

신체지표와 유량-기량곡선 지표간의 상관성

원광보건대학 임상병리과

진복희

Correlations between Body Indices and Flow-Volume Curve Parameters

Bok-Hee Jin

Department of Clinical Laboratory Science, Wonkwang Health Science College, Iksan 570-750, Korea

Pulmonary function test has been known to be greatly affected by body indices, such as sex, age, height, body weight, body surface area (BSA) and body mass index (BMI), so that this study was focused to see the relationship between body index and flow-volume curves. Subjects were 156 (male 90, female 66) and they were examined for pulmonary function test in terms of body index and correlation/multiple regression analysis of flow-volume curves at Presbyterian Medical Center from March to August, 2009. The following results after analyzing the correlation between body index and flow-volume curves. Although flow-volume curve FEF25-75% showed close correlation with age, body weight, and body surface area, but not with body mass index. In addition, multiple regression analysis was performed to see how each body index affects flow-volume curve FEF25-75%, and FEF25-75% dispersion was explained as 74.5% with age only, 94.2% with age and height, and 96% with age, height, and sex. Therefore, sex, age and height that are mainly used for predictive formula of pulmonary function test and nomogram were important factors for pulmonary function test itself, and further study must be done for other body index.

Received 21 SEP 2009/Returned for modification 4 NOV 2009/Accepted 18 NOV 2009

Key Words : Body indices, Flow-volume curve, FEF25-75%

I. 서론

사람은 폐와 기관지 등으로 구성되어 있는 호흡기에 의해서 공기 중의 산소(O₂)를 체내로 들이마시고 적혈구 내의 헤모글로빈과 결합하여 몸 전체에 운반되며, 조직 중 세포의 미토콘드리아에서 받아들여지게 된다. 이 미토콘드리아

에서는 O₂를 연소시켜 단백질이나 지방, 탄수화물 등의 대사를 도와 산화과정의 삼카르복실산회로(tricarboxylic acid cycle, TCA 회로) 등에 의해 대량의 에너지원인 아데노신삼인산(adenosine triphosphate, ATP)을 생산하여 최종적으로는 탄산가스(CO₂)와 물(H₂O)로 분해된다. 발생된 CO₂는 반대로 조직 중의 세포로부터 혈액에서 받아들여 호흡기를 통해 공기 중으로 호흡된다(清水 등, 1998).

폐에서의 가스교환은 호흡과 폐혈류에 의해 유지되고 있으나 호흡기질환에서는 여러 가지 형태로 폐가 손상을 받아 그 기능이 장애를 받을 수 있다. 따라서 폐기능의

교신저자 : 진복희 (우)570-750 전북 익산시 신용동 344-2
원광보건대학 임상병리과
TEL : 063-840-1210
E-Mail : bhjin@wkhc.ac.kr

장애 유무, 유형 및 정도를 정량적으로 평가하고 파악하기 위한 수단으로서 폐기능검사가 실시되고 있다(福井, 1991). 유량-기량곡선(flow-volume curve, F-V curve)은 유량의 변화를 폐기량의 변화에 대응시켜 기록하는 것으로 말초기도 폐쇄의 검출법으로서 잘 알려져 있다(白石, 1989). 그러나 폐기능검사는 성, 연령, 신장, 체중, 체표면적(body surface area, BSA), 체질량지수(body mass index, BMI) 등의 여러 신체지표들과 상관성이 있으며, 이들 중 연령과 신장은 폐기능검사 지표와 비교적 상관관계가 큰 것으로 알려져 있다(Quanjer, 1983). 따라서 폐기능검사 예측치나 계산도표(nomogram)에서 예측치에 대한 실측치의 백분율을 구하여 검사치를 해석하고자 할 때에 이들 신체지표들은 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 신체지표와 유량-기량곡선의 여러 지표들 중 FEF25-75%(forced expiratory flow 25~75%)간의 상관성 및 신체지표에 따른 FEF25~75%의 연관성이 있는지를 알아보려고 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 대상

2009년 3월부터 8월까지 예수병원 폐기능검사실에서 폐기능검사를 받은 총 156명 중 남자 90명(57.69%), 여자 66명(42.31%)을 대상으로 하였으며, 대상자의 평균연령은 64.07±12.07세이었다(Table 1).

2. 방법

대상자에게 검사 목적과 방법을 충분히 설명하고 mouth piece를 입에 물리고 nose clip을 코에 부착하여 모든 호흡은 입을 통하여 호흡하도록 하였다. 검사는 피검자가 앉은 상태에서 폐활량계(Sensormedics, Vmax 2130, Yobalinda, California, USA)를 이용하여 측정하였고, 3회 이상 반복 실시하여 그 중 최대값을 선택하였다.

유량-기량곡선으로부터 최대 호기유량(peak expiratory flow, PEF), 노력성 호기유량25%(forced expiratory flow 25%, FEF25%), 노력성 호기유량 50%(forced expiratory flow 50%, FEF50%), 노력성 호기유량 75%(forced expiratory flow 75%, FEF75%)가 얻어지나 이 중 노력성

Table 1. Clinical characteristics of study subjects

Variables	Mean (range)
Gender	156
Male/Female	90 (57.69%)/66 (42.31%)
Age (yrs)	64.07±12.07
Height (cm)	160.75±8.66
Weight (kg)	60.62±10.00
BSA (m ²)	1.63±0.16
BMI (kg/m ²)	23.46±3.37
<18.5	12 (7.7%)
18.5~22.9	58 (37.2%)
23~24.9	37 (23.7%)
>25	49 (31.4%)

Values are mean±SD (range)

$$BSA \text{ (body surface area)} = \text{weight}^{0.425} \text{ (kg)} \times (\text{height (m)} / 100)^{0.725} \times 0.20247$$

$$BMI \text{ (body mass index)} = \text{weight (kg)} / [\text{height (m)}]^2$$

중간 호기유량 25~75%(forced expiratory flow 25~75%, FEF25~75%)를 얻어 분석에 이용하였다.

3. 통계 분석

대상자의 임상적 특성은 단일표본 T 검정(one sample T-test) 분석을 하였으며, 신체지표와 유량-기량곡선 FEF25~75% 두 변수간의 상관관계는 Pearson 상관계수분석(correlation coefficient analysis)을 실시하였다. 그리고 각 신체지표에 따른 유량-기량곡선 FEF25~75%의 회귀식과 유의도를 얻기 위해 중요한 변수 순서로 투입되다가 통계적으로 유의성이 없는 변수만 남게 되면 분석이 중단되는 stepwise방식의 다중회귀분석(multiple regression analysis)을 실시하였다.

모든 측정치는 평균±표준편차로 나타냈고, 유의수준은 0.05 이하로 하였으며, 통계분석은 SPSS Win(ver 11.5)을 이용하였다.

III. 결 과

대상자의 신장은 160.75±8.66 cm이었고, 체중은 60.62±10.00 kg이였으며, BSA는 1.63±0.16 m²이었다. 신장과 체중으로부터 구한 BMI는 18.5 kg/m² 미만을 저체중,

Table 2. Correlation between body indices and FEF25-75%

Variables	Correlation coefficient (r)	P-value
Age (yrs)	-0.864	<0.001
Height (cm)	0.610	<0.001
Weight (kg)	0.310	<0.001
BSA (m ²)	0.472	<0.001
BMI (kg/m ²)	-0.121	NS

BSA : body surface area, BMI : body mass index, NS : not significance

18.5~22.9 kg/m²를 정상체중, 23~24.9 kg/m²를 과체중, 25 kg/m²이상은 비만으로 분류하여(서, 1992) 전체 대상자의 BMI는 23.46±3.37 kg/m²로 과체중에 포함되었으나 이 중 과체중은 37명(23.7%), 비만은 49명(31.4%)으로 55.1%를 차지하였다(Table 1).

신체지표와 유량-기량곡선 FEF25~75%의 상관관계를 알기 위해 상관계수분석을 실시한 결과 연령($r=-0.864$, $P<0.001$)은 유의한 음의 상관관계를, 신장($r=0.610$, $P<0.001$), 체중($r=0.310$, $P<0.001$), BSA($r=0.472$, $P<0.001$)은 유의한 양의 상관관계를 나타냈으나 BMI($r=-0.121$, NS)는 상관관계를 나타내지 않았다(Table 2).

각 신체지표에 따른 유량-기량곡선 FEF25~75%의 회귀식과 유의도를 얻기 위해 다중회귀분석을 실시한 결과 가장 먼저 투입되는 변수는 연령으로 이때의 설명력은 74.7%로 나타났다. 두 번째로 투입되는 변수는 신장으로 이때의 설명력은 94.2%로서 19.5%의 설명력이 증가하였다. 세 번째로 투입되는 변수는 성으로 1.8% 정도의 설명력을 증가시켰으며 결국 이와 같이 3개의 변수가 투입되었을 때 설명력은 96%였으며 체중, BMI는 투입되지 않고 회귀분석은 종결되었다. 이때 산출된 회귀식은 Talbe 3과 같다.

IV. 고 찰

최근 의용전자공학의 눈부신 진보에 따라 폐기능검사는 자동화된 장치가 많이 이용되고 있다. 비록 원리적으로는 복잡해도 이전보다 훨씬 쉽게 일상검사 수준으로 실시된 검사결과가 진단에 이용되고 있다. 그러므로 진단 시에는 많은 검사결과 중에서 중요한 정보를 선택하여 피검자의 병태생리를 정확하게 파악할 필요가 있다고 강조되고 있으나 검사 결과치의 많은 정보해석에는 어려움이 적지 않다. 이와 같은 어려움을 해결하기 위해서는 우선 많은 항목의 검사결과 중에서 최소한의 필요한 정보가 무엇인지를 아는 것이 중요하며, 측정치에 대한 호흡곡선의 해석은 가장 기본이 된다(河越과 毛利, 1988). 따라서 폐기능검사는 폐의 호흡과 관련된 일련의 생리적 기능을 측정하여 그 장애를 검출하고 이상 정도를 평가하며, 폐질환의 기능적 진단이나 중증도 및 치료효과를 판정하는데 이용되고 있다(Quanjer, 1983).

호흡곡선(spirogram)으로 기록된 최대노력 호기곡선(Tiffeneau 곡선)은 시간에 대한 최대노력 호기 시 폐용적의 변화를 나타내나 저폐기량으로 되면 시간에 대한 호출 시 폐용적의 변화가 적기 때문에 저폐기량 위치의 해석이 곤란하다. 초기에는 호흡운동기록법(spirography)에서 최대노력 호기곡선을 구하는 것과 같은 방법으로 호출 폐용적에 대한 최대노력 호기속도를 구하여 유량-기량곡선의 유용성을 제창하였으나 유량-기량곡선은 최대노력 호기곡선에 비해 패턴 인식이 용이하고, 각 폐기량 위치에서의 호출장애 정도를 민감하게 검출할 수 있다. 또한 저폐기량 위치에서 폐쇄성 환기장애의 검출이 가능하며, 저폐기량 위치의 기류속도에 재현성이 있는 점 등에서 우수하다. 따라서 유량-기량곡선으로부터 폐쇄성 장애를 중추측과 말초측의 변화로 나누어 생각하는 것이 가능하게 되었다(滑川, 1999). 유량-기량곡선은 유사한 형태의 곡선으로 폐질환에 의한 특징적인 형태 변화로부터

Table 3. Multiple regression equation of body indices affecting FEF25~75%

Multiple regression equation	R ²	P-value
FEF25~75%=5.081+age(yrs)×(-0.040)	0.747	<0.001
FEF25~75%=0.118+age(yrs)×(-0.036)×height(cm)×0.029	0.942	<0.001
FEF25~75%=2.087+age(yrs)×(-0.038)×height(cm)×0.020×sex×(-0.221)	0.960	<0.001

시각적인 진단이 가능하다는 장점이 있으나 정상인에서 성별, 연령 및 체격에 따라 유량 및 기량의 절대값은 차이를 보이는 것으로 알려져 있다(김, 1991).

폐활량측정법(spirometry)은 최대노력호출을 하여 시간에 따른 기량의 변화를 측정하는 것이나 유량-기량곡선은 최대흡기 위치에서 단숨에 가능한 빨리 최대노력으로 호출하여 그 때의 시간에 대한 호출량의 변화(유량, flow)를 세로축에, 이것의 변화에 따른 호출량(기량, volume)의 변화를 가로축에 기록한 것이다. 이 노력성 호출곡선은 환기기능검사의 기본이 되며, 여러 가지 정보가 포함된다. 유량-기량곡선의 지표들은 폐활량측정법에서는 측정하기 어려운 말초기도 병변의 검출에 유용하므로 일반적으로 PEF, FEF25%, FEF50%, FEF75% 등의 각 유량이 산출되거나 흡기 시의 유량-기량곡선도 상기도 협착의 진단에 유용하다. 만약 상기도 협착이 있으면 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC)의 1/2점에서 흡기 시의 유량이 호기 시에 비해 낮은 값으로 된다. 또 유량-기량곡선의 측정은 기관지 확장제 등의 효과 판정에도 유용한 검사방법이다. PEF는 피검자의 노력에 의해 큰 영향을 받으나 FEF25%는 상기도의 저항을, FEF50%, FEF75%는 가는 기도의 저항을 각각 어느 정도 반영한다(河越과 毛利, 1988). 또한 일반적으로 PEF, FEF25% 등 고폐기량에서의 유량 감소는 상기도내지 중심기도의 폐쇄를 나타내나 FEF50%, FEF75% 등의 저폐기량에서의 유량 감소는 말초기도의 폐쇄를 나타낸다(白石, 1989). 폐쇄성 장애가 있으면 PEF, FEF50%, FEF75% 등 어떤 기류량도 저하가 보이나 PEF의 저하에 비해 FEF50% 및 FEF75%의 극단적인 저하는 만성폐기종을, 폐쇄성 장애는 없으나 FEF50%/FEF75%비가 증가하는 것은 말초기도의 병변을 각각 시사한다(井上, 1987). 유량-기량곡선은 호출시작 부분에서 종말부까지의 최대유량을 패턴으로서 인식이 가능하며, 호흡기계 탄성의 종합지표로서 얻어진다. 특히 하강각에서의 곡선은 등전점(equal pressure point, EPP)을 형성하며 말초기도의 이상을 검출하는 것이 가능하다. 그 중에서도 FEF50%, FEF75%의 저하는 말초기도 이상의 조기 발견에 유용하며, 또한 소기도(small air way) 이상의 검색에서 말초기도의 이상 유무를 검토하여 유의하다고 하였다(山中 등, 1984). 노력성중간호기유량(FEF25-75%)은 전체 폐활량의 초기 및 말기의 25%를 제

외한 중간 50%의 기량을 소요된 시간으로 나누어 구하며, 유량-기량곡선에서 FVC의 25%에서 75%까지 호출하는 평균유량을 나타내는 호흡으로 말초 소기도 진단에 도움을 준다(김, 2002).

신체지표와 유량-기량곡선 FEF25-75%간의 상관성을 비교해 본 결과 연령, 신장, 체중, BSA는 유의한 상관관계가 있으나 BMI는 상관성이 없었다(Table 2). 이와 같은 결과는 신장에 따른 FEF곡선 지표의 차이를 본 결과 신장이 160cm 이상군에서 미만군보다 FEF25~75%는 유의하게 증가되었다고 보고한 진 등(2004)의 결과와 일치하는 것으로 나타났다. 또한 신장과 FEF곡선 지표간의 상관관계를 분석한 결과 FEF25~75%는 신장과 유의한 상관성이 있다는 진 등(2004)의 결과와 일치된 소견을 보였으나 다른 지표들과는 비교할 수 없었다. 신체지표에 따른 유량-기량곡선 FEF25~75%의 회귀식과 유의도를 얻어 선형적 연관성이 있는지를 알아보기 위해 다중회귀분석을 시행한 결과 연령은 가장 먼저 투입되는 변수로서 설명력은 74.7%이었으나 신장은 두 번째로 투입되는 변수로서 94.2%이었고, 성은 세 번째로 투입되는 변수로서 설명력은 96%로 나타났다(Table 3). 이 등(2000)은 연령과 신장의 변화는 폐기능검사 지표에서 독립적으로 영향을 미친다고 하였으며, 따라서 성, 연령, 신장은 폐기능검사에서 예측식이나 계산도표(nomogram)에서 중요한 지표로 이용되고 있다는 것을 알 수 있었다.

폐활량측정법에서는 노력성폐활량(FVC), 1초간의 노력성호기량(FEV1.0), FEV1.0/FVC비, 및 FEF25-75% 등의 지표를 얻을 수 있으며, 이들 지표를 이용하여 폐쇄성 혹은 제한성 환기 장애를 진단할 수 있다(김, 1991). 또한 폐기종을 진단하는데 있어서 기능적인 진단기준은 탄성반동 압력(elastic recoil pressure)의 감소에 의해 호기 기류속도가 감소하므로 FEF25~75%가 감소한다(최 등, 2001). 폐기능검사법 중에서 유량-기량곡선은 검사방법과 해석이 비교적 쉬워 널리 이용되고 있으나 검사결과가 환자의 노력 여부에 따라 다르게 나올 수도 있다. 그리고 폐기능검사의 결과 해석에서 중요한 것은 폐기능검사법은 호흡기질환을 확진하는 검사법이 아니라 장애의 형태를 확인하는 검사라는 사실을 인식해야 하며, 아울러 폐기능검사 지표들과 신체지표들 간에는 많은 영향을 준다는 사실도 함께 알고 있어야 할 것으로 사료된다.

신체지표와 유량-기량곡선 FEF25~75%간에는 연령은 음의 상관관계를, 신장, 체중, BSA는 양의 상관관계를 나타냈으나 BMI는 상관관계를 나타내지 않았다. 또한 각 신체지표가 유량-기량곡선 FEF25~75%에는 연령, 신장 및 성이 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 폐기능 검사 예측식이나 계산도표에 이용되는 성, 연령, 신장은 폐기능검사 시 매우 중요한 지표임을 확인할 수 있었고, 다른 신체지표들에 대한 고려는 좀 더 광범위한 연구가 있어야 될 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2009년 원광보건대학 연구비 지원에 의해서 연구됨

참고문헌

1. Quanjer PH. Standardized lung function testing. *Bull Eur Physiopathol Respir* 19(suppl 5):1-95, 1983.
2. 白石 透. フロ-ボリューム曲線とクロ-ジングボリューム. *Medical Technology* 17(6):549-555, 1989.
3. 福井順一. 殘氣量. *検査と技術* 19(12):1066-1068, 1991.
4. 山中榮一, 田中佐代子, 外丸弘子, 水戸部光衛, 中村清一, 木原令夫, 長岡 滋, 井上和子. 小兒肺機能 第2報 - 非發作時における氣管支喘息兒の肺機能. *衛生検査* 33(5):71-74, 1984.
5. 井上伴西. 肺機能検査法. *検査と技術* 15(2):176-177, 1987.
6. 清水加代子, 谷川 直, 辻 貞俊, 馬場正之, 神辺眞之, 石山陽事, 竹森節子, 丸尾敏夫, 金上貞夫, 伊東紘一, 古川哲雄, 小田鳴奈津, 百島祐貴. *臨床検査技術學7. 臨床生理學第2版*. 醫學書院, 동경, 1998.
7. 河越 弘, 毛利昌史. 呼吸曲線. *検査と技術* 16(8):984-988, 1988.
8. 滑川妙子. 呼吸機能検査の變遷と將來展望. *醫學検査* 1545-1557, 1999.
9. 김동순. 폐기능검사의 정도관리와 해석. 3차 서울중앙병원 폐기능검사 워크샵, p1-21, 2002.
10. 김원동. 폐기능검사의 임상적 이용. 결핵및호흡기질환 workshop, p409-411, 1991.
11. 서순규. 성인병. 고려의학, 서울, 1992.
12. 이재명, 김은정, 강민중, 손지웅, 이승준, 김동규, 박명재, 이명구, 현인규, 정기석. 한국에서 노화에 따른 폐기능 지표의 변화 양상. *결핵및호흡기질환* 49(6):752-759, 2000.
13. 진복희, 박혜림, 박선영. 신장과 노력성호기곡선 지표 간의 상관성. *대한임상검사학회지* 36(2):199-204, 2004.
14. 최은경, 최영희, 김도형, 김용호, 윤세영, 박재석, 김건열, 이계영. HRCT Emphysema Scoring과 운동부하 폐기능 검사지표들 간의 상관관계. *결핵및호흡기질환* 50(4):415-425, 2001.