

SPIROMETRIA



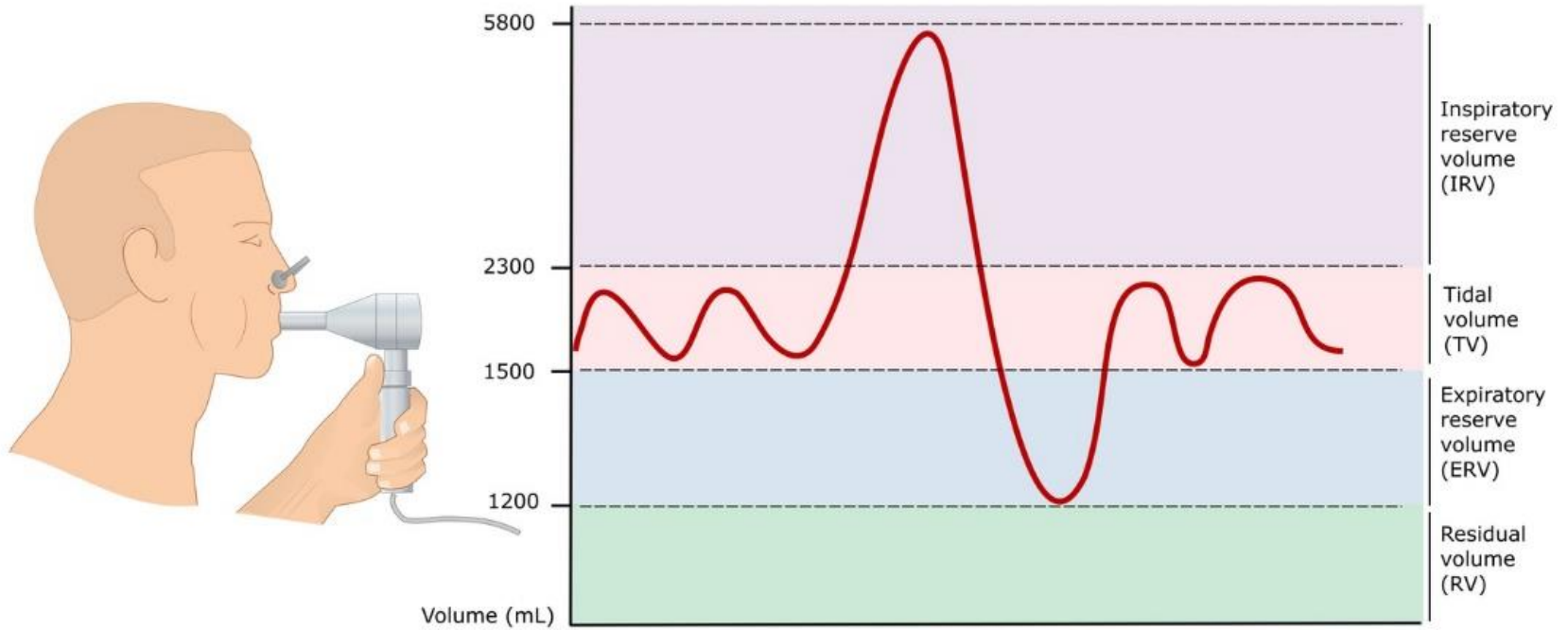
Spirometria

- Badanie służy do oceny wentylacji płuc
- Umożliwia pomiar objętości wydychanego powietrza oraz natężenie przepływu w czasie wdechu i wydechu
- Pomiar objętości i pojemności płuc można przeprowadzić w warunkach statycznych i dynamicznych (objętość V-volume oznacza pewną niepodzielną całość, pojemność C-capacity oznacza sumę dwóch lub więcej objętości)

Spirometria statyczna (klasyczna)

- Pozwala na pomiar objętości i pojemności płuc w warunkach spokojnego oddychania (statycznych)
- Odzwierciedla własności sprężyste płuc i ściany klatki piersiowej
- Oznaczamy: VC (Vital Capacity), VC ex, VC in, TV, ERV, IRV, IC

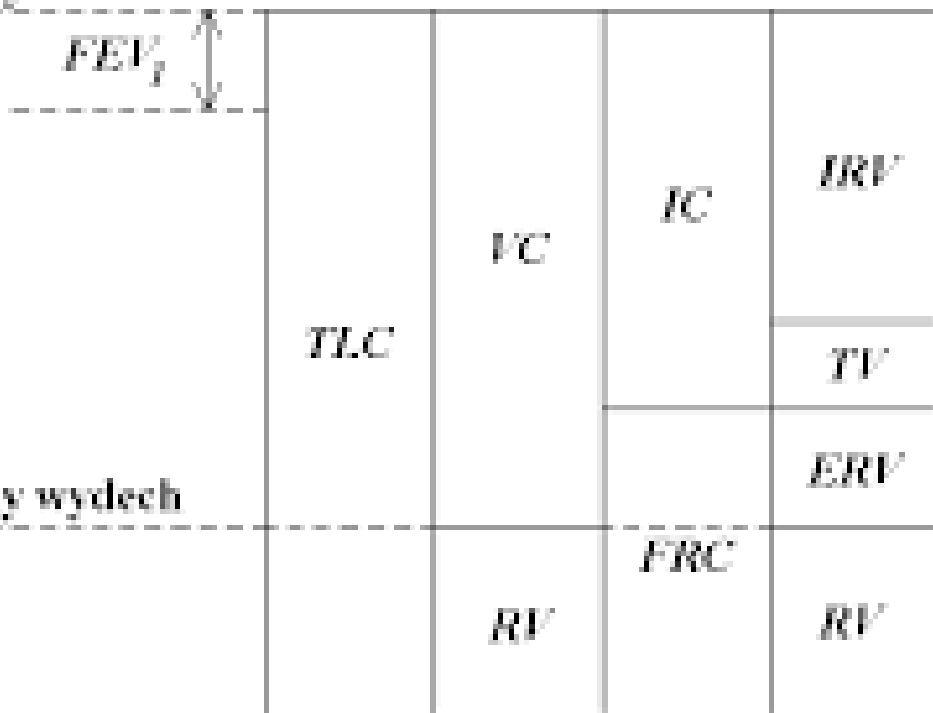
SPIROMETRY



Male	Female
3000	1900
500	500
1100	700
1200	1100
5800 mL	4200 mL

Pojemności i objętości płuc w badaniu spirometrii statycznej

maksymalny wdech



$$TLC = VC + RV$$

$$TLC = IC + FRC$$

$$TLC = IRV + TV + ERV + RV$$

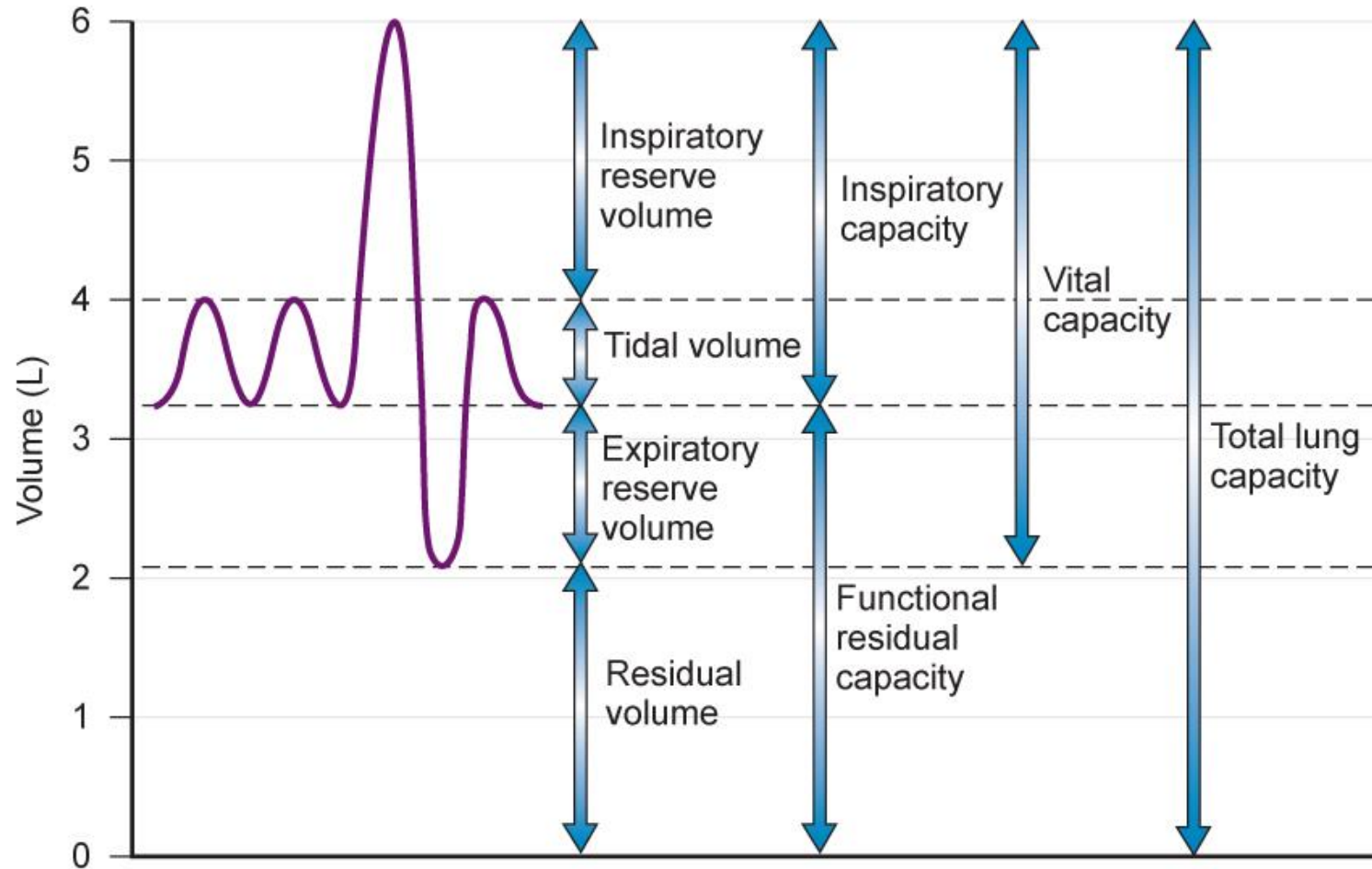
$$IC = IRV + TV$$

$$FRC = ERV + RV$$

$$VC = IC + TV + ERV$$

maksymalny wydech

Spirometria statyczna



Objętości i pojemności płuc

- **TV** (tidal volume) objętość oddechowa – objętość powietrza wdychanego (lub wydychanego) podczas pojedynczego spokojnego oddechu
- **IRV** (inspiratory reserve volume) wdechowa objętość zapasowa – największa objętość powietrza, która może być jeszcze wciągnięta do płuc po zakończeniu spokojnego wdechu
- **ERV** (expiratory reserve volume) wydechowa objętość zapasowa – największa objętość powietrza, która może być jeszcze wydmuchana z płuc po zakończeniu spokojnego wydechu
- **IC** (inspiratory capacity) pojemność wdechowa – największa objętość powietrza która może być wciągnięta do płuc po zakończeniu spokojnego wydechu

Objętości i pojemności płuc cd.

- **RV** (residual volume) objętość zalegająca – objętość powietrza która pozostaje w płucach po wykonaniu maksymalnego wydechu
- **FRC** (functional residual capacity) czynnościowa pojemność zalegająca – ilość powietrza pozostająca w płucach po wykonaniu spokojnego wydechu
- **TLC** (total lung capacity) całkowita pojemność płuc – suma objętości oddechowej, objętości zapasowej wdechowej i wydechowej oraz objętości zalegającej
- **VC** (vital capacity) pojemność życiowa – największa objętość powietrza, którą można wciągnąć do płuc albo wydmuchać pomiędzy maksymalnym wydechem a maksymalnym wdechem **$VC = IRV + TV + ERV$**

Uwaga!

Podczas badania spirometrycznego **nie można** dokonać pomiaru

- objętości zalegającej (**RV**)
- pojemności zalegającej (**FRC**)
- całkowitej pojemności płuc (**TLC**).

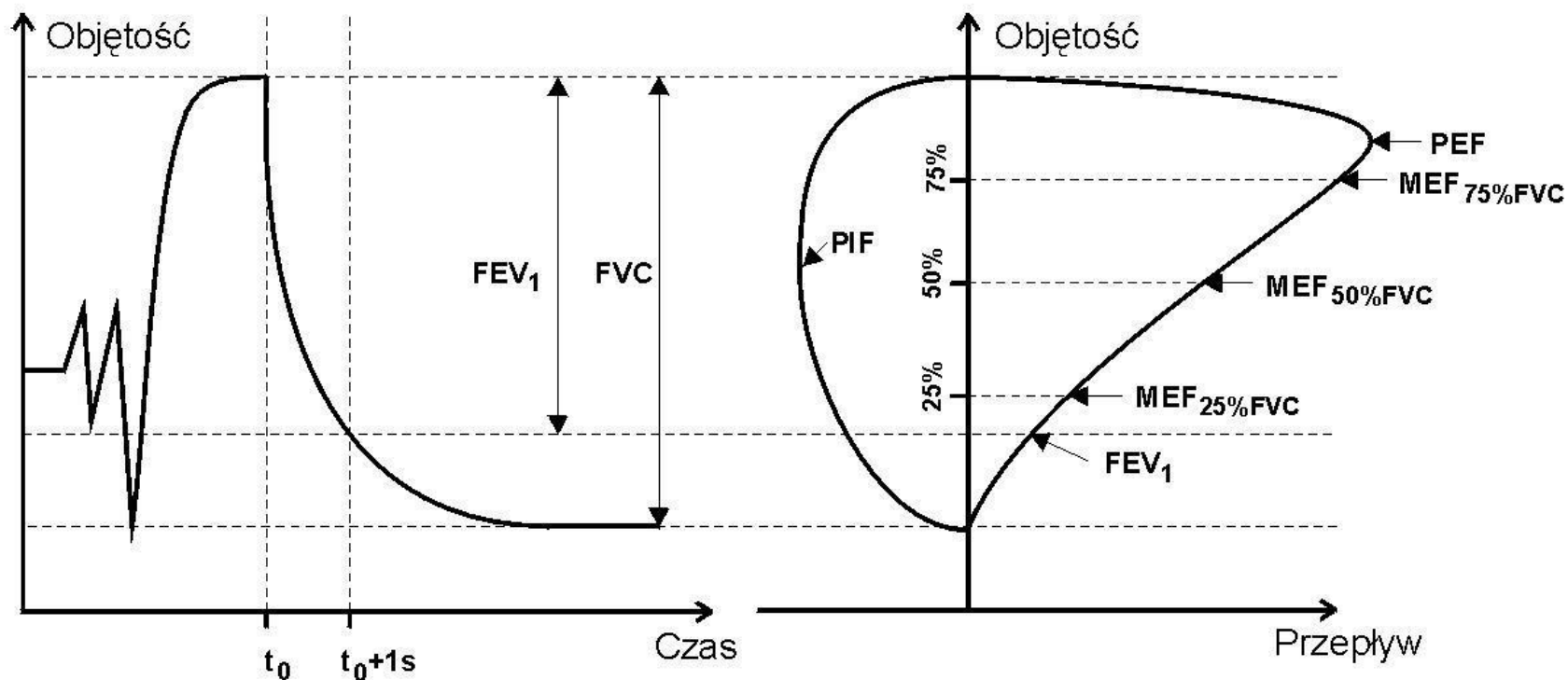
Można w/w zmierzyć np. w badaniu pletyzmograficznym.

Spirometria dynamiczna

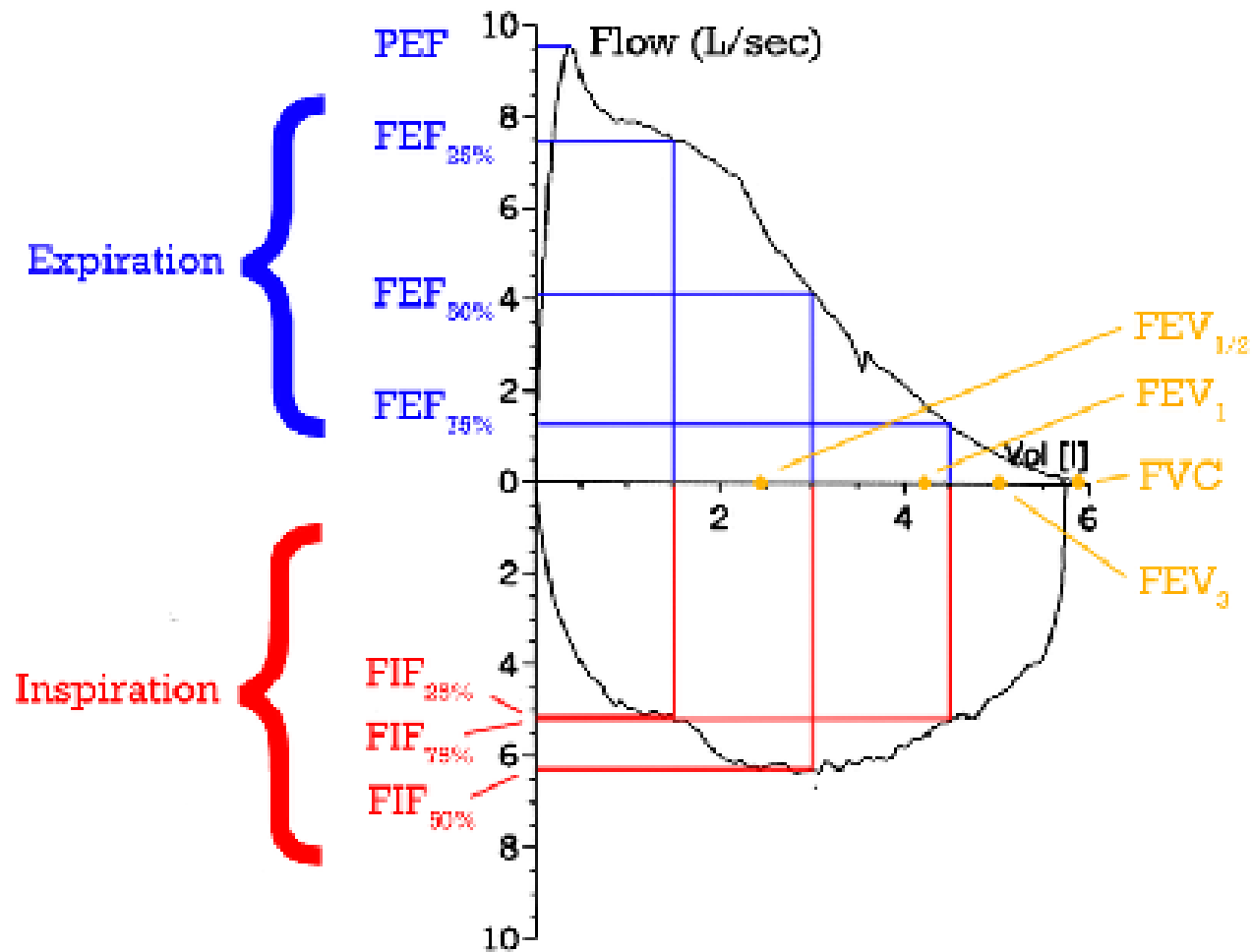
- Pozwala na pomiar przepływu powietrza w poszczególnych fazach wydechu i ocenę **natężonej pojemności** życiowej płuc
- Objętości płuc mierzone w warunkach dynamicznych (**natężone wdechy i wydechy**) odzwierciedlają stan dróg oddechowych
- Oznaczamy m.in.: FVC, FEV1, FEV1%FVC, PEF, MEF75, MEF50, MEF50, MEF25, MIF50

Spirometria dynamiczna

Krzywa przepływ-objętość



Krzywa przepływ objętość – część wdechowa i wydechowa



- **FVC (natężona pojemność życiowa)** – odpowiada ilości powietrza wydychanego podczas natężonego wydechu po maksymalnym powolnym wdechu. **Obniżenie wartości FVC jest charakterystyczne dla schorzeń przebiegających ze zmniejszeniem ilości miąższu płuc.**
- **VC (pojemność życiowa)** – ilość powietrza wydychanego podczas spokojnego wydechu po maksymalnym wdechu. Ma podobne znaczenie diagnostyczne jak FVC. Wartość VC jest zwykle wyższa niż FVC, nawet u osób zdrowych. **Różnica ta zwiększa się u osób z obturacją na skutek istnienia tzw. pułapki powietrza.**
- **FEV1 (natężona objętość wydechowa pierwszosekundowa)** – odpowiada objętości powietrza wydychanego w pierwszej sekundzie natężonego wydechu. **Pozwala ocenić drożność dróg oddechowych; zmniejsza się w chorobach przebiegających ze zwężeniem oskrzeli.**

Rozpoznanie obturacji w badaniu spirometrycznym

FEV1/VC lub **FEV1/FVC** (tzw. wskaźnik Tiffeneau oraz wskaźnik pseudo-Tiffeneau) są używane zamiennie.

Pozwalają określić rodzaj zaburzeń wentylacji. **Obniżenie tych wskaźników do wartości $< 0,7$ ($< 70\%$ wartości bezwzględnej) pozwala rozpoznać obturację.**

Czułość FEV1/VC jest większa niż FEV1/FVC.



- **PEF** (Peak Expiratory Flow – przepływ szczytowy) – maksymalna prędkość przepływu powietrza osiągnięta podczas maksymalnego wydechu.
- **MEF50** (Maximal Expiratory Flow at 50% of FVC – maksymalny przepływ wydechowy w połowie natężonej pojemności życiowej) – jest wskaźnikiem pozwalającym ocenić stopień drożności drobnych oskrzeli (tj. o średnicy < 2mm).
- **Jeśli MEF50 wynosi <60%** wartości należytnej, przy prawidłowej wartości FEV1/FVC, możemy rozpoznać nieprawidłowy wynik testu drobnych oskrzeli.

Parametry spirometryczne

- Spirometria statyczna (VC, TV, ERV, IRV, RV, TLC)
- Spirometria dynamiczna (FVC, FEV1, PEF, MEF25, MEF 50, MEF 75)
- Wskaźnik Tiffeneau $FEV1/VC$
- Wskaźnik pseudo Tiffeneau $FEV1/FVC$

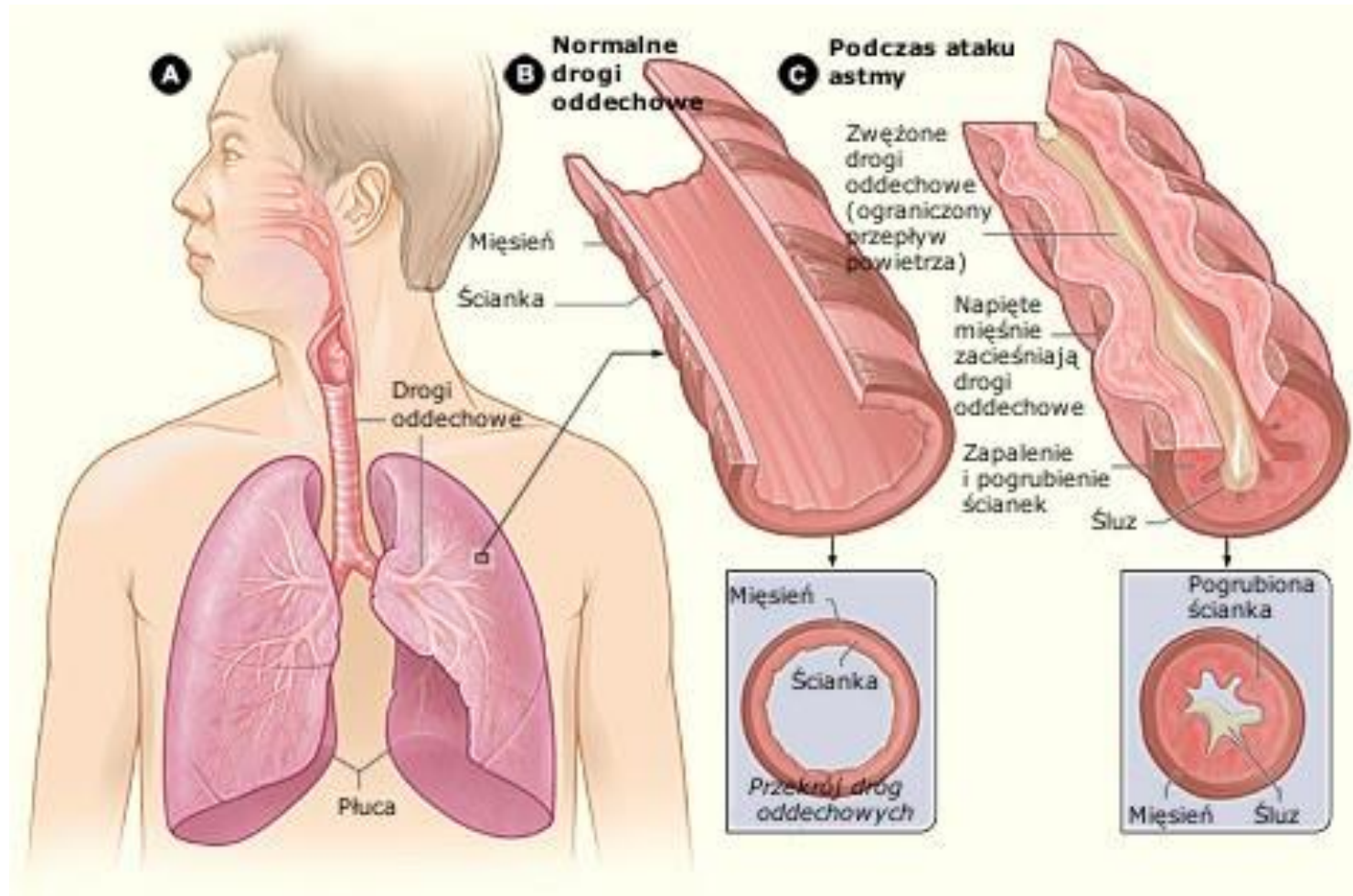
Typy zaburzeń wentylacji

- **Obturacja**
- **Restrykcja**
- **Zaburzenia mieszane? (pseudorestrykcja)**

Obturacja (zwięźnienie światła dróg oddechowych)

- Przyczyny: obturacja uogólniona (astma oskrzelowa, POChP), obturacja lokalna wewnątrz klatki piersiowej (ucisk na oskrzele, naciek w świetle oskrzela, ciało obce), obturacja lokalna poza klatką piersiową (obrzęk krtani, porażenie strun głosowych, duszenie)
- Kryteria obturacji
 - FEV1/FVC (VC) – obniżone <70%
 - FEV1 – obniżone (<80% wartości należnej)
 - FVC (VC) – prawidłowe lub obniżone (<80% wn)

Obturacja w astmie oskrzelowej



Stopnie obturacji

- łagodna FEV1 > 80% wn
- Umiarkowana FEV1 50-79% wn
- Ciężka FEV1 30-49%wn
- Bardzo ciężka FEV1 < 30% wn

Test rozkurczowy



Test rozkurczowy

- Wykonuje się w przypadku stwierdzenia obturacji w badaniu spirometrycznym
- Polega na dwukrotnym wykonaniu spirometrii: przed i po (15 – 30min) od inhalacji leku rozszerzającego oskrzela
- Kryteria dodatniej próby wg PTF to wzrost FEV1 i/lub FVC o więcej niż 200ml i 15% wartości wyjściowej
- Przed wykonaniem próby należy odpowiednio wcześniej odstawić leki rozszerzające oskrzela

Restrykcja (ograniczenie)

- Ograniczenie ilości czynnego mięszu płuc
- Przyczyny restrykcji:
 - płucne (zapalenie płuc, wycięcie tkanki płuc, naciek nowotworowy, choroby śródmiąższowe, zastoinowa niewydolność serca)
 - pozapłucne (zmiany w opłucnej, w ścianie klatki piersiowej, jamie brzusznej, choroby nerwowo-mięśniowe, otyłość)

Restrykcja – płatowe zapalenie płuc



Kryteria sugerujące restrykcję

- **FEV1%FVC (VC) – prawidłowe,**
FVC (VC) – obniżone, FEV1 – obniżone lub
prawidłowe,
- Główne kryterium to **obniżenie TLC**
- Spirometria nie pozwala na jednoznaczne rozpoznanie zaburzeń o typie restrykcji

Stopień nasilenia zmniejszenia FVC

- Łagodne FVC = 80% - 71% wn
- Umiarkowane FVC = 70% - 61% wn
- Umiarkowanie ciężkie FVC = 60% - 51% wn
- Ciężkie FVC = 35% - 50% wn
- Bardzo ciężkie FVC = lub < 34% wn

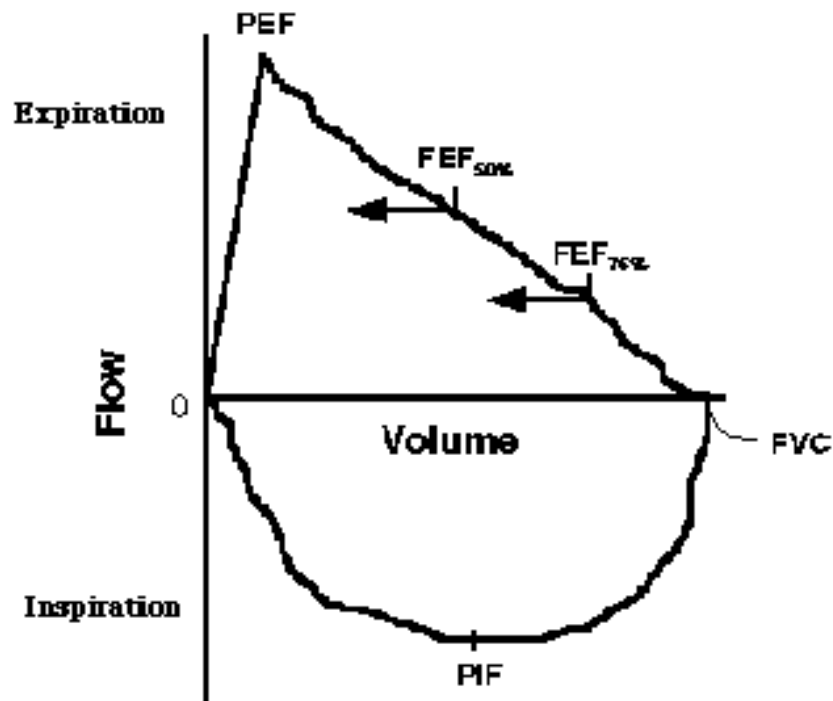
Pseudorestrykcja

Występuje np. w zaawansowanym POChP, gdy utracie sprężystości płuc towarzyszy zwiększenie objętości zalegającej i podczas nasilonego wydechu dochodzi do zapadania się drobnych oskrzeli

Stwierdzone jest przy pomiarze FVC
VC ma wartość prawidłową

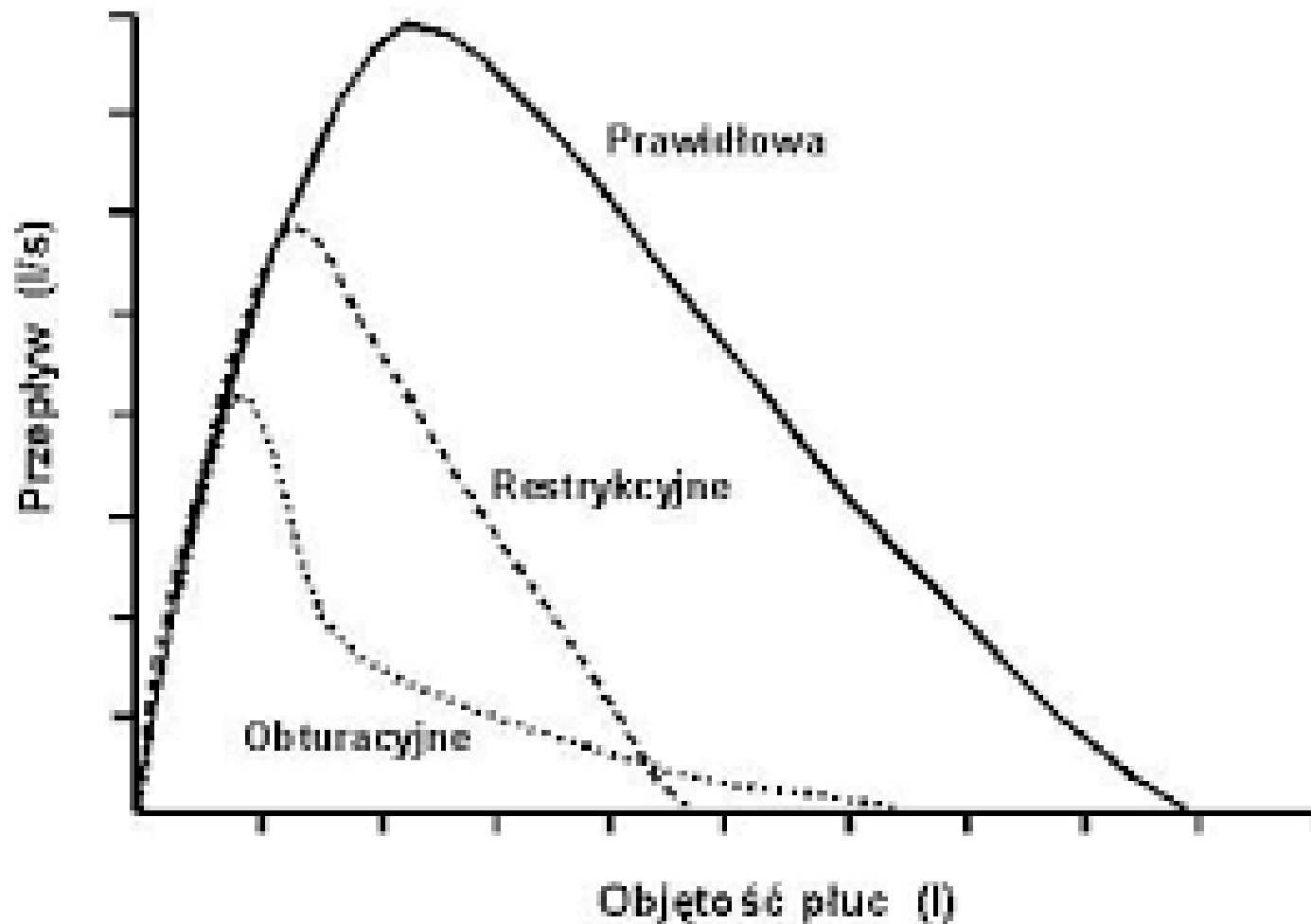
W zależności od rodzaju zaburzeń wentylacyjnych występujących u danego pacjenta, krzywa przepływ-objętość przybiera charakterystyczny kształt:

- ▶ **"pionowy"** przebieg krzywej jest charakterystyczny dla restrykcji,
- ▶ **wklęsły** przebieg części wydechowej występuje w przypadku obturacji oskrzeli,
- ▶ **splaszczzenie** części wydechowej krzywej jest charakterystyczne dla obturacji centralnych dróg oddechowych.

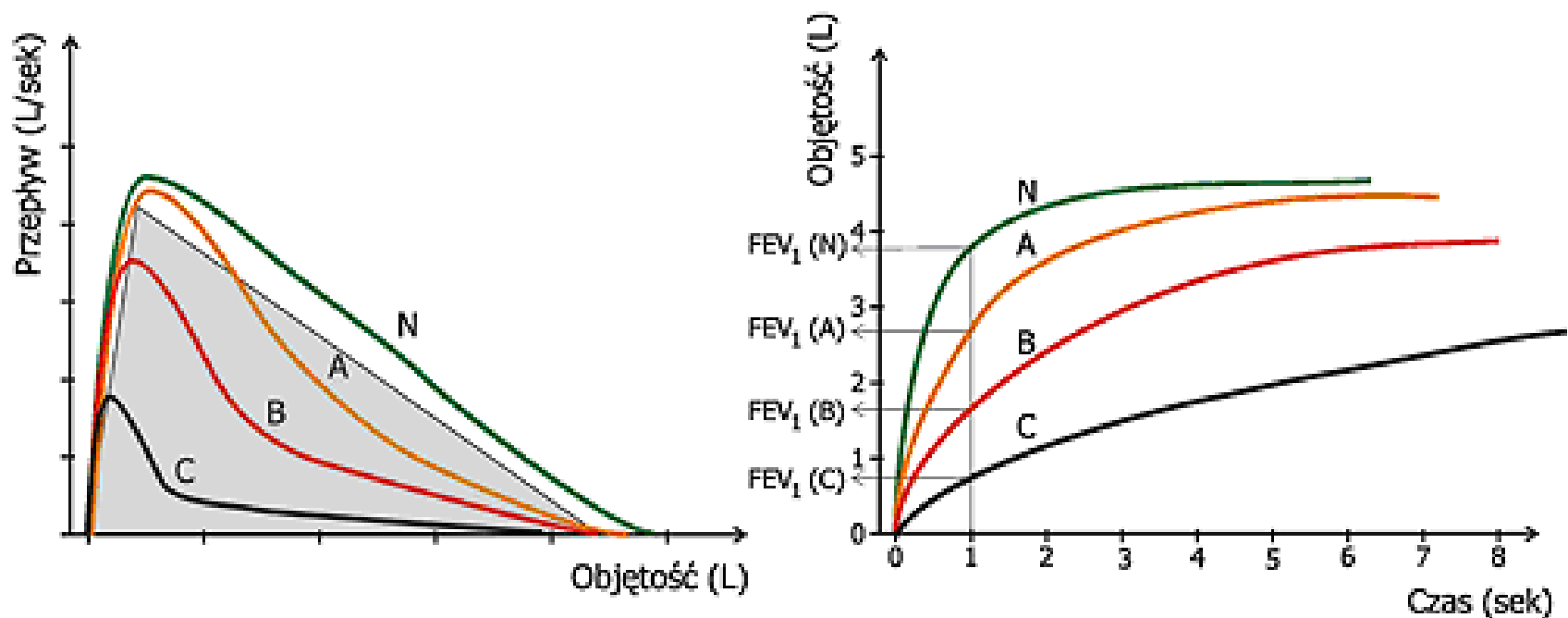


FEF= forced expiratory flow

Zaburzenia wentylacji w badaniu dynamicznym



Stopnie obturacji u pacjentów z POChP



Interpretacja wyników

- Wartości należne – wartości poszczególnych parametrów obliczone na podstawie danych antropometrycznych (wiek, płeć)
- Normy ERS dotyczą: populacji rasy białej, 18-70 lat, wzrost M 155-195cm, K 145-180 cm
- Norma – zakres normy to przedział w którym mieszczą się wyniki 90% zdrowej populacji
- Obniżenie FEV₁, FVC, VC **poniżej 80% wartości** należnej należy traktować jako wynik **nieprawidłowy**.

Etapy prawidłowej spirometrii

- Poprawnie działający spirometr (kontrola jakości + kalibracja spirometru)
- Przygotowanie badanego i badającego
- Prawidłowo wykonane badanie
- Sprawdzenie poprawności i powtarzalności otrzymanych wyników
- Porównanie wyników z wartościami należnymi
- Interpretacja wyniku
- Odniesienie wyniku do obrazu klinicznego i ustalenie rozpoznania

Prawidłowe wykonanie testu

- **Pozycja badanego** siedząca, wyprostowana, kolana zgięte pod kątem prostym, stopy oparte o podłogę (wyjątek: kobiety w zaawansowanej ciąży, osoby otyłe – pozycja stojąca)
- Rozluźnić odzież (pasek, kołnierzyk, krawat)
- **Ustnik** włożyć za zęby i szczelnie objąć wargami
- W trakcie pomiarów statycznych założyć **klips na nos**
- **Przed badaniem wyjaśnić** technikę pomiarów, w trakcie dopingować

Kryteria powtarzalności spirometrii

- Pomiar VC 2-4 poprawne pomiary (powtarzalność gdy różnica między dwoma największymi wartościami VC jest nie większa niż 150ml)
- Pomiar FVC i FEV1 (powtarzalność gdy różnica między dwoma pomiarami FVC i FEV1 jest mniejsza niż 150ml; wartości FVC i FEV1 nie muszą pochodzić z tych samych pomiarów)

Kryteria poprawności spirometrii

- Kształt krzywych przepływ-objętość i objętość-czas (bez artefaktów i kaszlu w pierwszej sekundzie; max jednostajny wysięk wydechowy; wypłaszczony koniec wydechu)
- Prawidłowy początek wydechu (czas do osiągnięcia PEF nie przekracza 0,3 s)
- Właściwe zakończenie wydechu

3s do 10 rż

6s powyżej 10 rż

Wskazania do wykonania spirometrii

- **Diagnostyka** (np. u pacjentów skarżących się na duszność, kaszel, sapanie, świszczący oddech, ból w klatce piersiowej etc.)
- **Monitorowanie** (np. obserwacja skuteczności leczenia, czy przebiegu chorób nerwowo-mięśniowych)
- **Orzecznictwo**
- **Badania epidemiologiczne**



Przeciwwskazania

- **BEZWZGLĘDNE**

- Świeży (w ciągu ostatniego miesiąca) zawał serca
- Tętniak tętnic mózgowych lub aorty piersiowej
- Zwiększenie ciśnienia wewnątrzczaszkowego
- Świeża operacja okulistyczna
- Krwioplucie
- Odma opłucnowa
- Świeży (w okresie hospitalizacji) udar OUN
- Ostre stany zagrażające życiu

- **WZGLĘDNE**

- Stan po operacji klatki piersiowej
- Stan po operacji jamy brzusznej
- Zawroty głowy
- Nudności, wymioty
- Niekontrolowane nadciśnienie tętnicze
- Zaburzenia rytmu serca
- Niezrozumienie przez badanego zakresu wymaganej współpracy lub brak akceptacji dla takiej współpracy
- stany wpływające na wiarygodność wyników

Błędy występujące podczas wykonywania spirometrii

- Nieprawidłowości związane z osobą badaną
- Nieprawidłowości związane z osobą badającą
- Nieprawidłowości związane z aparaturą

