

# **ZALECENIA POLSKIEGO TOWARZYSTWA CHORÓB PŁUC**

(dawniej POLSKIE TOWARZYSTWO FTYZJOPNEUMONOLOGICZNE)

## **DOTYCZĄCE WYKONYWANIA BADAŃ SPIROMETRYCZNYCH**

Pneumonologia i Alergologia Polska 2006, 74, Suplement 1.

## ZASADY INTERPRETACJI WYNIKÓW BADANIA SPIROMETRYCZNEGO

### 1. Zasady ogólne

Przed przystąpieniem do interpretacji uzyskanych wyników zasadą powinno być sprawdzenie poprawności technicznej badania (ilość wykonanych manewrów, ich techniczna jakość oraz powtarzalność) – patrz rozdział dotyczący procedur. Pomiary nie spełniające kryteriów poprawności technicznej i/lub powtarzalności (C, D i F w skali wg NLHEP) nie powinny być interpretowane jakkolwiek czasem mogą być źródłem ważnych klinicznie informacji<sup>1-3</sup>. Warto zwrócić uwagę na to, że niektóre urządzenia pomiarowe oceniają powtarzalność manewrów nie akceptowalnych technicznie. Możliwa jest zatem sytuacja, że trzykrotnie źle wykonany manewr FVC uzyska zadowalającą powtarzalność, co jednak nie oznacza poprawnie wykonanego badania. W opisie badania należy odnieść się do jego poprawności technicznej. Wynik powinien zawierać także wszelkie informacje dotyczące sytuacji mogących mieć wpływ na uzyskane dane (wysiłek fizyczny przed badaniem, posiłek, współpraca podczas badania, przyjęte leki itp.). W celu najpełniejszej i wiarygodnej interpretacji wyniki liczbowe powinny być zilustrowane wykresami (najlepiej dwoma: przepływ-objętość i objętość-czas) – patrz pkt 5. Standard wyniku badania spirometrycznego.

### 2. Wartości należne i zakres normy

W celu interpretacji porównuje się uzyskane wyniki z wartościami należnymi. Wartości należne są to hipotetyczne wartości poszczególnych parametrów wyliczane w oparciu o dane antropometryczne, takie jak wiek, wzrost i płeć (nieliczne uwzględniają wagę). Najczęściej stosowane i zalecane wartości należne opublikowane zostały w 1993 roku w oficjalnym stanowisku grupy ekspertów ERS, zawartym w suplemencie do European Respiratory Journal<sup>4</sup>. Istnieje wiele innych, nowszych publikowanych źródeł dla wartości należnych, które można także stosować. Najbardziej aktualne zestawienie źródeł wartości należnych zawarte jest w opublikowanym wspólnym stanowisku ERS/ATS<sup>3</sup>. Na wyniku badania powinna znajdować się informacja dotycząca źródła zastosowanych wartości należnych. Zaleca się, aby stosowane należne były jednolite dla wszystkich mierzonych i wyliczanych wskaźników. W przypadkach, gdzie nie jest to możliwe (np. zalecenia ERS nie podają należnej dla FEV1/FVC) można użyć innych, jednak ze wskazaniem na wykorzystane źródło. Zaleca się także, aby wskaźniki takie jak FEV1, FVC i FEV1/FVC pochodziły z tego samego źródła<sup>3</sup>.

Należy zwrócić uwagę, że stosowane wartości należne odnoszą się do populacji o określonych: wieku, wzroście i grupie etnicznej (np. zalecane przez ERS odpowiednio: rasa biała, 18-70 lat, wzrost u mężczyzn 155-195 cm, u kobiet 145-180 cm). Dlatego trzeba zachować ostrożność i uwagę przy interpretacji wyników z pogranicza obszarów (np. osoby w wieku 17-18 lat), gdzie mogą mieć zastosowanie różne wartości należne. Dla innych grup etnicznych zaleca się korzystanie z adekwatnych należnych, dopuszcza się stosowanie współczynników korygujących. O ile to możliwe, nie należy stosować ekstrapolacji wartości należnych, jednak w przypadku takiej konieczności (np. wyliczenie należnych dla osób w wieku 80 lat) na wyniku powinna znajdować się informacja o tym fakcie<sup>5</sup>. Optymalnym jest stosowanie należnych określonych dla populacji, z której pochodzi badana osoba lub najlepiej do niej dopasowanych.

Wartości należne wyliczane są na podstawie równań, najczęściej liniowych, z kilkoma zmiennymi, co nie jest całkowicie zgodne np. z historią naturalną FEV1 u człowieka (spadek z wiekiem nie ma charakteru liniowego)<sup>6-8</sup>. Zastosowanie wspomnianych równań pozwala jednak na przybliżenie wyliczonych wartości należnych do średnich ze zdrowej populacji rzeczywistej. Oprócz równań znajdują się tam wartości RSD (residual standard deviation) pozwalające na określenie stopnia rozrzutu i tzw. 90%-owych przedziałów ufności dla każdego z parametrów w populacji referencyjnej. W niektórych przypadkach podawane są odrębne równania określające przebiegi granic normy w zależności od parametrów antropometrycznych<sup>6</sup>.

W tym miejscu wymaga podkreślenia różnica pomiędzy pojęciami "wartości należnej", która jest konkretną liczbą (wartością punktową) a "normą" będącą zakresem liczbowym o określonym statystycznie znaczeniu. Zakres normy w ujęciu statystycznym należy traktować jako przedział, w którym mieszczą się wyniki 90% "zdrowej" populacji. Wartość należna zaś znajduje się dokładnie w środku przedziału normy. Wynika to z faktu, że większość mierzonych parametrów w badaniu spirometrycznym w populacji "zdrowej" ma rozkład zbliżony do normalnego.

Najszerzej stosowanym zestawem wartości należnych jest publikowany w 1993 roku standard wg ERS<sup>4</sup>. Trzeba pamiętać jednak o jego ograniczeniach (wiek do 70 roku życia, niespójność dla wskaźników objętościowych tzn. suma wartości należnych dla VC i RV nie jest równa należnej na TLC, słabo zdefiniowana populacja referencyjna pod względem ekspozycji na dym tytoniowy, objawów i metod badania). Zalecenia opublikowano ponad 20 lat temu i nie są one w pełni reprezentatywne zwłaszcza dla młodszych osób ze względu na zjawisko akceleracji. Warto zwrócić uwagę na fakt, że wskaźniki relatywizujące objętości (FEV1/VC, RV%TLC, FRC%TLC) w tym zestawie zależą wyłącznie od wieku, zaś TLC tylko od wzrostu.

Inne szeroko stosowane należne proponowane są przez Hankinsona i wsp.<sup>9;10</sup>. Zawierają one należne dla wskaźników FEV1/FVC i FEV1/FEV6 (stosowane czasem w badaniach przesiewowych), które co warto podkreślić, także zależą wyłącznie od wieku. Uwzględniają one także nieliniowy charakter zmian parametrów z wiekiem.

Najbardziej aktualne dane dotyczące należnych wartości dla podstawowych wskaźników spirometrycznych opublikowano w odniesieniu do populacji białych w Anglii<sup>6</sup>. Powstały one na bazie największej dotychczas przebadanej populacji ludzi zdrowych o najszerszym zakresie wiekowym (16-94 lat). Poza tym uwzględniają nieliniowy charakter dynamiki zmian parametrów spirometrycznych oraz zmienność zakresu normy w zależności od wieku. Wykazują także najlepsze dopasowanie granic normy do rzeczywistej wartości piątego percentyla w badanej populacji zdrowej. Ich wadą jest to, że odnoszą się wyłącznie do FEV1, FVC i FEV1/FVC.

W Polsce brak jest dobrze udokumentowanych badań obejmujących szeroką wiekowo grupę zdrowych ludzi. Zaleca się używanie wspomnianego powyżej zestawu należnych wg ERS lub wg Falaschetti na FEV1, FVC i FEV1/FVC oraz wg ERS na pozostałe wskaźniki. Pamiętać należy o tym, że może to prowadzić do pewnych niespójności (np. porównywanie FVC i VC, czy wskaźników FEV1/FVC i FEV1/VC<sub>max</sub>). Dla populacji dziecięcej w wieku 7-18 lat zaleca się stosowanie dobrze udokumentowanych należnych opracowanych w IGICHP w Rabce – patrz rozdział dotyczący odrębności u dzieci.

## **Podsumowanie:**

1. Zestaw wartości należnych powinien być dostosowany do badanej populacji (rasa, grupa wiekowa, obszar zamieszkiwania).
2. Obecnie zaleca się stosowanie należnych:
  - a. wg ERS<sup>4</sup> lub
  - b. dla FEV1, FVC i FEV1/FVC wg Falaschetti i wsp<sup>6</sup>. pozostałe wskaźniki wg zaleceń ERS<sup>4</sup>.

### 3.Sposób prezentacji uzyskanych wyników

Najczęściej stosowanym sposobem porównywania wyników jest prezentacja zmierzonej wartości w formie procentu wartości należnej. Zaletą tego sposobu jest jego prostota, ale ma on także liczne wady. Metoda ta uzależnia w sposób istotny wielkość zakresu uznawanego za normalny od wartości należnej i z powodzeniem może być stosowana w odniesieniu do dzieci, gdzie rozrzut wyników jest w pewnej mierze proporcjonalny do stopnia rozwoju układu oddechowego<sup>11;12</sup>. Pamiętać jednak trzeba, że w tej populacji rozrzut nie jest symetryczny i inną wartość procentową należy odjąć dla uzyskania dolnej granicy normy, a inną dodać dla uzyskania górnej granicy normy<sup>12</sup>.

U dorosłych stosowanie granic zakresu normy wynikających z przyjęcia "sztywnych" wartości procentowych (np.  $\pm 20\%$ ) skutkuje tym, że szerokość normy u młodych i wysokich osób jest znacznie większa niż u osób starszych i niskich. Nie jest to zgodne z obserwacjami o charakterze epidemiologicznym, gdyż rozrzut dla konkretnych wskaźników w dorosłej populacji zdrowej jest stały dla danej płci i niezależny od wieku i wzrostu<sup>13-15</sup>. Ostatnio publikowane doniesienia wskazują na to, że rozrzut w populacji zdrowej wręcz rośnie z wiekiem<sup>6</sup>. Inną konsekwencją takiego sposobu określania granic normy jest różne przewidywane tempo fizjologicznego spadku wartości z wiekiem u osób z wyjściowo znacznie odbiegającymi od średniej wartościami wskaźników. Kolejną niedogodnością jest to, że dla różnych wskaźników szerokość granic normy wyrażana jako % należnej ma różną wartość (np. wskaźniki objętościowe  $\pm \approx 20\%$ , FEF50  $\pm \approx 40\%$ , FEV1/VC  $\pm \approx 12\%$ ).

Wygodne i polecane jest przedstawianie odchylenia uzyskanego wyniku od wartości należnej w postaci liczby standaryzowanych reszt (SR z ang. standardized residual lub SDS z ang. standard deviation score – liczba odchyłeń standardowych). Sposób wyliczania SR obrazuje równanie:

$$SR \text{ (albo SDS)} = \frac{x(\text{obs.}) - x(\text{nal.})}{RSD}$$

gdzie: SR – ilość standaryzowanych reszt

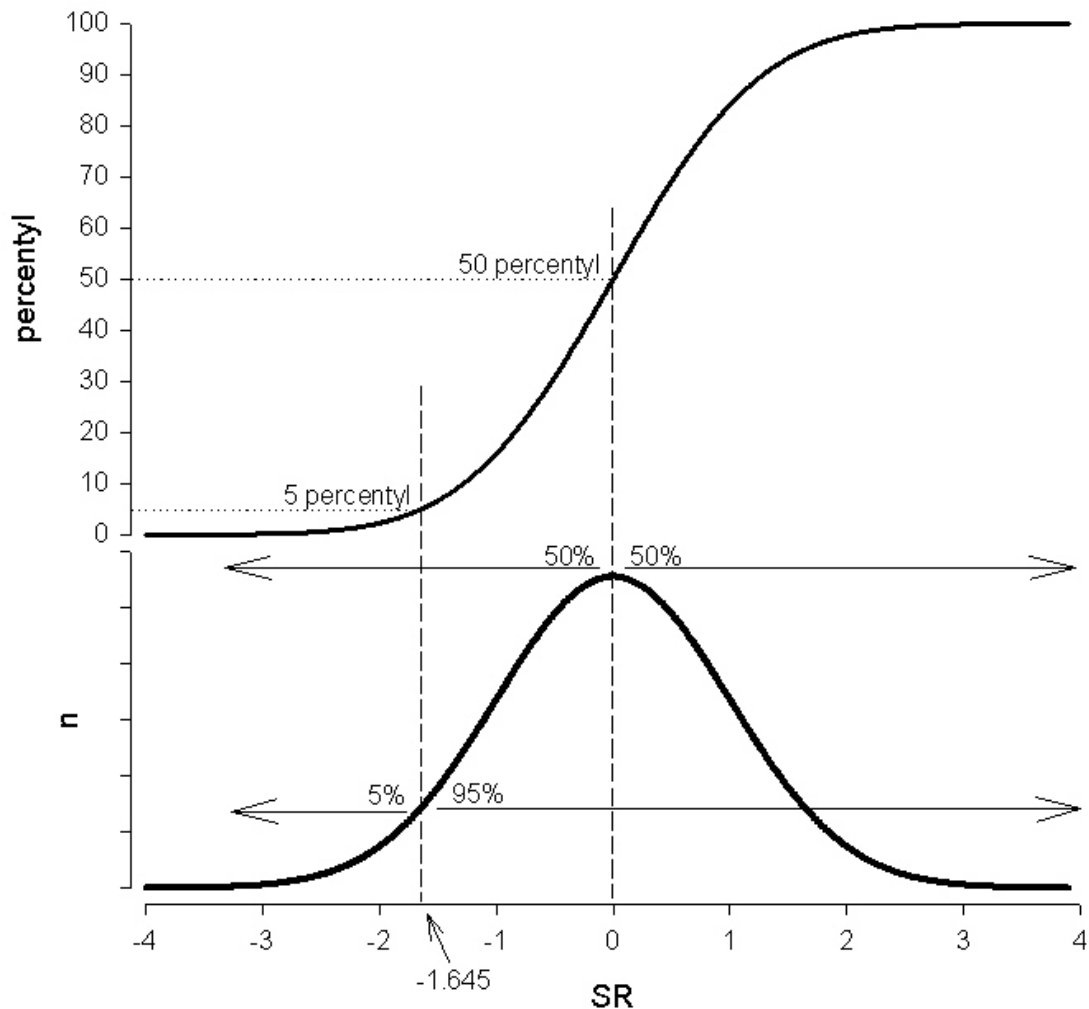
x(obs.) – wartość obserwowana

x(nal.) – wartość należna

RSD – resztowe odchylenie standardowe

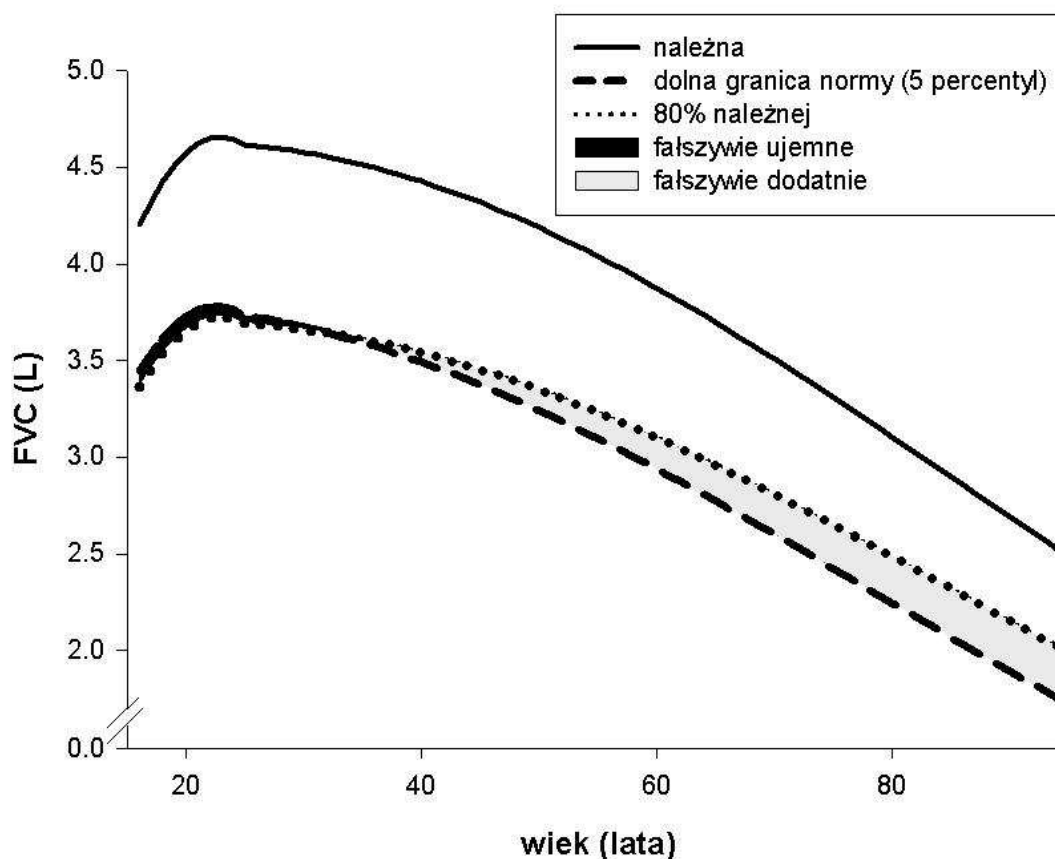
Tak przedstawiona różnica pomiędzy uzyskanym wynikiem a wartością należną jest niezależna od tej drugiej (inaczej niż przy % należnej). Poza tym wartość SR pozwala na łatwe określenie prawdopodobieństwa wystąpienia takiego wyniku w populacji referencyjnej (zakładając rozkład normalny). Przy pomocy funkcji skumulowanego prawdopodobieństwa dla rozkładu normalnego można obliczyć percentyl odpowiadający danemu odchyleniu od wartości należnej. W przypadku rozkładu skośnego należy zastosować metody

nieparametryczne w celu określenia przedziału ufności<sup>3</sup>. Innymi słowy metoda ta obrazuje rzeczywistą pozycję badanego na tle populacji referencyjnej<sup>4;16</sup>. Wynik wyrażony w percentylach mówi, jaki procent populacji zdrowej (odpowiadającej płcią, wiekiem i wzrostem) ma wyniki mniejsze niż badany osobnik (np. 50 percentyl oznacza, że wynik badanego osobnika reprezentuje dokładnie średnią wartość dla populacji zdrowej).



- *Ryc. 1 Relacje pomiędzy wynikiem przedstawionym jako SR a odpowiadającym mu percentylem (% na rycine odnoszą się do populacji referencyjnej).*

Klasyfikacja uzyskanych wyników przy pomocy tej metody pozwala na zastosowanie zadanych poziomów ufności. I tak np.  $SR = -1.645$  oznacza wynik na poziomie 5 percentyla, zaś  $SR = -1.96$  odpowiada poziomowi 3 percentyla. Ogólnie przyjętą i akceptowaną wartością graniczną kwalifikującą wynik jako "poza normą" jest wielkość 5 percentyla odpowiadająca  $SR = -1.645$  lub 95 percentyla ( $SR = 1.645$ ) przy założeniu rozkładu normalnego<sup>3</sup>. Skutkuje to wprawdzie 5% ryzykiem wystąpienia wyników fałszywie dodatnich, jednak ryzyko to jest powszechnie akceptowalne. Szerszą granicę normy stosuje się u dzieci (3 – 97 percentyl,  $SR \pm 1.96$ ) Ryc. 2 obrazuje jak znacznie różni się rzeczywista dolna granica normy od 80% należącej (dla FVC u mężczyzn o wzroście 180 cm wg Falaschetti i wsp.)<sup>6</sup>.



- *Ryc. 2 FVC: wartość należna, rzeczywista dolna granica normy i 80% należnej dla mężczyzn o wzroście 180 cm (wg Falaschetti i wsp.)*

Jeszcze jedną zaletą takiego sposobu prezentacji jest możliwość zindywidualizowania granic przedziału normy dla każdego pacjenta. Sposób ten pozwala także na uniknięcie błędnej interpretacji wyników, które oscylują w okolicy sztywnej granicy procentowej, zwłaszcza u badanych w skrajnych przedziałach wiekowych (ludzie bardzo młodzi lub w wieku podeszłym) lub ze znacząco odbiegającym od średniego wzrostem<sup>17;18</sup>.

Tego typu prezentacja uznana jest za "złoty standard" w badaniach o charakterze epidemiologicznym oraz zalecana przez towarzystwa naukowe takie jak ATS, ERS i BTS<sup>3-5;15;16</sup>. Tak więc w układzie tabeli z wynikami w celu pełnej oceny powinno znajdować się siedem kolumn: nazwa wskaźnika, źródło wartości należnej, wartość zmierzona, wartość należna, % wartości należnej, standaryzowana reszta (SR), oraz percentyl.

### Podsumowanie:

1. Granice przedziału normy powinny być definiowane na poziomie wartości odpowiadających 5 i 95 percentylowi (u dzieci 3 i 97 percentyl). W przypadku rozkładu bliskiego normalnemu (Gaussa) wartości 5 i 95 percentyla mogą być wyliczone na podstawie RSD (SEE).
2. Granice normy wyznaczone są arbitralnie na podstawie rachunku prawdopodobieństwa i dopuszczają pewien margines błędu, wobec czego wyniki graniczne powinny być interpretowane z dużą ostrożnością.
3. Nie zaleca się stosowania wartości odpowiadającej 80% należnej jako dolnej granicy normy. Prowadzi to do znacznych błędów, zwłaszcza w populacji ludzi starszych oraz

w odniesieniu do wskaźników o znacznej wariancji w populacji (np. FEF25-75, FEF50)

#### 4. Rozpoznawanie zaburzeń czynnościowych układu oddechowego

##### 4.1 Obturacja

Obturacja definiowana jest jako ograniczenie przepływu powietrza przez drogi oddechowe. Zjawisko to skutkuje zmniejszeniem maksymalnych wartości przepływu oraz objętości powietrza w jednostce czasu podczas natężonego wydechu w proporcji do pojemności życiowej.

Z punktu widzenia patofizjologii obturacja rozpoznawana jeśli dochodzi do zmniejszenia wskaźnika Tiffeneau czyli  $FEV1/VC_{max}$  poniżej dolnej granicy normy (5 percentyla) wyliczonej na podstawie odpowiedniej dla wieku wartości należnej i znanej wariancji w populacji, gdzie  $VC_{max}$  jest maksymalną pojemnością życiową zmierzoną w którymkolwiek z manewrów oddechowych (VC lub FVC).

Podkreślenia wymaga fakt, że  $FEV1/VC_{max}$  jest najczulszym spośród wszystkich wskaźników obturacji obliczanych w oparciu o FEV1. Wynika to z matematycznej relacji pomiędzy tymi wskaźnikami:

ponieważ:

$$VC_{max} \geq FVC \geq FEV_6,$$

wobec tego:

$$FEV1/VC_{max} \leq FEV1/FVC \leq FEV1/FEV_6,$$

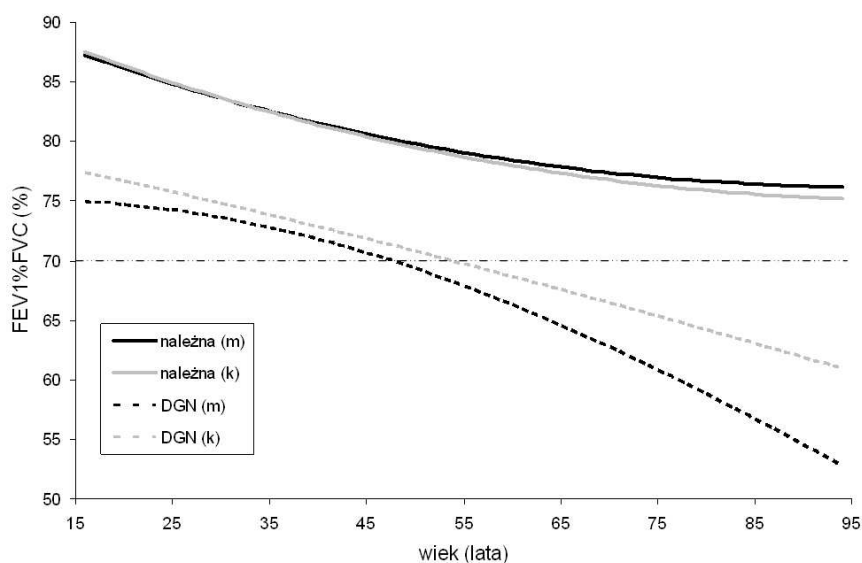
a zatem:

$$czułość_{FEV1/VC_{max}} \geq czułość_{FEV1/FVC} \geq czułość_{FEV1/FEV_6}$$

Warto zwrócić uwagę także na to, że wg zaleceń ERS i danych przedstawionych przez Hankinsona wartość należna wskaźnika  $FEV1/VC_{max}$  (lub  $FEV1/FVC$ ) nie zależy od wzrostu, a jedynie od wieku, oraz nie jest wyliczana jako iloraz należnych FEV1 i  $VC_{max}$  (lub FVC)<sup>4;9;10</sup>.

Zalecenia GOLD i PTFP wymagają do rozpoznania POCHP stwierdzenia cech obturacji wyrażonych obniżeniem wskaźnika  $FEV1/FVC$  poniżej wartości 0.7 (70%)<sup>19;20</sup>. Należy podkreślić, że jest to metoda uproszczona i obciążona błędami, które w konsekwencji prowadzą do nadrozpoznawalności POCHP u ludzi starszych<sup>21;22</sup>. Przyjęcie stałej wartości dolnej granicy normy dla tego wskaźnika jest sprzeczne z fizjologią układu oddechowego. Skutkuje to fałszywie ujemnymi wynikami w grupie ludzi młodych, gdzie np. wg ERS należna oscyluje około 82-84% a dolna granica normy wynosi ok. 71-73%, oraz fałszywie dodatnimi wynikami u ludzi starszych (należna 75-76%, dolna granica normy 63-66%)<sup>4</sup>. W przypadku zastosowania bardziej aktualnych należnych angielskich dolna granica normy dla ludzi młodych jest jeszcze wyższa, gdyż wynosi około 75%, zaś w przedziale osób w wieku starszym znajduje się nawet poniżej 65% (Ryc.)<sup>6</sup>. Innym bardzo ważnym aspektem jest zastosowanie odpowiedniego wskaźnika objętościowego, jako odniesienia dla FEV1. Wartość FVC jest zwykle mniejsza od VC nawet u ludzi zdrowych i maleje w zależności od stopnia ograniczenia przepływu. Dlatego autorzy, odmiennie niż w zaleceniach GOLD czy PTFP, zalecają stosowanie  $VC_{max}$  rozumianej jako maksymalnej pojemności życiowej zmierzonej w

którymkolwiek z manewrów oddechowych jako objętości odniesienia dla obliczania wskaźnika Tiffeneau<sup>23</sup>.



- Ryc.3. FEV1/FVC, należna i dolna granica normy (DGN) u mężczyzn o wzroście 173 cm (m) i kobiet o wzroście 160 cm (k) wg Falaschetti i wsp.

Po rozpoznaniu obturacji, następnym krokiem powinna być ocena stopnia zaburzeń. Powszechnie akceptowanym sposobem określania stopnia zaburzeń jest klasyfikacja oparta na względnej wartości FEV1 wyrażonej jako % należnej. Dotychczas powszechnie stosowane podziały dotyczą stopni ciężkości choroby, a nie zjawiska obturacji. I tak dla POChP zgodnie z zaleceniami PTFP i GOLD wyróżnia się 3 wartości progowe (80%, 50% i 30% należnej), zaś w astmie wg GINA są 2 progi (80% i 60% należnej)<sup>19;20;24</sup>. Niezależny od rozpoznania sposób klasyfikacji proponowany jest przez zalecenia ATS z 1991 roku (tabela 1)<sup>15</sup>.

Tabela 1. Stopniowanie ciężkości obturacji w zależności od FEV1

	zaburzenie
<b>Jeżeli <math>FEV1/VC_{max} &lt; DGN</math> i</b>	
$FEV1 \geq 100\%$ nal.	może być fizjologiczne
$70\%$ nal. $\leq FEV1 < 100\%$ nal.	łagodne
$60\%$ nal. $\leq FEV1 < 70\%$ nal.	umiarkowane
$50\%$ nal. $\leq FEV1 < 60\%$ nal.	umiarkowanie ciężkie
$35\%$ nal. $\leq FEV1 < 50\%$ nal.	ciężkie
$FEV1 < 35\%$ nal.	bardzo ciężkie

DGN – dolna granica normy

Tak więc obniżenie wskaźnika  $FEV1/VC_{max}$  i FEV1 na poziomie 55% wartości należnej w zależności od rozpoznania uzasadnia opisanie: astmy ciężkiej, umiarkowanej postaci POChP lub umiarkowanie ciężkiej obturacji niezależnie od rozpoznania. Z drugiej jednak strony



wartość FEV1 słabo koreluje ze stanem klinicznym chorego, zwłaszcza w cięższych postaciach POChP, gdzie większego znaczenia nabierają zaburzenia wskaźników objętościowych<sup>25-36</sup>. Warto także zauważyć, że obniżenie wskaźnika FEV1/VC z bardzo wysokimi wartościami FEV1 (>100% nal.) może występować także u osób zdrowych, ale nie wyklucza rozpoznania obturacji i ma niekorzystną wartość prognostyczną<sup>37</sup>.

Trzeba także pamiętać, że taki sposób klasyfikowania wyników uzależnia stopień ciężkości choroby od wskaźników objętościowych. W przypadku współistnienia zaburzeń restrykcyjnych i obturacyjnych obniżenie względnej wartości FEV1 nie jest wynikiem wyłącznie obturacji, ale wynika także z restrykcji. Nie należy oceniać nasilenia zjawiska obturacji wyłącznie na podstawie stopnia obniżenia wskaźnika FEV1/VC<sub>max</sub>, bowiem może to prowadzić do błędnych wniosków dotyczących rzeczywistego stopnia upośledzenia funkcji układu oddechowego (patrz przykład poniżej)

FEV1' = 2.5 L, VC' = 5.0 L, FEV1/VC' = 50%

FEV1'' = 0.6 L, VC'' = 1.0 L, FEV1/VC'' = 60%

wartość wskaźnika FEV1/VC w przypadku drugim jest większa, choć niewątpliwie stopień upośledzenia funkcji układu oddechowego jest znacznie cięższy.

### Podsumowanie:

1. Referencyjną metodą rozpoznawania obturacji jest analiza wskaźnika Tiffeneau FEV1/VC<sub>max</sub>, gdzie VC<sub>max</sub> jest maksymalną zmierzoną pojemnością życiową (najczęściej jako SVC lub IVC). W celu obliczenia wskaźnika Tiffeneau konieczne jest użycie wartości VC – patrz rozdział dotyczący definicji i procedur. Możliwa jest sytuacja, że VC=FVC, ale wymaga to potwierdzenia w badaniu. Dolna granica normy odpowiada poziomowi 5 percentyla w populacji referencyjnej i równa jest wartości należącej pomniejszonej o wartość 1.645RSD.
2. Analiza wskaźników FEV1/FVC i FEV1/FEV6 może być wykorzystana do rozpoznawania obturacji w przypadku braku możliwości wykonania pełnej spirometrii. Dolna granica normy odpowiada poziomowi 5 percentyla w populacji referencyjnej i równa jest wartości należącej pomniejszonej o wartość 1.645RSD. Wyniki z obszaru granicznego powinny być weryfikowane pełnym badaniem spirometrycznym. Zaletą metody jest to, że wykorzystuje analizę wyłącznie natężonego wydechu. Jednak jej stosowanie powinno być ograniczone do badań o charakterze przesiewowym lub monitorowania rozpoznanej już choroby.
3. Wartość 0.7 (70%) wskaźnika FEV1/FVC nie jest rzeczywistą dolną granicą normy i może mieć zastosowanie wyłącznie jako kryterium w badaniach przesiewowych lub kwalifikujące do dalszej diagnostyki.
4. Klasyfikacja stopnia zaburzeń obturacyjnych wykorzystuje względną wartość FEV1 i zależy od rozpoznania. W przypadkach o nieustalonym rozpoznaniu można stosować przedziały podane w tabeli 2.

### 4.2 Restrykcja

Restrykcja z patofizjologicznego punktu widzenia definiowana jest jako zmniejszenie całkowitej pojemności płuc (TLC) poniżej dolnej granicy normy. Zaleca się, aby pomiar TLC w celu weryfikacji podejrzenia zmian o charakterze restrykcji przy współistnieniu obturacji

wykonywany był metodą pletyzmograficzną. Metody wykorzystujące technikę rozcieńczenia gazów znacznikowych zwykle w takiej sytuacji zaniżają wyniki<sup>38</sup>.

Obniżenie pojemności życiowej (VC) nie wystarcza do rozpoznania, ani prawidłowa jej wartość nie wyklucza rozpoznania restrykcji objętościowej<sup>39-42</sup>. Wynika z tego, że na podstawie badania spirometrycznego (nie mierzy TLC), nie da się w sposób pewny rozpoznać ani wykluczyć restrykcji. Można jedynie na podstawie obniżonej pojemności życiowej przy prawidłowej lub wręcz zwiększonej wartości wskaźnika FEV1/VC (85-90%) i maksymalnych przepływów wydechowych sugerować tego typu zmiany<sup>3;15</sup>. W przypadku braku możliwości pomiaru TLC dopuszcza się klasyfikowanie stopnia upośledzenia VC z zastrzeżeniem, że nie jest to jednoznaczne z rozpoznaniem restrykcji (tabela 2)<sup>15</sup>.

Tabela 1 Klasyfikacja zaburzeń restrykcyjnych

	zaburzenie
<b>TLC niezależnie od FEV1/VC<sub>max</sub></b>	
70% nal. ≤ TLC < DGN	łagodne
60% nal. ≤ TLC < 70% nal.	umiarkowane
TLC < 60% nal.	ciężkie
<b>VC jeśli FEV1/VC<sub>max</sub> w normie</b>	
70% nal. ≤ VC < DGN	łagodne
60% nal. ≤ VC < 70% nal.	umiarkowane
50% nal. ≤ VC < 60% nal.	umiarkowanie ciężkie
34% nal. ≤ VC < 50% nal.	ciężkie
VC < 34% nal.	bardzo ciężkie

DGN – dolna granica normy

Interpretując badanie spirometryczne należy pamiętać, że prawidłowe wartości wskaźników objętościowych nie wykluczają możliwości istnienia zaburzeń czynnościowych dotyczących właściwości mechanicznych (np. podatności statycznej) czy procesu dyfuzji przez barierę pęcherzykowo-włośniczkową (np. zdolność dyfuzyjna płuc dla tlenu węgla). W praktyce oznacza to, że w przypadku podejrzenia choroby o charakterze restrykcyjnym należy, mimo prawidłowych wyników badania spirometrycznego, skierować chorego do ośrodka referencyjnego dysponującego możliwościami wykonania takich badań.

#### Podsumowanie:

1. Referencyjną metodą służącą rozpoznawaniu restrykcji jest pletyzmograficzne oznaczanie całkowitej pojemności płuc (TLC). Dolna granica normy odpowiada poziomowi 5 percentyla w populacji referencyjnej i równa jest wartości należnej pomniejszonej o wartość 1.645RSD.
2. Zmniejszenie VC poniżej dolnej granicy normy przy prawidłowej lub zwiększonej wartości wskaźnika FEV1/VC<sub>max</sub> może sugerować istnienie zmian restrykcyjnych. W celu uzyskania pewności co do przyczyny zmniejszenia VC wymagana jest weryfikacja metodą referencyjną.
3. Współistnienie obniżonej wartości (F)VC i cech obturacji – patrz pkt 4.4

### 4.3 Zaburzenia przepływu przy małych objętościach płuc

Zmiany obturacyjne mogą przejawiać się zmniejszeniem przepływu powietrza w końcowej fazie wydechu, co nie zawsze znajduje odzwierciedlenie w wielkości FEV1 czy FVC. Skutkiem tego są zaburzenia maksymalnych przepływów wydechowych zwłaszcza przy małych objętościach płuc (FEF50, FEF75) lub maksymalnego przepływu środkowego (FEF75-25). Ponieważ zmiany te są niespecyficzne, a wariancja tych wskaźników w populacji zdrowej jest bardzo duża, ich obniżenie nie stanowi podstawy do rozpoznania patologii w przypadku prawidłowych pozostałych wyników<sup>3;18;43</sup>. Niskie wartości tych wskaźników powinny skłaniać do częstszego wykonywania spirometrii w celu oceny dynamiki zaburzeń. Z uwagi na wspomnianą dużą zmienność w populacji w przypadku analizy tych wskaźników szczególnie godna polecenia jest metoda określania dolnej granicy normy przy pomocy wartości SR a nie % należnej. Dla przykładu dolna granica normy (wg ERS) FEF50 dla mężczyzny w wieku 25 lat i wzroście 190 cm to ok. 65% należnej, podczas gdy dla mężczyzny w wieku lat 70 i wzroście 170 cm wynosi ona ok. 45% należnej. Ze względu na fakt, że wielkość maksymalnego przepływu jest uzależniona od aktualnej objętości płuc, nie jest możliwa wiarygodna interpretacja tych wskaźników, jeśli istnieją wątpliwości co do zaburzeń objętościowych.

Należy podkreślić, że nie ma uzasadnienia przypisywanie zmniejszenia wartości konkretnych maksymalnych przepływów wydechowych (FEF<sub>x</sub>) konkretnej lokalizacji zaburzeń. Zmniejszenie tych wartości jest wypadkową zmian oporu i podatności otaczającego mięszu płuc w danej objętości płuc, a nie obturacji konkretnego odcinka dróg oddechowych.

#### Podsumowanie:

1. Interpretacja wartości wskaźników maksymalnych przepływów (FEF25, 50, 75) i FEF75-25 ma miejsce tylko w przypadku braku cech obturacji i restrykcji.
2. Dolna granica normy odpowiada poziomowi 5 percentyla w populacji referencyjnej i równa jest wartości należnej pomniejszonej o wartość 1.645RSD. Nie należy stosować % wartości należnej.
3. Nie stopniuje się zaburzeń maksymalnych przepływów wydechowych.
4. Występowanie izolowanych zaburzeń maksymalnych przepływów nie jest podstawą do rozpoznawania zaburzeń obturacyjnych, ale może być użyteczne klinicznie.

### 4.4 Współistnienie obturacji i restrykcji

Podstawowym kryterium rozpoznania obturacji jest obniżenie wskaźnika FEV1/VC<sub>max</sub>, a restrykcji zmniejszenie całkowitej pojemności płuc (TLC). W większości podręczników chorób płuc i publikacji dotyczących interpretacji badań czynnościowych układu oddechowego nie wyróżnia się zmian "mieszanych" jako odrębnego typu zaburzeń wentylacji<sup>15;44-48</sup>. Autorzy niniejszego opracowania uważają, że używanie terminu "zmiany mieszane" w odniesieniu do badania spirometrycznego nie powinno mieć miejsca, bowiem na podstawie wyłącznie spirometrii nie można ocenić zaburzeń TLC. Poza tym, w ten sposób sugeruje się występowanie trzeciego, odmiennego typu zaburzeń, innego niż istniejąca obturacja i restrykcja. W rzeczywistości w przypadkach jednoczesnego zmniejszenia FEV1/(F)VC i (F)VC najczęściej mamy do czynienia z obturacją i wtórnymi do niej zmianami objętościowymi<sup>39;40;42</sup>. W przebiegu obturacji dochodzić może do rozdęcia płuc ze wzrostem objętości zalegającej (RV) i tym samym zmniejsza się pojemność życiowa (VC) i natężona pojemność życiowa (FVC). W takiej sytuacji należy wykonać próbę rozkurczową i sprawdzić, czy wskaźniki objętościowe (FVC, lub VC) ulegają normalizacji. W przypadku

braku normalizacji wskaźników objętościowych mechanizm zmniejszenia (F)VC należy wyjaśnić badaniem pletyzmograficznym. Termin "zmiany mieszane" pojawił się natomiast w najnowszym opracowaniu ERS/ATS i scharakteryzowany został jako współistnienie cech obturacji (obniżenie FEV1/VC) i restrykcji (obniżenie TLC)<sup>3</sup>. Rzadkie sytuacje kliniczne, w których dochodzi do rzeczywistego nakładania się obydwu typów zaburzeń wymagają rozszerzonej diagnostyki czynnościowej.

#### **Podsumowanie:**

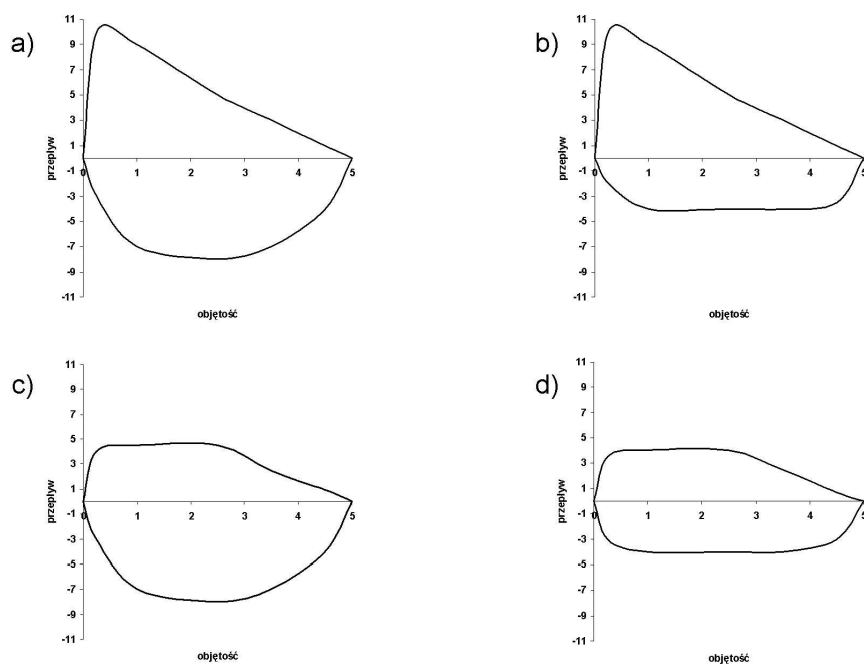
1. Nie można przy pomocy spirometrii w sposób pewny rozpoznać współistnienia obturacji i restrykcji.
2. Termin "zmiany mieszane" nie powinien być stosowany, ponieważ wyróżnia się tylko dwa typy zaburzeń wentylacji (obturacyjny i restrykcyjny).
3. W przypadku kiedy  $FEV1\%(F)VC < DGN$  i  $(F)VC < DGN$  należy wykonać próbę rozkurczową. Jeśli nie nastąpi normalizacja (F)VC zaburzenia objętościowe należy zweryfikować pletyzmograficznym oznaczeniem TLC.

#### **4.5 Obturacja w centralnych i górnych drogach oddechowych**

Przyczyną obturacji mogą być także zmiany w górnych (gardło, krtań) i centralnych (poza i wewnątrztorakalna część tchawicy i główne oskrzela) drogach oddechowych. Manifestują się one zaburzeniami przepływów zarówno wydechowych, jak i wdechowych. Tego typu zmiany powodują zwykle zmniejszenie wartości FEV1 i/lub VC, jednak znacznie bardziej wpływają na wartość PEF. Zwiększenie wskaźnika FEV1/PEF ( $>8$  jeśli FEV1 w mL a PEF w L/min, lub  $>0.48$  jeśli FEV1 w L i PEF w L/s)) lub znacznie większa wartość FEV1 niż PEF wyrażone w % wartości należnej sugerują zwężenie centralnych lub górnych dróg oddechowych. Tego typu zmiany powinny skłaniać oceniającego do wnikliwej analizy również wdechowej części pętli przepływ-objętość<sup>49;50</sup>. Niestety, bardzo często przyczyną wzrostu tego stosunku jest słaby wysiłek wydechowy we wstępnej fazie natężonego wydechu (zła jakość techniczna).

Podkreślenia wymaga fakt, że do oceny krzywej wdechowej potrzebne są również co najmniej 3 powtarzalne i nie budzące wątpliwości co do intensywności wysiłku krzywe natężonego wdechu.

W przypadku stwierdzenia istotnego ograniczenia przepływu wdechowego pod postacią wyraźnego plateau przy prawidłowym kształcie krzywej wydechowej z wyraźnie zaznaczonym PEF-em wysoce prawdopodobna jest zmienna (rozumiana jako zależna od kierunku zmian ciśnienia) obturacja pozatorakalna w centralnych lub górnych drogach oddechowych (ryc 4 b). Analogicznie wystąpienie wyraźnego plateau na krzywej wydechowej przy prawidłowym kształcie krzywej wdechowej sugeruje zmienną obturację wewnątrztorakalną centralnych dróg oddechowych (ryc 4 c). Jeśli obserwuje się obustronne (wdechowe i wydechowe) plateau na porównywalnym poziomie przepływu, to przyczyną jest najprawdopodobniej "sztywna" obturacja w centralnych lub górnych drogach oddechowych (ryc 4 d). Przykłady kształtu krzywych obrazuje rycina 4 (rycina 4 a - norma). Pomocne bywa także określenie stosunku FIF50/FEF50. W przypadkach "sztywnej" wdechowo-wydechowej obturacji jest on zwykle bliski 1 ( $FEF50 \approx FIF50$ ), w przypadkach zmiennej pozatorakalnej obturacji centralnych dróg oddechowych przybiera wartości mniejsze od 1 ( $FEF50 > FIF50$ ) i odwrotnie w przypadkach zmiennej wewnątrztorakalnej obturacji centralnych dróg oddechowych jest on większy od 1 ( $FEF50 < FIF50$ ).



- *Rycina 4. Kształty pętli natężonego wdechu i wydechu w przypadkach obturacji centralnej i w górnych drogach oddechowych (objaśnienia w tekście)*

Niezależnie od stwierdzonych zaburzeń czynnościowych rozpoznanie obturacji w górnych i centralnych drogach oddechowych wymaga potwierdzenia metodami obrazowymi i/lub endoskopowymi.

#### Podsumowanie:

1. Czynnościowa diagnostyka obturacji w górnych i centralnych drogach oddechowych wymaga technicznie prawidłowych i powtarzalnych pełnych pętli przepływ-objętość.
2. Na podstawie kształtu krzywych i stosunków liczbowych parametrów natężonego wdechu i wydechu można podejrzewać typ obturacji w górnych i centralnych drogach oddechowych
3. Stwierdzenie czynnościowych cech zmiennej lub "sztywnej" obturacji w górnych i/lub centralnych drogach oddechowych wymaga zawsze weryfikacji metodami obrazowymi i/lub endoskopowymi.

#### 4.6 Interpretacja próby rozkurczowej

U każdego człowieka można stwierdzić zmianę drożności dróg oddechowych po podaniu leków rozszerzających oskrzela. Jest to zjawisko biologiczne o charakterze ilościowym i określonym rozkładzie występujące w całej populacji, nie tylko u chorych z obturacją dróg oddechowych. Z tego powodu za zmianę istotną ze statystycznego punktu widzenia należy

uznać taką, której prawdopodobieństwo wystąpienia u ludzi zdrowych jest mniejsze niż 5%<sup>51;52</sup>.

Autorzy pragną zwrócić uwagę na pewne istotne aspekty związane z nazewnictwem. Należy odróżnić pojęcie odwracalności obturacji od reaktywności dróg oddechowych na bronchodilatator. W pierwszym przypadku mowa o zmianie drożności dróg oddechowych pozwalającej na uzyskanie prawidłowego wyniku badania czynnościowego po podaniu leku. W tym kontekście niepełną odwracalność obturacji w POCHP należy rozumieć jako brak możliwości stwierdzenia prawidłowego wyniku badania (utrzymywanie cię cech obturacji nawet po podaniu leku). Z drugiej strony istnienie nieodwracalnej obturacji nie wyklucza istotnej reaktywności dróg oddechowych na leki rozkurczowe, czyli sytuacji, w której obserwuje się nawet bardzo dużą poprawę parametrów po podaniu leku, ale nie powoduje to powrotu do wartości prawidłowych.

Metoda oceny próby rozkurczowej o największej wartości różnicującej podana została w zaleceniach ERS z 1993 roku<sup>4</sup>. Próbę uznaje się za dodatnią wtedy, kiedy poprawa FEV1 lub (F)VC jest większa niż 200ml i przekracza 12% wartości należnej. Należy podkreślić fakt konieczności odnoszenia stopnia poprawy do należnej, a nie do wyjściowej wartości wskaźnika<sup>53-58</sup>.

Aktualnie opublikowane zalecenia ERS/ATS proponują uznanie próby rozkurczowej za dodatnią, gdy poprawa FEV1 lub (F)VC jest większa niż 200ml i przekracza 12% wartości wyjściowej<sup>3</sup>. Taka prezentacja efektu działania leku w znaczny sposób uzależnia go od wartości wyjściowej (przy małych wartościach parametrów już niewielka bezwzględna ich poprawa stanowi znaczny wynik w procentach – na przykład poprawa FEV1 z 800ml na 1000ml to 20% wartości wyjściowej, 200ml i zwykle ok. 5% wartości należnej). Metoda ta nie jest oparta na badaniach populacyjnych i łatwo wykazuje dobrą reakcję na podanie leku u pacjentów z niskimi wyjściowymi wartościami FEV1.

Paradoksalnie chory, u którego poprawa FEV1 wynosi 200mL przy wartości wyjściowej FEV1 równej 1.4L ma słabą odwracalność, ale w momencie spadku wyjściowej wartości FEV1 do 1.3L ta sama zmiana (200mL) uznana byłaby jako znaczna odwracalność. Ocena reaktywności obturacji na podstawie zmian odnoszonych do wartości wyjściowej nie może być stosowana do różnicowania między POChP a astmą oskrzelową, bowiem skutkuje nadrozpoznananiem dobrze odwracalnej obturacji u chorych na POChP (zwłaszcza ciężką jej postać).

Wynik próby rozkurczowej ma za zadanie głównie wspomóc diagnostykę różnicową astmy i POChP. Wyżej wymienione kryterium poprawy odnoszonej do wartości należnej, jako dobrze udokumentowane i znacznie lepiej dyskryminujące grupy chorych na astmę i POCHP powinno być powszechnie stosowane<sup>53;58</sup>. Kryterium to ma w dużej mierze charakter epidemiologiczny. Nie ma jednak znaczenia decydującego, bowiem tak jak wśród chorych na POCHP są chorzy ze znaczną reaktywnością dróg oddechowych, tak też wśród chorych na astmę często występuje słaba reakcja na lek rozkurczowy<sup>59</sup>. Słaba reaktywność (ujemny wynik próby) nie oznacza braku czy też słabego wpływu leku na czynność płuc i nie powinna być podstawą decyzji o zaniechaniu leczenia lekiem bronchodilatacyjnym. Istotniejszy w przypadku indywidualnego chorego jest efekt kliniczny, a zatem wynik próby rozkurczowej nie decyduje o podjęciu leczenia i jego rodzaju.

Po podaniu leku rozkurczowego może zmienić się wartość FVC lub RV. Wobec tego zmianie ulega także objętość płuc, w której mierzone są maksymalne przepływy wydechowe (FEF75,50,25 i MMEF). Wartości FEF25, 50, 75 oraz MMEF przed i po leku dotyczą innej absolutnej objętości płuc, tak więc są nieporównywalne, gdyż powstają w innych warunkach. Pewnym rozwiązaniem problemu jest badanie przepływu w warunkach izowolumetrycznych

(przy tej samej objętości płuc)<sup>60;61</sup>. Dotychczas publikowane dane nie wykazały jednak jakiegokolwiek wyższości tej metody w porównaniu do klasycznej oceny zmian FEV<sub>1</sub> i FVC<sup>62</sup>.

Omawiając zagadnienie wpływu leków rozszerzających oskrzela na czynność płuc trzeba także wziąć pod uwagę zmiany wskaźników objętościowych. W spirometrii zmiany te może odzwierciedlać wzrost (F)VC<sup>51;52</sup>. Jest to korzystny skutek działania tych leków, który może wystąpić także przy braku, lub tylko niewielkiej poprawie FEV<sub>1</sub>. W takiej sytuacji paradoksalnie może zmniejszyć się wskaźnik FEV<sub>1</sub>/FVC. Możliwa jest także sytuacja w której nie obserwuje się istotnych zmian FEV<sub>1</sub> i (F)VC, natomiast pozytywny wpływ leku przejawia się jako wzrost IC lub zmniejszenie się RV będące wyrazem zmniejszenia się zjawiska dynamicznej hiperinflacji<sup>31;35;36;63-65</sup>. Te korzystne zmiany nie znajdują odzwierciedlenia w spirometrii.

### **Podsumowanie:**

1. Interpretacja wyników próby rozkurczowej dotyczy (F)VC i FEV<sub>1</sub>.
2. Preferowanym kryterium znaczącej reaktywności na lek rozszerzający oskrzela (dodatni wynik próby) jest zwiększenie FEV<sub>1</sub> lub (F)VC przekraczające 200mL i 12% wartości należnej.
3. Można stosować kryterium wzrostu wskaźników odnoszące go do wartości wyjściowej (np. 12% lub 15%) z zastrzeżeniem punktu 4.
4. Odnoszenie wzrostu wskaźników do ich wartości wyjściowej prowadzi do błędnej kwalifikacji reaktywności obturacji u chorych z relatywnie niskimi wyjściowymi wartościami (F)VC i FEV<sub>1</sub>.
5. Zmiana w zakresie wskaźnika FEV<sub>1</sub>%(F)VC nie ma znaczenia w interpretacji próby rozkurczowej.
6. Nie ocenia się odwracalności obturacji w zakresie przepływu środkowego i maksymalnych przepływów wydechowych.
7. Nie zaleca się używania terminu "nieodwracalna" obturacja. Brak poprawy w zakresie wskaźników spirometrycznych nie oznacza braku skuteczności klinicznej leczenia bronchodilatoryjnego.

### **4.7 Zmiany wskaźników czynności płuc w czasie**

Wskaźniki czynności płuc podlegają zmienności osobniczej w czasie, a różnice otrzymanych wyników dotyczą zarówno pomiarów wykonywanych w krótkich, jak i długich odstępach czasowych (dzień, tydzień, miesiąc, rok). Z klinicznego punktu widzenia możliwość oceny zmian czynności płuc w czasie jest zdecydowanie bardziej cenna niż pojedynczy pomiar, zinterpretowany w odniesieniu do wartości należnej. Nie jest jednak łatwo ocenić czy stwierdzona różnica odzwierciedla faktyczne zmiany w zakresie stanu czynności płuc czy jest jedynie efektem fizjologicznej zmienności osobniczej.

Aktualnie zalecaną metodą oceny zmienności wskaźników jest wyliczenie współczynnika powtarzalności (coefficient of repeatability, CR), zamiast dotychczas powszechnie używanego współczynnika wariacji<sup>3</sup>. Zmiana danego parametru może być uznana za znamienne, istotną klinicznie, gdy jej wartość przekracza współczynnik powtarzalności. CR może być wyrażony jako wartość bezwzględna (np. 0,33 L dla FEV<sub>1</sub>) lub jako procent wartości średniej (11% dla FEV<sub>1</sub>)<sup>3</sup>. Zmiany parametrów, uznawane za istotne statystycznie i/lub klinicznie, podane w % wartości wyjściowej przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Znaczące zmiany dla poszczególnych parametrów w czasie wyrażone w % wartości wyjściowej

	FVC	FEV1
<b>dzień</b>		
zdrowy	≥ 5	≥ 5
POChP	≥ 11	≥ 13
<b>tydzień</b>		
zdrowy	≥ 11	≥ 12
POChP	≥ 20	≥ 20
<b>rok</b>	≥15	≥15

Na ogół wskaźniki czynności płuc wykazują większą zmienność w dłuższych przedziałach czasowych (tygodnie, miesiące np. dla FEV<sub>1</sub> do 11% u osób zdrowych) niż w krótkich odstępach czasu (pomiaru wykonywane w trakcie tej samej sesji lub w odstępie dni). Dopuszcza się także większą zmienność wskaźników czynności płuc u chorych na POChP.

Powtarzalność monitorowanych parametrów może być oceniona za pomocą tzw. kontroli biologicznej, czyli pomiarów dokonywanych na znanych obiektach.

Dla monitorowania zmian czynności płuc w czasie najbardziej przydatnym parametrem jest FEV<sub>1</sub>. Charakteryzuje się najwyższą powtarzalnością, i jako jedyny ulega zmianie zarówno w obturacyjnym jak i restrykcyjnym typie upośledzenia czynności płuc. Przyjmuje się, że różnica między dwoma pomiarami FEV<sub>1</sub> wykonanymi w krótkim odstępie czasu, która przekracza 12% wartości wyjściowej i 200mL jest statystycznie znamienne i może mieć znaczenie kliniczne. Stwierdzenie mniejszych różnic winno być interpretowane w połączeniu z obrazem klinicznym, wspartym wynikami innych badań diagnostycznych.

Podkreślić należy, że stosowanie jednolitych standardów i ściśle przestrzeganie zaleceń dotyczących prawidłowego wykonywania badania spirometrycznego pozwala na zminimalizowanie wpływu zmienności osobniczej na otrzymany wynik.

#### Podsumowanie:

1. Poziom istotności zależy od przedziału czasu, w którym ocenia się zmiany parametru czynnościowego.
2. Wielokrotne pomiary w określonym czasie lepiej odzwierciedlają rzeczywiste zmiany czynności płuc niż 2 pomiary w skrajnych punktach czasowych.
3. Nie należy analizować zmian zbyt wielu wskaźników jednocześnie, gdyż może to prowadzić do fałszywie dodatnich wyników.
4. Analiza zmian czynności płuc w czasie nie powinna opierać się wyłącznie na danych liczbowych, ale uwzględniać obraz kliniczny.

#### 4.8 Standard wyniku badania czynnościowego

Wynik badania spirometrycznego powinien zawierać następujące elementy:

- dane umożliwiające jednoznaczną identyfikację osoby badanej wraz z danymi antropometrycznymi
- informacje dotyczące daty i miejsca badania oraz osoby odpowiedzialnej za nadzór merytoryczny pracowni i osoby wykonującej badanie
- informacje dotyczące leków bronchodilatacyjnych przyjmowanych przed badaniem



wykresy krzywych w układach objętość-czas i przepływ-objętość dla minimum 3 najlepszych prób przedstawione w odpowiedniej skali (przepływ:  $5 \text{ mm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , objętość:  $10 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ , czas:  $10 \text{ mm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) i z odpowiednią rozdzielczością (przepływ:  $0.025 \text{ L}$ , objętość:  $0.1 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$ , czas:  $0.2 \text{ s}$ )

tabele z wynikami liczbowymi zawierającymi dane minimum trzech najlepszych prób, wartości wybranej do wyniku końcowego (najlepsza krzywa, wartości maksymalne lub obwiednia), wartości należnej, % należnej i opcjonalnie SR (SDS) i percentyla źródła zastosowanych wartości należnych

sposób metody wyboru danych do interpretacji (wartości maksymalne, obwiednia, najlepsza krzywa)

informacje dotyczące daty ostatniej kalibracji aparatu

i dodatkowo (opcjonalnie):

opis badania podpisany przez lekarza

dane dotyczące rozpoznania klinicznego lub podejrzewanego jednostki chorobowej

informacje dotyczące ilości wykonanych manewrów natężonego wydechu

informacje dotyczące stopnia powtarzalności wyników (skala literowa wg NLHEP)

Nie wszystkie parametry mierzone i wyliczane w badaniu spirometrycznym są brane pod uwagę podczas interpretacji jego wyników. Umieszczanie w tabeli wszystkich możliwych i proponowanych przez producentów sprzętu wskaźników pogarsza tylko czytelność i przejrzystość wyniku. Podstawowe wskaźniki, które muszą być widoczne na każdym wyniku to:

$VC_{\max}$  (FVC w przypadku wykonania wyłącznie badania wydechowego)

FEV1

$FEV1/VC_{\max}$  ( $FEV1/FVC$  w przypadku wykonania wyłącznie badania wydechowego)

FEF25-75 (MEF75-25, MMEF)

PEF

FEF25 (MEF75)

FEF50 (MEF50)

FEF75 (MEF25)

Cennym uzupełnieniem są wskaźniki natężonego wdechu:

FIV1, PIF, MIF50, FVC(in)

Zalecane jest umieszczanie na wyniku danych świadczących o jakości technicznej wykonanych manewrów natężonego wydechu:

TPEF – czas do osiągnięcia PEF

FET – czas trwania natężonego wydechu

BEV – ekstrapolowana wstecz objętość wyrażona jako wartość absolutna i % FVC

ATS error code – kod błędu wg standardu ATS

dFEV1, dFVC – różnice pomiędzy dwoma najlepszymi wartościami FEV1 i FVC

Ocena wyniku powinna zawierać informacje dotyczące typu rozpoznanych lub podejrzewanego zaburzeń, stopnia ich nasilenia w zależności od podejrzewanego jednostki chorobowej oraz reakcji na lek rozszerzający oskrzela (jeśli wykonano próbę rozkurczową). Konieczne jest umieszczenie w opisie informacji o ewentualnych okolicznościach mających

wpływ na wiarygodność wyniku (szczególnie: niedostateczna ilość wykonanych manewrów oddechowych, brak lub słaba powtarzalność, krótki czas FET, brak współpracy ze strony pacjenta).

## Piśmiennictwo

1. Ferguson GT, Enright PL, Buist AS, Higgins MW. Office spirometry for lung health assessment in adults: A consensus statement from the National Lung Health Education Program. *Chest* 2000;117:1146-61.
2. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A *et al.* Standardisation of spirometry. *Eur.Respir.J.* 2005;26:319-38.
3. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R *et al.* Interpretative strategies for lung function tests. *Eur.Respir.J.* 2005;26:948-68.
4. Standardized lung function testing. Official statement of the European Respiratory Society [see comments]. *Eur.Respir.J.Suppl* 1993;16:1-100.
5. Stocks J, Quanjer PH. Reference values for residual volume, functional residual capacity and total lung capacity. ATS Workshop on Lung Volume Measurements. Official Statement of The European Respiratory Society. *Eur.Respir J.* 1995;8:492-506.
6. Falaschetti E, Laiho J, Primatesa P, Purdon S. Prediction equations for normal and low lung function from the Health Survey for England. *Eur.Respir.J.* 2004;23:456-63.
7. Ware JH, Weiss S. Statistical issues in longitudinal research on respiratory health. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 1996;154:S212-S216.
8. Tager IB, Segal MR, Speizer FE, Weiss ST. The natural history of forced expiratory volumes. Effect of cigarette smoking and respiratory symptoms. *Am.Rev.Respir.Dis.* 1988;138:837-49.
9. Hankinson JL, Odencrantz JR, Fedan KB. Spirometric reference values from a sample of the general U.S. population. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 1999;159:179-87.
10. Hankinson JL, Crapo RO, Jensen RL. Spirometric reference values for the 6-s FVC maneuver. *Chest* 2003;124:1805-11.
11. Quanjer PH, Stocks J, Polgar G, Wise M, Karlberg J, Borsboom G. Compilation of reference values for lung function measurements in children. *Eur.Respir.J.Suppl* 1989;4:184S-261S.

12. Zapletal A, Paul T, Samanek M. [Significance of contemporary methods of lung function testing for the detection of airway obstruction in children and adolescents (author's transl)]. *Z. Erkr. Atmungsorgane*. 1977;149:343-71.
13. Crapo RO, Morris AH, Gardner RM. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1981;123:659-64.
14. Miller MR, Pincock AC. Predicted values: how should we use them? *Thorax* 1988;43:265-67.
15. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. American Thoracic Society [see comments]. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1991;144:1202-18.
16. Guidelines for the measurement of respiratory function. Recommendations of the British Thoracic Society and the Association of Respiratory Technicians and Physiologists [see comments]. *Respir. Med.* 1994;88:165-94.
17. Boros P, Kowalski J. Jak prawidłowo oceniać wyniki badań czynnościowych układu oddechowego? *Pneumonol. Alergol. Pol.* 2000;68:299-302.
18. Hansen JE, Sun XG, Wasserman K. Discriminating measures and normal values for expiratory obstruction. *Chest* 2006;129:369-77.
19. Zalecenia Polskiego Towarzystwa Ftizjopneumonologicznego rozpoznawania i leczenia przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP). *Pneumonol. Alergol. Pol.* 2002;70 Suppl. 2:1-42.
20. Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Updated 2003: NHLBI/WHO Workshop. National Heart, Lung, and Blood Institute, World Health Organization. (Based on an April 1998 NHLBI/WHO Workshop. Report originally published in April 2001 as NIH Publication Number 2701.). 2003.

Ref Type: Generic

21. Celli BR, Halbert RJ, Isonaka S, Schau B. Population impact of different definitions of airway obstruction. *Eur. Respir. J.* 2003;22:268-73.
22. Hardie JA, Buist AS, Vollmer WM, Ellingsen I, Bakke PS, Morkve O. Risk of over-diagnosis of COPD in asymptomatic elderly never-smokers. *Eur Respir J* 2002;20:1117-22.
23. Brusasco V, Pellegrino R, Rodarte JR. Vital capacities in acute and chronic airway obstruction: dependence on flow and volume histories. *Eur Respir J* 1997;10:1316-20.

24. Global Strategy for Asthma Management and Prevention. National Heart, Lung, and Blood Institute, National Institutes of Health. Bethesda, Maryland Issued January 1995, NIH Publication No 02-3659, revised 2002, updated 2003 full text: [www.ginasthma.com](http://www.ginasthma.com) . 2003.

Ref Type: Report

25. Nishimura K, Izumi T, Tsukino M, Oga T. Dyspnea is a better predictor of 5-year survival than airway obstruction in patients with COPD. *Chest* 2002;121:1434-40.
26. Yan S, Kaminski D, Sliwinski P. Reliability of inspiratory capacity for estimating end-expiratory lung volume changes during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 1997;156:55-59.
27. O'Donnell DE, Lam M, Webb KA. Spirometric correlates of improvement in exercise performance after anticholinergic therapy in chronic obstructive pulmonary disease. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 1999;160:542-49.
28. O'Donnell DE, Lam M, Webb KA. Measurement of symptoms, lung hyperinflation, and endurance during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 1998;158:1557-65.
29. Murariu C, Ghezzi H, Milic-Emili J, Gautier H. Exercise limitation in obstructive lung disease. *Chest* 1998;114:965-68.
30. Marin JM, Carrizo SJ, Gascon M, Sanchez A, Gallego B, Celli BR. Inspiratory capacity, dynamic hyperinflation, breathlessness, and exercise performance during the 6-minute-walk test in chronic obstructive pulmonary disease. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 2001;163:1395-99.
31. Boni E, Corda L, Franchini D, Chirolini P, Damiani GP, Pini L *et al.* Volume effect and exertional dyspnoea after bronchodilator in patients with COPD with and without expiratory flow limitation at rest. *Thorax* 2002;57:528-32.
32. Hay JG, Stone P, Carter J, Church S, Eyre-Brook A, Pearson MG *et al.* Bronchodilator reversibility, exercise performance and breathlessness in stable chronic obstructive pulmonary disease. *Eur.Respir.J.* 1992;5:659-64.
33. Eltayara L, Becklake MR, Volta CA, Milic-Emili J. Relationship between chronic dyspnea and expiratory flow limitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 1996;154:1726-34.
34. Diaz O, Villafranca C, Ghezzi H, Borzone G, Leiva A, Milic-Emil J *et al.* Role of inspiratory capacity on exercise tolerance in COPD patients with and without tidal expiratory flow limitation at rest. *Eur.Respir.J.* 2000;16:269-75.

35. Celli B, ZuWallack R, Wang S, Kesten S. Improvement in resting inspiratory capacity and hyperinflation with tiotropium in COPD patients with increased static lung volumes. *Chest* 2003;124:1743-48.
36. O'Donnell DE, Fluge T, Gerken F, Hamilton A, Webb K, Aguilaniu B *et al.* Effects of tiotropium on lung hyperinflation, dyspnoea and exercise tolerance in COPD. *Eur.Respir.J.* 2004;23:832-40.
37. Mannino DM, Buist AS, Petty TL, Enright PL, Redd SC. Lung function and mortality in the United States: data from the First National Health and Nutrition Examination Survey follow up study. *Thorax* 2003;58:388-93.
38. Rodenstein DO, Stanescu DC. Reassessment of lung volume measurement by helium dilution and by body plethysmography in chronic air-flow obstruction. *Am.Rev.Respir Dis.* 1982;126:1040-44.
39. Aaron SD, Dales RE, Cardinal P. How accurate is spirometry at predicting restrictive pulmonary impairment? *Chest* 1999;115:869-73.
40. Boros P, Franczuk M, Wesolowski S. Zmiany "mieszane" - weryfikacja rozpoznania typu zaburzeń wentylacyjnych. *Pneumonol.Alergol.Pol.* 2003;71:527-32.
41. Boros PW, Franczuk M, Wesolowski S. Value of spirometry in detecting volume restriction in interstitial lung disease patients. *Spirometry in interstitial lung diseases.* *Respiration* 2004;71:374-79.
42. Dykstra BJ, Scanlon PD, Kester MM, Beck KC, Enright PL. Lung volumes in 4,774 patients with obstructive lung disease. *Chest* 1999;115:68-74.
43. Flenley DC. Chronic obstructive pulmonary disease. *Dis.Mon.* 1988;34:537-99.
44. Standardization of spirometry--1987 update. Statement of the American Thoracic Society. *Am.Rev.Respir.Dis.* 1987;136:1285-98.
45. Petty TL. Simple office spirometry. *Clin.Chest Med.* 2001;22:845-59.
46. Standardization of Spirometry, 1994 Update. American Thoracic Society. *Am.J.Respir.Crit Care Med.* 1995;152:1107-36.
47. Crapo RO. Pulmonary-function testing. *N.Engl.J.Med.* 1994;331:25-30.
48. Hyatt RE, Scanlon PD, Nakamura M. Interpretation of pulmonary function tests: a practical guide., II ed. Philadelphia, Baltimore, New York, London, Buenos Aires, Hong Kong, Sydney, Tokyo: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.

49. Empey DW. Assessment of upper airways obstruction. *Br.Med.J* 1972;3:503-05.
  50. Miller MR, Pincock AC, Oates GD, Wilkinson R, Skene-Smith H. Upper airway obstruction due to goitre: detection, prevalence and results of surgical management. *Q.J Med.* 1990;74:177-88.
  51. Lorber DB, Kaltenborn W, Burrows B. Responses to isoproterenol in a general population sample. *Am.Rev.Respir.Dis.* 1978;118:855-61.
  52. Watanabe S, Renzetti AD, Jr., Begin R, Bigler AH. Airway responsiveness to a bronchodilator aerosol. I. Normal human subjects. *Am.Rev.Respir.Dis.* 1974;109:530-37.
  53. Taylor DR. Diagnosis, In: Fitzgerald JM, Ernst P, Boulet LP, O'Byrne PM, editors. *Evidence-Based Asthma Management*. Hamilton, London: B.C. Decker Inc.; 2001. p. 39-56.
  54. Standards for the Diagnosis and Management of Patients with COPD. American Thoracic Society, European Respiratory Society. <http://www.copd-ats-ers.org/>, 1-222. 2004.
- Ref Type: Report
55. Brand PL, Quanjer PH, Postma DS, Kerstjens HA, Koeter GH, Dekhuijzen PN *et al.* Interpretation of bronchodilator response in patients with obstructive airways disease. The Dutch Chronic Non-Specific Lung Disease (CNSLD) Study Group. *Thorax* 1992;47:429-36.
  56. Dompeling E, van Schayck CP, Molema J, Akkermans R, Folgering H, van Grunsven PM *et al.* A comparison of six different ways of expressing the bronchodilating response in asthma and COPD; reproducibility and dependence of prebronchodilator FEV1. *Eur.Respir.J.* 1992;5:975-81.
  57. Afschrift M, Clement J, Peeters R, Van de Woestijne KP. Maximal expiratory and inspiratory flows in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Influence of bronchodilation. *Am.Rev.Respir.Dis.* 1969;100:147-52.
  58. Eliasson O, Degraff AC, Jr. The use of criteria for reversibility and obstruction to define patient groups for bronchodilator trials. Influence of clinical diagnosis, spirometric, and anthropometric variables. *Am.Rev.Respir.Dis.* 1985;132:858-64.
  59. Kesten S, Rebuck AS. Is the short-term response to inhaled beta-adrenergic agonist sensitive or specific for distinguishing between asthma and COPD? *Chest* 1994;105:1042-45.

60. Olsen CR, Hale FC. A method for interpreting acute response to bronchodilators from the spirogram. *Am.Rev.Respir Dis.* 1968;98:301-02.
61. Boggs PB, Bhat KD, Vekovius WA, Debo MS. Volume-adjusted maximal mid-expiratory flow (Iso-volume FEF25-75%): definition of "Significant" responsiveness in healthy, normal subjects. *Ann.Allergy* 1982;48:137-38.
62. Boggs PB, Bhat KD, Vekovius WA, Debo MS. The clinical significance of volume-adjusted maximal mid-expiratory flow (Iso-volume FEF25-75%) in assessing airway responsiveness to inhaled bronchodilator in asthmatics. *Ann.Allergy* 1982;48:139-42.
63. Bouros D, Kottakis J, Le G, V, Overend T, Della CG, Siafakas N. Effects of formoterol and salmeterol on resting inspiratory capacity in COPD patients with poor FEV(1) reversibility. *Curr.Med.Res.Opin.* 2004;20:581-86.
64. Di Marco F, Milic-Emili J, Boveri B, Carlucci P, Santus P, Casanova F *et al.* Effect of inhaled bronchodilators on inspiratory capacity and dyspnoea at rest in COPD. *Eur.Respir.J.* 2003;21:86-94.
65. Newton MF, O'Donnell DE, Forkert L. Response of lung volumes to inhaled salbutamol in a large population of patients with severe hyperinflation. *Chest* 2002;121:1042-50.