaka może być pobrana przy maksymalnym wdechu. Istnieje również **pojemność czynnościowa zalegająca (FRC)** (ok. 2000 ml), która składa się z objętości zapasowej wydechowej oraz zalegającej.



1

TLC (*total lung capacity*)
całkowita pojemność płuc

2

VC (*vital capacity*)
pojemność życiowa

3

IC (*inspiratory capacity*)
pojemność wdechowa

4

IRV (*inspiratory reserve volume*)
objętość zapasowa wdechowa

5

TV (*tidal volume*)
objętość oddechowa

6

ERV (*expiratory reserve volume*)
wydechowa objętość zapasowa

7

FRC (*functional residual capacity*)
czynnościowa pojemność zalegająca

8

RV (*residual volume*)
objętość zalegająca

Wykres przedstawiający przykładowe podstawowe pojemności i objętości płuc u osoby z całkowitą pojemnością płuc ok. 6 litrów.

Źródło: M. Komorniczak, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Przykładowe obliczenia

Podczas spirometrii pojemność życiowa badanego wyniosła 4200 ml, objętość oddechowa – 500 ml, a wydechowa objętość zapasowa – 700 ml. Ile wynosi wdechowa objętość zapasowa?

$$VC = 4200 \text{ ml}$$

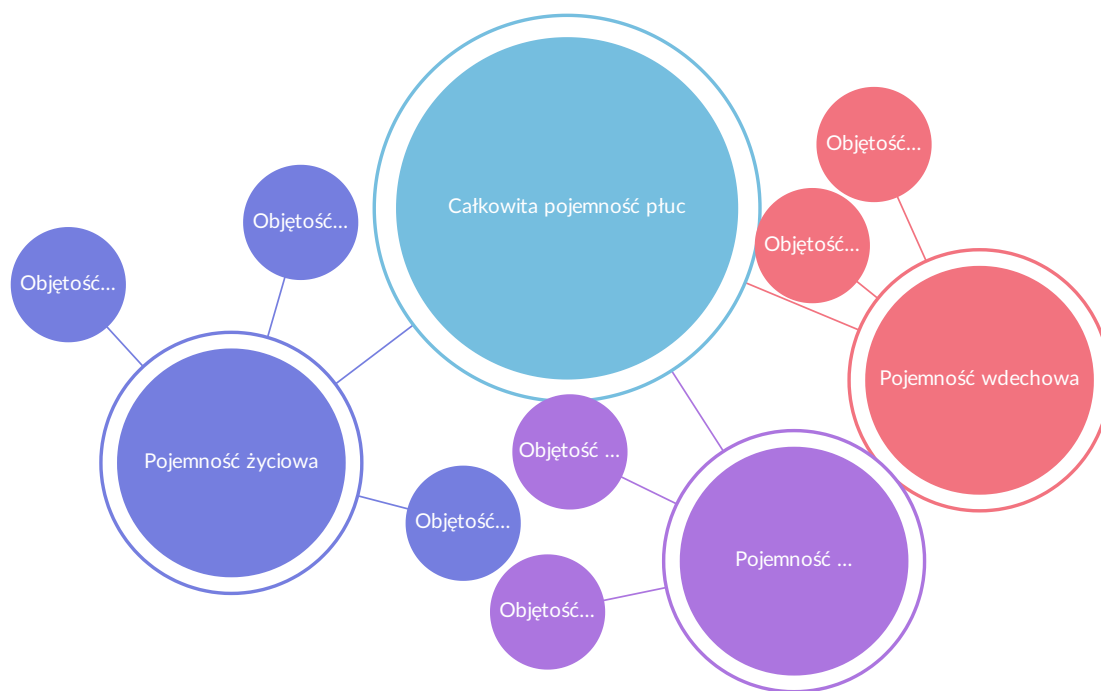
$$TV = 500 \text{ ml}$$

$$ERV = 700 \text{ ml}$$

$$VC = TV + ERV + IRV$$

$$IRV = VC - (TV + ERV)$$

$$IRV = 4200 \text{ ml} - (500 \text{ ml} + 700 \text{ ml}) = 3000 \text{ ml}$$



Poszczególne pojemności płuc.

Źródło: licencja: CC BY-SA 3.0.

Choroby obturacyjne i restrykcyjne płuc

Zaburzenia wentylacji płuc możemy podzielić ze względu na mechanizm działania na **obturacyjne i restrykcyjne**.

Choroby obturacyjne płuc charakteryzują się utrudnionym przepływem powietrza przez płuca, który spowodowany jest zwężeniem dróg oddechowych. Do chorób obturacyjnych zalicza się m.in. astmę, przewlekłą obturacyjną chorobę płuc (POChP), mukowiscydozę i zapalenie oskrzeli.

W **chorobach restrykcyjnych** dochodzi do upośledzenia rozprężania płuc – płuca nie wypełniają się prawidłowo powietrzem i zmniejsza się ich czynnościowa pojemność

życiowa. Takie zaburzenia mogą być powodowane przez choroby śródmiąższowe płuc, gruźlicę lub włóknienie płuc.

Słownik

choroby obturacyjne

choroby płuc, w przebiegu których dochodzi do utrudnionego przepływu powietrza przez zwężone drogi oddechowe, np. w napadzie astmy, w mukowiscydozie

podciśnienie

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

spirometria

badanie objętości i pojemności płuc oraz szybkości przepływu powietrza

spirogram

wynik badania spirometrycznego w postaci wykresu objętości oddechowych w czasie

próżnia

przestrzeń, w której nie występują cząstki posiadające masę

Michael Phelps – fenomen



Michael Fred Phelps
(ur. 30 czerwca 1985)

Amerykański pływak, 23-krotny mistrz olimpijski oraz 26-krotny mistrz świata.

2



Wydaje się być stworzony do bicia rekordów w wodzie. Po pierwsze, jego serce pompuje nawet 30 litrów krwi na minutę – dwukrotnie więcej, niż serce przeciętnego człowieka!



3

Po drugie, płuca o pojemności 12 litrów dają mu przewagę nawet nad osobami regularnie uprawiającymi sport, które mogą się pochwalić około ośmiolitrową pojemnością płuc. Phelps fizjologicznie przewyższa innych wydolnością i krótkim czasem regeneracji.

4



Pływa szybciej od innych, także dzięki wyjątkowej elastyczności stawów skokowych oraz... rozmiarowi stóp (numer buta 48 lub nawet 48,5!). Takie cechy fizyczne umożliwiają mu szybkie poruszanie się w wodzie i błyskawiczne nawroty.

Źródło: Fernando Frazão/Agência Brasil, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 1

Przeanalizuj wykresy, a następnie zaznacz, który z wykresów mógłby odpowiadać parametrom przeciętnego, zdrowego mężczyzny, a który pasuje do charakterystyki Michaela Phelpsa.

☐ pacjent nr 1 to zdrowy mężczyzna

☐ pacjent nr 2 to zdrowy mężczyzna

☐ pacjent nr 2 to Michael Phelps

☐ pacjent nr 1 to Michael Phelps

Uzasadnij swój wybór:

Symulacja 1

Kliknij na poszczególne elementy symulacji i obserwuj jak zmienia się wykres prezentujący parametry oddechowe u pacjentów.

Wykres pojemności płuc pacjenta nr 1

Zestawienie 1

	Pomiar	Wdech/Wydech	Całkowita pojemność płuc	Objętość zapasowa	Powięzaległość
1	1	5000	12000	5000	2000
2	2	6000	12000	5000	2000
3	3	5000	12000	5000	2000
4	4	6000	12000	5000	2000
5	5	5000	12000	5000	2000
6	6	6000	12000	5000	2000
7	7	5000	12000	5000	2000
8	8	2000	12000	5000	2000
9	9	5000	12000	5000	2000
10	10	6000	12000	5000	2000
11	11	12000	12000	5000	2000
12	12	6000	12000	5000	2000
13	13	5000	12000	5000	2000
14	14	6000	12000	5000	2000
15	15	5000	12000	5000	2000
16	16	6000	12000	5000	2000

Wykres pojemności płuc pacjenta nr 2

Zestawienie 2

	Pomiar	Wdech/Wydech	Całkowita pojemność płuc	Objętość zapasowa	Powie zalega
1	1	2500	5000	2500	100
2	2	3000	5000	2500	100
3	3	2500	5000	2500	100
4	4	3000	5000	2500	100
5	5	2500	5000	2500	100
6	6	3000	5000	2500	100
7	7	2500	5000	2500	100
8	8	1080	5000	2500	100
9	9	2500	5000	2500	100
10	10	3000	5000	2500	100
11	11	4900	5000	2500	100
12	12	3000	5000	2500	100
13	13	2500	5000	2500	100
14	14	3000	5000	2500	100
15	15	2500	5000	2500	100
16	16	3000	5000	2500	100

Polecenie 2

Porównaj oba wykresy pojemności płuc, a następnie określ objętość maksymalnego wdechu i wydechu pacjenta nr 1 i pacjenta nr 2.

Polecenie 3

Zastanów się, a następnie uzasadnij, jak wyglądałby wykres pojemności płuc, gdyby obaj mężczyźni byli zdenerwowani.

Polecenie 4

Określ wartość objętości powietrza stale zalegającego w płucach, którego nie można usunąć nawet po wykonaniu maksymalnego wydechu.

Polecenie 5

Opisz, o czym świadczy zbyt mała wartość pojemności życiowej płuc (największa objętość powietrza, jaką można wydmuchać z płuc po wykonaniu maksymalnego wdechu).

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawdziwe stwierdzenie dotyczące objętości zalegającej:

☐

Jest sumą objętości wydechowej zapasowej oraz pojemności czynnościowej zalegającej.

☐

Jest to objętość powietrza, która pozostanie w płucach po maksymalnym wydechu.

☐

Może zostać usunięta z płuc dzięki maksymalnemu wydechowi.

Ćwiczenie 2



Zaznacz wszystkie choroby, w których spirometria jest podstawowym badaniem diagnostycznym czynności płuc.

☐ Przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP)

☐ Zapalenie płuc

☐ Gruźlica

☐ Grypa

☐ Zapalenie oskrzeli

☐ Rak ściany oskrzeli

☐ Przeziębienie

☐ Astma

Ćwiczenie 3



Przyporządkuj podane opisy do odpowiadających im sformułowań.

Spirometria

Podstawowe badanie czynnościowe płuc, służące diagnozie i ocenie postępu choroby.

Spirometr

Urządzenie służące do badania pojemności i objętości płuc, rejestruje prędkość przepływającego powietrza w trakcie wdechu i wydechu.

FEV1

Parametr natężonej objętości pierwszosekundowej oceniany w trakcie wykonywania wydechu.

Ćwiczenie 4



W poniższej tabeli podsumowano informacje dotyczące objętości i pojemności płuc. Na podstawie podanych definicji, uzupełnij tabelę poprawnymi sformułowaniami podanymi poniżej.

Definicja	Objętości i pojemności	Fizyczna objętość
Objętość powietrza pobranego lub wydychanego podczas pojedynczego, spokojnego oddechu.		
Największa objętość, która może zostać pobrana do płuc dodatkowo po zakończeniu spokojnego wdechu.		
Największa objętość, która może zostać wydaloną z płuc po zakończeniu spokojnego wydechu.		
Pojemność gazów zawartych w klatce piersiowej.		
Objętość płuc między maksymalnym wdechem, a maksymalnym wydechem.		

~3000 ml

wydechowa objętość zapasowa

~1000 ml

5000–6000 ml

objętość oddechowa

całkowita pojemność płuc

wdechowa objętość zapasowa

~500 ml

4000–4500 ml

pojemność życiowa

Ćwiczenie 5



Uzupełnij tekst, wybierając prawidłowe sformułowania spośród podanych.

Badania czynnościowe układu oddechowego to grupa ☐ inwazyjnych ☐ nieinwazyjnych ☐ procedur diagnostycznych dostarczających informacji o stanie funkcjonalnym układu oddechowego, przede wszystkim oskrzeli i płuc. Badania te są pomocne w diagnostyce wielu chorób układu oddechowego, przede wszystkim chorób o charakterze ☐ obturacyjnym ☐ ☐ restrykcyjnym ☐, czyli takich, w których wskutek zwężenia dróg oddechowych ☐ zwiększony ☐ ☐ zmniejszony ☐ jest przepływ powietrza w płucach, oraz o charakterze ☐ obturacyjnym ☐ ☐ restrykcyjnym ☐, czyli takich, w których zmniejszona jest ☐ objętość ☐ ☐ powierzchnia ☐ czynnościowa płuc.

Źródło: „Badania czynnościowe układu oddechowego” lek. Kornel Gajewski
Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii SP CSK im. prof. K. Gibińskiego SUM
w Katowicach

Ćwiczenie 6



Oceń i zaznacz, czy podane stwierdzenia są prawdziwe, czy fałszywe.

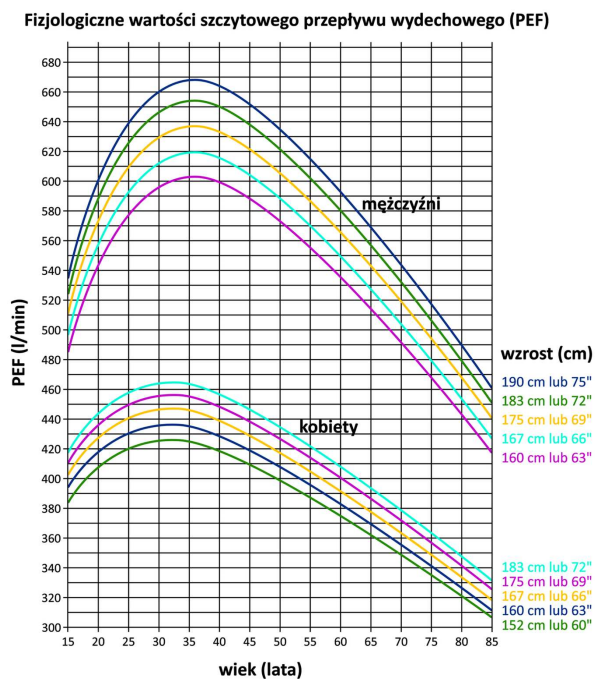
Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Spirometria to najważniejsze badanie czynnościowe płuc, pozwalające na obiektywną ocenę ich czynności.	☐	☐
Aby prawidłowo przeprowadzić badanie spirometryczne należy w pozycji siedzącej wykonać kilka spokojnych oddechów, a następnie wziąć jeden głęboki wdech i jak najszybszy nasilony wydech do poczucia utraty tchu, po czym powtórzyć czynność tak, aby łącznie podjąć 3 próby.	☐	☐
Pojemność życiowa płuc jest zależna m.in. od pracy mięśni oddechowych, pracy klatki piersiowej i elastyczności układu więzadłowo-stawowego, więc można ją zwiększyć lub zmniejszyć w czasie naszego życia, wyniki kolejnych badań spirometrycznych w dłuższym odstępie czasowym mogą się od siebie różnić.	☐	☐

Ćwiczenie 7



Przeanalizuj wykres, a następnie rozwiąż polecenie poniżej:

PEF (szczytowy przepływ wydechowy) – to przepływ powietrza przez drogi oddechowe podczas maksymalnie nasilonego wydechu.



Źródło: Na podstawie Mikael Häggström, EnglishSquare Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Określ, skąd może wynikać różnica między wartością PEF u kobiet i mężczyzn. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do budowy anatomicznej klatki piersiowej.

Ćwiczenie 8



Zapoznaj się z wypowiedziami dwóch specjalistów, a następnie wykonaj polecenie poniżej:

” Potrzebujemy spirometrii do tego, żeby znaleźć kolejnych pacjentów chorych na POChP i uratować im życie. Im wcześniej rozpoznamy to schorzenie, tym możemy więcej pacjentowi zaoferować.

dr n. med. Piotr Dąbrowiecki, konferencja prasowa zorganizowana w ramach Polskiego Dnia Spirometrii, 27.06.2013 r.

” U chorych na astmę spirometria pozwala sprawdzić, czy choroba postępuje i czy jest dobrze leczona. Jest ono również ważne w diagnozowaniu astmy związanej z wysiłkiem fizycznym.

prof. dr hab. n. med. Piotr Kuna, konferencja prasowa zorganizowana w ramach Polskiego Dnia Spirometrii, 27.06.2013 r.

Na podstawie powyższych cytatów oceń przydatność spirometrii.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Pojemności płuc człowieka

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

4. Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

1) wykazuje związek między budową i funkcją elementów układu oddechowego człowieka;

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):

- Wyjaśnisz, na czym polega badanie spirometryczne.
- Opiszysz pojemności płuc, podając ich wartości.
- Scharakteryzujesz czynniki, które wpływają na wartość całkowitej pojemności płuc.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- symulacja;
- śniegowa kula.

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.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Pojemności 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 wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. Nauczyciel wyświetla film dostępny w internecie: „*Porozmawiajmy o... – jak wygląda badanie spirometryczne?*” (autor: Medme Wideo), przedstawiający przebieg badania spirometrycznego.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Symulacja interaktywna”) – kula śniegowa.** Uczniowie zapoznają się z materiałem udostępnionym przez nauczyciela. Prowadzący zajęcia prosi uczniów o wykonanie poleceń od 1 do 5 – informuje ich, że będą pracować metodą kuli śniegowej, i objaśnia, na czym ona polega:
 - najpierw uczniowie będą indywidualnie opracowywać odpowiedzi na zadane pytania;

- potem połączą się w pary i porównają swoje propozycje, a na osobnej kartce zapiszą wspólne odpowiedzi;
- kolejnym krokiem będzie połączenie się par w czwórki, które – jak poprzednio – skonfrontują swoje odpowiedzi;
- na koniec uczniowie utworzą 8-osobowe zespoły i znów porównają swoje propozycje.

2. Utrwalanie wiedzy i umiejętności. Nauczyciel wyświetla treść ćwiczenia nr 7 (dotyczącego różnicy między wartością PEF u kobiet i mężczyzn) z sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie rozwiązują je wspólnie na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 6 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
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 od 3 do 5 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:

- Multimedia zamieszczone w sekcji „Symulacja interaktywna” można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.