



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Ćwiczenie nr 8

Badanie funkcji płuc metodą spirometryczną



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



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
Wydział Technologii
i Inżynierii Chemicznej



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
Wydział Medyczny

PRACOWNIA BIOFIZYKI



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Wstęp

Ten eksperyment ma na celu stworzenie powiązania z diagnostyką medyczną w kontekście badań funkcji płuc. Wyznaczenie wartości Tiffeneau jest istotną częścią badań funkcji płuc, tak jak są one przeprowadzane w diagnostyce medycznej. Jednakże, przy użyciu tego testu możliwe jest wykrycie jedynie obturacyjnych (a nie restrykcyjnych) chorób układu oddechowego.

Pojemność jednosekundowa FEV_1 to wartość, która dostarcza informacji o tym, czy badany pacjent cierpi na obturacyjną chorobę płuc. W diagnostyce chorób płuc oraz w badaniach czynnościowych płuc, test ten jest regularnie stosowany do wykrywania obturacyjnych chorób płuc. Z kolei w przypadku restrykcyjnych chorób płuc, test ten jest nieodpowiedni, ponieważ zmniejszona pojemność życiowa skutkuje ponownie niejednoznacznym wysokim ilorazem wynoszącym około 75%.

Ważne jest, aby przy wymuszonej wydechu i prawidłowym określeniu wartości mierzonych, osoby badane faktycznie gwałtownie budowały swoją siłę mięśniową w celu wydychania powietrza z płuc. Powoduje to całkowicie błędne wartości, jeśli osoby badane zaczynają powoli wydychać powietrze. Aby uzyskać rzeczywisty związek między FEV_1 a IVC, osoby badane powinny zapewnić, że wydychają jak najwięcej i jak najbardziej gwałtownie w ciągu pierwszej sekundy.

Skrót FEV_1 oznacza wymuszone ciśnienie wydechowe, które można wydychać w ciągu jednej sekundy. Osoba badana kilka razy normalnie wdycha i wydycha przed rozpoczęciem testu, następnie wydycha całe powietrze z naciskiem, potem bierze maksymalny głęboki oddech, wstrzymuje powietrze na krótki moment, a następnie (przy rozpoczęciu pomiaru) stara się wydychać jak najwięcej powietrza w ciągu pierwszej sekundy pomiaru.

Ponadto, w ramach tego testu określa się również pojemność życiową (jako inspiracyjną pojemność życiową = IVC). Jest to potrzebne do utworzenia ilorazu FEV_1 i IVC, który nazywany jest wartością Tiffeneau:

$$\text{wskaźnik Tiffeneau} = \frac{FEV_1}{IVC} [\%]$$

Iloraz ten wynosi $\geq 75\%$ u zdrowych młodych osób. Jeśli występuje obturacyjna choroba układu oddechowego, taka jak na przykład astma oskrzelowa, wartość ta jest znacznie poniżej 75%, ponieważ pojemność jednosekundowa jest znacznie zmniejszona. Ponieważ wartość ta, podobnie jak pojemność życiowa, zależy między innymi od wieku osoby badanej, starsze osoby osiągają jedynie stosunek około 70%. W przeciwieństwie do tych chorób, istnieją również restrykcyjne choroby układu oddechowego, które nie mogą być wykryte tą metodą.

Zadania

- Określ swoją inspiracyjną pojemność życiową IVC w litrach.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- Określ swoją pojemność jednosekundową FEV₁ w litrach.

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



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Zasada pomiaru:

Wewnątrz rurki przepływ powietrza uderza w kilka małych lameli. Wynikiem jest niewielkie opory przepływu, prowadzące do niewielkiej różnicy ciśnień. Ta różnica ciśnień jest oceniana elektronicznie. Zgodnie z prawem Hagen–Poiseuille'a, spadek ciśnienia przed i za lamelą w przepływie laminarnym jest bezpośrednio proporcjonalny do przepływu objętościowego Q (przepływ). Objętość V jest obliczana przez całkowanie przepływu jako funkcji czasu.

Ustawienie przepływu na zero:


W zależności od sposobu trzymania czujnika, może być wyświetlana wartość przesunięcia przepływu. Może to powodować ciągły wzrost obliczanej objętości, nawet jeśli nie oddychasz w czujnik. Aby tego zapobiec, ustaw przepływ na zero za pomocą oprogramowania.

Przebieg ćwiczenia

1. Podłącz dołączony ustnik z filtrem do czujnika.



Rysunek 2. Prawidłowo zamontowany ustnik.

2. Włącz czujnik, przytrzymując przycisk zasilania  przez ponad 3 sekundy. Teraz dioda Bluetooth miga na czerwono.
3. Uruchom oprogramowanie i wybierz czujnik.
4. Jeśli czujnik ma być używany przez interfejs USB, nie musi być włączony. Czujnik jest podłączony bezpośrednio do urządzenia końcowego za pomocą dostarczonego kabla USB.
5. Kod 9-cyfrowy jest wydrukowany na tylnej części czujnika. Ostatnie 4 cyfry kodu są wyświetlane jako oznaczenie czujnika w oprogramowaniu. Umożliwia to dokładne przypisanie czujników do oprogramowania.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

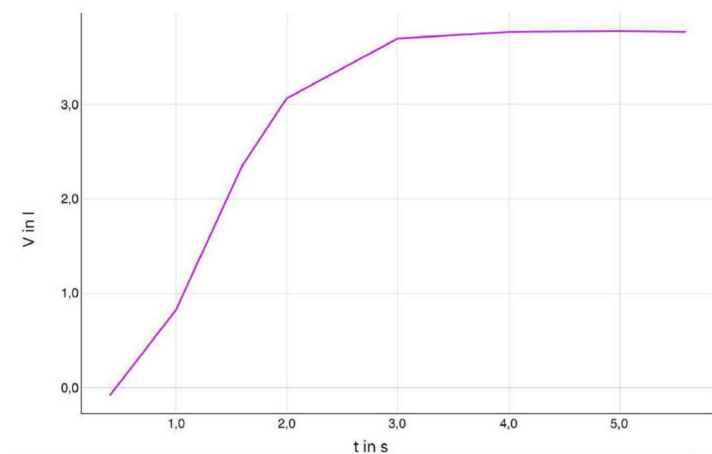
Dofinansowane przez
Unię Europejską



Rysunek 3. Oznaczenie czujnika.

Pomiar 1 (IVC)

6. Stań i kilka razy normalnie wdychaj oraz wydychaj.
7. Następnie wydychaj powietrze tak mocno, jak tylko potrafisz.
8. Umieść ustnik spirometru w ustach tak, aby twoje usta całkowicie otaczały ustnik. Jeśli to konieczne, zatkaj nos, aby powietrze nie wydostawało się przez nos.
9. Rozpocznij pomiar.
10. Teraz wdychaj jak najwięcej powietrza.
11. Zmierz wdychaną objętość jako inspiracyjną pojemność życiową (IVC) w litrach.
12. Następnie zakończ i zapisz pomiar.
13. Możesz odczytać wartość IVC bezpośrednio lub określić ją za pomocą aplikacji graficznej, używając narzędzia „Measure”



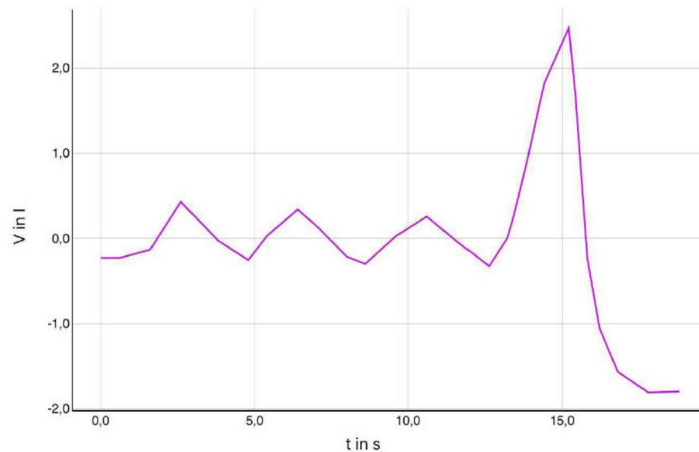
Rysunek 4. Przykładowy przebieg pomiaru ilości wdychanego powietrza.

Pomiar 2 (FEV₁)

14. Umieść ustnik spirometru w ustach tak, aby twoje usta całkowicie otaczały ustnik.
15. Rozpocznij pomiar.
16. Stojąc, kilka razy normalnie wdychaj i wydychaj.
17. Wdychaj jak najgłębiej i wstrzymaj powietrze w płucach na około 1-2 sekundy.
18. Jeśli to konieczne, zatkaj nos, aby powietrze nie wydostawało się przez nos.
19. Wydychaj jak najwięcej powietrza w ciągu pierwszej sekundy. Wzmacniaj siłę mięśniową „nagle”, a nie stopniowo.
20. Zatrzymaj i zapisz pomiar po wydychaniu powietrza (patrz obrazek w prawym dolnym rogu).



21. Możesz odczytać wartość FEV_1 bezpośrednio lub określić ją za pomocą aplikacji graficznej, używając narzędzia „Measure”.
22. Powtórz oba pomiary 10 razy zachowując dwuminutowe przerwy pomiędzy pomiarami.



Rysunek 5. Przykładowy przebieg pomiaru FEV_1 .

Opracowanie wyników

1. Oblicz wartości średnie oraz odchylenia standardowe wskaźników IVC oraz FEV_1
2. Oblicz wartość wskaźnika Tiffeneau.

Pytania kontrolne

1. Jakie parametry oddechowe są mierzone podczas badania funkcji płuc metodą spirometryczną i co one oznaczają?
2. W jaki sposób prawo Hagen-Poiseuille'a odnosi się do przepływu powietrza przez drogi oddechowe w spirometrii?
3. Jakie różnice w wynikach spirometrycznych można zaobserwować u osoby z obturacyjną a restrykcyjną chorobą płuc?
4. Jakie są fizjologiczne mechanizmy odpowiedzialne za różnice w wynikach spirometrii u sportowców w porównaniu do osób nieaktywnych fizycznie?
5. W jaki sposób spirometria może być używana do monitorowania postępu rehabilitacji pacjentów po operacjach płuc lub przewlekłych chorobach układu oddechowego?