

# *Propedeutyka Nauk Medycznych*

## *Laboratorium - Ćwiczenie 3*

### *Czynność płuc (spirometria)*

Wersja 2017/2018

#### **Wstęp teoretyczny**

Układ oddechowy człowieka to jednostka anatomiczno-czynnościowa służąca wymianie gazowej – dostarczaniu do organizmu tlenu i wydalaniu zbędnych produktów przemiany materii, którym jest m.in. dwutlenek węgla. Składają się na niego drogi oddechowe i płuca. Niewielki udział w wymianie gazowej ma również skóra.

Spirometria jest to rodzaj badania medycznego, podczas którego mierzy się objętości i pojemności płuc oraz przepływy powietrza znajdującego się w płucach i oskrzelach w różnych fazach cyklu oddechowego. Spirometria ma na celu określenie rezerw wentylacyjnych układu oddechowego. Badanie wykonuje się przy pomocy urządzenia zwanego spirometrem. Spirometria jest niezbędna do rozpoznania i kontroli efektów leczenia częstych chorób układu oddechowego: astmy i POChP.



**Rysunek 1**

W skład pojemności całkowitej płuc wchodzi różne składowe, nazywane potocznie pojemnością płuc. Wśród nich należy rozróżnić:

**TLC** – total lungs capacity – pojemność całkowita płuc. Na nią składają się:

**VC** – vital capacity – pojemność życiowa ( $VC = IRV + TV + ERV$ ). W badaniu spirometrycznym możemy ją podzielić na:

**TV** – tidal volume – objętość oddechowa – około 0,5 l (500ml) wydychane podczas normalnego wdechu.

**IRV** – inspiratory reserve volume – objętość dopełniająca (uzupełniająca) lub wdechowa objętość zapasowa – około 2,5 l powietrza, które dodatkowo można wciągnąć do płuc (pogłębiony wdech). U mężczyzn IRV ~3300ml, u kobiet IRV ~1900ml

**ERV** – expiratory reserve volume – wydechowa objętość zapasowa – około 1,5 l powietrza, które dodatkowo można usunąć z płuc (pogłębiony wydech). U mężczyzn ERV ~1000ml, u kobiet ERV ~700ml

**RV** – residual volume – objętość zalegająca – jest to objętość około 1,2 l powietrza, które pozostaje w płucach nawet przy najgłębszym wydechu i nie jest wymieniana podczas standardowego oddechu. U mężczyzn RV ~1200ml, u kobiet RV ~1100ml. Pojemność ta nie jest dostępna do zmierzenia podczas standardowego badania spirometrycznego.

Pozostałe wartości parametrów odczytywane podczas badania spirometrem to:

**FEV1** – natężona objętość wydechowa pierwszosekundowa – objętość powietrza wydmuchnięta z płuc w czasie pierwszej sekundy maksymalnie natężonego wydechu.

**FEV1/VC** – stosunek procentowy natężonej objętości wydechowej pierwszosekundowej do pojemności życiowej

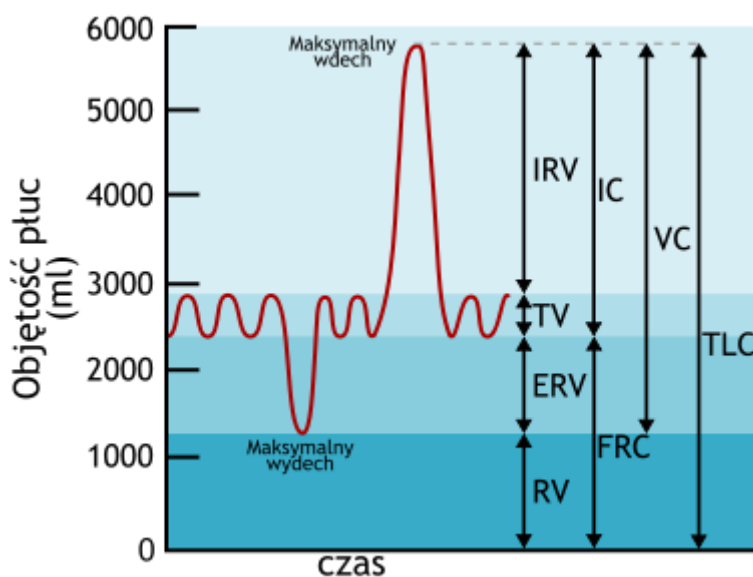
**FVC** – natężona pojemność życiowa. Natężona pojemność życiowa (ang. Forced Vital Capacity; FVC) – największa objętość powietrza, jaką można wydychać z płuc podczas maksymalnego, szybkiego wydechu. Jest zazwyczaj niższa niż w przypadku pojemności życiowej (VC) z uwagi na uwięzienie części powietrza w drogach oddechowych na skutek zapadania się oskrzeli

**IC** – pojemność wdechowa ( $IC = TV + IRV$ )

**FRC** - czynnościowa pojemność zalegająca – ilość gazu oddechowego, która pozostaje w drogach oddechowych po zakończeniu spokojnego wydechu ( $FRC = ERV + RV$ )

**EC** - pojemność wydechowa ( $EC = TV + ERV$ )

**MVV** - maksymalna wentylacja swobodna oznaczana jako MVV - największa objętość gazu jaką można przewentylować płuca w ciągu jednej minuty



Rysunek 2

Pojemność życiowa VC może być, poza pomiarem, oszacowana na podstawie informacji o płci osoby badanej, jej wzrostu i wieku:

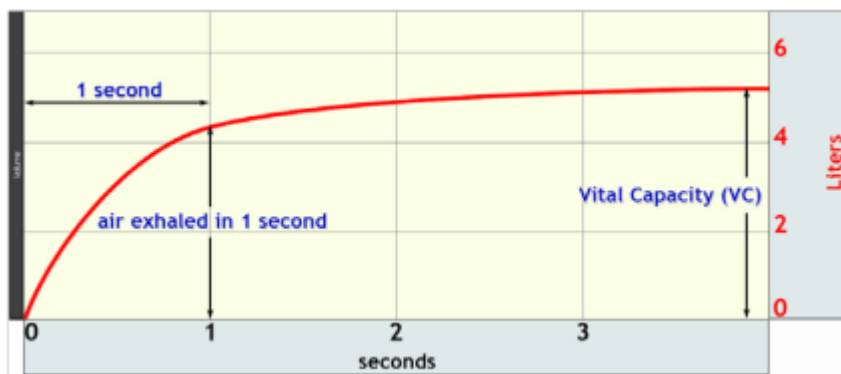
Kobiety:  $VC = 0.041H - 0.018A - 2.69$

Mężczyźni:  $VC = 0.052H - 0.022A - 3.60$

Gdzie: H – wzrost w cm, A – wiek w latach

#### Natężona objętość wydechowa i maksymalna wentylacja swobodna

Test natężonej objętości wydechowej wyznacza czas, po którym osoba badana musi zrobić wydech. Zdefiniowane są 3 wartości pomiaru FEV przy głębokim wdechu: FEV1.0, FEV2.0 i FEV3.0 odpowiadające kolejnym 3 sekundom.



Pojemność  
wydychanego  
powietrza [l]

Czas [s]

$$FEV1.0(\%) = \frac{\text{objętość wydychanego powietrza w 1 sekundzie}}{\text{pojemność życiowa (VC)}} 100\%$$

Typowo osoba dorosła jest w stanie osiągnąć wartość wydychanego powietrza ok. 66-83% swojej pojemności życiowej w ciągu jednej sekundy (FEV1.0.), 75-94% pojemności życiowej w drugiej sekundzie (FEV2.0.) oraz 78-97% pod koniec trzeciej sekundy (FEV3.0.).

Maksymalna wentylacja swobodna (MMV) pozwala ocenić działanie płuc i mięśni oddechowych. MVV jest obliczana jako objętość powietrza przepływającego przez układ oddechowy na minutę, podczas szybkiego i głębokiego oddychania (hiperwentylacji). Podczas wykonywania tego badania osoba powinna wdychać i wydychać powietrze tak głęboko i szybko jak to możliwe (> 1 oddechu / s). Mierzona jest wtedy objętość oddechu i częstość oddechów. Za względu na trudność badania trwa ono maksymalnie 15 sekund. Następnie, w celu obliczenia MVV, wyznacza się średnią objętość na cykl oddechowy (w litrach) poprzez pomnożenie średniej objętości w cyklu oddechowym przez liczbę cykli na minutę (l/min). MVV można również oszacować na podstawie całkowitej objętości powietrza wydychanego w okresie 12 sek. (MVV = całkowita objętość w 12-sek x 5).

Typowe wartości MVV różnią się w zależności od płci, wieku i masy ciała. MVV jest miarą tego, jak bardzo twój układ oddechowy ogranicza twoją zdolność do pracy lub wysiłku fizycznego.



Objętość  
wydychanego  
powietrza [l]

Czas [s]

$$\begin{aligned} \text{liczba cykli na minutę} &= \text{liczba cykli w 12s} \times 5 \\ \text{MVV} &= \text{średnia objętość w cyklu} \cdot \text{liczba cykli/min} \end{aligned}$$

# Procedura

## 1. Instalacja

1. Włącz komputer
2. Upewnij się że jednostka MP3X jest **wyłączona**
3. Podłącz przetwornik przepływu powietrza (SS11LA) do Kanału 1 (Channel 1)
4. Włącz MP3X Data Acquisition Unit
5. Umieść filtr na końcówce pompy kalibracyjnej
6. Połącz pompę z filtrem do przetwornika (Rys. 12. 4) (**Inlet !!**)
7. Uruchom program Biopac Student Lab
8. Wybierz Lekcję 12 (L12- LUNG-1)
9. Wpisz swoje imię
10. Kliknij OK

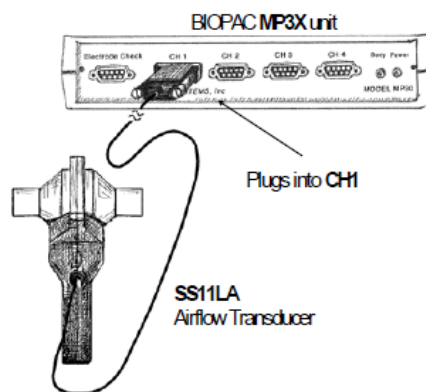


Fig. 12.3

Filtr jest konieczny przy kalibracji i pomiarze, gdyż wymusza gładki przepływ powietrza przez przetwornik. Wymiana filtra jest konieczna jedynie jeśli papier wewnątrz filtra jest rozdarty.

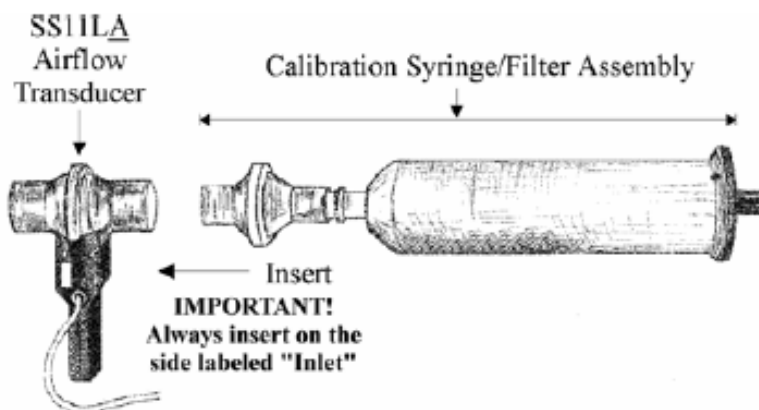


Fig. 12.4

## 2. Kalibracja

1. Wyciągnij tłok pompy kalibrującej i przytrzymaj pompę równolegle do podłoża
2. Kliknij **Calibrate**
3. Przygotuj się do drugiego etapu kalibracji
4. Kliknij **Yes** po zapoznaniu się z komunikatem programu
5. Dokonaj 5 cykli pompowania (10 wtłoczeń i odciągnięć powietrza)
6. Kliknij **End Calibration**
7. Sprawdź dane kalibracyjne. Jeśli są prawidłowe, przejdź do sekcji Zbierania danych. Jeśli są nieprawidłowe, powtórz kalibrację

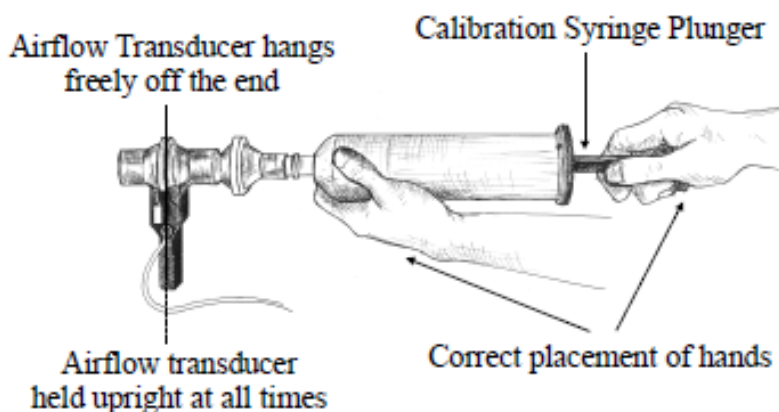


Fig. 12.5

WAŻNE: Nie trzymaj za uchwyt przetwornika podczas kalibracji gdyż końcówka pompy może ulec złamaniu!

Po kalibracji wykres na ekranie powinien wyglądać następująco:

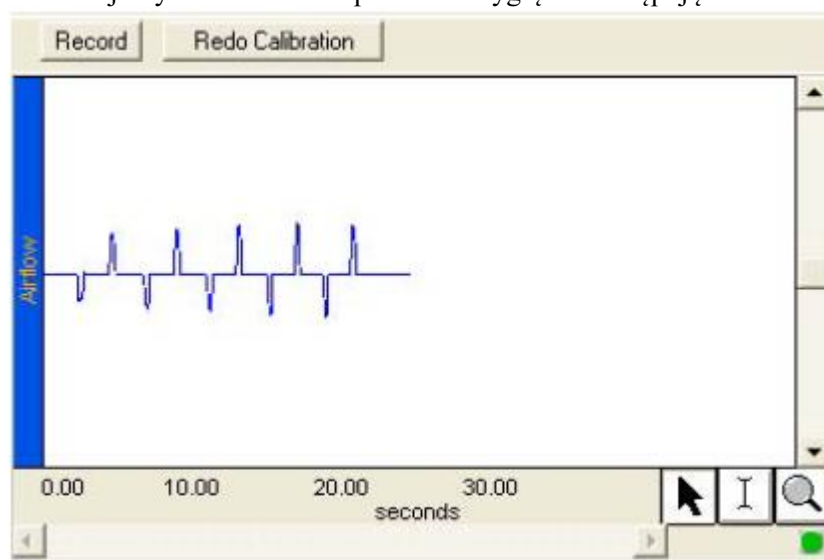


Figure 12.6

## 3. Pomiary – eksperyment 1 (pojemności i objętości)

1. Sprawdzenie kalibracji
  - a. Kliknij Record
  - b. Wtłocz powietrze do tłoka AFT6 5 razy
  - c. Kliknij Stop
  - d. Zmierz amplitudę P-P w kanale CH2. Powinna wynosić 0.6 l (Rys. 12.7)
  - e. Kliknij Redo i kontynuuj pomiar pacjenta (lub kliknij Done i powtórz)

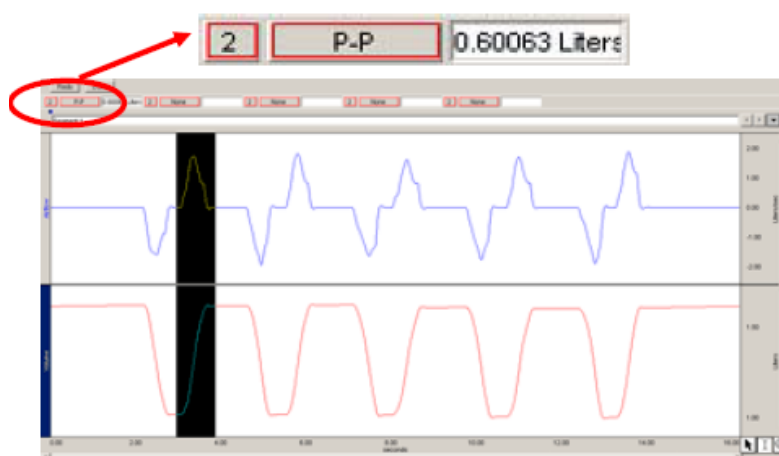


Figure 12.7 Calibration Validation shows P-P result 0.6 liters



kalibrację jeśli  
wynik był  
niepoprawny)

2. Przygotuj się do rejestracji danych
3. Przyłącz czysty ustnik (z filtrem, jeśli potrzeba) jak opisano niżej

Jeśli nie wykonano sterylizacji głowicy:

4. Pacjent powinien nałożyć osobistą zatyczkę na nos
5. Oddychaj normalnie przez 20 sekund przez przetwornik **PRZED** kliknięciem Record
6. Kliknij **Record**
  - a. Wykonaj 5 normalnych oddechów
  - b. Wciągnij maksymalnie powietrze
  - c. Wypuść maksymalnie powietrze
  - d. Wykonaj 5 normalnych oddechów

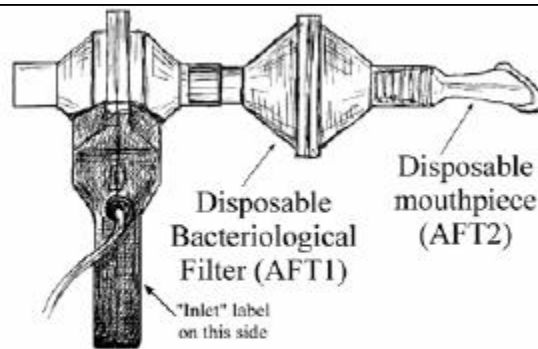
7. Kliknij **Stop**
8. Przejrzyj dane wyświetlone na ekranie

Jeśli są poprawne, idź do kroku 9.

Jeśli są niepoprawne, kliknij **Redo**

9. Kliknij **Done**

KONIEC POMIARU



Airflow Transducer (SS11LA)

Fig. 12.9 SS11LA with unsterilized head

Przez oddech rozumiemy pełny cykl wdech-wydech. Podczas „normalnego” oddychania, pacjent powinien być zrelaksowany i mieć zamknięte oczy. Pierwsze 5 oddechów służy aklimatyzacji do oddychania przez ustnik.



Fig. 12.11 Keep the Airflow Transducer upright at all times

Jeżeli pomiar zaczyna się od wdechu, powinien zakończyć się na wydechu i odwrotnie.

Po wykonaniu pomiaru, wykres powinien wyglądać następująco:

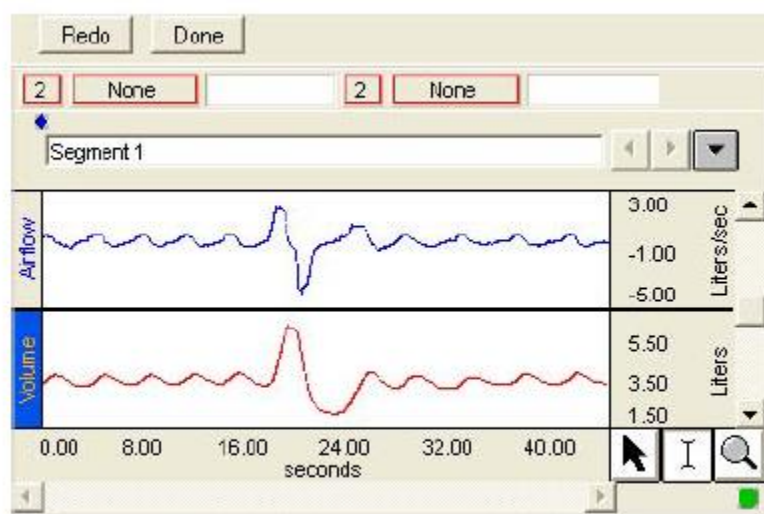


Fig. Fig. 12.12

#### 4. Analiza danych (Eksperyment 1)

1. Wejdź w tryb **Review Saved Data** i wybierz plik danych do analizy
2. **Wyłącz** Channel 1 – Airflow po sprawdzeniu danych z tego kanału
3. Ustaw opcje pomiaru tak by odczytać wartości: **P-P**, **Max**, **Min**, **Delta** z Channel 2 (CH2)
4. A
5. Zmierz wartość VC (P-P)
6. Dokonaj dwóch pomiarów by obliczyć średnią wartość TV
  - a. Użyj kursora **I-Beam** do zaznaczenia wdechu w trzecim cyklu oddechowym i zapisz wartość P-P (Rys. 12.16). Zaznaczony obszar powinien zaczynać się na minimum, a kończyć na maksimum cyklu
  - b. Użyj kursora **I-Beam** do zaznaczenia wydechu w trzecim cyklu oddechowym i zapisz wartość P-P (Rys. 12.17). Zaznaczony obszar powinien zaczynać się w punkcie maksymalnym, a kończyć w punkcie minimalnym cyklu
7. Użyj kursora **I-Beam** i narzędzi pomiarowych do odczytania następujących objętości i pojemności płucnych: IRV, ERV, IC, EC (Delta); RV (Min); TLC (Max)
8. Zapisz lub wydrukuj plik z danymi
9. Wyłącz program

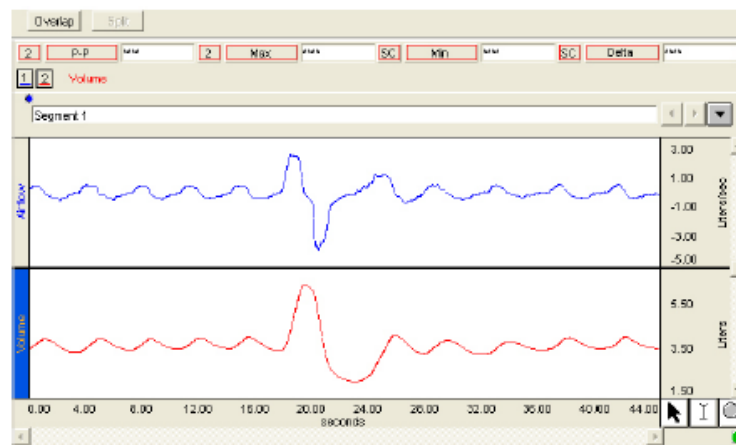


Fig. 12.13

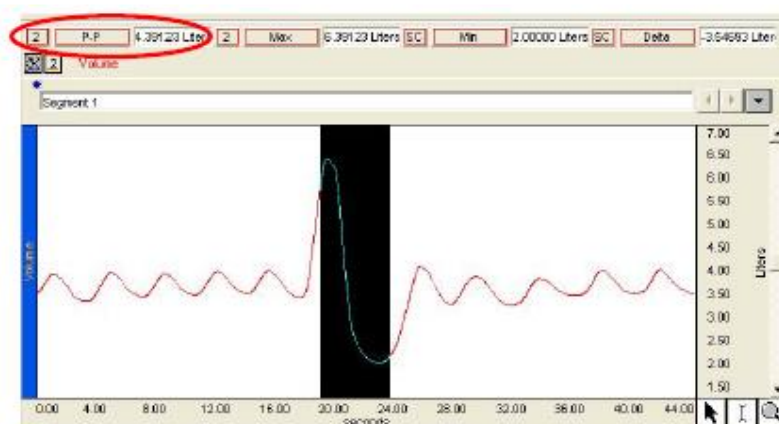


Figure 12.15 Example of VC from P-P measure

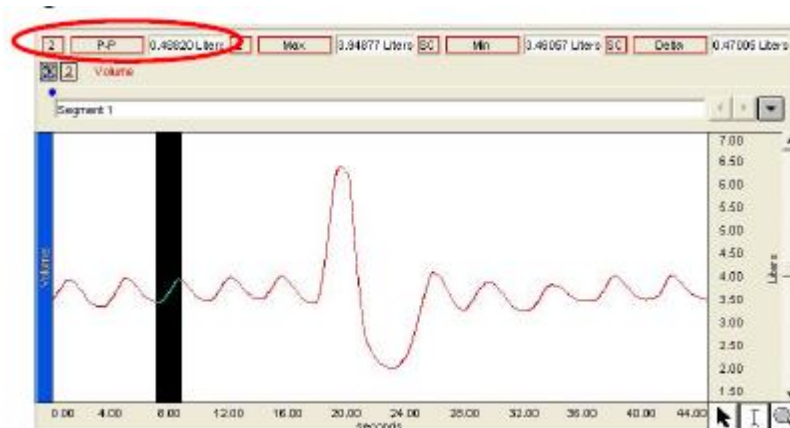


Fig. 12.16 Inhalation of third breath cycle selected to measure P-P

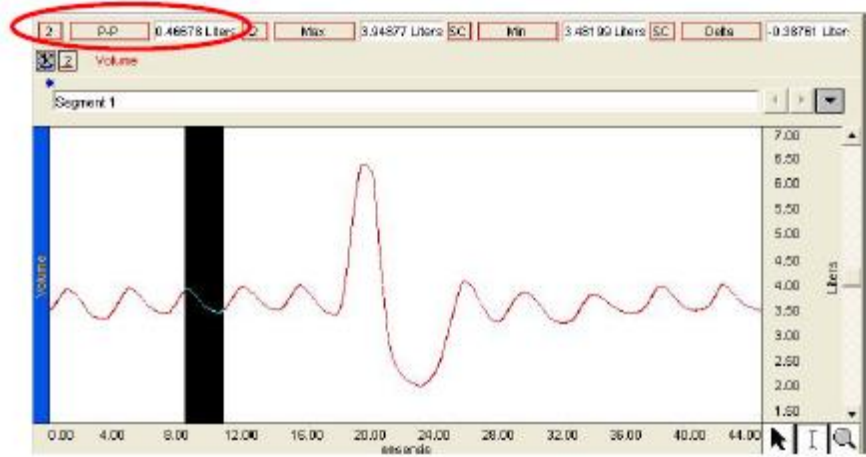


Fig. 12.17 Exhalation of third breath cycle selected to measure P-P

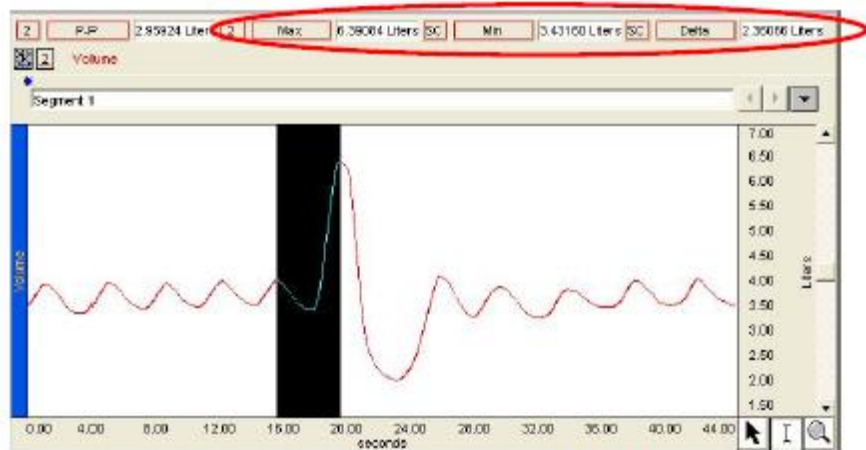
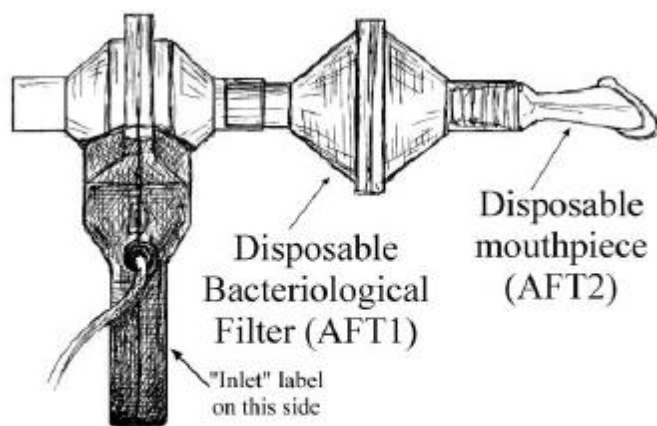


Fig. 12.18 Example of measurements for TLC (Max result), RV (Min result), and IRV (Delta result)T

5. Uzupełnij odnośną część sprawozdania
6. Pomiary (Eksperyment 2 – FEV, MVV)

1. Przygotuj się do pomiarów
2. Podłącz ustnik i filtr do przetwornika jak w eksperymencie 1 (jeżeli potrzeba, dokonaj przedtem kalibracji wg wskazań w eksperymencie 1)
3. Załóż pacjentowi zatyczkę na nos, pacjent powinien usiąść prosto i oddychać przez ustnik
4. Kliknij **Record**
5. Wykonaj następujące kroki:
  - a. Oddychaj normalnie przez 3 cykle
  - b. Zrób maksymalnie głęboki wdech i wstrzymaj oddech na krótką chwilę
  - c. Wypuść powietrze maksymalnie i najszybciej jak potrafisz



Airflow Transducer (SS11LA)

Fig. 13.10 SSLA with unsterilized head



- d. Oddychaj normalnie przez 3 cykle
6. Kliknij **Stop**
7. Przejrzyj wykresy, w przypadku nieprawidłowości kliknij **Redo**, jeżeli wykres jest prawidłowy (Rys. 13.12) przejdź do następnego kroku
8. Użyj kursora **I-Beam** do zaznaczenia obszaru maksymalnego wdechu (musi mieć co najmniej 3 sekundy długości!)
9. Kliknij **Setup FEV**
10. Obejrzyj wykresy, jeżeli są poprawne przejdź do kroku 11, jeżeli nie, kliknij **Redo**
11. Kliknij **Begin MVV**
12. Upewnij się, że pacjent ma założoną zatyczkę na nos. Pacjent powinien rozpocząć oddychanie przez przetwornik
13. Kliknij **Record MVV**
14. Wykonaj następujące kroki:
  - a. Oddychaj normalnie przez 5 cykli
  - b. Oddychaj szybko i głęboko przez 12-15 sekund
  - c. Oddychaj normalnie przez 5 cykli
15. Kliknij **Stop**
16. Przejrzyj wykresy (Fig. 13.15). Jeżeli są niepoprawne, kliknij **Redo**
17. Kliknij **Done**



Fig. 13.11

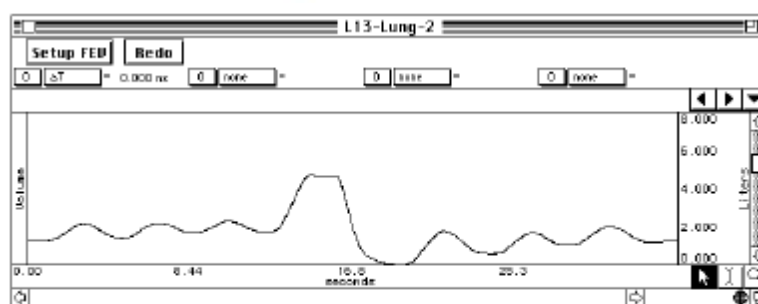


Fig. 13.12

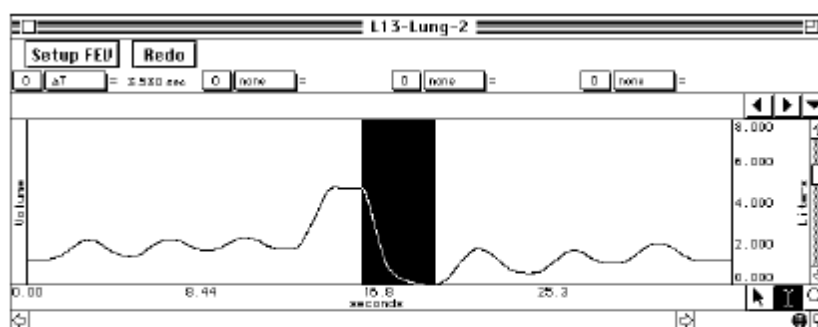


Fig. 13.13

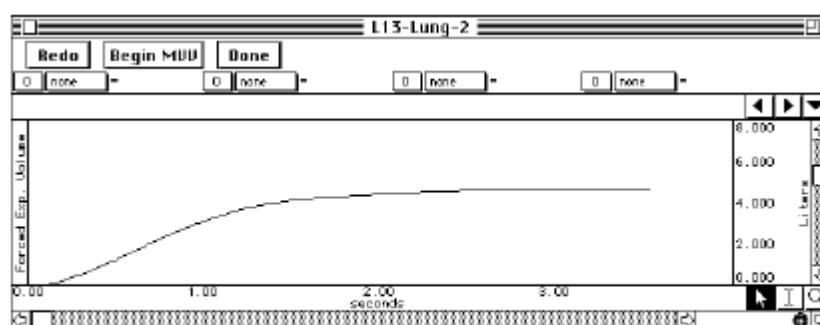


Fig. 13.14

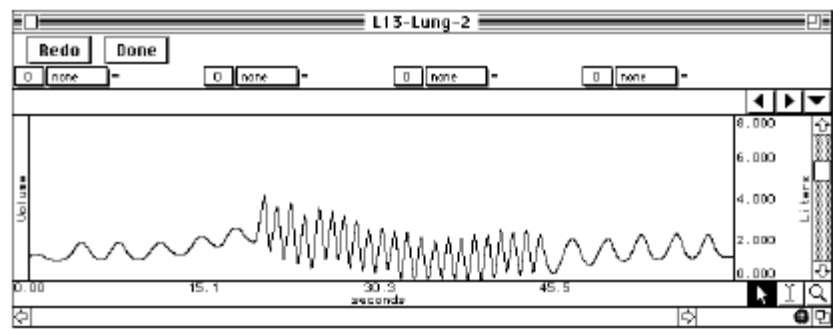


Fig. 13.15

## 7. Analiza danych (Eksperyment 2)

1. Otwórz tryb **Review Saved Data** I wybierz plik do analizy. Channel 1 powinien wyświetlać objętość (**Volume**)
2. Włącz podziałkę na wykresie
3. Ustaw pomiary: CH1 – dT oraz CH1 – p-p
4. Użyj kursora **I-Beam** do zaznaczenia obszaru od początku do końca nagrania
5. Użyj kursora **I-Beam** do zaznaczenia obszaru obejmującego pierwszą sekundę (Fig. 13.19)
6. Użyj kursora **I-Beam** do zaznaczenia obszaru obejmującego pierwsze dwie sekundy (Fig. 13.20)
7. Użyj kursora **I-Beam** do zaznaczenia obszaru obejmującego pierwsze trzy sekundy (Fig. 13.21)
8. Rozwiń menu **Lessons**, wybierz **Review Saved Data** I wybierz plik MVV. Channel 0 powinien wyświetlać objętość (**Volume**) po wczytaniu.
9. Użyj narzędzia **zoom** by ustawić optymalny widok wykresu na odcinku szybkiego oddychania (Fig. 13.22)
10. Ustaw pomiary CH0 – dT oraz CH0 – p-p
11. Użyj kursora **I-Beam** do zaznaczenia przedziału o długości 12 sekund z odcinka szybkiego oddychania, tak by

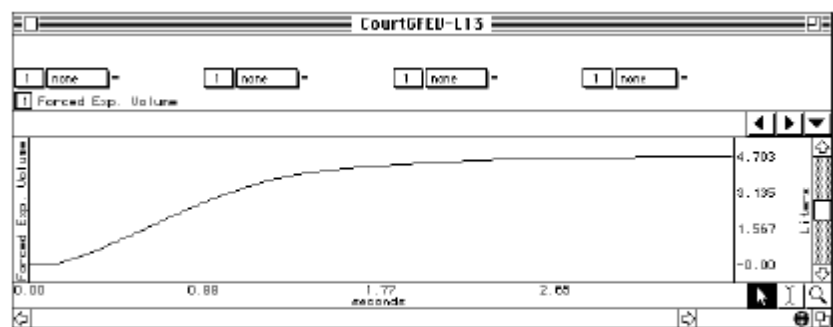


Fig. 13.16

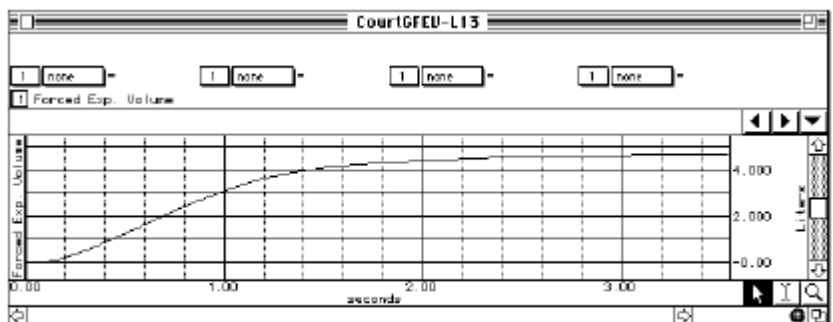


Fig. 13.17 Grids ON

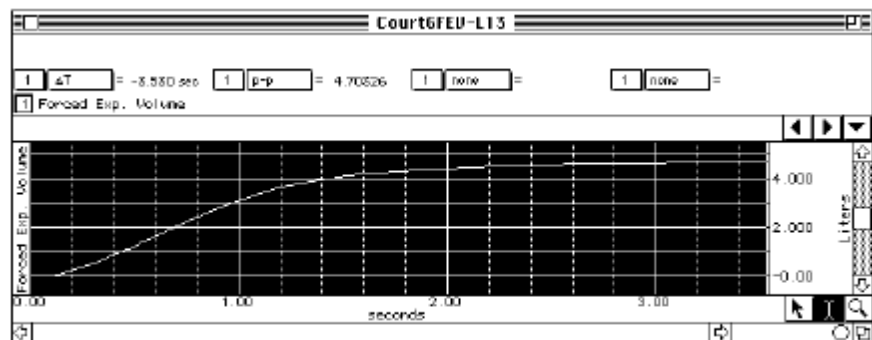


Fig. 13.18

najlepiej policzyć liczbę cykli

12. Umieść marker na końcu zaznaczonego obszaru (Fig. 13.23)
13. Użyj kursora **I-Beam** do zaznaczenia każdego z osobna cyklu w 12-sekundowym przedziale zdefiniowanym w Kroku 11. Każdy cykl powinien być zaznaczony osobno.
14. Zapisz lub wydrukuj plik danych
15. Wyłącz program

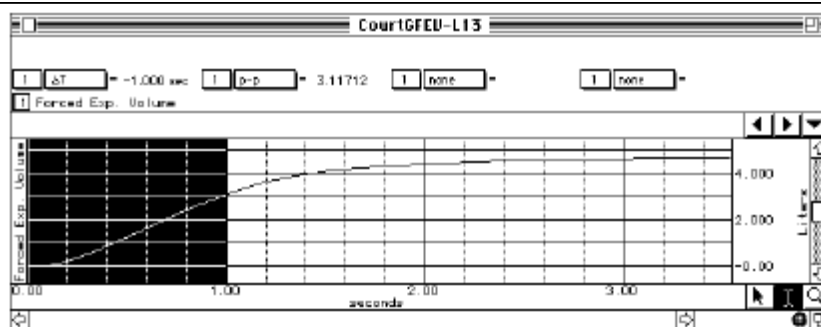


Fig. 13.19 FEV<sub>1</sub>

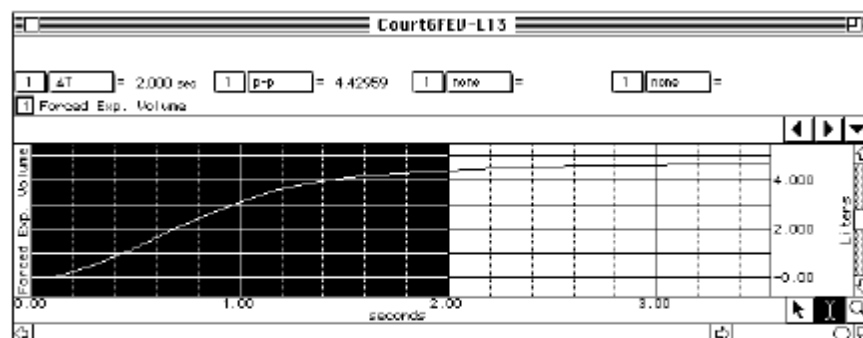


Fig. 13.20 FEV<sub>2</sub>

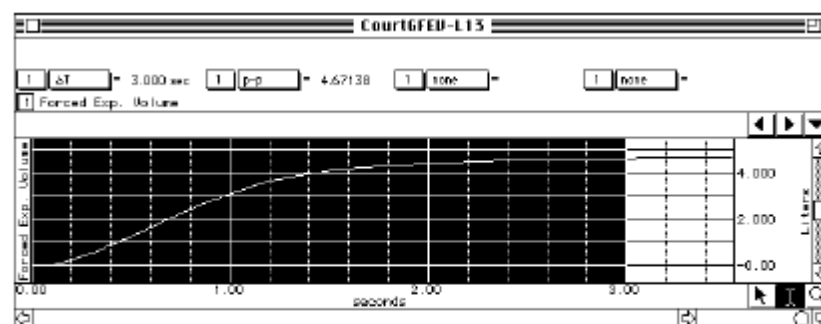
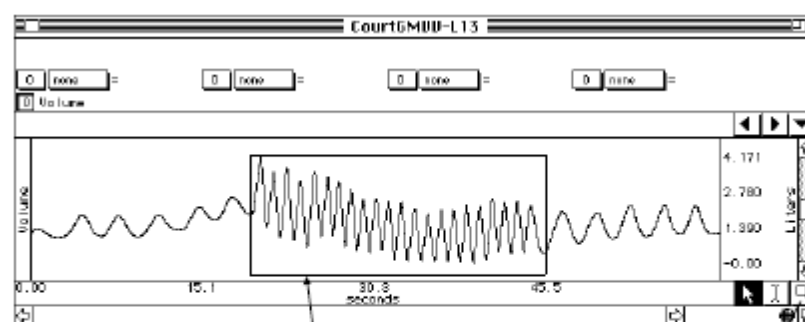


Fig. 13.21 FEV<sub>3</sub>



Select area of deep, fast, breathing with Zoom Tool

Fig. 13.22

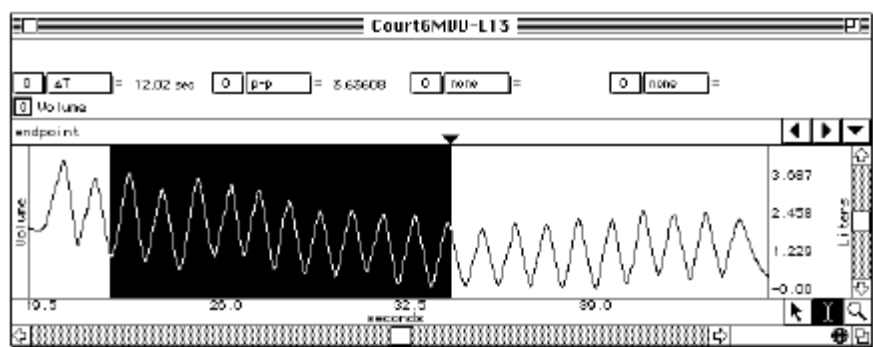


Fig. 13.23

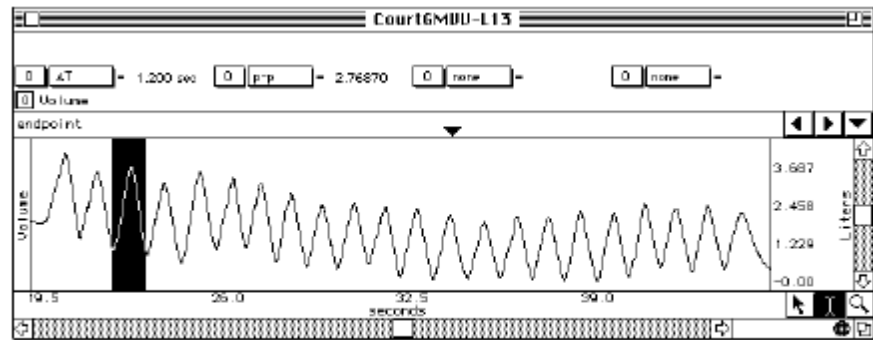


Fig. 13.24

8. Wypełnij pozostałą część sprawozdania

# FORMULARZ SPRAWOZDANIA

Data:.....

Członkowie grupy: .....

**Tabela 1. Dane badanej grupy**

Pacjent	Wiek	Wzrost	Waga	Płeć
1				
2				
3				
4				
5				

## ***Eksperyment 1***

### **1. Pojemność życiowa**

Pacjent	Przewidywana pojemność życiowa	Zmierzona (P-P) pojemność życiowa	Stosunek przewidywanej i zmierzonej pojemności życiowej [%]
1			
2			
3			
4			
5			

Pojemność życiowa zależy od różnych czynników innych niż wzrost i wiek. 80% stosunku przewidywanej do zmierzonej VC wciąż uważa się za „normalną”



[illegible]

Oblicz średnią objętość na cykl (AVPC – average volume per cycle): .....

Oblicz MVV (AVPC x liczba cykli na minutę): .....

## 6. Pytania:

**A. Dlaczego przewidywana pojemność życiowa płuc zależy od wzrostu?**

.....

.....

.....

**B. Wyjaśnij jak czynniki inne niż wzrost mogą mieć wpływ na pojemność płuc.**

.....

.....

.....

**C. Jak zmieniłyby się wyniki pomiarów, gdyby wykonane zostały po dużym wysiłku fizycznym?**

.....

.....

.....

**D. Jaka jest różnica między objętościami a pojemnościami płuc?**

.....

.....

.....

**E. Czy możliwe jest, żeby pacjent miał normalną pojemność życiową płuc przy obniżonym parametrze FEV1?  
Wyjaśnij odpowiedź.**

.....

.....

.....

**F. MVV spada z wiekiem. Dlaczego?**

.....

.....

.....

**G. Jak zwężenie oskrzeli obecne u astmatyków wpływa na ich parametry VC, FEV1 i MVV?**

.....

.....

.....

**H. Leki z grupy bronchodylatorów oczyszczają i rozszerzają oskrzela. Jak wpływa to na pomiary FEV i MVV?**

.....

.....

.....