

젊은 여성에서 유산소 훈련과 들숨근 훈련이 근지구력과 폐기능에 미치는 효과

형인혁, 김재현*

신성대학교 물리치료과

Effects of Aerobic Training and Inspiratory Muscle Training on Muscle Endurance and Pulmonary Function of Young Women

In-Hyounk, Hyong. PT, PhD, Jae-Hyun, Kim. PT, PhD*

Department of Physical Therapy, Shinsung University

Purpose The purpose of this study was to compare the effect of aerobic training and inspiratory muscle training on muscle endurance and pulmonary function. **Methods** This study was conducted with 20 young women(mean age 19.5 years). Participant's mean height was 161.4cm, and their mean weight was 57.7kg. During ten days, the experimental group(n=10) performed the aerobic training(40min) with inspiratory muscle training(20min) a day, and control group performed only aerobic training(40min) a day. Using a spirometer, forced vital capacity(FVC), Forced expiratory volume in one second(FEV1), and Maximum voluntary ventilation(MVV) were measured for pulmonary functions and using a timer, lab times of 800-meter sprints were measured for muscle endurance after training. **Results** There were no statistically significant differences the variation of muscle endurance and pulmonary functions between groups($p>.05$), but improved statistically significant differences muscle endurance and pulmonary functions within experimental and control groups($p<.05$). **Conclusion** Although there were improved the pulmonary functions and muscle endurance after aerobic training with inspiratory muscle training during ten days, no significant differences only aerobic training group. Therefore, we need to allow more times for improvement of the effectualness in inspiratory muscle trainings

Key Words Pulmonary function, Aerobic training, Muscle endurance, Inspiratory muscle training

책임 저자 Jae-Hyun, Kim(anatomy2@naver.com)

논문 접수일 2015년 8월 31일

수정 접수일 2015년 9월 30일

게재 승인일 2015년 10월 20일

1. 서론

심폐기능은 개인의 운동능력을 가늠하는 지표로 활용된다. 심폐기능은 보통 최대운동 시 인체가 산소를 얼마만큼 유용하게 활용하는 가로 평가되며, 이는 지구성 훈련을 통해 향상된다.¹⁾ 적당한 유산소 운동량은 자기 능력의 60%정도 되는 강도의 운동을 30분 이상 하는 것이다. 자기능력은 최대심박수를 의미하며, 최대 심박수의 60~75%범위가 유효한계이다. 적당한 유산소 운동을 유지하다가 적응이 되면 운동의 강도와 시간을 높여 주는 것이 좋다.²⁾ 일반적으로 호흡수는 안정 시 일반인의 경우 매분 14-18회 정도를 약 500ml를 들이마셨다 뱉어내며 운동 선수가 비운동선수보다 호흡수가 적고 회복이 빠르다.³⁾ 모든 조직 활동과 마찬가지로, 폐환기와 가스교환을 위해서도 에너지가 필요하다. 이 에너지의 대부분이 폐환기 동안, 호흡근육에 의해 사용되기 때문에 호흡근육의 강화는 폐기능 향상을 위해

추가적인 방법으로 사용 될 수 있다. 안정 시에는 전체 에너지의 2%만을 호흡근육에 사용하지만 운동 강도와 시간이 증가 하면서 호흡의 빈도와 호흡량이 많아지게 되면 호흡근육의 에너지 소비량도 증가하게 된다. 최대운동 강도의 경우 신체에서 사용하는 산소 소비량의 11%정도를 호흡근육이 소비하게 되며, 운동 종료 후 회복기에서도 호흡하는데 에너지가 지속적으로 요구된다. 100%의 전체 비율로 보았을 때 호흡근육이 사용하는 2-11%의 에너지양이 절대 많은 것이 아니다. 하지만 동일한 강도와 시간 동안 운동을 하는 경우를 생각해 보면 훈련을 통해서 호흡근육이 강화되었을 경우 그렇지 않은 사람에 비해 더 적은 에너지를 사용하게 되는 것이고 이는 곧 운동을 더 효율적으로 했다고 할 수 있다.⁴⁾ 들숨근육 훈련으로 인한 운동 수행력의 향상을 관찰한 연구들은 다음과 같은 몇 가지 생리적 기전을 그 원인으로 제시한다. 먼저 가로막과 함께 호흡근육 훈련은 운동 중 요구되는 호흡노력의 상대적 강도를 줄여줘 운

동에 대한 내성을 높여준다는 것이다. 내성의 향상으로 산소 섭취율, 환기량, 그리고 호흡에 대한 인지각각이 낮아지며, 결과적으로 운동수행력 향상에 영향을 미친다는 것이다. 또한 폐에서의 효율성이 증대되어 가로막의 피로가 감소하고, 혈액의 재분배를 통해 활동에 필요한 근육으로의 혈액이동이 증가한다는 것이다. 추가적으로 호흡에 대한 인지각각과 활동근육의 인지각각이 감소하여 수행력 향상으로 이어진다는 것이다.⁵⁾ 앞서 이루어졌던 대부분의 연구들은 만성 폐쇄성 폐질환 환자들이나 엘리트 운동선수들이 대상자가 되어 진행 되어왔다. 들숨근 훈련의 방법은 들숨속도와 상관없이 일정하게 저항이 유지되는 장비가 사용되었으며, 환자들을 대상으로 실시한 들숨근 훈련은 대부분 긍정적인 효과를 얻었고, 선수들을 대상으로 진행된 연구들에서도 들숨근 훈련에 의해 경기수행능력이 좋아졌다는 결과를 보고하였다.⁶⁻⁸⁾ 달리기나 기타 유산소 운동을 통한 폐기능 향상정도를 가늠할 수 있는 지표로는 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC), 1초량(forced expiratory volume in one second, FEV1), 최대 자발성 환기량(maximum voluntary ventilation, MVV), 폐활량(vital capacity, VC) 등이 있다. FVC값으로 허파 용적의 기능 변화를 쉽게 파악할 수 있으며, 기능적 환기용량은 FEV₁이나 MVV를 측정함으로써 얻을 수 있고, VC는 연령, 흡연, 비만, 운동부족의 원인 등으로 감소되는 것이 분명한 사실이지만 폐 기능의 훈련을 통해 증가시킬 수 있다.⁹⁾

지금까지 보고된 연구들은 대상자 선정에 있어서 일반인들의 비중보다는 대부분 환자들 또는 운동선수들로 국한되어 실시되어왔다. 그러므로 생활체육에 참여하는 일반인들이 참고하기에는 한계가 있다고 판단되었다. 따라서 본 연구는 일반인들이 유산소 운동을 함으로써 얻어지는 근지구력의 이점과 유산소 운동과 들숨근 훈련을 병행하였을 때, 근지구력과 폐기능의 변화를 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 신성대학교에 재학 중인 신체 건강한 20대 초반 여학생 20명으로 하였다. 내과적 질환이 있는 자, 폐질환 이력이 있는 자. 조사 당시 감기나 기타 호흡계 질환을 가지고 있는 대상자는 실험에서 제외하였다.

2. 실험방법

폐활량 측정을 위해 폐기능 측정기 Pony Fx(COSMED Inc., Italy)를 사용하여 FVC, FEV1, MVV를 측정하였고, 온습도를 통제하기 위해 온·습도계를 사용하였다.

본연구는 2015년 3월 30일부터 4월 10일까지 총 10일간

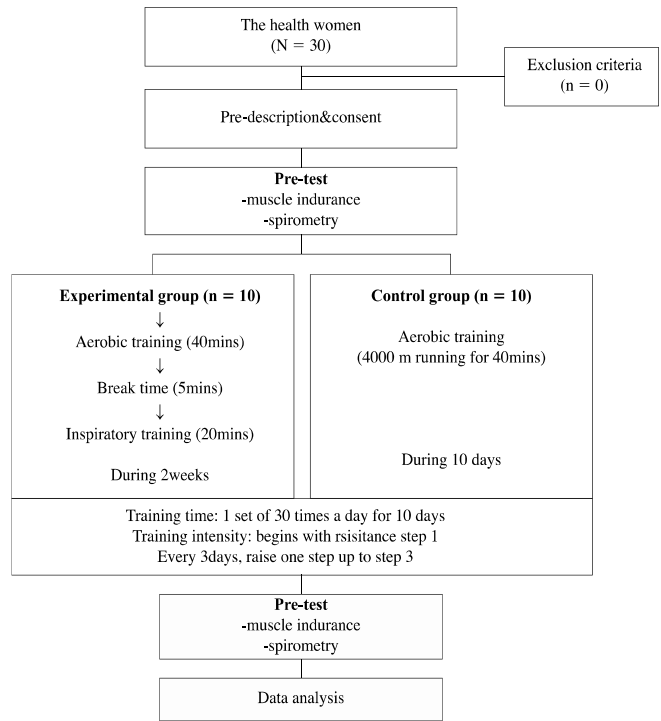


Figure 1. The study procedures

실시하였다. 실험군은 10일간 유산소운동을 실시한 후 5분간의 휴식 후 들숨근 훈련을 실시하였고, 대조군은 10일간 유산소운동만을 실시하였다. 유산소 운동은 실험군과 대조군 모두 총 10일 실시하였고, 1일 40분씩 4000m 달리기를 실시하였다. 들숨근 훈련 프로그램은 들숨근 운동기구인 Power Breathe (GAIAM, UK)를 사용하였다.

실험군은 2주간 40분씩 유산소운동 후 5분간의 휴식을 취한 뒤, 20분씩 들숨근 훈련을 실시하였다. Power Breathe의 훈련 강도는 저항 1단계로 시작하여, 3일마다 1단계씩 올리며 최대 3단계까지 실시하였다. 훈련횟수는 1세트에 30회씩 하루에 1세트 실시하였다(Figure 1).

1) 근지구력 검사

근지구력은 800m달리기를 통해 평가하였다. 평가는 훈련이 시작하기 전 사전측정을 하였고, 10일간의 유산소운동 및 들숨근 훈련 후 사후측정을 실시하였다.

2) 폐기능 검사

폐활량 측정을 위해 폐기능 측정기인 Pony Fx(COSMED Inc., Italy)를 사용하였다. Pony Fx의 마우스피스를 입에 물고, 코집게를 사용하여 코를 막은 후 측정도구를 잡도록 하였다. 호흡하는 동안 공기가 새지 않도록 주의 하였다. 습도 및 온도는 습도 40%, 온도 22°C로 통제하였다. 폐기능 검사는 숨을 편히 2번 정도 쉰 후 최대한 들이마시고 최대한 빠르고 길



Figure 2. Pulmonary function tests



Figure 3. Inspiratory muscle strength training

게 6초간 내뿜는다. 위의 과정에서 FVC는 안정된 호흡을 2회 실시한 뒤 최대한 숨을 들이마신 뒤 호흡을 한 번에 내쉬며 측정하였고, FEV₁은 폐기능 검사 시 날숨을 최대한 빠르게 뿜으며, 1초간에 날숨된 공기의 양을 측정하였다. MVV는 최대 들숨과 최대 날숨을 12회 반복해 측정하였다(Figure2) (Figure3).

3. 분석방법

본 연구의 수집된 자료는 유산소운동과 흡기근 훈련에 따른 근지구력과 폐활량에 전후 차이가 있는지를 검증하기 위해 대응표본 t-검정(paired sample t-test)을 사용하였고, 실험군과 대조군의 그룹간 변화량을 비교하기 위해 독립표본 t-검정(independent sample t-test)을 실시하였다. 통계의 유의수준은 $\alpha=.05$ 였고 통계프로그램 SPSS(12.0K for window)를 사용하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구의 참여대상자는 여성 20명으로 키는 평균 161.4cm, 몸무게는 57.7kg, 평균나이는 19.5세이었다(Table 1).

2. 유산소 훈련과 흡기근 훈련에 따른 근지구력과 폐기능의 그룹간 변화량 비교

유산소훈련과 흡기근훈련에 따른 근지구력과 폐기능의 그룹간 변화량 비교에서 800m 달리기, FVC, FEV₁, MVV 측정결과, 실험군 대조군간의 변화량은 통계적으로 유의한 차이가 없었다 ($p>.05$)(Table 2).

3. 실험군에서의 중재 전·후의 근지구력과 폐기능의 비교

실험군의 중재 전·후 비교에서는 800m 달리기, FVC, FEV₁, MVV 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$) (Table 3).

4. 대조군의 중재 전·후의 근지구력과 폐기능의 비교

대조군의 중재 전·후 비교에서 또한 800m 달리기, FVC, FEV₁, MVV 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$) (Table 4).

IV. 고찰

본 연구에서는 대상자들에게 유산소 훈련과 들숨근육 훈련이 근지구력과 폐기능에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 폐기

Table 1. General characteristics of the subjects

(N=10)

	Experimental group	Control group	t
Height(cm)	162.1±3.10 a	160.7±4.02 a	.870
Weight(kg)	58.9±9.53	56.5±6.18	.668
Age(year)	19.5±0.83	19.4±0.91	.225

^amean±SD

Table 2. Comparison of amount of change between muscle endurance and lung function

(N=10)

	Experimental group	Control group	t
800m(초)	21.4±18.90 ^a	-9.4±4.14 ^a	1.961
FVC(L)	-0.1±0.06	-0.1±0.10	.431
(% pred.)	-2.7±1.55	-3.13±2.63	.456
FEV ₁ (L)	-0.1±0.14	-0.1±0.16	.948
(% pred.)	-3.2±4.30	-5.7±4.73	1.235
MVV(L)	-10±10.85	-9.5±8.17	-.126
(% pred.)	-7.9±9.10	-7.9±7.10	.016

^amean±SD; FVC(L), Forced vital capacity ; [% pred.], percentage of predicted value; FEV₁, forced expiratory volume in one second ;MVV, Maximum voluntary ventilation

Table 3. Comparison of the experimental group between Pre- and Post-intervention

(N=10)

Variable	Pre-intervention	Post-intervention	t
800m(초)	305.5±30.4 ^a	284.1±24.5 ^a	-3.580**
FVC(L)	3.3±0.3	3.4±0.4	-5.134**
(% pred.)	85.8±7.3	88.5±7.7	-5.480**
FEV ₁ (L)	2.7±0.3	2.9±0.3	-2.662*
(% pred.)	82.4±9.9	85.7±8.8	-2.343*
MVV(L)	106.7±16.5	116.7±16.4	-2.917*
(% pred.)	89.2±13.7	97±13.2	-2.736*

*p<.05, **p<.01; amean±SD ; FVC(L), Forced vital capacity ; [% pred.], percentage of predicted value; FEV₁ , Forced expiratory volume in one second ; MVV, Maximum voluntary ventilation

Table 4. Comparison of the control group between Pre- and Post-intervention

(N=10)

Variable	Pre-intervention	Post-intervention	t
800m(초)	287.9±27 ^a	278.5±27 ^a	-7.177**
FVC(L)	3.3±0.3	3.4±0.3	-3.716**
(% pred.)	88.2±6.6	91.4±12.4	-3.763**
FEV ₁ (L)	2.8±0.3	3.0±0.3	-3.623**
(% pred.)	84.2±9.5	89.9±7.3	-3.798**
MVV(L)	115.1±15.9	124.6±17.4	-3.664**
(% pred.)	97.9±12.4	105.9±14.1	-3.536**

*p<.05, **p<.01; ^amean±SD ; FVC(L), Forced vital capacity ; [% pred.], percentage of predicted value; FEV₁ , Forced expiratory volume in one second; MVV , Maximum voluntary ventilation

능의 경우 두 그룹 모두 평상시의 습도에서 측정하여 습도에 따라 달라질 수 있는 폐기능 측정의 오차를 없애도록 하였다.¹⁰⁾ 정현진과 이대택의 연구에서는 6주간의 들숨근육 훈련은 유산소달리기 훈련으로 발달한 들숨근육의 근력과 유사한 향상을 보였다.⁵⁾ 그러나 폐기능과 지구력의 경우 항상 긍정적 효과만이 나타난 것은 아니다. 폐기능에 아무런 효과가 나타나지 않은 연구 결과도 존재한다.¹¹⁾ 본 연구에서 800m 달리는 실험군과 대조군의 비교에서 모두 유의하게 증가하였으나 통계적으로는 유의하지 않았다. 나머지 폐기능의 측정치에서는 통계

적으로 유의하지 않았다. 이러한 결과는 연구대상자의 선정, 운동수행력의 평가 종목과 방법, 호흡근육 훈련의 유형 등과 같은 방법적 문제에 기인할 수도 있다. 예를 들어 선행연구들에서 관찰된 결과들의 차이가 들숨근육의 근력 또는 지구력 훈련과 같은 훈련 유형의 차이에 기인하거나, 주어진 저항의 차이, 강도, 시간, 빈도 등과도 연관이 있을 수도 있을 것이다.¹²⁾ 선행 논문들에서는 4-6주간의 장기적인 기간으로 연구를 진행하였으나 본 연구에서는 단기간의 중재를 통하여 근 지구력과 폐기능의 변화에 대해 알아보려고 하였고, 근 지구력의 평가를

위해 800m 달리기 시간을 측정하였다. 두 군 모두 실험전·후 값의 유의한 차이를 보였지만 두 군간의 비교에서는 실험군에서 21.4초, 대조군 9.4초로 10초정도의 평균값의 차이는 보였으나 통계적으로는 유의하지 않았다. 이론적으로 들숨근육의 근력 향상은 최대흡기압력(maximal inspiratory pressure; P_{lmax})의 80-90%의 강도에서 가능한 것으로 보이며, 지구력의 향상은 P_{lmax}의 약 60%에서 이루어지는 것으로 보인다.¹³⁾ 본 연구에서 들숨근 훈련의 강도는 똑같이 하였으나, 제한점으로 각 개인의 상태에 따라 운동속도가 달라질 수 있고 개인의 식사량이나 수면 시간에 따른 결과의 변화를 통제하지 못했으며, 연구의 기간이 충분하지 못하였다. 그리고 P_{lmax}와 VO_{2max}으로 측정하여 강도를 정확하게 적용하였다면 폐기능 향상에 더욱 도움을 주었을 것이라고 생각된다. 따라서 앞으로는 더욱 정확한 측정 및 중재방법이 적용되어 보다 충분한 실험기간을 통한 연구가 요구된다.

참고문헌

1. Cho HK, Chae JR. The change of pulmonary function after graded exercise in swimmers. *Exercise Science*. 2010;9(1):41-50.
2. Kim JM. A study on the impact of the participation in a twelve-week aerobic exercise on the improvement of metabolic syndrome in middle-aged obese women. Kookmin University. 2001.
3. Kim JH. The influences of environmental temperature & exercise intensity on energy metabolic efficiency & physiological responses. Seoul National University. 1999.
4. Kang HS, Kim GJ, Kim TY. *Exercise and sport physiology*, 3th ed, DAEHANMEDIA. 2006.
5. Jung HI, Lee DT. Impact of concurrent inspiratory muscle and aerobic exercise training on pulmonary function and cardiopulmonary responses, *Exercise Science*. 2012;21(3):1-3.
6. Lee CT, Kwon OJ, Kim YH, et al. Effects of inspiratory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease patients. *The Korean Journal of Medicine*, 1992;42(3):283-9.
7. Kim MJ. The effects of inspiratory muscle training on respiratory muscle strength in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Perspectives in Nursing Science*. 1998;3(1):83-104.
8. Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *J Sports Sci*. 2002;20(7):547-62.
9. Suh CM. Effects of jogging exercise on cardio-pulmonary function. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*. 2002;6(2):96-102.
10. Kim JH, Hyong IH. Analysis of changes in pulmonary functions at rest following humidity changes. *J Phys Ther Sci*. 2015;27:1063-5.
11. Choi HN, Joo MH, Park KH. Effects of long-term aerobic exercise on plasma total-cholesterol, triglyceride, glucose and ventilatory functions. *Exercise Science*. 1996;5(1):25-35.
12. Romer LM, McConnell AK. Inter-test reliability for non-invasive measures of respiratory muscle function in healthy humans. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91:167-76.
13. Kraemer WJ, Ratamess NA, French DN. Resistance training for health and performance. *Curr Sports Med Rep*. 2002;1(3):165-71.

