

## 트레드밀 훈련이 20대 남성 비만인의 폐기능 및 체질량지수에 미치는 영향

서교철<sup>1</sup> · 김현애<sup>2#</sup>

<sup>1</sup>나사렛대학교 물리치료학과, <sup>2#</sup>포항대학교 물리치료과

### The Effects on the Pulmonary Function and Body Mass Index of 20's Men Obesity after Treadmill Exercise

Seo Kyochul, Ph.D<sup>1</sup> · Kim Hyeonae, Ph.D<sup>2#</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, Korea Nazarene University

<sup>2#</sup>Dept. of Physical Therapy, Pohang University

#### Abstract

**PURPOSE :** The purpose of this study was to determine whether treadmill exercise increases pulmonary function and decreases body mass index of the 20s obesity.

**METHOD :** Thirty obesity in their 20s were randomly assigned to on experimental group (n=15) or control group (n=15). Over the course of four weeks, the experimental group participated in treadmill exercise for 30 minutes three times per week and the control group participated in auto-med exercise for 30 minutes three times per week. Subjects were assessed pre-test and post-test by measurement of pulmonary function (tidal volume, inspiration reserve volume, expiratory reserve volume, vital capacity) and body mass index.

**RESULT :** Our findings show that the experimental group had significant difference in expiratory reserve volume and vital capacity and body mass index ( $p<.05$ ). In the comparison of the two groups, the experimental group had higher pulmonary function and lower body mass index than the control group.

**CONCLUSION :** In this study, the experimental group showed greater improvement in pulmonary function than the control group, which indicates that the treadmill exercise is effective at increasing the pulmonary function and body mass index 20s obesity.

---

**Key Words :** treadmill, obesity, pulmonary function, auto-med

#교신저자 :

김현애 aime10102@hanmail.net

논문접수일 : 2016년 10월 10일 | 수정일 : 2016년 10월 24일 | 게재승인일 : 2016년 12월 12일

※ 본 연구는 2016년도 나사렛대학교 교내연구비 지원을 받아 수행된 연구임.

# I. 서 론

## 1. 연구의 배경 및 필요성

체중은 섭취한 음식과 소비한 열량의 균형에 의해 조정되지만(Hagobian 등, 2008) 비만은 에너지 섭취량과 소비량의 불균형으로 과잉 섭취된 에너지가 체내의 지방조직에 중성지방으로 축적된 상태이며(Kim, 2001), 과식과 운동부족 이외에 유전적, 외상적, 사회경제적, 문화적, 내분비적, 그리고 환경적인 여러 요인들이 있으며, 운동부족이 가장 일반적인 원인으로 알려져 있다(Mathieu 등, 2009). 그래서 비만으로 인해 여러 합병증이 발생시키는 데 제2형 당뇨병, 심장질환, 고혈압, 뇌졸중 등에 영향을 미칠 뿐만 아니라 암에도 높은 비율로 관련되어 있고 심장질환, 저산소증, 수면호흡장애, 탈장, 관절염을 직접적으로 유발한다. 특히 배부위비만은 인슐린 기능 저하, 고지혈증, 그리고 고혈압 등의 대사증후군을 유발하기 때문에 이를 장시간 방치할 경우 당뇨병과 심혈관계 질환을 유발하여 건강에 있어 여러 가지 문제점을 야기하게 된다(Aviva 등, 1999).

체중은 섭취한 음식과 소비한 열량의 균형에 의해 조정되지만(Hagobian 등, 2008) 비만은 에너지 섭취량과 소비량의 불균형으로 과잉 섭취된 에너지가 체내의 지방조직에 중성지방으로 축적된 상태이며(Kim, 2001), 과식과 운동부족 이외에 유전적, 외상적, 사회경제적, 문화적, 내분비적, 그리고 환경적인 여러 요인들이 있으며, 운동부족이 가장 일반적인 원인으로 알려져 있다(Mathieu 등, 2009). 그래서 비만으로 인해 여러 합병증이 발생시키는 데 제2형 당뇨병, 심장질환, 고혈압, 뇌졸중 등에 영향을 미칠 뿐만 아니라 암에도 높은 비율로 관련되어 있고 심장질환, 저산소증, 수면호흡장애, 탈장, 관절염을 직접적으로 유발한다. 특히 배부위비만은 인슐린 기능 저하, 고지혈증, 그리고 고혈압 등의 대사증후군을 유발하기 때문에 이를 장시간 방치할 경우 당뇨병과 심혈관계 질환을 유발하여 건강에 있어 여러 가지 문제점을 야기하게 된다(Aviva 등, 1999).

이렇게 비만에 의해 발생하는 신체적 문제점 중에서 심혈관계 변화는 호흡기능과 밀접한 영향을 주는데, 가슴안과 배꼽반안의 지방축적에 의한 호흡기능의 변화가 일어나 호흡 시 산소소비가 증가하고(김영일, 1999), 심폐체력

저하는 활발한 신체활동을 어렵게 하기 때문에 비만 문제를 더욱 가속화시키는 요인이 된다(Ekelund 등, 2002). 이렇게 감소된 폐용적은 호흡저항을 증가시켜 비만자에 있어 심혈관질환의 유발율이 높은 것으로 알려지고 있다(김형돈과 김덕중, 2005).

비만을 치료하는 방법으로 약물치료, 식이요법, 외과수술요법, 행동수정요법 등 많은 방법이 있지만 최근 들어 비수술적 방법으로 유산소운동 프로그램의 관심이 대두되고 있다. 이석인 등(2000)은 웨이트 트레이닝법과 트레드밀 훈련을 이용하여 중년비만자의 근력과 신체 구성비율, 심박수, 혈청지수에 대한 효과를 알아보았고, 이연섭과 장원석(2015)은 유산소운동을 이용한 비만근로자의 체지방률을 감소시킨 연구를 보고하였다. 한재웅 등(2000)은 비만여고생을 대상으로 씨키펠트레이닝을 통한 체중과 체지방에 대한 연구를 보고하였으며, 홍연우 등(1996)은 비만 여고생들의 트레드밀 훈련을 통한 심박수의 영향을 알아보았고, 김영일 등(1999)은 중년층 비만자들을 대상으로 트레드밀 운동 프로그램을 통한 심박수와 혈액성분에 대한 연구도 보고하였다. 그리고 한남익 등(2013)은 운동강도별 유산소운동을 통해 비만 여성중학생의 신체조정 및 식욕 조절에 관련된 연구도 실시하였다. 고흥석(2011)은 12주간 저항도 운동을 실시한 결과 체중과 체지방이 감소한 연구결과가 나타났다. 이렇게 규칙적인 유산소운동을 통한 신체활동은 건강에 많은 긍정적인 효과를 나타나며 운동의 형태나 강도 및 개인의 수행능력에 따라 기초대사량의 증가하게 되며 비만탈출에도 큰 도움을 주는 것으로 판단된다.

하지만 현재 대한민국의 성인 중 31.7 %가 체질량지수 25 이상의 비만으로 분류되어(보건복지가족부, 2007), 급격히 늘어나고 있는 추세에서 이들을 대상으로 유산소운동을 통해 외형적인 비만의 생체적, 대사적 순환에 대한 연구는 많이 진행되었지만 이전의 연구는 비만자들이 가장 선호하고 외적인 신체적 변화에 집중적으로 관심과 행동에 초점을 맞추다 보니 호흡기능과 관련하여 비만운동과 호흡능력의 상관관계에 대한 연구는 부족한 것이 현실이다.

실질적으로 호흡능력의 개선 및 향상은 비만자들의 장기간의 훈련을 통한 지구력향상에 큰 도움을 줄 수 있기 때문에 폐기능에도 좀 더 많은 관심과 연구가 필요하다. 그래서 본 연구에서는 유산소운동 중 전신 근육을 사용하는 대표적인 트레드밀 훈련을 통해 20대 비만인의 폐기능

및 체질량지수에 대해 알아보려고 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상 및 기간

본 연구의 대상자는 2016년 4월 1일부터 2016년 4월 30까지 충남 N 대학에 다니고 있는 20대 남자 대학생 중 체지방율이 정상보다 높은 대상자(Fat>25.0 %) 30명을 선별하여 실험에 참여하였고 무작위 배치방법으로 실험군과 대조군을 각각 15명으로 나누었다. 연구 대상자중 의학적 문진과 검사를 통하여 비만 이외의 정형 및 내과적 병적 소견을 가지고 있는 자는 실험참여에서 제외시켰고 최근 한 달 이내 주 3회 이상, 1시간 이상 정기적으로 운동을 실시하지 않은 자, 연구에 대한 목적과 연구진행을 통해 자발적으로 동의한 자로 하였다. 본 연구는 한국나사렛대학교 임상 시험 심사위원회의 승인을 받았고, 헬싱키 선언의 윤리 원칙에 따라 검토를 받았다.

### 2. 실험방법 및 측정방법

모든 대상자들은 훈련 전 주 3회 4주간 학교 전공실습실 내에서 실시하였으며, 실험군 15명은 주 3회 4주간 유산소 운동 중의 하나인 트레드밀(Excider, 중산, 중국)을 이용하여 30분간 보행운동을 실시하였으며(Yun 등, 2001), 트레드밀에서 대상자는 30분 동안 쉬지 않고 지속적으로 운동하였으며, 속도는 4 Km/h로 유지하여 실시하였다(Han, 2005). 대조군 15명은 주 3회 4주간 고정형 사이클운동(모토메드, RECK-Technik GmbH & Co, Betzenweiler, 독일)를 이용하여 시트에 앉아서 30분간 규칙적이고 반복적인 훈련을 실시하였는데, 대상자들은 이때 큰 근육에 활동이 강하지 않게 하기 위해 1 Km/h로 유지하였으며, 안정 시 심박수의 20 %를 넘지 않는 강도로 진행되었다(Kamps & Schule, 2005).

#### 1) 폐기능 측정

모든 대상자는 1회 측정 시 마다 5분간의 휴식시간을

주었고 실험측정 중 피로나 어지러움을 호소하면 5분씩 추가로 휴식을 가진 후 다시 측정하였다. 모든 실험대상자들은 실험 전과 실험 후에 폐활량을 측정하였다. 폐활량 측정에는 폐기능 측정도구(Fit mate, COSMED Sri, 이탈리아)를 이용하였고 정확한 측정을 위하여 환자가 이해할 수 있도록 충분한 설명과 시범을 보여준 다음 측정을 실시하였고 마우스피스한 후 측정 시 코로 공기가 들어가고 나가지 않도록 코막이 도구로 코를 막고 실시하였다(이민수 등, 2014). 검사자는 측정기구의 신호를 확인하고 실험대상자에게 “평상시 호흡 3번 하시고 심호기 이후 심호기를 하세요”라고 언어적 신호를 주었다. 이때 실험대상자는 측정기구 신호에 따라 평상시 호흡을 3번 실시 후 심호흡을 통해 1회 호흡량(Tidal volume), 들숨예비용량(Inspiratory reserve volume), 날숨예비용량(Expiratory reserve volume), 폐활량(Volume capacity)의 값을 측정하였다(Pryor & Prasad, 2002). 측정은 실험 전과 실험 후에 각각 3회씩 측정하였으며, 3회 중 평균값을 실험값으로 정하였다. 모든 대상자는 1회 측정 시 마다 5분간의 휴식시간을 주었고 실험측정 중 피로나 어지러움을 호소하면 5분씩 추가로 휴식을 가진 후 다시 측정하였다.

#### 2) 체지방률 측정

모든 대상자는 실험 전과 실험 후에 체지방률을 측정하였는데 양손으로 각 손잡이의 입력부위에 엄지손가락을 부착하고 맨발로 올라선 후, 분석기의 생체전기 임피던스법(bioelectrical impedance analysis) inbody 2.0으로 체성분을 측정하였다. indody 2.0의 정상수치는 25.0 kg/m<sup>2</sup> 미만으로 설정되어 있다. 피실험자들은 직립자세로 팔과 다리를 약간 벌린 자세를 취하고 측정계의 표시된 위치에 맨발로 올라선 후 손으로 전극 손잡이를 잡고 기계의 측정 순서대로 측정을 시행하였다(김현애 등, 2013).

### 3. 자료분석

본 연구의 자료 분석은 수집된 자료를 SPSS 18.0 for window를 이용하여 통계 처리하고 적은 대상자들의 모수 검정을 위한 기본 통계로 실시하여 각각 측정된 모든 변인에 대하여 평균과 표준오차를 산출하였다.

통계 분석은 각 군의 실험 전과 후의 유의성 검정을 위해 대응표본 비교(Paired t-test)를 실시하였다. 두 군간의 실험 전-후의 변화된 정도 차이의 유의성을 알아보기 위하여 독립표본 비교(Independent t-test)을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 .05로 설정하였다.

### Ⅲ. 결 과

#### 1. 연구 대상자 일반적 특성

연구 대상자간 일반적 특성에서 두 군 간의 유의한 차이는 없었다( $p>.05$ )(표 1).

표 1. 연구 대상자 일반적 특성

(N=30)

	실험군(n=15)	대조군(n=15)	p
연령(yr)	23.62±3.13	23.72±1.63	.71
신장(cm)	172.75±6.91	176.78±5.42	.33
체중(kg)	82.23±13.43	79.53±4.46	.28

Mean ± SE, \* $p < .05$

표 2. 폐기능과 체지방률의 변화

		실험 전	실험 후	전후 차	t	p
VC(L)	EG	4.02±1.21	4.54±1.05	0.52±0.21	2.54	.04*
	CG	4.26±1.07	4.34±0.88	0.08±0.16	1.92	.07
	p			.01*		
TV(L)	EG	0.46±0.12	0.49±0.11	0.03±0.10	1.13	.08
	CG	0.41±0.19	0.44±0.10	0.03±0.09	-1.22	.21
	p			.77		
ERV(L)	EG	1.39±0.51	1.58±0.30	0.21±0.29	2.42	.03*
	CG	1.28±0.53	1.31±0.27	0.03±0.26	0.98	.34
	p			.32		
IRV(L)	EG	2.29±0.72	2.59±0.72	0.30±0.71	1.84	.23
	CG	2.58±1.41	2.57±1.29	-0.01±0.16	-1.22	.19
	p			.12		
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	EG	28.55±2.22	24.54±1.81	4.01±0.54	2.11	.02*
	CG	27.06±1.18	27.04±2.13	0.02±0.21	-0.42	.11
	p			.02*		

<sup>a</sup>Mean±SE, \* $p < .05$  VC: vital capacity; TV: tidal volume; IRV: inspiratory reserve volume, ERV: expiratory reserve volume; BMI: body mass index

## IV. 고 찰

본 연구에서는 20대 남성 비만인 30명을 대상으로 실험군은 트레드밀 훈련을 4주간, 주 3회, 30분씩을 실시하였고 대조군은 고정식 자전거 훈련을 4주간, 주 3회, 30분씩 실시하였다. 실험군과 대조군은 4주간의 훈련을 한 후 체질량지수와 평상시 1회 호흡량, 폐활량, 흡기 예비 용적, 호기 예비 용적의 변화를 통해 폐기능에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

본 연구의 유산소 운동으로 트레드밀 훈련을 시행하였는데, 이는 한남익 등(2013)의 논문에서 3~6.5 Km/h 범위 내에서의 보행속도가 운동의 활동량과 산소섭취량을 가장 이상적인 수치로 보고하였기 때문에, 본 연구에서는 보행속도를 4 Km/h로 정하여 훈련시켰다. 그리고 운동의 기간은 4-12주, 훈련은 주 2-5회 실시하여야 하며, 시간은 20-30분 운동을 실시하여야 효과적이라고 하였다(British Thoracic Society Standards of Care Subcommittee on Pulmonary Rehabilitation, 2001). 본 연구의 목적을 달성하기 위해 실험은 1주일에 3회씩 4주간을 실시하였는데 이는 내원 시 다른 치료 프로그램에 영향을 주지 않는 범위 내에서 내원 가능한 기간을 고려하여 설정한 것이다.

폐활량의 측정은 환기의 예비능력을 반영하는 지표로서 나타내는데, 환자로 하여금 평상시 호흡을 하다가 끝까지 숨을 들이마시게 한 후 시간에 관계없이 천천히 가능한 끝까지 내쉬게 하여 폐활량, 날숨 예비 용적, 들숨 예비 용적, 평상시 1회 호흡량 등을 측정하게 된다. 검사 결과는 보통 측정 환자의 성별, 연령, 및 신장과 체중을 고려한 추정 정상치에서  $\pm 20\%$  이내에 들어갈 때는 정상으로 간주한다(D'Angelo & Agostoni, 1995).

본 연구에서 실험군과 대조군의 실험 전·후 폐기능의 비교를 분석해 보았는데, 실험군이 대조군보다 전체적인 폐기능이 증가한 결과가 나타났고 체질량지수는 감소된 결과가 나타났다. 이는 비만인이 정상인에 비해 폐기능이 현저하게 감소되는 원인 중 하나로써, 신체 전반의 체중과 체지방의 감소는 가슴우리와 배공간의 지방축적이 감소함으로써 가로막 및 체간호흡근의 움직임을 활성화로 인해 가슴우리의 용적이 늘어나서 폐기능의 향상이 나타난 것으로 사료된다.

일반적으로 비만인의 폐활량의 감소는 정상인에 비해 지방의 증가로 배 부위가 팽창하고, 이에 따른 가로막이 위쪽으로 상승하면서 낮고 빠른 호흡으로 호흡사강량이 증가되고, 기도의 폐쇄와 부분적인 무기폐를 일으킨다(김경 등, 2013). 김영일 등(1999)은 12주간 트레드밀 운동프로그램이 중년여성의 비만자의 폐활량, 노력성호기량, 최대환기량에서 증가한 결과를 보였으며, 최동욱 등(1999)은 규칙적인 운동프로그램을 통하여 체중과 체지방이 감량이 폐활량 및 초시폐활량과 최대환기량이 모두 증가한다고 하였다.

이전의 연구에서도 운동과 더불어 식이제한을 하지 않더라도 규칙적인 유산소운동으로 체지방을 줄일 수 있는 연구를 실시하였으며 비만 중년 여성들을 대상으로 12주간 저강도 운동을 실시하여 유의하지 않았지만 체지방률의 감소가 나타났고(고평석, 2011), 정계순과 이승엽(2013)은 20대 여성을 대상으로 16주간 HRmax의 70-75 %로 실시한 결과 체지방률의 유의한 감소가 나타났다고 보고하였다. 비만 여성 중학생을 대상으로 운동강도 별 유산소 운동을 실시하여 효과적인 체중감량과 더불어 체지방률의 감소로 나타났다(한남익 등, 2013). 비만인을 통해 유산소 운동은 체중 감량과 심혈관질환 발생 위험을 낮추어 줄 뿐만 아니라 운동능력인 심폐체력에도 효과적인 것으로 보고되었고(박수현 등, 2007), 한재웅 등(2000)은 비만여고생을 대상으로 씨키프레이닝을 실시한 후 체지방이 감소한 결과로 보아 본 연구의 전신 대근육을 사용하는 유산소운동의 대표적인 트레드밀 훈련이 소근육 운동인 고정식자전거를 이용한 운동보다 체지방률에서 더 감소한 결과와 일치하다고 보여진다.

본 연구 결과를 볼 때 비만인의 트레드밀 훈련이 폐기능과 체지방률에 변화가 상이하게 나타났는데, 이는 체지방의 감소가 가슴우리와 배부의 움직임을 활성화시켜 폐기능의 향상과 체지방률 감소에 큰 영향을 주었을 것이라고 사료된다. 따라서 앞으로 본 연구 자료가 비만클리닉을 통해 심폐적 연구와 비만과의 상관관계에 관한 기초적 자료로 제공되길 희망한다.

## V. 결 론

본 연구에서는 트레드밀 훈련이 20대 남성 비만인의 폐 기능 및 체질량지수에 미치는 영향을 알아보았다. 트레드밀 훈련을 적용한 실험군과 고정식 자전거 훈련을 적용한 대조군 30명을 총 4주, 주 3회, 하루 30분씩 훈련이 이뤄지도록 하였고 실험방법에 따른 효과를 파악하기 위하여 훈련 전·후 호흡능력과 체지방률을 검사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

폐기능과 체질량지수의 변화에서 폐활량, 호기에비용적, 흡기에비용적, 체질량지수에서 실험군이 대조군보다 더 유의한 결과가 나타났다. 또한 두 군 간의 실험 후 변화량 분석에서 의미 있는 차이를 보였다.

본 연구의 제한점은 실험대상자가 각 군별 15명으로 실험에 참여시키는 것과 실험장소가 한정된 점, 그리고 실험대상자가 남자 비만인으로만 이루어졌고 폐기능 측정에서 장시간 반복 측정 시 어지러움이 발생할 수 있다는 문제가 있다. 앞으로의 연구에서는 다양한 연령층과 성별을 구분하여 더 많은 실험 대상을 참여시킬 필요가 있을 것으로 보이며 호흡기능과 비만의 상관관계를 통해 비만인들의 신체 기능적 수준의 향상에도 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

고평석(2011). 운동강도별 유산소운동이 비만 중년여성의 대사증후군 위험인자 및 인슐린저항성에 미치는 영향. 제주대학교 교육대학원, 석사학위 논문.

김경, 강동연, 구현모 등(2013). 심장호흡물리치료. 서울, 정담미디어.

김영일, 김남익, 최건식 등(2001). 중년의 비만여성에서 체지방률이 안정시 호흡기능에 미치는 영향. 한국체육학회지, 40(4), 877-886.

김영일, 김창규, 황수관(1999). 트레드밀 운동프로그램이 비만자의 심폐기능 및 혈액성분에 미치는 영향. 한국체육학회지, 38(4), 331-343.

김현애, 서교철, 임상완(2013). 20대 남성 비만인의 자세변

화에 따른 가슴우리 확장과 폐기능 특성분석. 대한물리의학회지, 6(3), 247-256.

김형돈, 김덕중(2005). 최대하 운동검사시 심박수 회복 반응과 심혈관계질환. 한국체육학회지, 44(4), 299-307.

박수현, 한태경, 이신호 등(2007). 12주 걷기운동 프로그램의 운동강도가 비만여성의 신체 조성, 복부지방, 심폐체력에 미치는 영향. 운동과학, 16(1), 1-10.

보건복지부(2007). 보건복지부 정기자료집. 보건복지부.

이민수, 김명철, 안정좌(2014). 들숨근훈련과 테이블링 동시 적용이 호흡의 근력, 지구력, 폐기능 향상에 미치는 영향. 대한통합의학회지, 2(3), 65-73.

이석인, 이상연, 황종문 등(2000). 수퍼써킷 웨이트트레이닝과 써킷 웨이트트레이닝이 여성의 신체구성과 심폐기능에 미치는 효과. 한국사회체육학회지, 14(1), 591-601.

이연섭, 장원석(2015). 근로자의 복부비만관리를 위한 유산소운동과 병행한 복부초음파의 효과연구. 대한통합의학회지, 3(1), 23-28.

정제순, 이승엽(2013). 24주간 복합트레이닝이 고령자들의 근력, 에너지기질과 염증인자에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 29(3), 237-242.

최동욱, 박희명, 기유문 등(1999). 수영선수의 폐환기 기능 및 집중훈련이 폐기능에 미치는 영향. 한국체육학회지, 30(1), 182-192.

한남익, 위영량, 손연희 등(2013). 운동강도별 유산소운동이 비만 여자중학생의 신체조성과 식욕조절호르몬에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 21(4), 251-256.

한재웅, 차성웅, 염종우 등(2000). 유산소운동과 서킷 웨이트트레이닝이 비만여고생의 신체조성 및 혈청지질에 미치는 영향. 운동영양학회지, 4(2), 85-100.

홍연우, 최건식, 정영자 등(1996). 트레드밀 운동프로그램 적용이 고혈압자의 혈압과 혈청지질 및 심폐기능에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지, 14(1), 78-92.

Aviva M, Jenniger S, Eugenie J(1999). The disease burden associated with overweight and obesity. JAMA, 282(16), 1523-1529.

British Thoracic Society Standards of Care Subcommittee on Pulmonary Rehabilitation(2001). Pulmonary rehabilitation. Thorax, 56(11), 827-834.

- D'Angelo ED, Agostoni E(1995). Statics of the chest wall. In rousos c. Macklem PT eds.(The thorax. 2nd ed, New York. Dekker, pp.457-493.
- Ekelund U, Aman J, Yngve A(2002). Physical activity but not energy expenditure is reduced in obese adolescents: a case control study 1-3. *Am J Clin Nutr*, 76(5), 935-941.
- Hagobian TA, Sharoff CG, Braun B(2008). Effects of short-term exercise and energy surplus on hormones related to regulation of energy. *Metabolism*, 57(3), 393-398.
- Han SY(2005). The effect of forward walking and backward walking on quadriceps muscles with treadmill inclination : Surface electromyographic analysis. *KAUTPT*, 12(1), 63-70.
- Kim DH(2001). The effects of health exercise program on cardiovascular function and blood lipids in middle aged woman. *J sports Med*, 1(1), 15-20.
- Kamps A, Schule K(2005). Cyclic movement training of the lower limb in stroke rehabilitation. *Neurol Rehabil*, 11(5), S1-S12.
- Mathieu P, Poirier P, Pibarot P, et al(2009). Visceral obesity: the link among inflammation, hypertension, and cardiovascular disease. *Hypertension*, 53(4), 577-584.
- Pryor JA, Prasad SA(2002). *Physiotherapy for respiratory and cardiac problems*. 3rd ed, Singapore, Churchill Livingstone.
- Yun KS, Lee KO, Kim JY(2001). The kinematic and kinetic analysis of treadmill gait with various inclination and speed. *J Korea Soc Aerobic Exer*, 5(1), 49-68.