Tuberculosis and Respiratory Diseases
□종 설□
결핵 및 호흡기질환, Vol. 55, No. 2, Aug, 2003

운동검사의 호흡재활치료에의 응용

울산대학교 의과대학 내과학교실

김 우 성

Cardiopulmonary Exercise Testing: Application to Pulmonary Rehabilitation

Woo Sung Kim, M.D.

Department of Internal Medicine, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

서 론

호흡재활치료의 목적은 만성호흡기질환 환자의 증상을 완화하고, 장애를 감소시키며, 신체적 혹은 사회적 활동에 참여를 증가시키고, 삶의 질을 개선시키는 것이다(Fig. 1). 호흡재활치료는 대상 환자 개개인의 상태에 맞추어 실시하는 운동요법, 교육, 그리고 심리 및 영양 자문 등으로 구성되어 있다.

호흡재활치료의 대상은 호흡기질환에 의한 호흡곤란을 가진 모든 환자가 될 수 있으며, 1초간노력성호기량(forced expiratory volume at one second, FEV_1)의 감소 등 폐기능장애 기준보다는 일상생활에 필요한 활동에 있어서 무능력을 기준으로 정하는 것이 바람직하다. 그러므로 호흡재활치료 전후에 운동부하 심폐기능 검사 시의 최대 운동수행능력, 일정부하 운동의 지구력, 6분 걷기 검사 및 호흡곤란 지수 등으로 평가하게 된다. 호흡재활치료에서 운동검사는 호흡재활치료의 대상 선정에서의 최초 검사, 운동훈련 처방, 그리고 호흡재활치료의 효과 판정에 이용된다.

호흡재활치료 전 평가

호흡기질환 환자에서 호흡재활치료가 적합한지를 알기 위하여 환자의 호흡장애 정도와 병적상태를 평가해야 한다. 만성호흡기질환은 호흡기질환 자체뿐만 아니라 말초 근육, 호흡기 근육, 영양 상태 및 심장 등 타장기에도 2차적 영향을 미친다(Table 1). 최대운동부하 검사 시 대개의 중증 호흡기질환 환자에서 환기제한으로 최대운동능력이 제한되지만, 중등도의 만성폐쇄성폐질환 환자 다수에서 최대운동 종결시의 제한 증상이 하지의 피로

Address for correspondence :
WooSung Kim, M.D., Ph.D.
Department of Internal Medicine, University of Ulsan College of Medicine
388-1, Poongnap2-dong, Songpa-gu, Seoul, 138-736, Korea
Phone : 02-3010-3130 Fax : 02-3010-6968 E-mail : wskim2@amc.seoul.kr

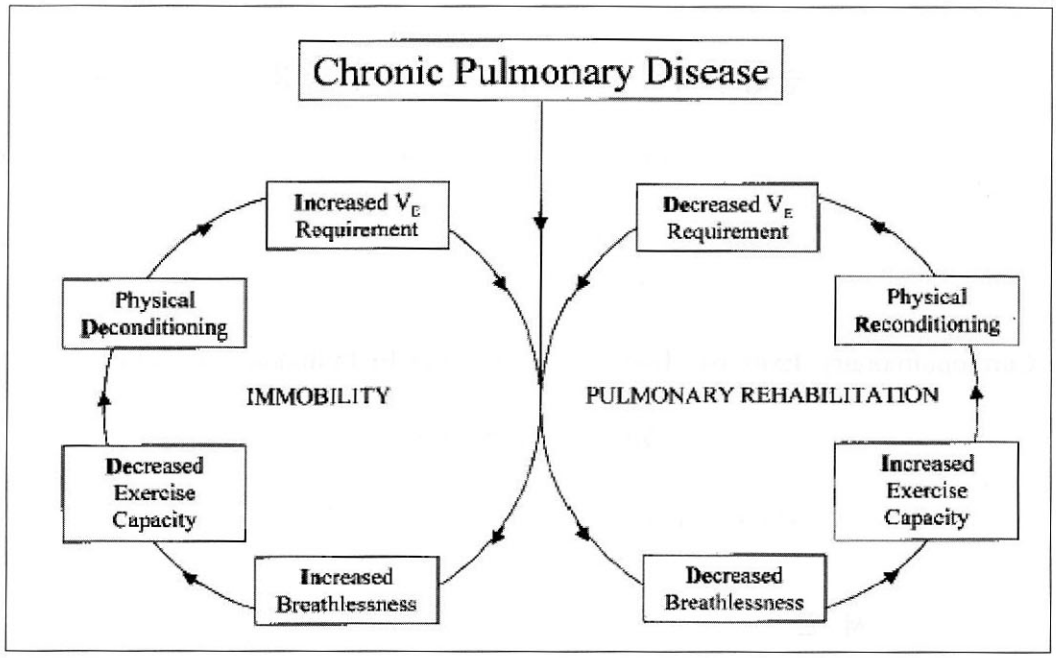

Fig. 2. 만성폐질환에서의 호흡곤란과 운동능력 감소의 악순환과 호흡재활치료의 효과.

Table 1. 호흡기질환에 동반되는 타장기 합병증

Types of secondary morbidity	Mechanism(s)
Peripheral muscle dysfunction	Deconditioning, steroid myopathy, ICU neuropathy, malnutrition, decreased lean body mass, fatigue, effects of hypoxemia, acid-base disturbance, electrolyte abnormalities
Respiratory muscle dysfunction	Mechanical disadvantage secondary to hyperinflation, malnutrition, diaphragmatic fatigue, steroid myopathy, electrolyte abnormalities
Nutritional abnormality	Obesity, cachexia, decreased lean body mass
Cardiac impairment	Deconditioning, cor pulmonale
Skeletal disease	Osteoporosis, kyphoscoliosis
Sensory deficits (impaired vision, hearing, etc.)	Medications (e.g., steroids, diuretics, antibiotics)
Psychosocial	Anxiety, depression, guilt, panic, dependency, cognitive deficit, sleep disturbance, sexual dysfunction

감인 것으로 보고되었다. 이는 만성폐질환 환자의 다수에서 신체적 비활동성에 기인하는 deconditioning이 운동능력에 영향을 미치고 있음을 시사하고 있다.

호흡재활치료는 대상 환자의 폐기능이나 가스교환 기능을 향상시키지 못하지만, 환자가 수행할 수 있는 운동 능력을 향상시키고 운동을 할 때 호흡곤란의 정도를 경감시킬 수 있다. 호흡재활치료에

서 환자 및 환자의 가족들에게 재활치료의 목적 및 방법을 이해시키고 각 환자에게 현실적으로 가능한 목표를 제시하는 것이 중요하다. 그러므로 호흡재활치료 전 평가는 자세한 병력 및 진찰, 기관지확장제 사용 전후 노력성폐활량측정법검사, 운동능, 일반 건강상태 및 일상생활에서의 호흡곤란의 영향, 그리고 흡기와 호기근 및 하지근육의 강도(strength) 등을 포함한다.

호흡재활치료 전 운동부하 심폐기능 검사는 환자의 기저 운동능력을 평가하고 환자의 필요에 맞는 운동 훈련을 처방하는데 중요하다. 또한 운동 시 유발되는 심장 이상의 진단과 저산소혈증의 평가에도 유용하다.

일상생활에서의 운동 능력의 장애 정도는 운동부하 심폐기능 검사에서의 최대산소섭취량으로 평가하고, 운동 지구력(endurance)은 최대운동 능력 수준보다 낮은(submaximal) 운동부하에서의 일정 운동부하검사를 이용하여 평가할 수 있다.

호흡재활치료에서 운동요법의 처방

호흡재활치료에서 적용되는 운동의 종류는 지구력증진운동(endurance exercise), 근력강화운동(strengthening exercise) 그리고 호흡근운동이 있다. 이 중 호흡재활치료의 가장 중요한 훈련법은 유산소성운동(aerobic exercise)인 지구력증진운동으로서, 그 효과는 운동 능력의 향상과 호흡곤란의 감소가 된다. 지구력증진운동은 걷기, 답차(treadmill) 혹은 자전거(bicycle ergometer)를 이용한 하지운동과 상지 ergometer를 이용하거나 weight 들기, 혹은 탄성 밴드 잡아당기기 등의 상지운동으로 구분된다.

호흡재활치료에서 적용되는 운동훈련은 개개인의 병태생리학적 제한과 안전을 고려하여 유산소성운동을 처방하되 하지의 큰 근육을 사용하는 운동이어야 하고, 1회 당 목표운동강도에서 30분 정도를 지속적 혹은 간헐적으로 시행한다. 상기 운동은 1주일에 최소 3회 이상으로 6-8주에 걸쳐 시행한다. 1회에 10분 이하, 1주일에 2회 이하, 운동강도(intensity)가 최대운동량의 40% 이하인 경우 운동훈련 효과가 없다.

목표 운동강도는 호흡재활치료 전 운동부하 심폐기능 검사를 시행하여 구한 최대산소섭취량, 운동부하량, 심박수 그리고 Borg 척도와 같은 RPE (rating of perceived exertion) 척도 등을 기준으로 조정한다. 정상인에서는 대개 예측 최대심박수의 60-90%, 혹은 최대산소섭취량의 50-80%를 기준으로 한다. 만성폐질환 환자에서는 정상인과는 달리 심박수가 운동강도에 비례하지 않을 수 있으므로 최대산소섭취량을 기준으로 하며, 최대산소섭취량의 추정정상치는 연령, 성별, 신장 및 체중 등을 반영하여 계산된다. 호흡재활치료에서 목표 운동강도는 최대산소섭취량 추정정상치의 40%, 혹은 대상환자의 최대운동부하 시의 산소섭취량의 40%를 기준으로 하되, 무산소역치 이상의 운동량에서 훈련을 할 경우에 그 효과가 높은 것으로 보고되어 있다.

운동의 강도는 높은 강도의 운동과 낮은 강도의 운동으로 구분한다. 예를 들어 무산소역치 이상이고 최대운동능의 60% 이상의 운동훈련이 낮은 정도의 운동훈련에 비해 최대운동반응의 호전에 있어서 더 효과적이다. 그러므로 운동 강도는 최대산소섭취량의 60-70%를 권유하지만, 낮은 강도의 운동도 효과가 있을 수 있으며, 최대산소섭취량의 85% 정도의 높은 강도의 운동이 가능하다면 보다 효과가 좋을 수 있다.

한편 운동훈련의 진행에 따라 운동강도의 조절이 필요하다. 지구력증진운동에서 운동시간을 일정하게 하고 운동부하량을 점차 증가시키거나, 운동강도를 일정하게 하고 운동시간을 늘려 가는 방법이 사용된다. 대개 50대에서는 4주, 60세 이상에는 5주의 훈련이 경과하면 10%의 기능 향상이 이루어진다.

호흡재활치료의 효과 판정

호흡재활치료는 대상 환자의 폐기능이나 가스교환 기능을 향상시키지 못하며, 만성폐쇄성폐질환의 경우 폐기능 악화의 진행을 막지는 못한다. 그러나 호흡재활치료는 환자가 수행할 수 있는 운동 수준을 향상시키고 주어진 수준의 운동을 할 때 호흡곤란의 정도를 경감시킬 수 있다. 그러므로 호흡재활치료는 호흡곤란을 감소시키고 운동능력을 향상시키며 삶의 질을 개선한다.

호흡재활치료에서 운동요법의 효과는 운동을 하는 동안의 환기효율을 개선하고 대사성 산증을 감소시켜 환기량을 감소시켜 환기에 따른 운동제한을 경감하게 된다. 호흡재활요법 후 운동 지구력의 향상은 여러 인자가 작용하지만, 호흡곤란의 감소와 하지 불편감의 감소가 중요한 인자가 된다. 호흡곤란의 감소는 호흡근 강도와 지구력의 향상, 그리고 환기 요구량의 감소가 관여한다. 환기량의 감소는 주로 호흡수의 감소에 기인하며, 일부 환자에서는 1회 호흡량의 증가를 수반한다. 그러므로 보다 효과적인 호흡양상이 이루어지고 이산화탄소의 제거도 보다 효율적이 되어 호흡곤란을 경감시킨다. 물론 불안감의 감소, 운동 시 호흡증가에 따른 불편감의 감소 등도 호흡곤란을 감소시키는 인자가 되며 생리학적 측정지표의 호전이 없는 경우에도 운동지구력의 향상이 이루어지는 이유가 된다. 한편 폐과팽창이 있는 환자의 경우 환기량과 폐용적의 약간의 감소로도 임상적으로 증상의 개선이 이루어진다.

호흡재활치료 후 개선 정도는 자전거(bicycle) 혹은 답차(treadmill)를 이용한 다단계(incremental) 운동검사로 평가할 수 있다. 이 때 호흡곤란 혹은 하지 피로감 정도를 등급을 매겨 평가하게 된다. 지구력의 개선 여부도 최대운동 능력 수준보다 낮은 운동부하에서의 일정 운동부하검사를 이용하여 평가할 수 있다. 한편 6분, 혹은 12분 걷기 검사나 Shuttle 걷기 검사 등을 통해 일상생활에서 수행하는 활동 능력을 평가할 수 있다. 또한 운동성, 혹은 종합적인 호흡곤란 정도를 Borg, 혹은 Visual Analog 척도 및 각종 호흡곤란 설문 등을 이용하여 평가하기도 한다.

호흡재활치료의 효과를 세부적으로 살펴보면 우선 자전거나 답차를 이용한 운동검사에서 최대운동량 및 최대산소섭취량이 증가할 뿐 아니라 같은 작업량에서도 호흡곤란을 자각하는 정도가 호전되는 것으로 보고되어 있다. 또한 대부분의 연구자들이 6분 또는 12분간 걷는 거리도 호흡재활치료 후에 증가한다고 보고하였고, 6분 걷기 검사의 경우 임상적으로 의미 있는 호전의 기준은 54m가 된다. 한편 호흡재활치료 후에 운동지구력의 증가는 최대운동량의 향상보다 더욱 뚜렷하여, 최대 운동능력은 별로 증가하지 않은 경우에도 운동지구력은 호흡재활치료전보다 증가한다고 보고되고 있다.

결 론

호흡재활치료에서 운동검사는 호흡재활치료의 대상 선정을 위한 최초 평가, 운동훈련 처방, 그리고 호흡재활치료의 효과 판정에 이용된다.

참 고 문 헌

1. ATS Statement. Pulmonary rehabilitation-1999. Am J Respir and Crit Care Med 1990;159:1666-82.
2. ATS Statement. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 1995;152(2):S77-S120.
3. Pauwles RA, Sonia Buist A, Calverley PMA, Jenkins CR, and Hurd SS on behalf of the GOLD Scientific Committee. NHLBI/WHO Workshop Summary: Global strategy for the

diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 2001;163:1256-76.

4. Ries AL, Carlin BW, Carrieri-Kohlman V, Casaburi R, Celli B, Emery CF, Hodgkin JE, Mahler DA, Make B, Skolnick J. Pulmonary rehabilitation: Joint ACCP/ACCVPR evidence-based guidelines. Chest 1997;112:1363-1396.
5. Tiep BL. Disease management of COPD with pulmonary rehabilitation. Chest 1997;112:1630-1656.
6. BTS statement. Pulmonary rehabilitation. Thorax 2001;56:827-834.
7. Cooper CB. Exercise in chronic pulmonary disease: aerobic exercise prescription Med Sci Sports Exerc 2001;33:S671-678.