

Oscylometria impulsowa w ocenie stanu drobnych dróg oddechowych

Streszczenie. W pracy prezentowane są wyniki pomiarów własności układu oddechowego techniką oscylometrii impulsowej (IOS). Prezentujemy wyniki pomiarów uzyskanych u 555 osób dorosłych w wieku 45-96 lat (w tym 328 mężczyzn) oraz ich porównanie z klasycznie stosowanym badaniem spirometrycznym. Wyniki wskazują na wysoką korelację wskaźników spirometrycznych i oscylometrycznych, różnicowanie pomiędzy obturacją i jej brakiem oraz możliwość wykorzystania w ocenie stanu obwodowych dróg oddechowych.

Abstract. The paper presents the results of assessing respiratory system properties using impulse oscillometry. We present the results obtained in 555 adults aged 45-96 years (328 men) and the comparison with classic spirometry. The results show high correlation between oscillometric and spirometric indices, differentiating among obstructed and non-obstructed patients and possibility to use in evaluating the state of small airways. (*Impulse oscillometry in assessing small airways properties*).

Słowa kluczowe: oscylometria impulsowa, spirometria, drobne drogi oddechowe, obturacja.

Keywords: impulse oscillometry, spirometry, small Airways, obstruction.

doi:10.12915/pe.2014.05.37

Wstęp

Choroby obturacyjne, w tym astma i przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP) stanowią istotny problem cywilizacyjny i społeczny, m.in. z uwagi na ich znaczne rozpowszechnienie. Ocenia się, że ok. 10% populacji polskiej jest dotknięte tymi chorobami. Badania nad etiopatogenezą tych chorób prowadzą do stwierdzenia, iż proces chorobowy związany z przewlekłym procesem zapalnym toczy się głównie w tzw. drobnych (obwodowych) drogach oddechowych [1]. Z punktu widzenia anatomii układu oddechowego drobne drogi oddechowe (DDO) sytuuje się od 8 generacji (dróg o średnicy <2mm) do obszaru oskrzelików końcowych. Kluczowe z punktu widzenia badań nad astmą i POChP jest więc określanie ich własności.

Klasyczne techniki stosowane w ocenie stanu układu oddechowego dają jedynie pośrednie informacje o ewentualnej obturacji w DDO. Wskaźniki spirometryczne (FEV1 - pierwszosekundowa forsowna objętość wydechu, FEV1/FVC – wskaźnik Tiffeneau) czy oporowe (opór pletyzmograficzny - airway resistance, Raw) dają informację 'globalną', zaś dodatkowym utrudnieniem jest fakt, iż opór DDO stanowi w warunkach fizjologicznych 10-20% całkowitego oporu dróg oddechowych (DO). Inne techniki – takie jak pomiar rozdęcia płuc również przynoszą jedynie pośrednią informację o DDO. Proponuje się także stosowanie najnowszych [2], wysokorozdzielczych technik obrazowych (wielorządowa tomografia komputerowa), które umożliwiają identyfikację struktur o rozmiarach rzędu 0,3 mm, ale – z przyczyn obiektywnych z pewnością nie są możliwe do stosowania w rutynowych badaniach diagnostycznych czy kontrolnych.

Alternatywą mogą być pomiary stanu układu oddechowego wykonywane techniką oscylometrii impulsowej IOS [3]. Technika korzysta z impulsów ciśnieniowych podawanych do układu oddechowego, powodujących reakcję przepływową. Korzystając z metod analizy częstotliwościowej (transformata Fouriera) wylicza się rezystancję i reaktancję układu oddechowego dla kilku interesujących częstotliwości w zakresie 5-35 Hz. Dodatkowo, możliwe jest stosowanie prostych modeli układu oddechowego, o parametrach skupionych i zawierających rezystancje, podatności (elastyczności) oraz inercyjności. Modele takie służą analizie danych w dziedzinie częstotliwości i mają potwierdzoną wartość diagnostyczną. Techniki oscylometryczne są od lat z powodzeniem

stosowane w badaniach układu oddechowego u dzieci [4], ponieważ wymagają jedynie pasywnej współpracy i badania wykonuje się przy spokojnym oddychaniu, jednak do tej pory w Polsce nie były stosowane u osób dorosłych.

Cel pracy

Celem pracy jest określenie przydatności pomiarów wykonywanych techniką oscylometryczną (IOS) u pacjentów ambulatorium oddziału chorób płuc w aspekcie oceny stanu układu oddechowego i w szczególności stanu drobnych dróg oddechowych. Z punktu widzenia diagnostyki największe znaczenie mają R5 – opór przy częstotliwości 5 Hz, będący miarą całkowitego oporu dróg oddechowych i R20 odzwierciedlający opór centralnych DO. Różnica R5-R20 jest uznawana za miarę stanu drobnych dróg oddechowych. Poza tym – wskaźnikiem występowania obturacji jest częstotliwość rezonansowa – częstotliwość, przy której reaktancja układu oddechowego X osiąga wartość 0.

Materiał i metody

Retrospektywną analizą objęto wyniki badań pacjentów ambulatorium Oddziału Chorób Płuc Kujawsko-Pomorskiego Centrum Pulmonologii poddawanych badaniom diagnostycznym z różnych wskazań, wśród których dominowało rozpoznanie przewlekłej obturacyjnej choroby płuc. Poza tym część pacjentów miała rozpoznaną astmę, pojedynczy pacjenci przechodzili ocenę stanu układu oddechowego pod kątem kwalifikacji do zabiegów chirurgicznych. Pod uwagę wzięto wyniki z roku 2012.

Badanie oscylometryczne polega na kilkudziesięciosiekundowym, spokojnym oddychaniu przez ustnik. Do układu oddechowego aplikowane są trójkątne impulsy ciśnieniowe o niewielkiej amplitudzie, rejestruje się również przepływ powietrza przez drogi oddechowe. Po zakończeniu badania oprogramowanie wyznacza z zarejestrowanych przebiegów czasowych przepływu i ciśnienia wartości rezystancji i reaktancji dla 5,10,15, 20 i 35 Hz.

Badanie spirometryczne jest badaniem wysiłkowym, w czasie którego w czasie manewru natężonego (forsownego) wydechu rejestruje się przepływ powietrza przez drogi oddechowe oraz objętość wydychanego powietrza, tworząc wykres w osiach przepływ – objętość. Jest to podstawowe badanie diagnostyczne układu oddechowego pozwalające na stwierdzenie ograniczenia przepływu powietrza w

drogach oddechowych (obturacyj) – jeśli wskaźnik FEV1/FVC (stosunek pierwszosekundowej forsownej objętości wydechowej do forsownej pojemności życiowej) jest poniżej dolnej granicy normy.

Do analizy wybrano wyniki osób, u których wykonano badanie spirometryczne i które zgodziły się dobrowolnie poddać badaniu oscylometrycznemu (podpisując świadomą zgodę). Badania przeprowadzane były z użyciem zestawu MasterLab firmy Jaeger; spirometria zgodnie z zaleceniami ERS/ATS/PTChP [5,6] zaś badanie oscylometryczne – jako pierwsze w sekwencji zgodnie z instrukcją producenta.

W analizie uwzględniono wyniki badań 555 osób (328 mężczyzn) w wieku 45-96 lat. Pod uwagę wzięto wskaźniki oznaczane podczas badania spirometrycznego (FEV1, FVC (natężoną pojemność życiową) i FEV1/FVC) oraz parametry oscylacyjne R5, R5-R20 i częstotliwość rezonansową Fn. Wyliczono również stosunek R5-R20 do R5, co odpowiada udziałowi oporu obwodowych dróg oddechowych w całkowitym oporze systemu oddechowego.

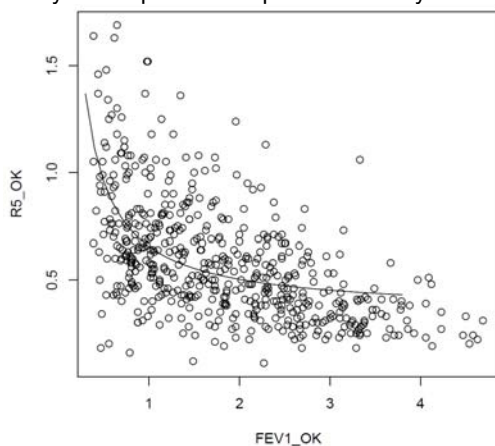
Wyniki

Opis grupy i wstępne wyniki pokazuje tabela 1.

Tabela 1. Opis badanej grupy

| | Srednia ±SD | Zakres |
|------------------|-------------|-------------|
| Wiek [lata] | 64,2±9,7 | 45-96 |
| Wzrost [cm] | 165,2±9,2 | 136-191 |
| Masa ciała [kg] | 78,1±19,8 | 37-145 |
| FEV1 [l] | 1,82±0,97 | 0,39 – 4,69 |
| FVC [l] | 3,11±1,08 | 0,68 – 6,51 |
| FEV1/FVC | 56,66±17,4 | 17,1 - 98,4 |
| R5 [kPa/l/s] | 0,58±0,27 | 0,11 – 1,09 |
| R5-R20 [kPa/l/s] | 0,24±0,21 | 0,0 – 1,07 |
| (R5-R20)/R5 | 34,3±18,3 | 0-76,9 |
| Fn [Hz] | 23,5±8,3 | 5,0-44,5 |

Analizując zebrany materiał stwierdzono istotną statystycznie korelację pomiędzy FEV1 i R5, FEV1 i Fn oraz FEV1 i R5-R20: współczynniki korelacji wyniosły odpowiednio -0,549; -0,613 i -0,673. Korelacja udziału procentowego oporu obwodowego w całkowitym oporze dróg oddechowych z FEV1 również była wysoka i wyniosła -0,607. Przykład dopasowania pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Zależność pomiędzy R5 i FEV1

Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w wartościach średnich parametrów spirometrycznych i oscylometrycznych w grupie mężczyzn (n=328) i kobiet (n=227).

W analizowanej grupie, po określeniu wartości należnych wg [7] stwierdzono 350 przypadków pacjentów z obturacją w układzie oddechowym (FEV1/FVC poniżej dolnej granicy normy) oraz 205 bez obturacji. W tabeli II zestawione są rezultaty porównania

Tabela 2. Porównanie wyników pacjentów z obturacją i bez obturacji

| | Obturacja | Brak obturacji | p |
|-------------|-------------|----------------|--------|
| Wiek | 65,15±9,44 | 62,53±9,88 | 0,02 |
| Wzrost | 164,57±9,12 | 166,36±9,16 | 0,003 |
| Masa ciała | 75,73±20,09 | 82,24±18,54 | 0,0017 |
| FEV1 | 1,38±0,71 | 2,57±0,89 | <0,001 |
| FVC | 2,90±0,97 | 3,47±1,17 | <0,001 |
| FEV1/FVC | 46,60±13,65 | 73,84±5,76 | <0,001 |
| R5 | 0,65±0,28 | 0,47±0,23 | <0,001 |
| R5-R20 | 0,30±0,22 | 0,13±0,14 | <0,001 |
| Fn | 26,3±7,9 | 18,8±6,4 | <0,001 |
| (R5-R20)/R5 | 40±18 | 24±14 | <0,001 |

Wartości średnie ±SD. Porównanie testem t-studenta. Opisy porównywanych parametrów – p. Tabela 1.

Porównanie wyników pokazuje, że różnice pomiędzy grupą badanych bez obturacji i z obturacją są znamienne statystycznie, co jest oczywiste biorąc pod uwagę parametry spirometryczne, a ponieważ równie istotną różnicą pomiędzy wartościami średnimi parametrów wyznaczonych podczas badania oscylometrycznego, potwierdza to ich wartość diagnostyczną oraz możliwość różnicowania chorych ze względu na stan układu oddechowego.

Omówienie wyników

Podstawowym badaniem diagnostycznym w chorobach układu oddechowego jest badanie spirometryczne. Z uwagi na to, że w bardzo dużym stopniu zależy od współpracy osoby badanej oraz zaangażowania osoby wykonującej badanie sprawia poważne problemy w najmłodszej grupie wiekowej: dzieci poniżej 10 r.ż. [8] oraz osobom w wieku podeszłym, powyżej 65 r.ż. [9]. Technika oscylometryczna, stawiająca duże niższe wymogi co do współpracy wykorzystywana jest od lat z powodzeniem u dzieci, zwłaszcza młodszych [4]. Nie była jednak dotąd zbyt szeroko stosowana u dorosłych, ale problem oceny stanu drobnych dróg oddechowych ponownie spowodował zainteresowanie IOS.

Ocena (pośrednia) stanu DDO możliwa jest przy pomocy technik pośrednich: pletyzmografii całego ciała, oceniającej m. in. stopień rozdęcia płuc spowodowanym szybszym zamykaniem się DDO, czy dzięki najnowszym osiągnięciom w dziedzinie technik obrazowych, jednak trudno spodziewać się by akurat te techniki mogły być powszechnie stosowane u chorych na choroby obturacyjne, których liczbę nawet w skali Polski liczy się w milionach.

Nasze wyniki uzyskane u osób dorosłych w retrospektywnej ocenie badań pokazują wysoką korelację parametrów oscylacyjnych ze spirometrycznymi. Podobne wyniki uzyskiwane były przez innych badaczy: Anderson i Lipworth [10] podają, że w grupie 57 chorych na POChP współczynnik korelacji pomiędzy R5-R20, a FEV1 wyniósł -0,499. Dodatkowo, wyniki pomiarów oscylometrycznych uzyskane przez osoby z obturacją w drogach oddechowych istotnie statystycznie różnią się od wyników u osób bez obturacji. Szczególnie interesujące jest to, że R5-R20 jest średnio ponad dwukrotnie wyższy u osób chorych. Potwierdzają to wyniki pracy Jareback i wsp. [11], którzy w analizie wyników u chorych na POChP (u których występowanie obturacji jest immanentną cechą choroby) wykazali istotną statystycznie różnicę pomiędzy średnimi wartościami R5 i R5-R20 wraz z postępowaniem choroby (ocenianym stadiami ciężkości opartymi na wartości FEV1 w % wartości należnej) w porównaniu do zdrowych z grupy kontrolnej i chorych na POChP w początkowym, pierwszym stadium jej zaawansowania. W badaniu tym u osób zdrowych z grupy kontrolnej udział oporu obwodowego w oporze całkowitym wyniósł 15%, podczas gdy w stadiach

ciężkości 1-4 odpowiednio 24%, 27%, 34% i 46%. W naszym materiale stwierdziliśmy u osób bez cech obturacji udział na poziomie 24%, zaś u osób z obturacją – 40%. Pokazuje to potencjał IOS w ocenie DDO, choć niewątpliwie dla określenia wartości diagnostycznej potrzebne są dobrze zaprojektowane badania prospektywne.

Dodatkowym argumentem wspierającym wykorzystywanie techniki oscylometrii impulsowej jest fakt, że stawia ona mniejsze wymagania co do współpracy – co jest istotne w przypadku osób z bardzo zaawansowanymi stadiami chorób obturacyjnych lub w podeszłym wieku, którym klasyczne badania czynnościowe mogą sprawiać duże trudności.

Wnioski

Prezentowane wyniki pomiarów oscylometrycznych, wykonane na stosunkowo dużej grupie osób dorosłych pokazują, że zastosowanie IOS umożliwia ocenę stanu układu oddechowego, zaś potencjalne możliwości techniki w ocenie stanu obwodowych dróg oddechowych wymagają dodatkowych badań. W kontekście poszukiwań metod oceny stanu układu oddechowego w chorobach obturacyjnych oraz w kontekście oceny skuteczności leczenia stanu zapalnego w DDO technika ta z pewnością winna być brana pod uwagę.

Podziękowanie. Autorzy wyrażają podziękowanie zespołowi Kujawsko – Pomorskiego Centrum Pulmonologii: Ewie Kilkowskiej, Aleksandrze Giovanoli-Wizner, Dorocie Smarz, Sylwii Gogolińskiej i Emilii Świątek za zaangażowanie w wykonanie badań.

LITERATURA

[1] Górecka D., Jassem E., Pierzchała W. i wsp., Zalecenia Polskiego Towarzystwa Chorób Płuc dotyczące rozpoznawania i leczenia przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP). *Pneumonol. Alergol. Pol.* (2012), 80, 3: 220–254.

[2] De Backer LA., Vos WG., Salgado R. et al., Functional imaging using computer methods to compare the effect of salbutamol and ipratropium bromide in patient-specific airway models of COPD. *International Journal of COPD* (2011), 6 637–646.

[3] Tomalak W., Radliński J., Pawlik J. i wsp., Impulse oscillometry vs body plethysmography in assessing respiratory resistance in children. *Pediatric Pulmonology*, (2006), 41: 50-54;

[4] Vogel J., Smidt U., Impulse oscillometry. *pmi Verlagsgruppe*, Frankfurt 1994.

[5] Miller MR., Hankinson J., Brusasco V. i wsp., Standardization of spirometry. *Eur. Respir. J.* (2005), 26:319-338.

[6] Zalecenia PTChP dotyczące wykonywania badań spirometrycznych. *Pneumonol. Alergol. Pol.* (2006), Suplement 1.

[7] Quanjer PH., Stanojevic S., Cole TJ. i wsp., Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur. Respir. J.* (2012), 40: 1324-1343.

[8] Tomalak W., Radliński J., Latawiec W., Jakość badania spirometrycznego u dzieci 10 letnich i młodszych w świetle zaleceń standaryzacyjnych. *Pneumonol. Alergol. Pol.* (2008), 6. 421-425.

[9] Czajkowska-Malinowska M., Tomalak W., Radliński J., Quality of spirometry in the elderly. *Pneumonol. Alergol. Pol.* 2013; 81:1-7.

[10] Anderson WJ., Lipworth BJ., Relationships between impulse oscillometry, spirometry and dyspnoea in COPD. *J. R. Coll. Physician* (2012), 42(2):111-115.

[11] Jarenback L., Ankherst J., Bjermer L. i wsp., Flow-Volume parameters in COPD related to extended measurements of lung volume, diffusion, and resistance. *Pulmonary Medicine*. (2013), 782052; <http://dx.doi.org/10.1155/2013/782052>.

Autorzy: dr hab. inż. Waldemar Tomalak, prof. IGiChP, Instytut Gruźlicy i Chorób Płuc, Oddział w Rabce-Zdroju, Zakład Fizjopatologii Układu Oddychania, ul. Prof. J. Rudnika 3b, 34-700 Rabka, e-mail: wtomalak@igrabka.edu.pl; dr Jakub Radliński, Instytut Gruźlicy i Chorób Płuc, Oddział w Rabce-Zdroju, Zakład Fizjopatologii Układu Oddychania, ul. Prof. J. Rudnika 3b, 34-700 Rabka, e-mail: jradlins@igrabka.edu.pl; dr Małgorzata Czajkowska-Malinowska, Kujawsko-Pomorskie Centrum Pulmonologii w Bydgoszczy, ul. Seminaryjna 1, 85-326 Bydgoszcz, e-mail: m.cz.malinowska@interia.pl