



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Ćwiczenie nr 5

Podstawy spirometrii



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
Wydział Technologii
i Inżynierii Chemicznej



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
Wydział Medyczny

PRACOWNIA BIOFIZYKI



Wstęp

Płuco jest narządem służącym do absorpcji dwutlenku węgla (CO_2) i oddychania tlenem (O_2). Płuca są rozciągane przez skurcze przepony. W ten sposób powietrze pobierane z otoczenia dociera do płuc. Gdy przepona jest rozluźniona, płuco kurczy się ponownie, a powietrze jest wydychane pasywnie.

W ramach tego eksperymentu studenci powinni określić swoją pojemność życiową płuc, a następnie porównać ją i omówić w porównaniu z wynikami innych uczestników. Na tym etapie należy wspomnieć, że efekt, jaki można osiągnąć poprzez trening w celu zwiększenia pojemności życiowej, jest stosunkowo niewielki w porównaniu do objętości ustalonych przez organizm. Najważniejszym czynnikiem determinującym objętość płuc są budowa ciała i wiek. Na przykład, osoby o większej budowie ciała zazwyczaj mają większą objętość płuc niż osoby mniejsze. Ludzie osiągają maksymalną objętość płuc około 20. roku życia. Objętość płuc zmniejsza się wraz z wiekiem.

Ogólnie rozróżnia się dwa różne rodzaje oddychania: „normalne” oddychanie i „wymuszone” oddychanie. Termin „normalne” opisuje oddychanie, które odbywa się nieświadomie, gdy ciało nie jest pod żadnym wysiłkiem. Wymuszone oddychanie to świadome wdychanie lub wydychanie powietrza. Normalne oddychanie jest używane do określenia objętości oddechowej (AZV) w ramach tego eksperymentu, natomiast wymuszone oddychanie musi być stosowane do określenia objętości rezerwy wdechowej (IRV) i objętości rezerwy wydechowej (ERV).

Maksymalna objętość powietrza wydychanego z płuc po maksymalnym wdechu jest rejestrowana jako pojemność życiowa (VC). Pojemność życiowa składa się z objętości oddechowej (AZV) + objętości rezerwy wdechowej (IRV) + objętości rezerwy wydechowej (ERV): $VC = AZV + IRV + ERV$

- AZV (Objętość Oddechowa): Objętość powietrza podczas normalnego wdechu.
- IRV (Objętość Rezerwy Wdechowej): Objętość powietrza, którą można dodatkowo wciągnąć po normalnym wdechu.
- ERV (Objętość Rezerwy Wydechowej): Objętość powietrza, którą można dodatkowo wydychać po normalnym wydechu.
- Objętość Rezydualna (RV): Ilość powietrza oddechowego, która zawsze pozostaje w płucach, gdy powietrze jest wentylowane (ok. 1,2 litra).

Zadania

- Określ swoją objętość oddechową (AZV).
- Określ swoją objętość rezerwy wydechowej (ERV).
- Określ swoją objętość rezerwy wdechowej (IRV).



Sprzęt

1. Spirometr Cobra SMARTsense



Rysunek 1. Spirometr Cobra SMARTsense.

Czujnik posiada przycisk włączania oraz dwie diody LED do wskazywania statusu Bluetooth i naładowania baterii.

Przycisk włączania 

- Przytrzymany przez ponad 3 sekundy: Włącza/wyłącza czujnik
- Szybko naciśnięty 3 razy: Rozpoczyna pomiar offline
- Szybko naciśnięty 2 razy: Zatrzymuje pomiar offline

Jeśli czujnik ma być podłączony przez USB, nie jest konieczne przytrzymywanie przycisku włączania przez ponad 3 sekundy.

Dioda Bluetooth 

- Miga czerwono co 2 sekundy: Nie podłączono
- Miga zielono co 2 sekundy: Podłączono do urządzenia końcowego
- Miga zielono co 4 sekundy: Trwa pomiar

Dioda naładowania baterii 

- Miga czerwono co 2 sekundy: Niski poziom baterii
- Świeci na czerwono: Aktywny proces ładowania
- Świeci na zielono: Proces ładowania zakończony
- Zasada pomiaru:



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Zasada pomiaru:

Poprzez dmuchanie w otwór spirometru, obraca się koło łopatkowe, które jest sprzężone z barierą świetlną. Na podstawie obrotów koła łopatkowego urządzenie oblicza wydychaną objętość powietrza w litrach [1]. Ta technologia pomiarowa jest również stosowana w diagnostyce medycznej.

Przebieg ćwiczenia

1. Wyjmij filtr z opakowania i włóż go do otworu w jednostce spirometru, wykonując krótkie, delikatne skręcenie. Upewnij się, że każdy filtr jest używany tylko przez jedną osobę.

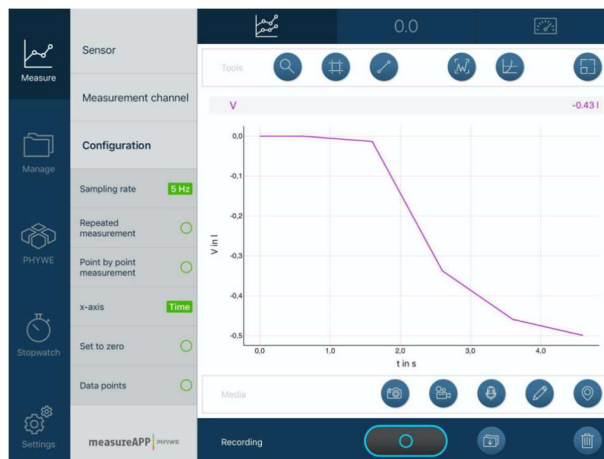


Rysunek 2. Spirometr z prawidłowo zamontowanym ustnikiem.

2. Upewnij się, że osoby badane przeprowadzają pomiary stojąc. Różne pozycje ciała (siedzenie vs. stanie) mogą wpływać na objętość płuc, co utrudnia porównanie wyników między uczestnikami.
3. Upewnij się, że uczestnicy nie poruszają się ani nie wykonują innych czynności podczas pomiaru, aby uniknąć zakłóceń w odczytach.

Pomiar 1 (AZV)

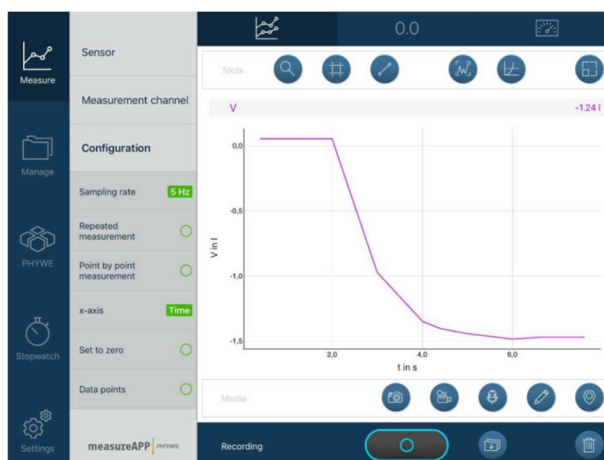
4. Normalnie wdychaj powietrze stojąc i wstrzymaj oddech.
5. Następnie umieść ustnik spirometru w ustach, tak aby twoje usta całkowicie otaczały ustnik. Jeśli to konieczne, zatkaaj nos, aby powietrze nie uciekało przez nos.
6. Rozpocznij pomiar.
7. Zmierz normalnie wydychaną objętość jako objętość oddechową (AZV) w litrach.
8. Zakończ i zapisz pomiar po wydychaniu powietrza.



Rysunek 3 Przedstawienie danych pomiarowych do określenia AZV.

Pomiar 2 (ERV)

9. Wydechaj powietrze stojąc, tak daleko, jak możesz bez wysiłku.
10. Następnie umieść ustnik spirometru w ustach, jak opisano w pomiarze 1.
11. Rozpocznij pomiar.
12. Teraz wydechaj pozostałe powietrze "naciskając" tak daleko, jak możesz.
13. Zmierz wydychaną objętość jako objętość rezerwy wydechowej (ERV) w litrach.
14. Zakończ i zapisz pomiar po wydychnaniu powietrza.



Rysunek 4. Przedstawienie danych pomiarowych do określenia ERV.

Pomiar 3 (IRV)

15. Wdychaj powietrze stojąc tak głęboko, jak potrafisz bez stresu, i wstrzymaj oddech.
16. Następnie umieść ustnik spirometru w ustach, jak opisano w pomiarze 1.
17. Rozpocznij pomiar.
18. Teraz wdychaj powietrze „ciągnąc” jak najgłębiej.
19. Zmierz wciągniętą objętość jako objętość rezerwy wdechowej (IRV) w litrach.
20. Zakończ i zapisz pomiar po wdechu powietrza.
21. Powtórz pomiary 10 razy zachowując dwuminutowe przerwy pomiędzy pomiarami.



Rysunek 5. Przedstawienie danych pomiarowych do określenia IRV.

Opracowanie wyników

1. Oblicz wartości średnie oraz odchylenia standardowe parametrów: AZV, ERV, IRV.
2. Sporządź wykresy ilości powietrza wdychanego oraz wydychanego w funkcji czasu.
3. Dopasuj krzywe do punktów pomiarowych i określ ich charakter.

Pytania kontrolne

1. Jakie fizyczne zasady rządzą przepływem powietrza w układzie oddechowym i jak te zasady są wykorzystywane w spirometrii do pomiaru pojemności płuc?
2. Jak prawo Hagen-Poiseuille'a odnosi się do pomiaru objętości oddechowej w spirometrii i jak zmienia się opór przepływu w zależności od średnicy dróg oddechowych?
3. Jakie różnice w mechanice oddychania (ciśnienia i objętości) są mierzone w spirometrii podczas wdechu i wydechu, i jakie znaczenie mają te różnice dla diagnozowania chorób układu oddechowego?
4. Jak zmienia się spirometryczny pomiar FEV_1 w przypadku obturacyjnych i restrykcyjnych chorób płuc oraz jakie procesy fizyczne za tym stoją?
5. Jak prawo Boyle'a-Mariotte'a (relacja między ciśnieniem a objętością gazu) wpływa na procesy wentylacji płuc podczas pomiarów spirometrycznych?