Tuberculosis and Respiratory Diseases 결핵 및 호흡기질환, Vol. 49, No. 4, Oct, 2000

□원 저□

운동부하심폐기능검사상의 분당최대산소섭취량과 체내 지방분포와의 상관관계

중앙대학교 의과대학 내과학교실

최재철, 지현석, 박용범, 박성진, 유지훈, 김재열, 박인원, 최병휘, 허성호

= Abstract =

The Relationship of VO_2Max/Min in Cardiopulmonary Exercise Test and Fat Distribution

Jae Chol Choi, M.D., Hyun Suk Jee, M.D., Young Bum Park, M.D., Sung Jin Park, M.D., Jee Hoon Yoo, M.D., Jae Yeol Kim, M.D., In Won Park, M.D., Byoung Whui Choi, M.D., Sung Ho Hue, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Chung Ang University, Seoul, Korea

Background : Cardiopulmonary exercise test is a useful test for the evaluation of the cardiovascular and respiratory systems. Obese subjects have an increased resting metabolic rate (VO_2) compared to non-obese subjects and the increase is more marked during dynamic exercise, which results in the limitation of maximal exercise in obese subjects. In this study, the influence of the obesity and fat distribution on the maximal exercise capacity were evaluated.

Methods : Maximal exercise capacity was represented by maximam maximum oxygen uptake and VO_2 max in the cardiopulmonary test. Obesity, total fat content and abdominal obesity(waist to hip ratio, WHR) were measured by bioelectrical impedence method. Total of 42 volunteers (male 22, female 20) were evaluated.

Results :

1) Weight to height ratio (mean±SD) was 110%±14.9% in men and 100±11.1% in women. 2) Fat ratio (mean±SD) was 23.3±5.2% in men and 27.55±3.9% in woman. 3) Waist to hip ratio (mean±SD) was 0.

Address for correspondence :
Kim Jae-Youl, M.D.
Chungang university Youngsan Hospital Dept. of internal medicine
Seoul Youngsan Hangkang Ro 3 ka
Phone : 02-748-9812 Fax : 02-790-2068 E-mail : jykimmd@hananet.net

85±0.04 in men and 0.8±0.03 in woman. 4) In men, VO_2 max/min/Kg was negatively correlated with obesity, fat ratio, and abdominal fat distribution. 5) In woman, VO_2 max/Kg was negatively correlated with obesity and fat ratio, but did not show significant relationship with abdominal fat distribution.

Conclusion : Obesity was a limiting factor for maximal exercise in both men and women. Abdominal obesity was a limiting factor for maximal exercise in men but its implication to women needs further evaluation. (Tuberculosis and Respiratory Diseases 2000, 49 : 496-501)

Key words : Obesity, Exercise cardiopulmonary test, VO_2 max/min/Kg.

서 론

개인의 운동 능력은 심혈관계와 호흡기계를 통한 운동근육으로의 산소 전달 능력과 근 섬유의 수축에 필요한 에너지를 생산하는 세포 내부로의 산소 전달에 관여하는 국소 인자에 달려있다. 따라서 위의 과정중 어느 한 과정이라도 이상이 발생하면 운동수행능력에 지장이 초래된다[1].

운동부하심폐기능검사는 운동중 스트레스에 대한 반응을 측정하여 호흡곤란 증상이 있는 환자에서 일반 폐기능 검사로는 불가능한 객관적 기능 평가를 할 수 있고, 운동 장애의 조기진단과 환자의 심폐 예비능력을 측정할 수 있는 유용한 방법이다. 운동부하심폐기능검사의 적응증은 호흡곤란이 있으나 원인이 다른 검사로 밝혀지지 않는 경우, 폐 및 심장 모두에 이상이 있을 때 호흡곤란이 주로 어느기관에 의한 것인가를 알아볼 때, 호흡곤란의 원인은 밝혀졌으나 장애의 정도를 판단하고자 할 때, 운동유발성 천식의 진단시, 또한 질환의 치료후 경과 반응의 판단이나 적절한 운동량의 결정을 위하여 사용된다. 운동부하심폐기능검사를 통해 측정할 수 있는 검사지표로는 분당최대산소섭취량(VO_2max/min), 무산소역치(anaerobic threathold), 예비호흡량(breathing reserve), dead space/tidal volume(Vd/Vt) ratio, 운동부하 심전도 측정 등이 있으며, 위의 지표중에서 운동중에 어떤 지표들에서 주로 이상이 관찰되는지에 따라 감별진단이 된다. 이중 분당최대산소섭취량은 최대운동에 도달하였을 때 피검자가 일분당 소모한 산소량을 말하는데, 피검자가 도달할 수 있는 최대운동량을 반영하며 환자의 운동능력 및 심폐기능 이상을 반영하는 지표로 많이 이용된다[2]. 운동부하심폐기능검사상 분당최대산소섭취량의 감소를 초래하는 경우는 비만, 심장질환, 폐혈관질환, 말초혈관 질환, 환기장애, 빈혈등의 혈액질환, 그리고 피병 등의 다양한 원인이 있다. 이중 비만은 흔히 운동의 장애를 초래하는 상황이며 현재까지 비만이 심폐기능에 미치는 영향에 대해 많은 연구가 있어왔다[3,4].

이에 본 연구에서는 운동부하심폐기능검사를 통해 분당최대산소섭취량을 측정하고, 체성분분석기를 사용하여 체내 총지방량과 체내 지방의 분포를 측정하여 비만이 최대운동능력에 장애를 유발하는지를 살펴보고, 또한 복부비만과 둔부비만에 따른 체중당 분당최대산소섭취량(VO_2max/kg/min) 차이를 비교하여 비만의 종류중 특히 복부비만이 운동부하심폐기능검사의 제한인자로 작용하는지 여부를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

건강한 성인 42명(남자 22명, 여자 20명)을 대상으로 하였다. 평균연령은 남자는 26.2±2.97세 여자는 24.1±2.48세 였다.

2. 방 법

1) 체성분측정방법

체성분검사는 다주파 생체전기저항분석기를 원리로

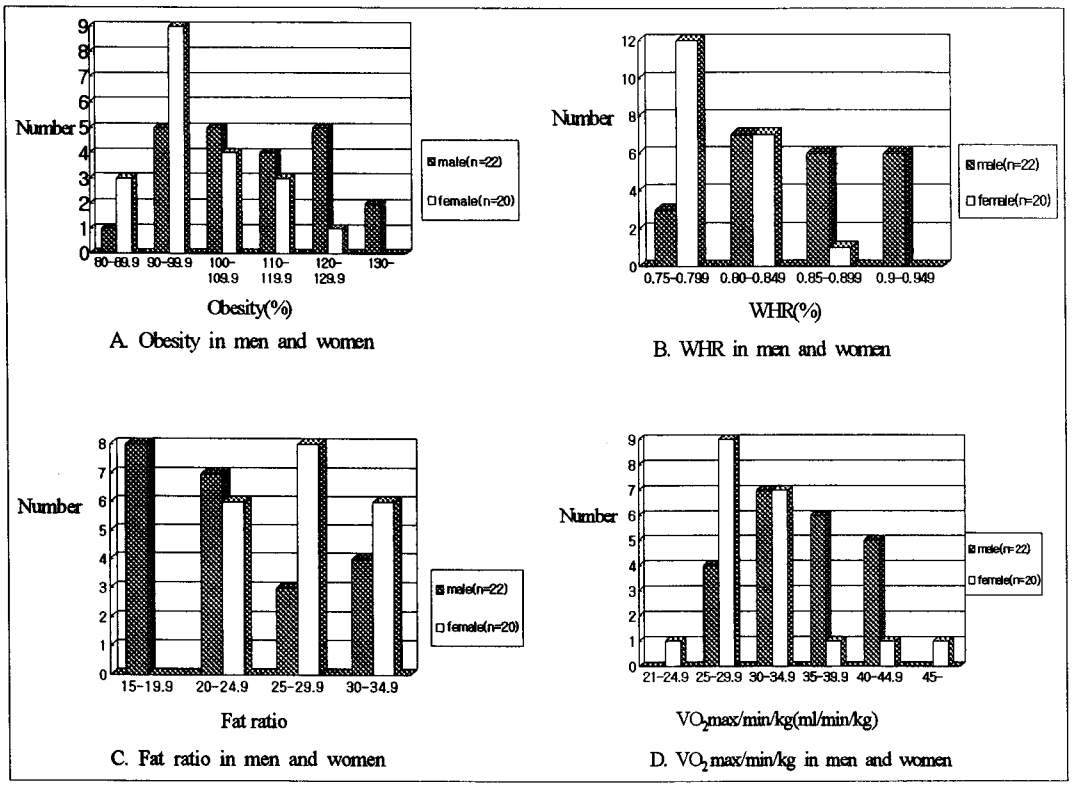

Fig. 1. Obesity, waist to hip ratio (WHR), fat ratio and VO_2max/min/kg in men and women.

하는 체성분분석기 Inbody 2.0(Biospace Co, Seoul, Korea)을 사용하여 비만도, 체지방율, 복부지방율을 측정하였다.

2) 비만도, 체지방율, 복부지방율의 정의

비만도는 (측정된 체중/이상체중)×100으로 계산하며 보통 120% 이상을 과체중으로 인정한다. 체지방율은 (체지방량/체중)×100으로 정의되며 보통 남자는 15±5% 여자는 23±5%를 정상으로 한다. 복부 지방율은 Waist to Hip ratio(WHR)로 측정되며, 남자는 0.9 이상 여자는 0.85 이상을 복부비만이라 정의하였다[5,6].

3) 운동부하심폐기능검사

운동부하심폐기능검사는 bicycle ergometer 2900 model (Sensormedic Co, USA)을 이용하여 시행하였고, 호기 가스분석은 breath by breath 방법을 이용하였다. 대상인이 지쳐서 더 이상의 운동을 못할 경우, 호흡곤란이 심한 경우, 현기증이 발생한 경우, 흉통이 발생한 경우 심전도상의 이상소견이 있거나 혈압이 20 mmHg 이상 감소, 또는 240/130 mmHg 이상 증가되는 경우에는 운동을 중단하였다.

3. 자료분석

자료분석은 SPSS 7.0 통계프로그램을 이용하였고 평균치의 비교는 t-test를 이용하였고, 상관관계는 pearson 상관계수를 이용하였다. p value가 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

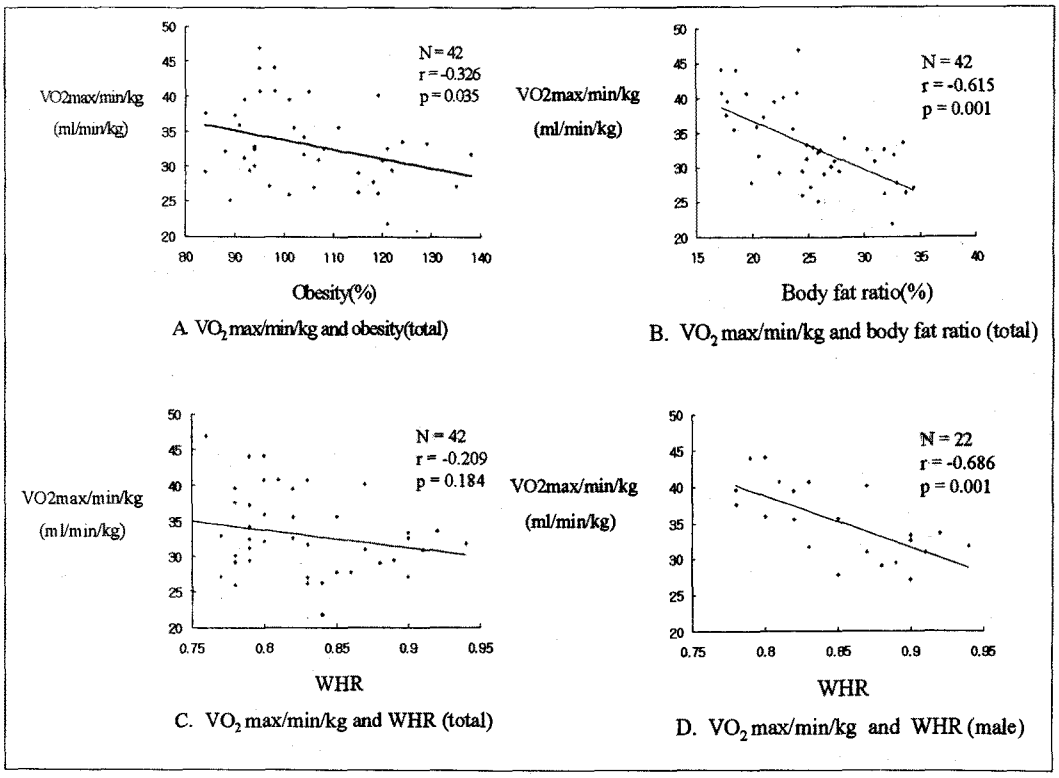

Fig. 2. The relationship of VO_2 max/min/Kg and obesity, body fat ratio and waist to hip ratio (WHR).

결 과

1. 대상군

대상군은 총 42명으로 남자 22명 여자 20명, 평균 연령은 25세로 남자 26±2.9세 여자 24±2.5세, 평균체중은 64.95 Kg로 남자 75.28±9.5 Kg 여자 53.58±6.9 Kg 였으며 심폐질환이 없는 건강한 자원자를 대상으로 했다.

2. 비만도, 체지방율, 복부지방율

비만도는 남자는 110±14.9% 여자 100±11.1%로 8명이 비만에 해당되었다(Fig. 1-A). 복부지방율은 waist to hip ratio로 계산하여 평균 0.83%로 남자는 0.85±0.04%, 여자는 0.80±0.03% 이었고 (Fig. 1-B), 체지방율의 평균은 25.28%으로 남자 23.3±5.2% 여자 27.55±3.9% 이었다(Fig. 1-C).

3. 폐기능검사, 운동부하심폐기능검사

일반폐기능 검사상 FVC 4.43±0.9 L, FEV_1 3.81 ±0.7 L, FEV_1% 86.5±5.2 % 였으며, VO_2max/min 평균은 2.14 L/min VO_2max/min/kg의 평균은 33.1 ml/min/kg이며, 남자는 35.1±5.1 ml/min/kg, 여자는 30.8±5.8 ml/min/kg이었고(Fig. 1-D), 무산소 역치는 평균 1.43 L/min 이었다.

4. 비만과 최대운동능력과의 상관관계

전체 대상군에서 VO_2max/min/kg은 비만도와 의미있는 역상관관계를(p value=0.035) 보였고(Fig.

2-A), 체지방율과도 통계적으로 의미있는 역상관관계를(p value=0.001)보였다(Fig. 2-B). 전체 대상군에서는 VO_2max/min/kg이 복부지방률과 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았지만(Fig. 2-C), 남자대상군에서는 VO_2max/min/kg와 복부지방률이 통계적으로 유의한 역상관관계를 보였다(p=0.001)(Fig. 2-D). 여자대상군에서는 VO_2max/min/kg와 비만도 체지방량과 통계적으로 유의한 역상관관계가 있었으며 복부지방율과는 통계적으로 유의한 수준은 아니었다.

고 찰

비만은 이상체중의 120% 이상으로 정의되며, 그 정도에 따라 경증비만과 중증비만으로 분류된다. 경증비만은 이상체중의 120% 이상 150% 미만, 체중과 신장의 단순비교(Wt/Ht)로는 0.4 이상 0.6 미만, body mass index로 측정하면 28kg/m^2 이상 40kg/m^2 미만으로 정의되며, 중증비만은 이상체중의 150% 이상, 체중과 신장의 단순비교로는 0.6 이상, body mass index로 측정시 40kg/m^2 이상시 중증비만으로 간주한다[5]. 비만은 그 자체로 심폐기능의 장애나 폐쇄성 저환기 증후군을 일으키기도 하나, 경증비만에서는 대부분 큰 이상소견이나 증상이 없이 지내게 된다[7]. 하지만 경증비만의 경우에도 운동능력의 제한은 있는 것으로 알려졌다.

일반 폐기능 검사시 중증비만에서 폐기능 검사상 시 폐질환의 소견을 나타내기도 하지만, 경증비만시에는 폐활량(vital capacity)과 총폐용량(total lung capacity)은 정상이고 기능적잔기량(functional resi-dual capacity)과 호기 예비량(expiratory reserve volume)의 감소 소견을 나타내는데, 이는 기능적잔기량은 감소되어 있으나 잔기량(residual volume)은 변화가 없기 때문으로 알려져 있다[8,9,10]. 또한 maximal voluntary ventilation의 감소가 보고되고 있고 이것이 폐기능장애의 중요한 표식자로 보고되기도 하였다[11]. 경증비만이 비록 대부분의 경우 호흡곤란 증세나 폐기능검사상의 이상소견을 보이지 않으나 중심성비만의 경우 말초성 비만보다 기능적잔기량과 총폐용량이 감소됨을 보고하여 중심성 비만의 중요성을 시사한 바 있다[6].

운동능력은 단순 경증비만의 경우 거의 정상수준이며 운동부하심폐기능검사시 최대산소섭취량이 예측치의 90%에 이른다[12]. 하지만 최대운동시에 체중당 최대산소섭취량을 측정해 보면 정상치의 약 60%에 해당되고 체지방과 비교시에 역상관관계를 보인다고 알려져 있다[13]. 또한 무산소 역치의 감소가 보고되고 있다. 이는 증가된 체면적에 의한 심장에 대한 부담의 증가로 비만한 사람에서 증가된 체면적은 안정시에 심박출량의 증가를 필요로 하고, 따라서 운동시에는 더 많은 심박출량의 증가가 요구되므로 심박출량의 증가가 제한되고, 심장에 대한 부담이 증가되어 운동이 조기에 종료되는 것에 기인한다[14]. 그리고 복부와 흉부의 지방의 증가로 인하여 흉벽의 역학의 변화가 야기되어 제한성 폐질환이 생기는 보고가 있으며 호흡계통의 순응도의 감소에 의한다는 보고가 있다[5,15,16].

이번 연구에서 대상군 42명중 8명이 비만에 해당하였고 이들은 모두 경증비만이었으며 기저 폐질환이나 호흡기 증상은 없는 상태였다. 폐기능 검사상 대상군들은 비만여부에 상관없이 정상 폐기능을 보였다. 측정한 비만의 지표들과 최대운동능력의 지표인 분당 최대산소섭취량과의 관계를 살펴보면, 비만도 그리고 체지방량과 체중당 최대산소섭취량 사이에는 의미있는 역 상관관계가 나타나서 비만이 최대운동능력감소의 중요한 인자임을 알 수 있다. 비만부위에 따른 영향에 대하여 살펴보기 위하여 복부비만율(waist to hip ratio)과 분당최대산소섭취량과의 관계를 살펴보았을 때, 전체군에서는 두 지표사이에 의미있는 상관관계가 없었지만, 남자들만을 따로 분석하였을 때는 복부비만율과 분당최대산소섭취량 사이에 의미있는 역 상관관계가 관찰되었다. 같은 정도의 비만이어도, 복부비만이 심폐질환의 나쁜 인자라는 사실은 이미 밝혀져 있으며, 본 연구의

결과에 따르면 복부비만이 최대운동능력의 제한도 유발하는 것으로 판단된다. 여성에서 복부비만과 분당최대산소섭취량 사이에 의미있는 상관관계를 관찰하지 못하였던 점은, 본 연구에서 대상으로 한 여자들 중에 복부비만의 기준을 넘은 사람이 단지 한 명이었기 때문으로 판단된다. 따라서, 향후 복부비만을 보이는 여성들을 대상으로 한 추가 연구를 통하여 여성에서의 비만부위와 최대운동능력과의 관계를 밝히는 것이 필요할 것으로 판단된다. 또한 연구의 대상이 모두 20대이고 비만환자도 적어 일반인에게 적용할 때 주의가 필요할 것으로 생각된다.

이상의 결과로 비만과 특히 복부비만이 최대 운동의 장애요인으로 작용하는 것으로 확인되었으며, 임상에서 운동부하심폐기능검사의 중요성이 점차 강조되어 실제로 시행되는 기관이 증가되는 현 시점에 있어서 검사를 시행하고 결과를 판독할 때에는 비만에 의한 영향을 반드시 고려하여야 할 것으로 판단된다.

요 약

배 경:

운동부하심폐기능검사는 운동 장애의 조기진단과 환자의 심폐 예비능력을 측정할 수 있는 유용한 방법이다. 또한 비만이 최대운동의 제한인자로 작용함이 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 운동부하심폐기능검사와 체성분분석기를 통하여 비만과 비만의 부위가 최대 운동능력에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

방 법:

건강한 자원자 42명을 대상으로 하여 체성분분석기 Inbody 2.0 (Biospace Co)와 bicycle ergometer 2900 model(Sensormedic Co, USA)을 이용하여 체성분분석과 운동부하심폐기능검사를 시행하였다.

결 과:

전체 대상군에서 VO_2max/min/kg은 비만도와 의미있는 역상관관계를 보였고, 체지방율과도 통계적으로 의미있는 역상관관계를 보였다. 전체 대상군에서는 VO_2max/min/kg이 복부지방률과 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았지만, 남자대상군에서는 VO_2max/min/kg와 복부지방률이 통계적으로 유의한 역상관관계를 보였다.

결 론

비만이 운동에 제한인자로 작용한다는 것을 확인하였고, 남자에서는 비만 중에는 특히 복부비만이 운동능력에 제한적인 영향을 미친다는 사실을 확인하였다. 여성 대상자에서는 복부비만의 기준을 만족하는 대상자가 적어서 복부비만의 영향평가가 어려웠다. 이상의 결과로 임상에서 운동부하심폐기능검사 결과 판독시에는 비만과 비만부위에 의한 영향을 고려하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

운동부하심폐기능 검사를 도와주신 전영숙 기사님께 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. Wasserman K, Vankessel A. Interaction of physiological mechanism during exercise. J Appl Physiol. 1967;22:71-85.
2. Buskirk E and Taylor H.L. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardiorespiratory performance. J Appl Physio. 1955;8:73-80.
3. Buskirk E and Taylor H.L. Maximal oxygen intake and its relation to body composition, with special reference to chronic physical activity and obesity. J Appl Physio. 1957;11:72-8.
4. Ray C, Bray G, Hansen J, Wasserman K. Effects of obesity on respiratory function. Am Rev Respir Dis. 1983;128:501-6.
5. Kelly TM., Jensen RL, Elliott CG. Maximum respiratory pressures in morbidly obese subjects.

Respiration 1988;54:73-7.

6. Collins LC, Hoberty PD, Walker JF. The effect of body fat distribution on pulmonary function test. Chest 1995;107:1298-302.
7. Sahebjami H, M.D. Dypnea in obese Healthy men. Chest 1988;114:1373-7
8. Bedell GN, Wilson WR, Seebohm PM. Pulmonary function in obese persons. J Clin Invest. 1958;37:1049-60.
9. Barrera F, Reidenberg MM, Winters WL. Pulmonary function in the obese patient. Am J Med Sci. 1967;254:785-96.
10. Luce JM. : Respiratory complications of obesity. Chest 1980;78:626-31.
11. Sahebjami H, Peter SG. Pulmonary function in obese subjects with a normal FEV_1/FVC ratio. Chest 1996;110:1425-9.
12. Salvadori A, Fanari P, Mazza P. Work capacity and cardiopulmonary adaptation of the obese subject during exercise testing. Chest 1992;101:674-9.
13. Whipp B, Davis J. The ventilatory stress of exercise in obesity. Exercise testing in the dyspneic patient. Am Rev Respir Dis 1984;129:S90-2.
14. Alexander JK, Amad KH, Cole VW. Observations on some clinical features of extream obesity with particular reference to circulatory effect. Am J Med 1962;32:512-24.
15. Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Vicardi P, Gattinoni L. Total respiratory system, lung, and chest wall mechanics in sedative-paralyzed postoperative morbidly obese patients. Chest 1996; 109:144-51.
16. Suratt PM Wilhort SC, Hsiao HS. Compliance of chest wall in obese subjects. J Appl Physiol 1984; 57:403-7.