



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



석사학위논문

고강도 간헐적 운동이 과체중 대학생의 비만도,  
체력 및 대사증후군 위험요인에 미치는 영향

제주대학교 교육대학원

체육교육전공

조 영 현

2018년 8월

고강도 간헐적 운동이 과체중 대학생의 비만도,  
체력 및 대사증후군 위험요인에 미치는 영향

지도교수 제갈윤석

조영현

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

2018년 6월

조영현의 교육학 석사학위논문을 인준함

심사위원장 李世衡 (인)  
위 원 朴正蘭 (인)  
위 원 諸葛潤錫 (인)

제주대학교 교육대학원 체육교육전공

2018년 8월



<국문초록>

## 고강도 간헐적 운동이 과체중 대학생의 비만도, 체력 및 대사증후군 위험요인에 미치는 영향

조 영 현

제주대학교 교육대학원 체육교육전공

지도교수 제 갈 윤 석

본 연구의 목적은 6주간의 고강도 간헐적 운동인 타바타 운동 프로그램이 과체중 남자대학생의 비만도, 체력 및 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 규명하는 것이다. 본 연구의 대상자는 체질량지수  $23 \text{ kg/m}^2$  이상의 20대 과체중 남성 20명으로 운동군 10명과 통제군 10명으로 구분하였다. 운동군은 6주간 주 3회, 일일 최대심박수의 80 ~ 90 %의 강도로 14분 운동을 실시하였다. 통제군은 동일한 처치 기간 동안 특별한 처치 없이 평소의 생활 습관을 유지하도록 하였다. 운동 참여 전 · 후 신체조성, 건강관련체력, 혈압 및 혈중지질을 측정하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 운동군에서 허리둘레, 엉덩이둘레, 허리둘레-신장비가 유의하게 감소되었다. 건강관련체력의 근력, 근지구력, 심폐체력이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 대사증후군 위험요인인 혈압은 운동군에서 수축기혈압과 이완기 혈압에서 유의하게 감소하였으며, 혈중지질의 모든 변인에서 통계적으로 유의한 변화가 나타나지 않았다. 중성지방, 혈당은 감소하는 경향을 보였으며, 고밀도지단백콜레스테롤은 증가하는 경향을 보였다. 이상 결과를 종합해 보면 6주간의 고강도 간헐적 운동인 타바타 운동은 체력향상에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 비만도 및 대사증후군 위험요인 개선 가능성이 제시되었다.

---

※ 본 논문은 2018년 8월 제주대학교 교육대학원 위원회에 제출된 교육학 석사학위 논문임.

# 목 차

I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	5
3. 연구의 가설	5
4. 연구의 제한점	6
5. 용어의 정의	7
II. 이론적 배경	10
1. 비만	10
1) 비만의 문제점	10
2) 비만과 운동	11
2. 고강도 간헐적 운동	13
1) 고강도 간헐적 운동 효과	13
2) 타바타 운동 효과	13
3. 건강관련체력	16
1) 신체조성	16
2) 근력 · 근지구력	16
3) 유연성	17
4) 심폐체력	17

4. 대사증후군 .....	18
1) 대사증후군의 문제점 .....	18
2) 대사증후군과 신체활동 .....	19
<b>Ⅲ. 연구방법 .....</b>	<b>21</b>
1. 연구대상 .....	21
2. 실험설계 .....	22
3. 측정항목 및 도구 .....	23
4. 실험절차 .....	24
1) 신체조성 측정 .....	24
2) 체력측정 .....	25
3) 혈압검사 .....	27
4) 혈액분석 .....	27
5. 운동프로그램 .....	28
1) 운동군 .....	28
2) 통제군 .....	29
6. 자료 처리 .....	30
<b>Ⅳ. 연구결과 .....</b>	<b>31</b>
1. 운동프로그램 참여 전 운동군과 통제군의 신체조성 비교 .....	31
2. 운동프로그램 참여 전 운동군과 통제군의 체력수준 비교 .....	32
3. 운동프로그램 참여 전 운동군과 통제군의 대사증후군 위험요인 비교 .....	33
4. 운동프로그램 참여 전 · 후 운동군의 신체조성 비교 .....	34
5. 운동프로그램 참여 전 · 후 운동군의 체력수준 비교 .....	37
6. 운동프로그램 참여 전 · 후 운동군의 대사증후군 위험요인 비교 .....	40
7. 운동프로그램 참여 전 · 후 운동군의 대사증후군 위험요인 (1개 이상) 변화 .....	44

V. 논의 .....	46
1. 신체조성의 변화 .....	46
2. 체력수준의 변화 .....	47
3. 대사증후군 위험요인의 변화 .....	50
VI. 결론 .....	52
참고문헌 .....	53
Abstract .....	67



## List of Tables

Table 1. A Range of the Published Obesity Definitions .....	7
Table 2. Physical Characteristics of the Subjects .....	21
Table 3. Measurement Item and Instrument .....	23
Table 4. High Intensity Intermittent Training Program .....	28
Table 5. Comparison between groups of Body Composition before High Intensity Intermittent Training Program .....	31
Table 6. Comparison between groups of Physical Fitness before High Intensity Intermittent Training Program .....	32
Table 7. Comparison between groups of Metabolic Syndrome Risk Factors before High Intensity Intermittent Training Program .....	33
Table 8. Comparison Body Composition after High Intensity Intermittent Training Program .....	34
Table 9. Comparison Physical Fitness after High Intensity Intermittent Training Program .....	37
Table 10. Comparison Metabolic Syndrome Risk Factors after High Intensity Intermittent Training Program .....	40
Table 11. Frequency of Metabolic Syndrome Risk Factors .....	44

## List of Figure

Figure 1. The Study Design .....	22
Figure 2. Bruce Protocol .....	26
Figure 3. Comparison of Waist Circumference .....	35
Figure 4. Comparison of Hip Circumference .....	35
Figure 5. Comparison of Waist Circumference to Height Ratio .....	36
Figure 6. Comparison of Back Strength .....	38
Figure 7. Comparison of Sit-Up .....	38
Figure 8. Comparison of VO <sub>2</sub> max .....	39
Figure 9. Comparison of Systolic Blood Pressure .....	41
Figure 10. Comparison of Diastolic Blood Pressure .....	41
Figure 11. Comparison of Triglyceride .....	42
Figure 12. Comparison of High Density Lipoprotein Cholesterol .....	42
Figure 13. Comparison of Fasting Glucose .....	43
Figure 14. Frequency of Metabolic Syndrome Risk Factor One or More .....	45

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

급격한 도시화와 기계화로 신체활동량이 감소하는 현대사회는 잘못된 식습관과 불규칙적인 운동참여에 따른 영향으로 비만, 고혈압, 당뇨병 등 대사질환의 발병률이 증가되는 것으로 확인되었다(Caspersen, Pereira & Curran, 2000; Hamilton, Hamilton & Zderic, 2008; WHO, 2002). 세계보건기구(World Health Organization)에 의하면 지난 30년간 비만인구는 전 세계적으로 증가하였으며, 2014년 기준 성인의 약 39 %가 과체중, 13 %가 비만인 것으로 보고하였다(WHO, 2016).

세계적인 지표와 같이 우리나라 역시 비만인구는 지속적으로 증가하고 있는 실정이다. 2017년 국민건강영양조사에 의하면 국내 만 19세 이상 성인의 비만 유병율은 39.8 %로 이는 10명 중 약 4명이 비만인 것을 의미한다. 성별에 따른 비만을 추이를 살펴보면, 남성은 42.3 %, 여성은 26.4 %로 남성이 여성에 비해 15.9 % 높은 것으로 조사되며, 남성의 비만율은 1998년 이후 지속적으로 증가하여 2016년 40 %를 초과하였고, 여성은 1998년 이후 23 ~ 28 %를 유지하고 있다. 남성의 비만율이 여성에 비해 높은 수준으로 나타나면서 남성 비만의 심각성이 대두 되고 있다. 이러한 비만율의 증가는 신체활동량과 관련이 깊다. 성인 남성의 걷기 실천율은 2005년 62.5 %에서 2016년 40 %로 22.5 % 감소하였고, 유산소 신체활동 실천율 또한 2014년 62 %에서 2016년 52.5 %로 감소하는 경향을 보였다(보건복지부, 2017).

비만(obesity)은 단순히 체중이 많이 나가는 것이라고 생각하기 쉬우나, 신체에 지방조직이 과다하게 축적되어 체지방이 정상 이상으로 증가한 상태를 의미한다(대한비만학회, 2001). 지방의 과다 축적은 혈액 속으로 지방산이 과도하게 이동되며, 이 과정을 통해 총콜레스테롤(Total Cholesterol: TC), 중성지방(Triglyceride: TG), 저밀도 지단백 콜레스테롤(Low Density Lipoprotein:

LDL-C), 증가되며, 고밀도 지단백 콜레스테롤(High Density Lipoprotein: HDL-C) 농도는 감소된다(박정희 & 김수근, 2007; Garcia, Saavedra, Escalante & Dominguez, 2014). 또한 혈중 지질의 높은 증가율은 인슐린 기능의 이상을 초래하여 제2형 당뇨병의 위험성을 증가시킨다고 언급하였다(김명수, 이지영, 2009).

비만의 증가는 여러 성인병 및 대사증후군의 발병율과 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되어지며, 비만의 증가에 따라 대사증후군 발병율을 비롯한 당뇨 및 심혈관 질환과 같은 성인병의 발병율이 증가한다고 보고하였다(Eid, 2012; Ervun, 2009; Graziani et al., 2011). 대사증후군 위험요인에 긍정적인 영향을 미치는 신체활동과 관련된 연구는 지속적으로 보고되고 있다(Laursen, 2010; Yeo, et al., 2008). 선행 연구를 살펴보면 지속적인 신체활동의 참여는 대사증후군과 밀접한 관계가 있고, 신체활동 및 생활식습관의 변화는 비만도와 체력의 변화에 따른 대사증후군 및 성인병에 매우 긍정적인 영향을 준다(Lakka et al., 2003; Wessel et al., 2004). 비만 해결과 대사증후군 위험요인 감소를 통해 건강을 증진시키고, 각종 질환을 예방하기 위해서는 반드시 비만 상태에서 벗어나야 한다. 가장 경제적이고 대표적인 방법은 운동이다. 이 중 유산소 운동의 효과는 수많은 선행연구를 통해 이미 검증되었다(김경배, 임강일, 소위영, 박수경 & 송욱, 2007; 문정화, 2006; 이상민, 2016). 중강도 운동과 고강도 운동의 효과는 상이하게 나타나며, 고강도 운동은 중강도 운동보다 신체조성, 체력 그리고 생화학적 변화에 긍정적인 영향을 준다(Helgerud et al., 2007; Heyward & Gibson, 2014).

특히 고강도 운동과 중강도 운동 참여의 에너지 소비량이 동일할 경우 고강도 운동 참여가 심혈관 질환 관련 위험인자들에 더욱 효과적이며, 긍정적인 개선에 영향을 준다(Swain & Franklin, 2006). 하지만 중강도 운동이 고강도 운동에 비해 체중조절에 감량 수준이 상대적으로 적은 것으로 나타나 비만을 해소하는데 과연 효율적인지에 대한 문제가 제기되었다(Shaw et al., 2006; Wu, Gao, Chen & Van, 2009; Jensen et., 2014). 유산소 운동은 장시간 운동이 지속되어야 효과가 나타나는 스트레스와 함께 중도에 운동을 포기하는 경우가 많고, 시간적 제약을 많이 받아 현실적으로 실천하기에 어려운 운동방법으로 평가되며, 실제로 운동을 하지 않은 사람을 대상으로 한 결과를 보면 “시간 부족”이 가장 많은 부분을 차지하는 것으로 나타났다(보건복지부, 2013).

이에 비만자들의 운동을 지속적으로 할 수 있는 시간적 문제를 해결하고자 새로운 운동 프로그램이 요구되며, 최근 고강도 간헐적 운동트레이닝(High Intensity Intermittent Training: HIIT)에 많은 관심이 집중되고 있다(ACSM, 2013). 고강도 간헐적 운동은 운동 사이에 휴식시간이 존재하여, 지속적 유산소 운동에 비해 시간 관리와 운동방법에서 편안한 운동 방법으로 각광받고 있다(Gui, 2016; Trapp, Chisholm & Boutcher, 2007).

고강도 간헐적 운동은 카테콜라민의 증가시켜 체지방률 감소에 영향을 주며(Trapp, Chisholm, Freund & Boutcher, 2008; Boutcher, 2010), 식욕감퇴를 통한 음식섭취량을 낮추는 것으로 보고되었다(Bilski, Teleglow, Bilska, Dembinski & Warzeca, 2009). 고강도 간헐적 운동의 효과와 관련된 많은 연구 결과를 살펴보면 다음과 같다. 과체중의 젊은 남성을 대상으로 6주간의 고강도 간헐적 운동은 신체조성, 유산소운동능력, 심혈관기능 향상에 긍정적인 영향을 주며, 인슐린 저항성과 혈중지질 개선 가능성을 제시하였다(김경진, 김예영 & 이만균, 2016). 특히 고강도 간헐적 운동은 복부지방량이 과다한 경우 더 많은 효과를 볼 수 있다는 연구결과와 함께 내장지방 감소는 심혈관질환을 예방에 긍정적인 영향을 줄 수 있다고 주장하였다(Trapp et al., 2008). 중년 여성의 경우 중 · 저강도 운동이 고강도 운동에 비해 대사증후군 유병율이 1.22배 높은 것으로 보고되며, 대사증후군 위험요인을 감소를 위한 운동으로 적합하다고 유추할 수 있다(Ford, 2005).

고강도 간헐적 운동 중 타바타(tabata)운동 프로그램은 20초 운동, 10초 휴식을 8회 반복하여 총 4분간 운동을 하는 고강도 간헐적 운동방법으로 일본의 이즈미 타바타 박사에 의해 개발되었다(Tabata et al., 1996). 타바타 운동은 가정에서 기구 없이 맨몸으로 실시하는 전신운동으로 장소에 구애받지 않고, 운동시간이 짧아 시간을 효율적으로 이용할 수 있으며, 운동이 끝나더라도 EPOC(Excess Post-exercise Oxygen Consumption) 과정은 겪게 되므로, 최대 12시간 동안 지속적인 에너지소비를 하는 것으로 보고되었다(Tabata et al., 1997). 운동 후 초과하여 소비되는 산소소비량(EPOC)은 운동을 종료한 후 안정시 보다 회복기에 소비되는 산소량이 많은 것으로 정의한다(Tremblay, Simoneau & Bouchard, 1994). 이러한 의미는 비만대상자에 있어 고강도 간헐적 운동 종료 후 계속적인

운동을 실시하지 않아도 지속적으로 에너지를 소비한다는 것을 의미한다(이상민, 2016). 타바타 트레이닝을 4회 반복 하였을 경우 평균 심박수는 HRmax의 86 %로 나타났으며, 평균산소섭취량은 VO2max의 74 %로 ACSM에서 제시하는 심폐지구력 향상을 위한 수치보다 높게 나타났음을 보여준다(Emberts, Porcari, Doberstein, Steffen & Foster, 2013). 운동자각도(RPE) 또한 15.4로 ‘힘듦’ 정도의 강도로 나타났다.

## 2. 연구 목적

본 연구는 고강도 간헐적 운동의 대표적인 타바타 운동(Tabata Training) 프로그램을 6주간 실시하여 과체중 남자 대학생의 비만도, 체력 및 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 규명하는데 목적이 있다.

## 3. 연구의 가설

본 연구의 목적을 규명하기 위하여 다음과 같은 가설을 설정하였다.

- 1) 고강도 간헐적 운동 참여 전 · 후 비만도는 감소할 것이다.
- 2) 고강도 간헐적 운동 참여 전 · 후 체력수준은 증가할 것이다.
- 3) 고강도 간헐적 운동 참여 전 · 후 대사증후군 위험요인이 감소할 것이다.

#### 4. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다.

- 1) 본 연구는 J도 소재 J대학교의 남자대학생으로 한정하였다.
- 2) 본 연구 참여 중 생활 및 영양 상태는 완벽하게 통제하지 못하였다.
- 3) 본 연구대상자들의 트레이닝과 측정 시 심리적 요인은 동일하게 통제하지 못하였다.
- 4) 본 연구대상자들의 인구통계학적 변인에 의한 유전적, 심리적, 문화적, 환경적 요인을 통제하지 못하였다.



## 5. 용어의 정의

### 1) 비만(Obesity)

비만은 단순히 체중이 많이 나가는 것이라고 생각하기 쉬우나, 신체에 지방조직이 과다하게 축적되어 체지방이 정상 이상으로 증가한 상태를 의미한다(대한비만학회, 2001). 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만 진단 기준은 <Table 1>과 같다.

Table 1. A Range of the Published Obesity Definitions

Classification	Body Mass Index (kg/m <sup>2</sup> )		Waist Circumference (cm)				Percent Body Fat (%)	
	Westerner	Asian	Westerner		Asian		Male	Girls
			Male	Girls	Male	Girls		
Underweight	< 18.5						< 14.0	< 17.0
Normalweight	18.5-24.9	< 22.0	< 102	< 88	< 94	< 80	14-19.9	17-24.9
Overweight	25-29.9	22-24.9					20-24.9	25-29.9
Mild Obesity	30-34.9							
Moderate Obesity	35-39.9	≥ 25.0	≥ 102	≥ 88	≥ 94	≥ 80	≥ 25.0	≥ 30.0
Severe Obesity	≥ 40.0							

## 2) 고강도 간헐적 운동 (High-Intensity Intermittent Exercise)

짧은 시간에 많은 에너지를 사용하고, 운동의 효과는 빠르게 나타나며, 지루하지 않는 운동 프로그램으로 요즘 시간이 부족한 현대인들의 요구에 맞추어 새롭게 제기된 운동방법이다(ACSM, 2013).

## 3) 타바타 트레이닝 (Tabata Training)

일본의 Izumi Tabata(1996)에 의해 개발된 스피드스케이팅 국가대표 선수용 트레이닝으로 총 4분 동안의 운동 시간 동안 20초간의 최대한의 고강도 운동 실시 후 10초간 휴식을 8번 반복하는 형태이다. 맨몸 운동으로 구성되어 기구 없이 집에서 실시할 수 있는 “홈 트레이닝”으로 불리고 있다.

## 4) 대사증후군 (Metabolic Syndrome)

대사증후군은 만성적인 대사 장애로 비만 및 내당능장애, 고혈압, 고지혈증, 심혈관질환 등의 위험요인들이 동반되어 군집을 이루어 나타나는 현상을 한 가지 질환군으로 개념화시킨 것을 의미한다(Studien, 1923). 대사증후군의 발병 원인은 아직 명확하지는 않지만 인슐린저항성을 한 가지 원인으로 추정하고 있다(DeFronzo & Ferrannini, 1991).

## 5) 약어의 정의

본 연구에서 사용된 약어의 정의는 다음과 같다.

- . BMI : Body Mass Index ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )
- . DBP : Diastolic Blood Pressure (mmHg)
- . EPOC: Excess Post-exercise Oxygen Consumption
- . FG : Fasting Glucose (mg/dL)
- . HC : Hip Circumference (cm)
- . HDL-C : High Density Lipoprotein Cholesterol (mg/dL)
- . LDL-C : Low Density Lipoprotein Cholesterol (mg/dL)
- . LGS : Left Grip Strength (kg)
- . MS : Metabolic Syndrome
- . PBF : Percent Body Fat (%)
- . RGS : Right Grip Strength (kg)
- . SBP : Systolic Blood Pressure (mmHg)
- . SMM : Skeletal Muscle Mass (kg)
- . SR : Sit and Reach (cm)
- . SU : Sit-Up (number/minute)
- . TC : Total Cholesterol (mg/dL)
- . TG : Triglyceride (mg/dL)
- . WC : Waist Circumference (cm)
- . WHR : Waist Hip Ratio (%)
- . WHtR : Waist circumference to Height Ratio (%)

## II. 이론적 배경

### 1. 비만

#### 1) 비만의 문제점

비만은 대사증후군의 발생위험을 높이며 고혈압, 당뇨병, 심혈관계 질환, 뇌졸중, 고지혈증, 동맥경화증 등을 유발시키는 원인으로 대사증후군 뿐만 아니라 다양한 질환을 유발하므로 예방과 관리에 중요성이 대두되고 있다(Bianchini, Kaaks & Vainio, 2002; Mokdad, Marks, Stroup & Gerberding, 2004; Must et al, 1999; Resnick, Valsania, Halter & Lin, 2000). 국민건강영양조사에 따르면 국내성인 비만 유병율은 39.8%로 나타났으며, 비만율은 지속적인 증가추이를 보이고 있는 것으로 보고되었다(보건복지부, 2017).

비만의 진단은 체질량지수(Body Mass Index), 체지방률(% Body Fat), 허리둘레(Waist Circumference) 등으로 진단할 수 있다. 이중 BMI는 체중(kg)/신장(m)<sup>2</sup>로 비만도를 측정할 수 있으며, 비만관리의 치료와 예방을 위한 전략 개발을 위한 비만진단 평가방법으로 가장 많이 사용된다(대한비만학회, 2012; 현복진, 2006). 세계보건기구(WHO)에서는 인종, 성별을 구분하지 않고 BMI 25 kg/m<sup>2</sup> 이상을 과체중, 30 kg/m<sup>2</sup> 이상을 비만으로 진단하였다(WHO, 2000). 그러나 이 기준은 서양인을 기준으로 한 것으로 인종, 성별, 체형 등에 따라 체지방량과 허리둘레가 비슷하더라도 내장 지방량의 차이가 있는 것으로 보고되었다(Kanzawa M et al., 2002; Wang et al, 1994). 따라서 WHO의 아시아-태평양 비만 기준과 대한비만학회에서는 국내·외의 수많은 비만관련 연구결과를 근거로 하여 BMI 23 kg/m<sup>2</sup> 이상 과체중, 25 kg/m<sup>2</sup> 이상은 비만으로 정의하였다(WHO, 2000). 현재 한국은 이 기준을 적용하고 있으며 25 kg/m<sup>2</sup> 를 시점으로 비만관련 질환이 약 2배정도 증가하는데 근거를 둔 것이다(대한비만학회, 2012)

비만은 다양한 원인으로 체내에 지방이 정상보다 과도하게 증가한 상태로 에너지 소비량보다 에너지 섭취량이 커서 에너지의 불균형 현상에 의해

발생한다(Hawkesworth, 2013). 이러한 비만의 문제점은 각종 질환을 유발하여, 사망위험을 증가시킬 뿐만 아니라, 건강에 문제를 일으켜 치료를 위한 사회 경제적 손실도 계속적으로 증가하는 것으로 나타났다(보건복지부, 2015). 비만의 진단 기준의 복부비만인 허리둘레가 남자 102 cm 이상, 여성 88 cm 이상으로 과도한 지방의 축적은 심혈관 질환 위험요인에 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되었다(Nicklas et al., 2003). 복부 비만은 내장지방 조직의 증가를 말하며, 이는 인슐린저항성의 문제와 함께 내당능 장애, 높은 중성지방의 위험을 증가시키는 예측인자로 확인되었다(Girod & Brotman, 2003). 이런 비만의 문제점을 해결하기 위해 미국대학스포츠의학회(ACSM)에서는 적당한 수준의 신체활동을 유지하면서 에너지섭취량을 적절히 줄이는 것을 병행하라고 권장한다(ACSM, 2013).

## 2) 비만과 운동

과체중과 비만인 사람의 비만관리를 위한 운동처방으로 30분/일(150분/주), 60분/일(300분/주)의 중강도 또는 고강도의 운동을 주 5일로 권장하고 있으며, 초기 중강도(40~60%  $VO_2 R$ )에서 중기 이후 후기에는 고강도( $\geq 60\%$   $VO_2 R$ )로 증가시키면 보다 많은 건강과 체력에 이점을 주는 것으로 보고하였다(ACSM, 2013).

그러나 비만의 경우 운동 수행능력이 낮으므로 개인의 상태와 체력수준을 고려하여 자신에 적합한 운동처방을 받는 것이 중요하다. 비만의 경우 정상 체중보다 많은 좌식생활습관에 따른 부족한 신체활동이 원인으로 작용 할 수 있다(Frank, Andresen & Schmid, 2004; Hu, Li, Colditz, Willett & Manson, 2003; Levine et al., 2005)

비만을 해결하기 위해 운동을 통한 선행 연구를 살펴보면 12주간 걷기 운동이 비만 여성의 신체구성과 혈중지질에 유의한 감소를 보고하였다(현석환, 2012). 홍윤숙, 전미주(2006)의 걷기 운동은 비만 중년여성의 체력과 혈압의 긍정적인 영향을 주는 것으로 보고하였으며, 비만과 정상체중 남자 중학생의 12주간의 유산

소 운동과 저항성 운동 처치는 신체조성에 변화에 긍정적인 변화를 가져온 것으로 안나영, 김기진(2009)이 보고하였다. 또한 운동은 체지방량을 증가시키고, 체지방량을 감소시킨다는 Donnelly et al(2004)과 근력운동과 유산소 운동을 결합한 복합 운동은 신체조성에 긍정적인 효과를 보인 것으로 보고하였다(Manson et al., 1999). 걷기와 유산소 운동과 같은 중강도 지속적 트레이닝(moderate intensity continuous training: MICT)이 비만 해소방법으로 효율적인가에 대한 의문을 갖고 효과를 검증하였으나, 고강도 간헐적 운동에 비해 체중조절에는 상대적으로 적은 수준으로 보고하였다(Shaw et al., 2006; Wu et al., 2009; Jensen et al., 2014). 비만의 경우 운동 강도는 지방감량 뿐만 아니라 에너지소비량들을 고려하여야하고, 운동 강도가 높을수록 총에너지소비율과 지방대사량은 높게 나타난다(Surampudi, Enkhmaa, Anuurad & Berglund, 2016)

고강도 운동은 운동 후 식욕을 감퇴시켜 음식 섭취를 낮추는데 효과적이며(Bilski et al., 2009), 카타콜라민의 증가를 통하여 피하지방의 지방 방출을 유도함으로써 체지방률을 감소시킨다(Boutcher, 2010; Trapp et al., 2007). 과체중의 젊은 남성을 대상으로 12주간 고강도 간헐적 운동을 프로그램을 진행한 결과 내장지방, 총 지방량, 그리고 허리둘레의 유의한 감소를 나타내었다(Heydari, Freund & Boutcher, 2012) 선행연구를 보면 고강도 운동이 지방량, 복부지방, 허리둘레, 인슐린, IL-6, SBP 감소에 영향을 주는 것으로 나타났다(Dunn, Siu, Freund & Boutcher, 2014; Trapp et al, 2008)

## 2. 고강도 간헐적 운동

### 1) 고강도 간헐적 운동 효과

고강도 간헐적 운동은 운동과 운동 사이에 휴식을 취하는 방법으로 최근 짧은 시간에 에너지는 많이 사용하고, 운동의 효과는 빠르게 나타나며, 지루하지 않는 운동 프로그램으로 최근 각광받는 운동이다(이상민, 2016). 간헐적인 걷기가 고령여성의 건강관련체력과 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 연구한 결과에서 근지구력, 유연성, 전신지구력이 향상되어 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고하였다(김상훈, 2009).

6주간의 고강도 간헐적인 운동이 과체중 20대 남성의 신체구성, 유산소 운동능력, 심혈관기능 및 혈액성분에 미치는 연구에서의 신체구성은 유의하게 감소하는 것으로 나타났고, 유산소운동능력 또한 유의한 차이를 나타냈다(김경진, 김예영 & 이만균 2016). 지속적 및 간헐적 운동이 운동중과 운동 후의 에너지대사에 미치는 영향에 대한 연구에 따르면, 동일한 운동 강도와 운동시간, 휴식 시간 및 운동량의 조건에서 간헐적인 운동은 지속적인 운동보다 회복기의 산소섭취량과 칼로리 소비를 높임으로써 전체 에너지 소비량을 높이는데 이점이 있음을 증명하였다(고성식, 변재문, 2014).

### 2) 타바타 운동 효과

타바타 운동이란 일본의 Izmi Tabata 등에 의해 고안된 운동 방법으로 최대산소 섭취량에 최대도 도달할 정도( $VO_2 \max$  90 %) 강도 또는 전력을 다한 수준에서 수행되는 20초 동안의 간헐적 운동과 10초의 짧은 휴식을 8번 번갈아 반복해 총 4분 동안 실시하는 고강도 간헐적 운동방법이다(Tabata et al., 1996).

타바타 트레이닝은 일본 스피드스케이팅 선수의 실력 향상을 위해 개발한 운동방법으로 4분의 트레이닝이 장시간의 중강도 운동보다 유 · 무산소성 능력

개선에 많은 효과를 준다는 것에서 출발한다. 타바타 운동은 맨몸으로 실시하는 기구가 필요하지 않은 경제적인 전신운동으로 20초간의 최대고강도 운동을 실시하는 운동방법으로 트레이닝 시간이 짧아 운동 참여율이 높고, 일상생활 중 운동시간을 효율적으로 사용 할 수 있다. 타바타 운동은 단시간동안 실시하기 때문에 신체에 최고조의 무산소(EPOC) 과정을 경험하게 된다. 타바타 운동은 운동이 끝나더라도 몸은 운동을 지속하는 줄 알고 계속적으로 에너지를 소비하는 하는 것으로 최대 12시간 동안 지속된다. 타바타 운동은 전신의 근육을 다양하게 사용하도록 구성되어 있기 때문에 운동 중 모든 근육을 사용함으로써 전신의 신진대사가 높아지는 것으로 비만대상자에 있어 운동 종료 후 지속적으로 운동을 실시하지 않아도 계속적으로 에너지를 소비한다. 이는 중 · 저강도에 비해 더욱 효율적이다.

타바타 운동 효과를 확인하기 위한 선행연구를 살펴보면 타바타 트레이닝을 4set을 실시하였을 때 평균 심박수는 HRmax의 86 %로 나타났으며, 평균 산소섭취량은  $VO_2 \max$  의 74 %로 나타나 ACSM에서 심폐지구력의 향상을 위해 제한 수치보다 높게 나타났다. 또한 자가적 운동 강도(RPE)는 15.4로 ‘힘듦’ 정도의 강도를 느꼈다고 보고하였다. 4분의 운동시간을 동일하게 실시 할 때 중 · 저강도의 운동에 비해 타바타 운동이 에너지 소비량이 높게 나타났다(Emberts et al., 2013).

타바타 운동은 빠른 체온 상승으로 짧은 시간에 리파아제(Lipase)가 활성화 되어 많은 지방분해에 도움을 주며, 운동 후 회복기에 렙틴(Leptin)의 양이 줄어들어 식욕억제에 도움을 준다고 보고되었다(Kerksick et al., 2009). 윤수미, 서영환 (2016)은 8주간 중년여성을 대상으로 한 타바타 운동 처치 후 체중, 체수분의 감소를 보고하였으며, 체지방 중 복부 지방이 크게 감소되고, 대사성 질환의 주요 위험인자에도 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다(Shahram, Elham, Heshmatolah & Abdolali, 2012; Trapp et al., 2008). 또한 20대 여대생을 대상으로 한 연구에서도 심폐기능, 골격근량, 근지구력에서 유의하게 증가하는 것으로 확인되었다(양희송, 정찬주, 유영대, 전현주 & 허재원, 2017). 캐나다의 비만 남성을 대상으로 2주 동안 고강도 간헐적 운동 프로그램을 실시한 후 무산소 능력이 5.4%증가한 결과를 보고하였다(Burgomaster, Hughes, Heigenhauser, Bradwell



& Gibala, 2005).

타바타 운동은 짧은 시간동안 효과를 나타내는 간헐적 고강도 운동이기 때문에 운동중단에 가장 큰 영향을 주는 지루함과 더디게 나타나는 운동 효과측면에서 중 · 저 강도 운동에 비해 운동중단을 최소화 할 수 있는 방법이 될 것이며, 개인의 체력수준 및 건강상태에 따라 횟수와 동작을 변형하여 운동량을 다양하게 실시 할 수 있다.

### 3. 건강관련체력

체력은 인간이 가지고 있는 신체활동 수행능력을 더욱 향상시키기 위한 일련의 과정을 의미한다. 체력은 크게 건강관련체력(Health Related Physical Fitness)과 운동기능관련체력(Motor Skill-Related Physical Fitness)으로 구분된다. 건강관련체력의 구성요소는 신체구성, 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력으로 구성되고, 운동기능관련체력은 민첩성, 평형성, 협응성, 순발력, 반응시간 및 속도 등으로 구성된다. 건강관련 체력은 활발하게 일상생활을 하고 만성질환의 발병위험과 위험요인을 감소시킬 수 있는 것으로 전반적으로 건강과 밀접한 관련이 있다(ACSM, 2013)

#### 1) 신체조성

체중은 지방과 체지방 조직으로 구분하며 체중을 상대적 백분율로 나타낸 것이 신체조성이다. 특히 복부 중심부 주위로 과도하게 축적된 체지방은 고혈압, 대사증후군, 제2형 당뇨병, 뇌졸중, 심혈관질환, 이상지질혈증과 같은 질병과 관련이 있는 것으로 보고되었으며 반면 과도하게 적은 체지방률 또한 건강상의 문제를 초래할 수 있다(Roger et al., 2012).

#### 2) 근력 · 근지구력

근력은 근육이나 근 조직이 일회 수축할 때 발현 할 수 있는 능력으로 근지구력과 유사하지만 시간적 차이를 갖으며, 발현 부위에 따라 악력, 배근력, 완력, 복근력 등으로 구분된다(ACSM, 2013).

근지구력은 근육운동을 지속적 혹은 반복하는 것을 유지시킬 수 있는 능력을 의미한다. 근지구력이 우수한 사람은 그렇지 않는 사람에 비해 운동을 반복 또는 지속적으로 할 수 있다(ACSM, 2013).

근력과 근지구력은 골다공증과 관련 있는 공량, 당뇨병 전 단계 및 당뇨병

환자의 당 내성, 요통을 포함한 상해 요인의 감소와 관련된 근건 보존, 삶의 질 및 정신건강의 지표들 중 자기효능감 등을 자각하는 것과 관련된 일상생활 활동의 수행능력, 체중조절과 관련 있는 체지방과 안정 시대사율 요인을 유지하고 향상시킬 수 있는 체력요인으로 중요한 것으로 보고되었다(Williams et al., 2007)

### 3) 유연성

유연성은 완전한 가동범위를 통해 관절을 움직일 수 있는 능력이다. 운동수행과 일상생활을 하는데 있어 중요한 체력 중 하나이다. 유연성은 정적 유연성과 동적 유연성으로 구분되는데, 정적 유연성은 정지 상태에서의 몸의 움직임을 나타낼 때 부드러운 몸의 동작을 말하며, 동적 유연성은 일정한 동작을 연속적으로 할 때에 그 동작의 원활함에 관여하는 유연성을 의미한다(ACSM, 2013).

### 4) 심폐체력

심폐체력은 장시간 동안 중강도에서 고강도로 대근육을 이용하여 동적운동을 수행할 수 있는 능력을 의미한다. 운동수행능력은 호흡계, 심혈관계, 골격계의 기능적 상태에 따라 달라진다. 심폐체력의 저하는 심혈관 질환 사망률을 증가시키고, 향상은 모든 원인에 의한 사망률이 감소하는 것과 관련이 있으며, 심폐체력을 높이는 것은 많은 건강상의 이점을 가져오며 이는 신체활동에 대한 생활습관 수준이 높다는 것으로 볼 수 있다(ACSM, 2013). 심폐체력측정은 오래달리기, 왕복오래달리기, 스텝검사 등이 있으나 가장 정확한 측정 방법은 트레드밀과 가스분석기 등을 이용한 최대산소섭취량 측정법이다. 이 연구에서는 최대산소섭취량을 측정하였다.

## 4. 대사증후군

### 1) 대사증후군의 문제점

대사증후군(metabolic syndrome)은 과거에는 인슐린저항성증후군 또는 X증후군으로 불리었던 것으로 복부비만, 고혈당, 이상지혈증, 고혈압, 미세 알부민뇨, 고요산혈증 등을 특징으로 하고 각각 개별화된 질환으로 다루던 것에서 이러한 질환의 공통된 점을 모아 하나의 증후군으로 규정하고 이를 통합하여 관리하고자 하는 목적으로 1998년 세계보건기구(WHO)에서 명명하였다(Alberti & Zimmet, 1998; Haffner et al., 1992).

2001년 National Cholesterol Education Program (NCEP)의 Adult Treatment Panel III (ATP III) 보고서에서는 복부비만(허리둘레 남자 102 cm, 여자 88 cm 초과), 고중성지방(150 mg/dL 이상), 저 HDL 콜레스테롤(남자 40 mg/dL, 여자 50 mg/dL 미만), 고혈압(130/85 mmHg 이상), 당뇨병이나 내당능장애와 같은 고혈당의 5가지 중 3가지 이상을 가진 경우를 대사증후군으로 정의하였다(Expert Panel on Detection, 2001). NCEP-ATP III의 대사증후군 진단 기준은 비만의 지표로 BMI가 있지만 복부비만이 인슐린저항성과 대사증후군에 상관관계가 더 큰 점을 강조하여 비만 지표를 허리둘레로 단순화시킨 점과, 복부비만을 기존의 다른 위험인자인 이상지질혈증, 고혈압, 및 고혈당 등과 동등한 비중을 두었다는 점에서 특징적이다. 2005년 ATP III 개정판에서는 인종 간의 복부비만의 차이를 규명하면서 아시아인에게는 남자 90 cm, 여자 80 cm 이상을 제시하였다.

대사증후군은 인슐린 저항성 및 고혈당등과 함께 이상지질혈증, 혈관의 염증 증가 및 내피세포의 기능이상을 유발한다. 대사증후군이 심혈관질환 및 그로 인한 사망의 독립적 예측인자임은 잘 알려져 있고, 심혈관질환이 있는 환자에서 대사증후군이 좋지 않은 예후와 관련이 있음이 보고되고 있다(Wang et al., 2007). 대사증후군이 심혈관 질환 위험 점수(Framingham Risk Score)에 비해 약한 위험인자라는 보고와 대사증후군의 각 구성요소가 심혈관계 사망의 유의한 위험인자이기는 하나 그 위험성이 각 구성요소를 더한 것보다 더 높지는 않다는 보고도 있다. 하지만

대사증후군이 심혈관계 고위험군을 찾는데 있어 중요한 임상기준이라는 것은 부정할 수 없는 사실이다(Carnethon et, al., 2004).

제2형 당뇨병의 발생에 있어서도 대사증후군은 중요한 위험인자이다. 인슐린 분비 장애와 인슐린 저항성은 제2형 당뇨병 발병기전의 중요한 두 축인데 인슐린저항성은 제2형 당뇨병의 발생을 예측하는데 유용한 인자이다. 또한 대사증후군의 진단 기준에 이미 당뇨병전기의 개념이 포함되어 있고 이러한 당뇨병전기는 심혈관질환의 좋은 예측인자가 된다(Tuomilehto et, al., 2001).

대사증후군에 대한 일부 논란이 있다 하더라도 대사증후군을 진단하는 것은 당뇨병과 심혈관질환을 지연시키거나 예방할 수 있다는 점에서 중요한 의미를 가지며, 특히 전 세계적인 당뇨병 유행현상을 고려해볼 때 고위험군을 진단하고 조기에 생활습관개선 및 약물용법을 적용함으로써 심혈관질환 등에 바람직한 변화를 기대할 수 있다는 점에서 의미를 둘 수 있을 것이다(대한비만학회, 2012).

## 2) 대사증후군과 신체활동

운동의 부족은 대사증후군을 증가시키고, 이를 동반한 연령 증가에 따른 사망률이 증가하는 것으로 보고하였다(Correa et al., 2010; McNeill et al., 2005). 또한 중년 여성의 54%가 대사증후군으로 확인되었고, 이 대사증후군 여성은 심근경색 발병율을 6배나 증가시키며, 뇌졸중, 심혈관질환, 동맥경화증 등의 합병증을 동반하며 사망률을 증가시키는 원인으로 작용된다고 보고하였다(전용균 & 조원제, 2016; Wilson, D' Agostino, Parise, Sullivan & Meigs, 2005). 이에 ACSM (2013)에서는 대사증후군 발병을 예방하기 위한 방법으로 신체활동을 권장한다.

대사증후군 개선에 있어 가장 경제적인 방법은 운동은 유산소 운동이다. 유산소 운동을 통한 심폐체력, 지구력 등이 향상되는 것으로 확인되었다 중년을 대상으로 운동을 실시하여 6개월 후 대사증후군 위험요인을 확인 한 결과 체지방량, 복부지방, 혈압, 총콜레스테롤, 저밀도지단백콜레스테롤, 인슐린의 긍정적인 변화를 가져오며, 동시에 대사증후군 위험요인이 약 17 %감소하는 것으로 보고하였다(Stewart et al., 2005). 장시간 적당한 운동 강도로 실시되는 운동은 짧은 시간동안 이루어지는 격렬한 운동에 비해 대사증후군 개선에 영향을 주는 것으로 나타났다(Johnson et al.,

2007). 신체활동 참여 수준에 따른 대사증후군 위험요인을 비교한 연구에 따르면, 허리둘레, 공복혈당, 중성지방은 저강도와 중강도 운동에 비해 고강도 운동에서 긍정적인 영향을 주는 것으로 보고하였다(전용균 & 조원제, 2016). 또 신체활동 수준에 따른 허리둘레, 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤의 긍정적 변화에서도 신체활동 수준이 높은 집단이 더 많은 변화를 나타내는 것으로 보고하였다(차광석, 홍성인 & 이용수, 2016).

### Ⅲ. 연구방법

#### 1. 연구대상

본 연구대상은 J도 소재의 J대학교 재학 중인 체질량지수  $23 \text{ kg/m}^2$  이상인 과체중 남자대학생으로 최근 6개월간 체계적인 트레이닝 참여 경험이 없는 자, 1년 이상 심혈관계 질환이나 특이 병력이 없는 자로 제한하였다. 연구 참여 기준에 따라 20명의 대상자를 선정하여, 운동군 10명, 통제군 10명으로 구분하였다. 실험 참가에 앞서 본 연구의 내용과 절차에 대해 충분히 설명하고, 이를 이해하고 자발적으로 참가하고자 하는 자로부터 검사 동의서(Informed Consent Form)를 받은 후 연구에 참여하도록 하였다. 본 연구는 J대학 연구윤리심리위원회(Institutional Review Board-IRB)의 승인(JJNU-IRB-2018-021)을 받은 후 본 연구를 진행하였다. 본 연구대상자의 신체적 특성은 <Table 2>에 제시된 바와 같다.

Table 2. Physical Characteristics of The Subjects

	Exercise (n=10)	Control (n=10)	<i>P</i>
Age (years)	21.60±2.17	23.50±3.34	.152
Height (cm)	174.06±5.35	173.03±4.38	.643
Weight (kg)	87.88±16.44	81.48±9.35	.299
BMI ( $\text{kg/m}^2$ )	28.79±3.96	27.22±2.59	.308
PBF (%)	29.02±6.23	25.66±5.38	.213
BFM (kg)	26.25±10.42	21.19±6.46	.208
SMM (kg)	34.29±3.93	33.73±3.08	.727

Mean±Standard Deviation

BMI, Body mass index; PBF, Percent body fat; BFM, Body fat mass; SMM, Skeletal muscle mass:

## 2. 실험설계

본 연구에서는 고강도 간헐적 운동이 20대 과체중 남자대학생의 비만도, 체력 및 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 규명하기 위하여 운동군(10명)과 통제군(10명)을 대상으로 사전검사는 신체조성, 체력, 혈압 및 혈액 검사와 6주 후 사전검사와 동일한 사후 검사를 실시하였으며, 고강도 간헐적 운동 참여 전 · 후의 변화를 비교하는 방법으로 진행하였다. 전체적 실험설계는 <Figure 1>과 같다.

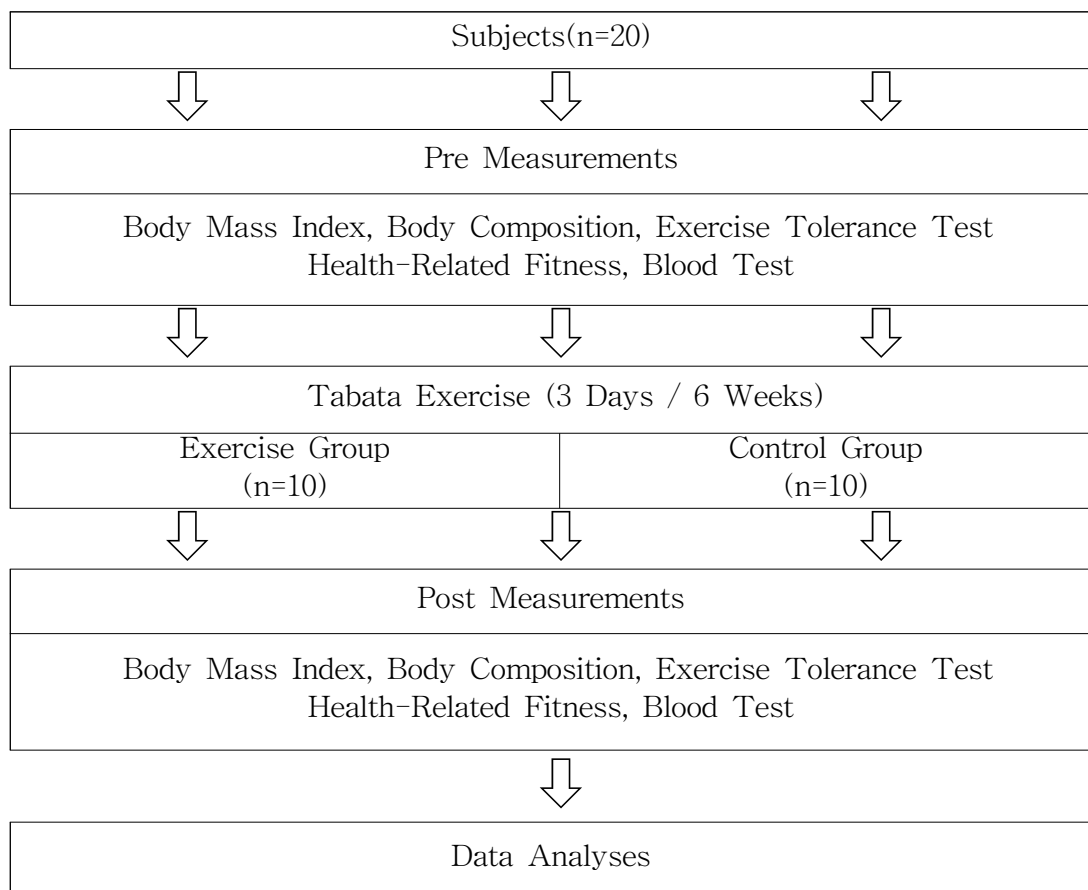


Figure 1. The Study Design



### 3. 측정항목 및 도구

본 연구를 위해 사용된 측정항목 및 도구는 <Table 3>과 같다.

**Table 3. Measurement Item and Instrument**

Measurement Item	Measurement Instrument (Model)
Body Composition	Body Composition Analyzer (Accunlq BC 702)
Heart Rate	Polar Heart Rate Monitor(Polar)
Exercise Tolerance Test	Gas Analzer(Ultima Medgraphics)
	Treadmill(Taaha)
Muscular strength	Grip Dynamometer(T.K.K 5101)
	Back Strength Dynamometer(T.K.K 5102)
Muscular endurance	Sit - Up Boaed(KT-2522)
Flexibility	Sitting Trunk Flexion Test(T.K.K. 5130)
Blood Test	Chemistry Analzer(OLYMPUS AU5400)
Blood Pressure	Blood Pressure Measuring Monitor(OMRON HEM-770A)

## 4. 실험절차

본 연구는 고강도 간헐적 운동프로그램인 타바타운동이 과체중 남자대학생의 비만도, 체력 및 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 규명하기 위하여, 연구대상자들의 사전검사로 신체구성, 체력, 혈압과 혈액분석 및 운동부하검사를 실시하였다. 운동프로그램 참여 그룹은 6주간 주당 3회의 운동 빈도로 1회 14분간(준비운동 5분, 본 운동 4분, 정리운동 5분) HRmax 80 ~ 90 %의 운동 강도로 운동프로그램을 실시하였다. 그룹은 운동군과 통제군으로 배정하였으며, 연구가 끝난 후에는 사전 검사와 동일한 방법으로 사후 검사를 실시하였다.

### 1) 신체조성 측정

본 연구에서 신체조성의 전 · 후 검사를 위해 사전 검사로 신장(cm), 체중(kg), 체질량지수(Body mass index, BMI), 골격근량(Skeletal muscle mass, SMM), 체지방량(Fat free mass, FFM), 체지방량(Body fat mass, BFM), 체지방률(Percent body fat, PBF)을 자동 신장 체중계 측정기 JENIX(DONG SHAN JENIX CO., Korea)와 정밀 체성분 분석기인 Accunlq BC720 (Selvashealthcare co., Korea)을 사용하여 측정하였다. 허리둘레(Waist Circumference, WC)와 엉덩이둘레(Hip Circumference, HC)는 인체측적용 줄자를 사용하여 측정한 뒤, 허리둘레를 엉덩이둘레로 나누어 허리-엉덩이둘레비(Waist-Hip Ratio: WHR)를 산출하였다. 연구가 끝난 후 24시간 뒤 에 사후 측정하였다. 피험자는 검사 12시간 전부터 금식하였으며, 측정 30분 전에 실험실에 도착하여 충분히 안정을 취한 후 신체조성 검사에 참여하였다.

## 2) 체력측정

### ① 근력(악력, 배근력)

악력은 악력계(T.K.K. 5101, Japan)를 사용하여 좌, 우 각각 2회씩, 배근력은 배근력계(T.K.K.5102, Japan)를 사용하여 2회 측정 후, 최고치를 0.1 kg 단위까지 기록하였다.

### ② 근지구력(윗몸 일으키기),

근지구력은 윗몸일으키기대(KT-2522, Korea)를 이용하여 윗몸일으키기(Sit-Up, SU)를 측정하였다. 대상자는 측정대에 편안하게 누운 자세로 발목을 고리에 고정하여 무릎을 직각으로 굽히고, 양손을 가슴에 올리도록 하였다. ‘시작’ 신호와 함께 복근력만을 이용하여 몸을 일으키도록 설명하였으며, 올라올 때는 양 팔꿈치가 허벅지에 닿도록 하고 내려갈 때는 양 어깨가 바닥에 닿도록 하였다. 60초 간 실시하여 수행한 횟수를 기록하였다.

### ③ 유연성(앉아윗몸앞으로굽히기)

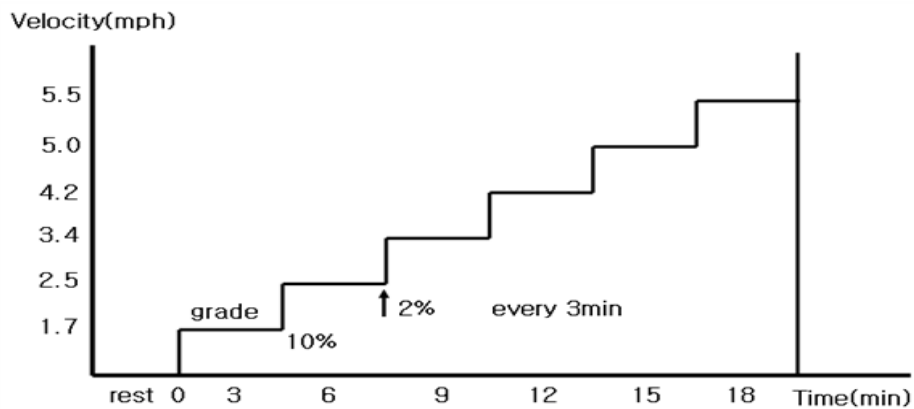
좌전굴계(T.K.K.5103, Japan)를 사용하여 앉아윗몸앞으로굽히기를 2회 실시 후 가장 좋은 기록을 0.1 cm 단위로 기록하였다.

### ④ 심폐체력(운동부하검사)

본 연구에서는 심폐체력 확인을 위해 트레드밀을 이용한 운동부하검사를 실시하였다. 실험실에 도착 후 대상자는 약 30분 동안 안정을 취하며, Treadmill에 올라서는 법, 자각적 운동 강도(Rate of Perceived Exercise, RPE) 판단법, 탈진 시 중지요령 등 실험상 유의해야 할 사항에 대하여 설명하고 숙지하도록 하였다.

운동부하는 <Figure 2>에서 보는 바와 같이, Bruce(1973)의 protocol을 사용하여

Treadmill(Taeha, Korea) 실험실 환경은 동일한 조건이 되도록 온도는  $20 \pm 1$  °C, 습도  $60 \pm 10$  %RH로 설정 하였다. 속도는 1.7 mph로 경사 10 %에서 시작하여, 매 3분마다 경사를 2 %씩 높이고, 속도는 2.5, 3.4, 4.2, 5.0, 5.5 mph의 점진적 증가 방법을 적용하여, 최대산소섭취량(Maximal Oxygen Uptake;  $\dot{V}O_2\max$ ), 최대환기량(Maximal Ventilation; VE), 무산소성 역치(Anaerobic Threshold; AT)를 측정하였다. 본 연구에서 사용할 호흡가스대사 분석 장치는 MetaLyzer3B(Cortex, Germany)이다. all-out(탈진)의 판정기준은 Treadmill 센서와 연결된 무선 심박수 측정기(Polar Heart Rate Monitors. Polar, Finland)를 가슴에 부착시켜 최대심박수(220-나이)에 도달하고, Borg(1982)에 의해 고안된 RPE(자각적 운동 강도)가 17~18이상일 때를 기준으로 하여 운동을 종료하였다. 그 외 호흡곤란, 안면홍조, 불규칙한 발걸음, 얼굴 찡그림의 정도 등을 조심스럽게 관찰하여 연구자가 운동 종료의 필요성을 인지할 때 운동을 중지하였다. 연구대상자가 신체적 한계에 도달하지 않은 상태에서 포기할 의사를 보일 경우 언어적 강화를 부여하였다.



Figuer 2. Bruce protocol

### 3) 혈압검사

혈압은 최소 5분간 안정을 취한 상태에서 자동혈압측정기(OMRON HEM-770A, Japan)를 이용하여 좌측 상완에서 수축기혈압(Systolic Blood Pressure, SBP)과 이완기혈압(Diastolic Blood Pressure, DBP)을 측정하였다.

### 4) 혈액분석

모든 채혈은 오전 09-10시 사이에 실시하였다. 혈액채취 전 30분 정도 안정을 취하게 한 뒤 항응고제가 들어있지 않은 진공관을 이용하여 상완정맥에서 정맥 채혈을 실시하였다. 채혈 후 15분간 원심 분리한 후 혈장 성분만을 추출하여  $-80^{\circ}\text{C}$ 에 보관한 뒤 혈당(Glucose), 중성지방(Triglyceride, TG), 총콜레스테롤(Total Cholesterol, TC), 고밀도지단백콜레스테롤(High Density Lipoprotein Cholesterol, HDL-C), 저밀도지단백콜레스테롤(Low Density Lipoprotein Cholesterol, LDL-C), 을 검사하였다. 혈당은 HK법(Hexokinase Method), 중성지방은 글리세롤 소거법(Glycerol Blanked Method), 총콜레스테롤은 효소법(Enzyme Method), 고밀도지단백콜레스테롤은 선택용해 직접법(Direct Selective Method)을 이용한 임상화학-면역분석기(OLYMPUS AU5400, Japan)를 사용하여 분석하였고, 저밀도지단백콜레스테롤은 Friedewald, Levy & Fredrickson(1972)의 공식( $\text{LDL-C} = \text{TC} - \text{HDL-C} - \text{TG} \div 5$ )을 이용하여 계산하였다. 이러한 채혈과 혈액분석은 J시 소재 건강관리협회에 직접 방문하여 실시하였다.

## 5. 운동프로그램

### 1) 운동군

본 연구에서의 타바타 운동프로그램은 총 6주간 주 3회 빈도로 1회 14분간 운동으로 운동 전·후 각각 5분간의 준비운동과 정리운동 실시 하였다. 본 운동은 8 동작으로 총 4분간 20초 운동, 10초 휴식을 8회 반복하는 방법으로 구성되어 실시하였으며, 운동 강도 HRmax 80 ~ 90 %로 설정하였다. 운동 강도 설정은 A CSM(2013), Emberts et al.,(2013)의 기준으로 설정하였으며, 동작은 횟수에 상관없이 정해진 시간(20초)이내에 동작을 수행하는 방법으로 휴대용 무선심박수 측정기 Polar를 사용하여 운동 시 운동 강도를 유지하도록 하였으며, 동작과 동작 사이에 10초의 불완전 휴식을 두었다. 타바타 운동 프로그램은 <Table 4>와 같다.

Table 4. High Intensity Intermittent Training Program

Range	Content	Set/Time	Intensty (HRmax)	Frequency
Warm-Up	Stretching	5 min	30~40 %	
Main Exercise	Jumping Jacks High Knee Run Burpees MT.limbers Jump Rope Line Jumps Push -Up Plank Punch	Exercise(20 sec) Rest (10 sec) × 8 num = 4 min	80~90 %	3Day /6 Weeks
Cool-Down	Yoga and Stretching	5 min	30~40 %	

## 2) 통제군

통제군의 경우 처치 기간인 6주 동안 일상생활과 동일한 신체활동과 식이습관을 유지 하도록 통제 하였다.

## 6. 자료처리

1) 본 연구를 위해 측정된 자료의 분석은 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 18.0 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다.

2) 측정항목에 대한 평균 (Mean), 표준편차(Standard Deviation) 산출하였다.

3) 운동프로그램 참여 전 · 후 대사증후군 위험요인 변화를 분석하기 위해 빈도분석(Frequency)을 사용하였다.

4) 운동프로그램 참여 전 · 후 비만도, 체력수준 및 대사증후군 위험요인을 비교 분석하기 위해 paired t-test 방법을 사용하였다.

5) 모든 통계적 유의 수준은  $p < .05$  설정하였다.



## IV. 연구결과

### 1. 운동프로그램 참여 전 운동군과 통제군의 신체조성 비교

고강도 간헐적 운동 프로그램 참여 전 운동군과 통제군의 신체조성을 분석한 결과는 <Table 5>과 같다. 분석 결과, 운동군과 통제군 간 모든 신체조성요인에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 5. Comparison between groups of Body Composition before High Intensity Intermittent Training Program

Variable	Exercise (n=10)	Control (n=10)	<i>p</i>
Weight (kg)	87.88±16.44	81.48±9.35	.299
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	28.79±3.96	27.22±2.59	.308
WC (cm)	96.57±12.78	91.83±6.50	.314
HC (cm)	107.98±7.58	105.37±4.36	.358
WHR (%)	0.89±0.07	0.87±0.45	.438
WHtR (%)	0.55±0.63	0.53±0.40	.348
BFM (kg)	26.25±10.42	21.19±6.46	.208
PBF (%)	29.02±6.23	25.66±5.38	.213
SMM(kg)	34.29±3.93	33.73±3.08	.727
FFM (kg)	61.52±7.25	60.28±5.45	.671

Mean±Standard Deviation

BMI, body mass index; WC, waist circumference; HC, hip circumference; WHR, waist-hip ratio; WHtR, waist circumference to height ratio; BFM, body fat mass; PBF, percent body fat; SMM, skeletal muscle mass; FFM, free fat mass;

## 2. 운동프로그램 참여 전 운동군과 통제군의 체력수준 비교

고강도 간헐적 운동 프로그램 참여 전 운동군과 통제군의 체력을 분석한 결과는 <Table 6>과 같다. 분석 결과, 운동군과 통제군 간 모든 체력요인에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 6. Comparison between groups of Physical Fitness before High Intensity Intermittent Training Program

Variable	Exercise (n=10)	Control (n=10)	<i>p</i>
LGS (kg)	43.35 ± 6.99	42.49 ± 6.63	.781
RGS (kg)	45.60 ± 5.01	45.31 ± 2.39	.960
BS (kg)	121.57 ± 37.86	126.98 ± 39.37	.758
SR (cm)	6.02 ± 4.39	7.66 ± 5.45	.468
SU (num/min)	30.20 ± 7.71	32.70 ± 4.52	.388
VO2max(ml/kg/min)	37.10 ± 6.04	38.41 ± 4.72	.595

Mean ± Standard Deviation

LGS, left grip strength; RGS, right grip strength; BS, back strength; SR, sit and reach; SU, sit-up;

### 3. 운동프로그램 참여 전 운동군과 통제군의 대사증후군 위험요인 비교

고강도 간헐적 운동 프로그램 참여 전 운동군과 통제군의 대사증후군 위험요인을 분석한 결과는 <Table 7>과 같다. 분석 결과, 운동군과 통제군 모두 대사증후군 위험요인에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 7. Comparison between groups of Metabolic Syndrome Risk Factors before High Intensity Intermittent Training Program

Variable	Exercise (n=10)	Control (n=10)	<i>p</i>
SBP (mmHg)	135.90 ± 11.49	127.70 ± 10.81	.118
DBP (mmHg)	80.00 ± 10.67	74.30 ± 7.10	.177
FG (mg/dL)	88.20 ± 6.56	91.70 ± 17.79	.567
TC (mg/dL)	166.40 ± 37.22	180.80 ± 39.21	.411
TG (mg/dL)	209.80 ± 304.59	96.60 ± 46.84	.261
HDL-C (mg/dL)	45.60 ± 12.97	48.80 ± 8.05	.516
LDL-C (mg/dL)	88.88 ± 27.59	115.07 ± 30.88	.061

Mean ± Standard Deviation

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FG, Fasting Glucose; TC, Total cholesterol; TG, triglyceride; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; LDL-C, low density lipoprotein cholesterol;

#### 4. 운동프로그램 참여 전 · 후 운동군의 신체조성 비교

고강도 간헐적 운동 프로그램 참여 전 · 후 운동군의 신체조성의 변화를 분석한 결과는 <Table 8>과 같다. 분석 결과 허리둘레, 엉덩이둘레, 허리둘레-신장비 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 집단별 허리둘레, 엉덩이둘레, 허리둘레-신장비 변화 비교는 <Figure 3>, <Figure 4>, <Figure 5> 와 같다.

Table 8. Comparison Body Composition after High Intensity Intermittent Training Program

Variable	Before (n=10)	After (n=10)	<i>p</i>
Weight (kg)	87.88±16.44	87.75±17.29	.773
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	28.79±3.96	28.73±4.13	.551
WC (cm)	96.57±12.78	95.68±13.02	<b>.042</b>
HC (cm)	107.98±7.58	105.80±8.62	<b>.047</b>
WHR (%)	0.89±0.07	0.90±0.09	.244
WHtR (%)	0.55±0.63	0.54±0.64	<b>.041</b>
BFM (kg)	26.25±10.42	25.25±11.73	.254
PBF (%)	29.02±6.23	27.62±7.64	.281
SMM (kg)	34.29±3.93	34.84±4.61	.264
FFM (kg)	61.52±7.25	62.50±8.36	.151

Mean±Standard Deviation

BMI, body mass index; WC, waist circumference; HC, hip circumference; WHR, waist-hip ratio; WHtR, waist circumference to height ratio; BFM, body fat mass; PBF, percent body fat; SMM, skeletal muscle mass; FFM, free fat mass;

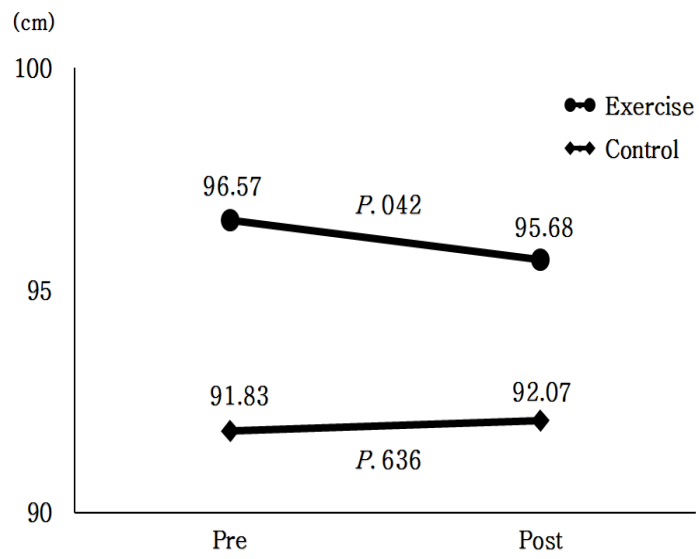


Figure 3. Comparison of Waist Circumference

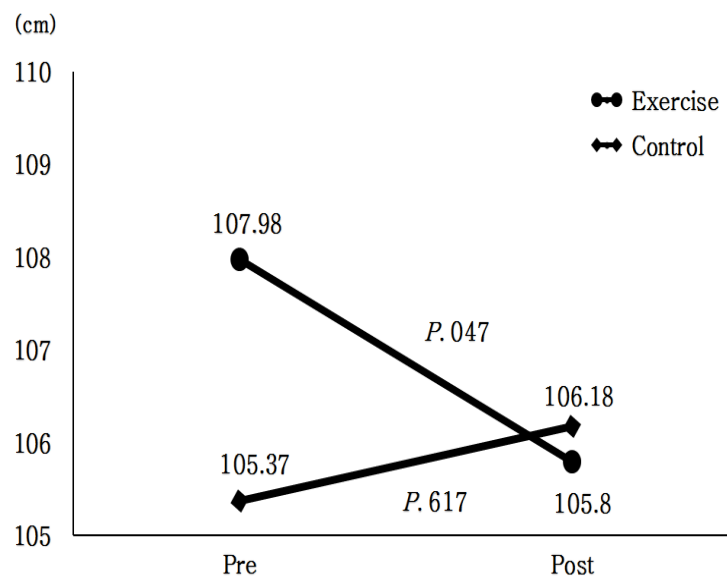


Figure 4. Comparison of Hip Circumference

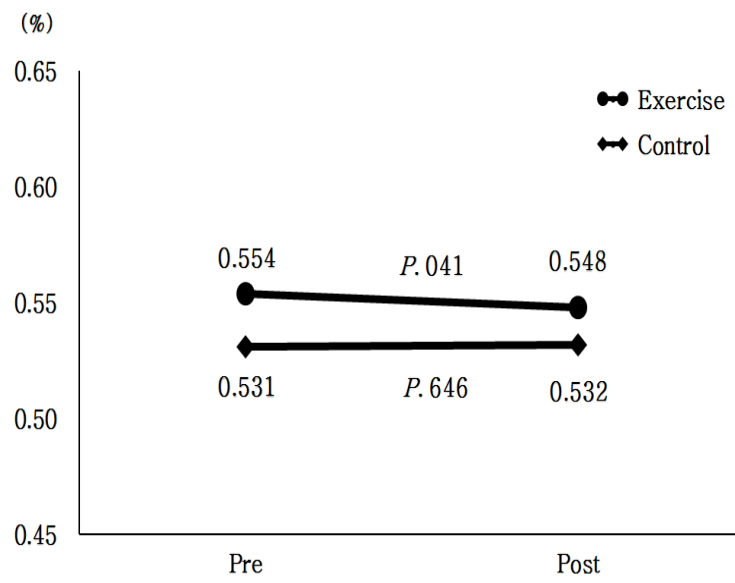


Figure 5. Comparison of Waist Circumference to Height Ratio

## 5. 운동프로그램 참여 전 · 후 운동군의 체력수준 비교

고강도 간헐적 운동 프로그램 참여 전 · 후 운동군의 체력수준 변화를 분석한 결과는 <Table 9>과 같다. 분석 결과, 고강도 간헐적 운동참여 전과 비교하여 고강도 간헐적 운동 참여 후 근력(배근력), 근지구력(윗몸일으키기), 심폐체력(최대산소섭취량)수준이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 집단별 배근력, 윗몸일으키기, 최대산소섭취량 비교는 <Figure 6>, <Figure 7>, <Figure 8>과 같다.

Table 9. Comparison Physical Fitness after High Intensity Intermittent Training Program

Variable	Before (n=10)	After (n=10)	<i>p</i>
LGS (kg)	43.35 ± 6.99	44.62 ± 7.15	.086
RGS (kg)	45.60 ± 5.01	46.55 ± 4.95	.102
BS (kg)	121.57 ± 37.86	125.83 ± 40.18	<b>.036</b>
SR (cm)	6.02 ± 4.39	6.95 ± 4.52	.052
SU (num/min)	30.20 ± 7.71	33.00 ± 9.11	<b>.015</b>
VO2max(ml/kg/min)	37.10 ± 6.04	40.18 ± 4.99	<b>.002</b>

Mean ± Standard Deviation

LGS, left grip strength; RGS: right grip strength; BS, back strength; SR, sit and reach; SU, sit-up;

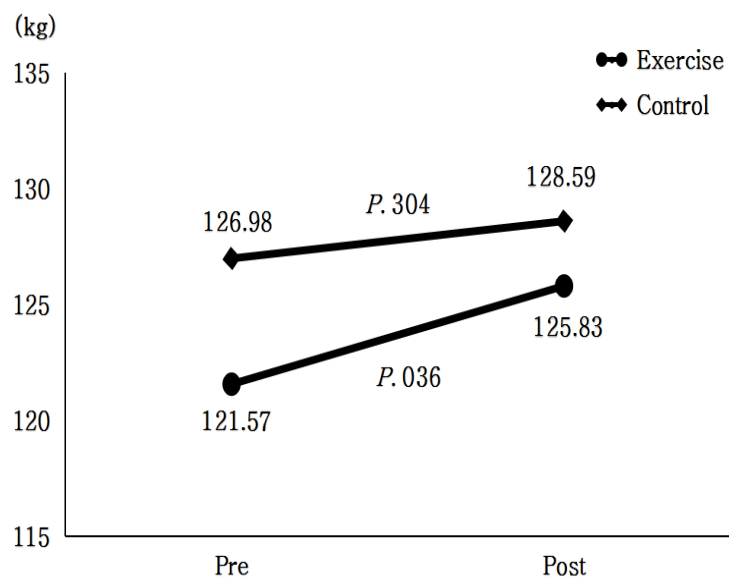


Figure 6. Comparison of Back Strength

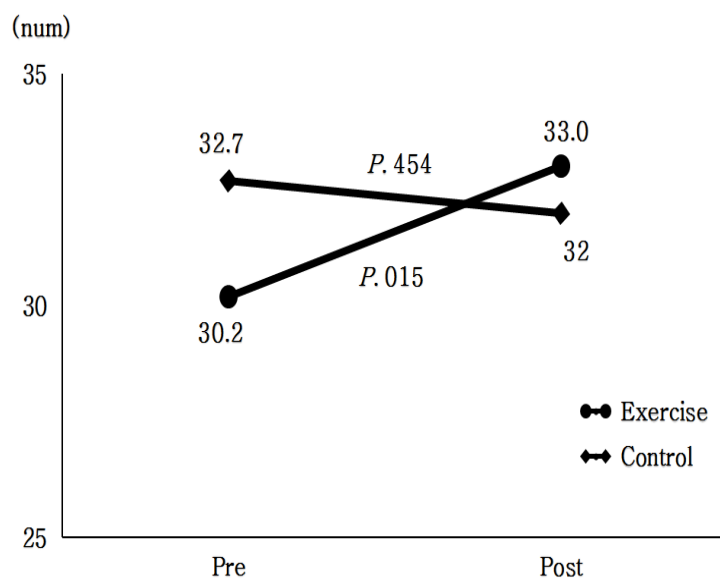


Figure 7. Comparison of Sit-Up



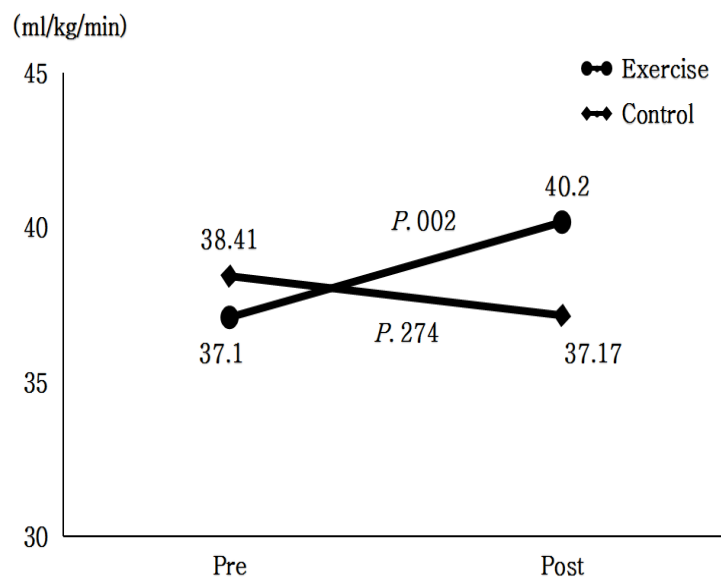


Figure 8. Comparison of VO<sub>2</sub> max

## 6. 운동프로그램 참여 전 · 후 운동군의 대사증후군 위험요인 비교

고강도 간헐적 운동 프로그램 참여 전 · 후 운동군의 대사증후군 위험요인 변화를 분석한 결과는 <Table 10>과 같다. 분석 결과 수축기와 이완기 혈압에서 유의하게 감소하였다. 집단별 수축기혈압, 이완기혈압, 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤, 공복혈당 비교는 <Figure 9>, <Figure 10>, <Figure 11>, <Figure 12>, <Figure 13> 다음과 같다.

Table 10. Comparison Metabolic Syndrome Risk Factors after High Intensity Intermittent Training Program

Variable	Before (n=10)	After (n=10)	<i>p</i>
SBP (mmHg)	135.90±11.49	132.20±8.97	.033
DBP (mmHg)	80.00±10.67	77.60±11.81	.044
FG (mg/dL)	88.20±6.56	88.40±6.72	.890
TC (mg/dL)	166.40±37.22	165.80±38.31	.888
TG (mg/dL)	209.80±304.59	111.70±107.85	.155
HDL-C (mg/dL)	45.60±12.97	47.80±12.72	.310
LDL-C (mg/dL)	88.88±27.59	96.47±44.83	.583

Mean±Standard Deviation

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FG, Fasting Glucose; TC, Total cholesterol; TG, triglyceride; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; LDL-C, low density lipoprotein cholesterol;

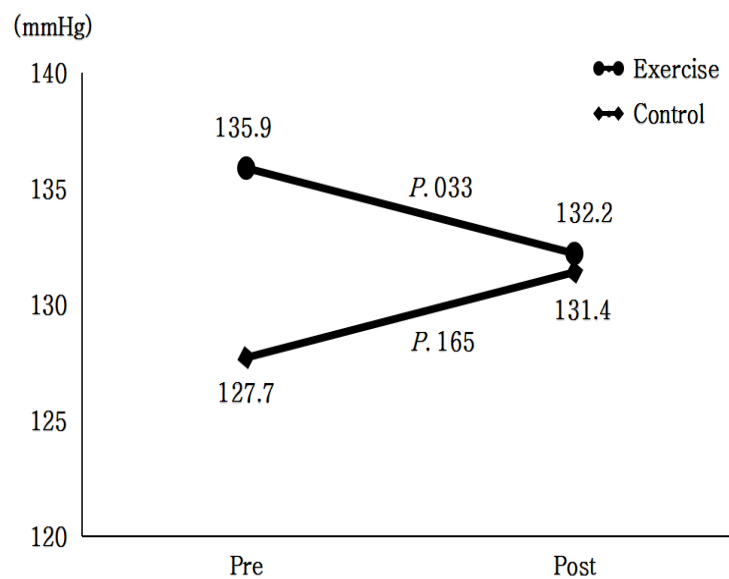


Figure 9. Comparison of Systolic Blood Pressure

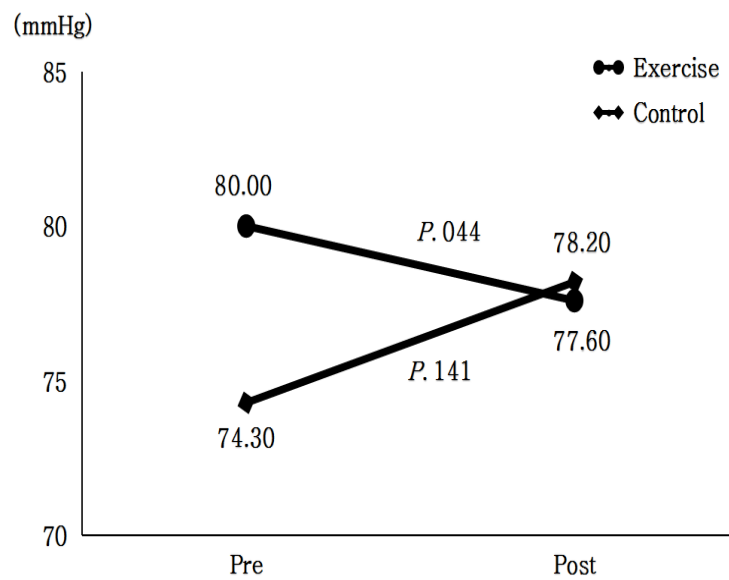


Figure 10. Comparison of Diastolic Blood Pressure

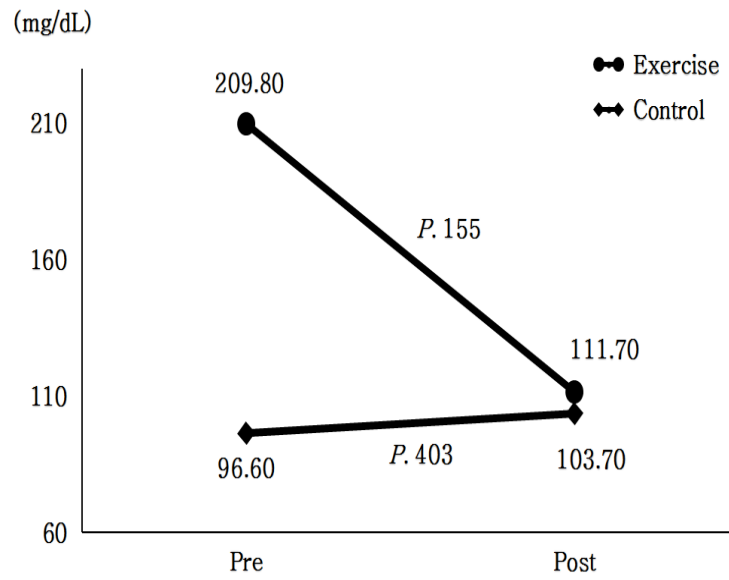


Figure 11. Comparison of Triglyceride

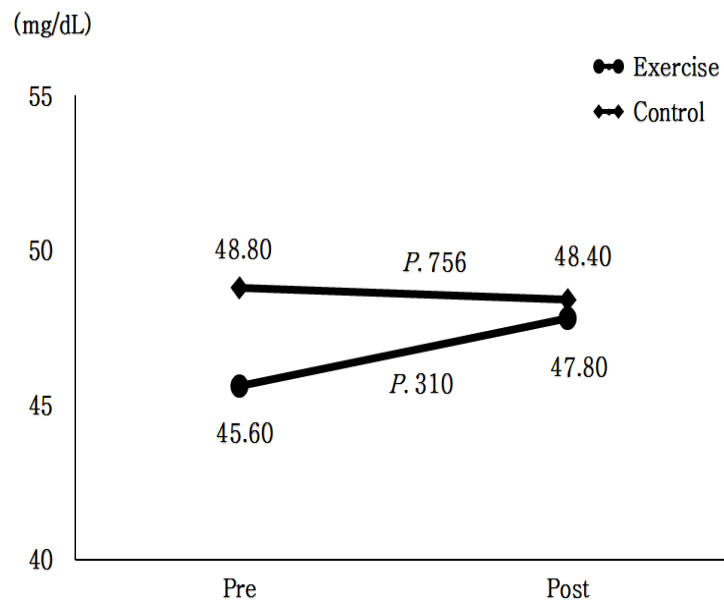


Figure 12. Comparison of High Density Lipoprotein Cholesterol

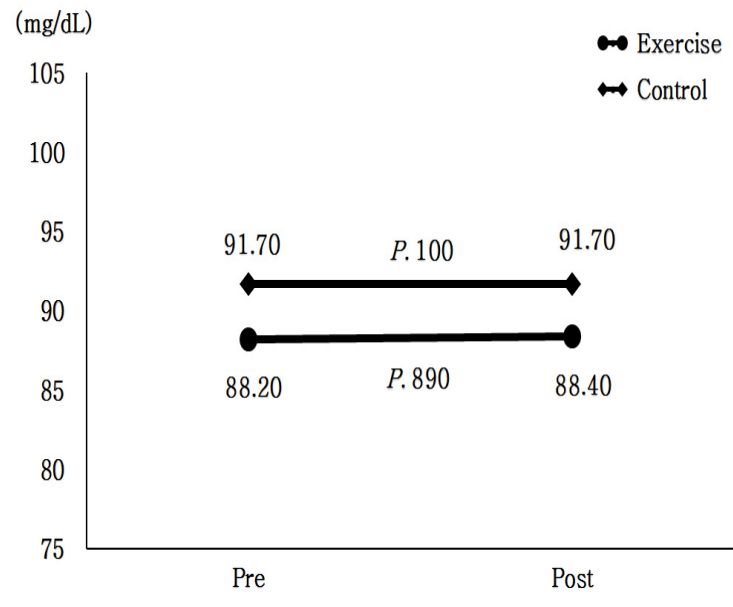


Figure 13. Comparison of Fasting Glucose

## 7. 운동프로그램 참여 전 · 후 운동군의 대사증후군 위험요인 (1개 이상) 변화

고강도 간헐적 운동프로그램 참여 전 · 후 운동군의 대사증후군 위험요인의 변화를 분석한 결과는 <Table 11>, <Figure 14> 와 같다. 분석결과 운동프로그램 참여 전 · 후 대사증후군 위험요인 1가지 이상인 학생의 변화 결과 8명에서 5명으로 감소하였다. 허리둘레는 운동전 6명에서 3명으로, 중성지방은 3명에서 1명으로, 혈압은 8명에서 5명으로 감소하였다.

Table 11. Frequency of Metabolic Syndrome Risk Factors (n)

Metabolic Syndrome Risk Factors (Cut-off points)	Before	After
Waist Circumference ( $\geq 90\text{cm}$ )	6	3
Blood Pressure (BP $\geq 130/85\text{mmHg}$ )	8	5
Triglycerides ( $\geq 150\text{ mg/dL}$ )	3	1
HDL-C ( $\leq 40\text{ mg/dL}$ )	3	3
Fasting Glucose ( $\geq 100\text{ mg/dL}$ )	0	0
<b>Frequency of Metabolic Syndrome</b>		
MSRF One or More	8	5
Metabolic Syndrome	3	3

by NCEP ATP III standard

HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; MSRF, metabolic syndrome risk factors.

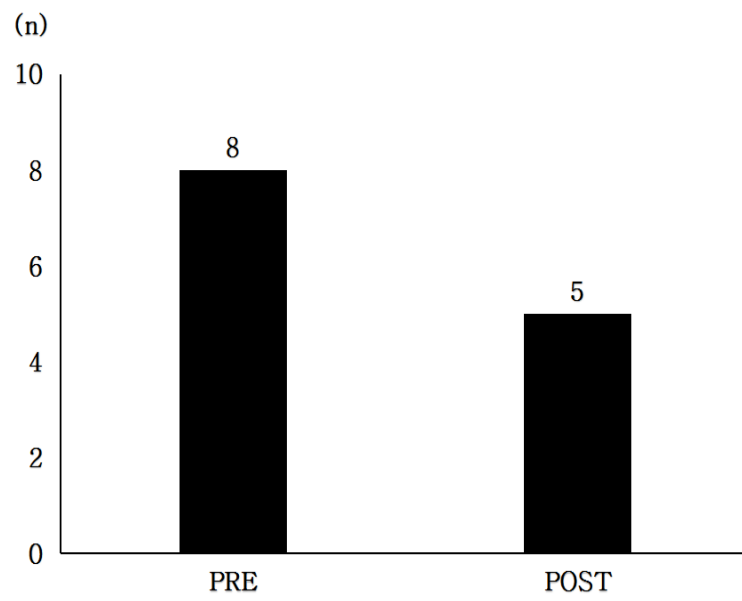


Figure 14. Frequency of Metabolic Syndrome Risk Factor One or More

## V. 논의

본 연구는 20대 과체중 남자 대학생을 대상으로 6주간 고강도 간헐적 운동인 타바타 운동프로그램이 신체조성, 체력수준 및 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 본 연구 결과를 통해 도출된 논의는 다음과 같다.

### 1. 신체조성의 변화

본 연구에서는 6주간의 고강도 간헐적 운동인 타바타 운동프로그램이 신체조성 변화에 미치는 영향을 규명하기 위하여 운동 실시 전 · 후 신체조성 측정 결과 허리둘레, 엉덩이둘레, 허리둘레-신장비에서 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 체중, 체지방량, 체지방률은 감소하는 경향을 보였고, 체지방량과 골격근량은 증가하는 경향을 보이는 것으로 확인되었다.

체중과 체지방률이 감소하는 기전에는 운동을 통한 카테콜라민 반응의 증가에 있다. 지방분해를 촉진하는 이 카테콜라민은 근육 내 피하지방의 저장을 막게 한다. 혈장 에피네프린과 노르에피네프린 농도를 각각 6.3배, 14.5배나 증가시킨 고강도 간헐적 운동은 중강도나 유산소 운동에 비해 체중 및 체지방률의 감소를 확인할 수 있는 연구가 보고되었다(Zouhal et al, 2008; Issekutz et al., 1978). 또 고강도 간헐적 운동이 유산소 운동군에 비해 체중과 체지방을 감소시킨 15주간의 연구에서도 영향을 주는 것으로 나타났다(Trapp et al., 2008).

운동의 효과는 체지방 산화를 통해 신체조성에 긍정적인 영향을 주는 것으로 보고되었으며, 근육 내 미토콘드리아 효소를 활성화시키고, 체지방 산화를 증가시켜 체중 감소에 영향을 준 고강도 인터벌 트레이닝 역시 같은 의미로 볼 수 있다. 이러한 고강도 간헐적 운동은 운동이 종료된 후 회복 시에도 일정시간 지속적인 에너지 소비량이 증가하는 연구가 보고 되었으며(Tabata et al., 1996), 이러한 고강도 간헐적 운동은 저항성 운동에 비해 초과산소섭취량을 증가시켜 안정 시 에너지 소비량의 유의한 증가를 나타내었다(Paoli et al., 2012).

긴 시간뿐만 아니라 짧은 시간 실시한 고강도 인터벌 트레이닝에서도



피하지방과 복부지방의 감소, 그리고 지방산화를 증가하는데 영향을 주는 것으로 보고된 Trapp et al(2008), Stepto, Martin, Fallon & Hawley(2001)의 연구와 같이 본 연구에서 6주간 실시한 고강도 간헐적 운동인 타바타 운동 프로그램에 따른 체지방량, 허리둘레, 엉덩이둘레의 감소와 체지방량, 골격근량의 증가를 보이는 기전에는 고강도 간헐적 운동참여가 에너지소비량 증가시켜 지방산화를 촉진시킨 운동효과로 판단된다.

이처럼 지방 산화의 증가는 탄소화물보다는 지방을 에너지원으로 사용함으로써 체중 및 체지방량 감소에 영향을 주는 것이며, 유산소 운동에 비해 고강도 간헐적 운동이 운동 후 높은 초과산소섭취량을 보인 결과는 운동 후 일정시간 지속적인 에너지 소비를 의미 하는 것으로 본 연구에서는 유의 하지는 않았지만 체지방량의 감소가 일어난 것으로 사료된다. 그러나 본 연구에서는 호르몬의 변화를 확인하지 못하였고, 체지방량의 감소는 일어났지만 체중의 변화는 나타나지 않은 것은 체지방량의 증가로 인해 체중 변화가 일어나지 않은 것으로 판단된다. 본 연구는 6주간의 짧은 기간의 연구가 진행되었지만 향후 6주 이상 장기간의 다양한 변인을 포함한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## 2. 체력수준의 변화

본 연구에서는 6주간의 고강도 간헐적 운동인 타바타 운동프로그램이 체력수준 변화에 미치는 영향을 규명하기 위하여 운동 실시 전 · 후 체력수준 측정 결과 근력(배근력), 근지구력(윗몸일으키기), 심폐체력(최대산소섭취량)이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 근력(약력)과 유연성(윗몸앞으로굽히기)은 유의하지는 않지만 증가하는 경향을 보이는 것으로 확인되었다.

고강도 인터벌 트레이닝을 통한 속근의 산화능력은 지속적으로 실시되는 운동에 비해 유의하게 증가 하였고, 지근은 발달은 모세혈관과 산화효소의 증가에 따른 기전으로 지속적 운동에 비해 고강도 인터벌 트레이닝의 운동 효과는 확인되었다(Billat, Mille-Hamard, Petit & Koralsztein, 1999; Chilibeck,

Bell, Farrar & Martin, 1998; Henriksson & Reitman, 1977).

자전거 에르고미터를 통한 고강도 인터벌 트레이닝은 트레이닝 전 · 후 근지구력의 증가와 근육 내 미토콘드리아의 증가를 보고하였다(Jacobs et al., 2013). 또 지속적 운동에 비해 고강도 인터벌 트레이닝은 최대근력의 증가와 근지구력 증가에 영향을 주는 것으로 선행 연구를 통해 확인되었다(Gorostiaga, Walter, Foster & Hickson, 1991).

4주간 선수를 대상으로 한 고강도 간헐적 운동이 선수의 근력과 근지구력의 유의한 증가를 보고한 연구와 같이 체력수준이 높은 사람들을 대상으로 한 연구결과와 비교하여, 대학생을 대상으로 한 8주간의 타바타 운동은 근력, 근지구력, 심폐지구력, 유연성 향상에 도움을 주는 것으로 임병걸 (2014)에 의해 확인되었으며, 6주간 과체중 대학생을 대상으로 실시한 고강도 간헐적 운동이 심폐체력에 영향을 준 김경진, 김예영 & 이만균(2016)과 12주간 고강도 저항성 운동이 근력과 심폐능력의 향상을 보고한 강선희 & 한건수 (2011)와 같이 본 연구의 6주간의 고강도 간헐적 운동은 근력과 근지구력, 심폐체력의 유의한 증가와 같이 고강도 간헐적 운동은 성인의 비만유무와 관계없이 체력향상에 영향을 주는 것을 시사한다.

이러한 결과는 본 운동은 맨몸으로 구성되었지만 특정부위에 국한된 것이 아닌 전신운동으로 이루어진 운동프로그램으로 유 · 무산소성 대사 모두를 에너지 공급에 충분히 이용하는 것으로 볼 수 있으며, 활동근의 에너지 사용과 ATP시스템의 능력의 향상이 주된 이유로 볼 수 있다(Rodas, Ventura, Cadefau, Cusso & Parra, 2000; MacDouall et al., 1998; Simoneau et al., 1987).

본 연구의 심폐체력증가와 관련된 기전으로 골격근의 수축력 증가는 심장으로 이동하는 정맥혈 회기량을 증가시키고, 이는 전부하량의 증가를 통해 운동 중 심장의 1회 박출량을 증가시켜 심폐지구력을 향상을 보고한 Joyner & Coyle(2008)과 고강도 간헐적 운동이 지속적 운동에 비해 심폐체력을 향상시키는 이유는 미토콘드리아를 활성화 시키는 PGC-1 $\alpha$  증가에 영향을 주며, 근섬유와 근형질세망 사이에 Ca<sup>++</sup> 흡수율을 증가시켜 미토콘드리아의 능력향상을 도모하여, 좌심실의 1회 박출량을 증가시키는 것으로 사료된다(Wisloff et al., 2007; Tjonna et al., 2008).

이와 같이 고강도 간헐적 운동의 심폐체력증가는 다양한 선행 연구들에서도 동일한 결과를 확인 할 수 있다. 8주간 주 3회 고강도 간헐적 운동을 실시한 Helgerud et al. (2007)의 연구에서  $VO_2$  max는 유의한 증가가 나타났으며, 고강도 간헐적 운동과 중강도 지속적 운동 참여에 따른 연구결과 고강도 간헐적 운동 집단의  $VO_2$  max가 중강도 지속적 운동 집단에 비해 향상되었다고 보고하였다(Milanovic et al., 2015).

본 연구에서도 선행연구와 동일하게 짧은 시간임에도 불구하고 심폐체력이 유의하게 향상되었다. 향후 고강도 간헐적 운동 기간과 운동 시간을 늘려 수행된다면 체력수준의 모든 변인에서 긍정적인 변화를 기대 할 수 있을 것으로 사료된다. 혈압은 유전적인 원인에 의해 염분의 재흡수가 증가함으로써, 체액이 증가하여 심박출량과 혈압의 상승을 초래하고, 이차적으로 말초혈관의 저항이 증가하는 기전으로 설명된다.

고강도 간헐적 운동이 혈압감소에 긍정적인 영향을 주는 많은 선행연구가 진행되었다. 혈압의 감소는 운동 후 동맥경직도의 감소와 연관성이 있으며, 고강도 간헐적 운동이 동맥경직도 감소에 영향을 주는 것으로 Ciolac (2012)의 연구에 의해 확인되었다. 내피세포 기능 향상에 효과적인 고강도 간헐적 운동은 수축기 혈압과 이완기 혈압 2mmHg의 감소는 관상동맥질환과 뇌졸중 위험을 감소시키는 것으로 보고되었다(Baster & Baster-Brooks, 2005; Molmen-Hansen et al., 2012; Wisloff et al., 2007). 또 중강도 지속적 운동에 비해 고강도 간헐적 운동이 수축기 혈압 감소에 더욱 효과적이라는 Nemoto, Gen-no, Masuki, Okazaki & Nose(2007)의 연구에서와 같이 본 연구에서의 고강도 간헐적 운동 처치가 이완기 혈압과 수축기 혈압에 유의한 영향을 주는 것으로 보아 대사증후군 위험요인인 혈압 개선에 긍정적인 영향을 줄 것으로 사료된다.

### 3. 대사증후군 위험요인의 변화

본 연구에서는 6주간의 고강도 간헐적 운동인 타바타 운동프로그램이 대사증후군 위험요인변화에 미치는 영향을 규명하기 위하여 운동 실시 전 · 후 대사증후군 위험요인 측정 결과 수축기 혈압과 이완기 혈압이 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 혈중지질은 유의하지는 않았으나 개선되는 것으로 확인되었다.

혈중지질 중 HDL-C는 콜레스테롤을 간으로 수송하고, 이것이 담도를 통해 배설되는 효과를 이야기한다. LDL-C는 말초 조직으로 운반하는 역할을 하며, TG는 지방의 저장형태이고, 포도당과 더불어 체내의 중요한 에너지원이다. 하지만 과량 생산되면 해가 더 많다. 위와 같은 혈중 지질이 비정상적인 수치로 변화 하였을 때 이상지질혈증이 발병한다(ACSM, 2013).

이런 비정상적인 수치변화로 나타난 이상지질혈증의 증세는 TG와 LDL-C의 증가와 HDL-C의 감소로 알려져 있다(Meshkani & Adeli, 2009). 과체중의 젊은 남성을 대상으로 12주간의 고강도 간헐적 운동 후 혈중지질에서 유의한 차이가 나타나지 않았지만, TG, TC, LDL-C는 감소하였고, HDL-C는 증가하는 경향을 보고 하였다(Heydari et al., 2012). 또 대학생을 대상으로 실시한 6주간의 고강도 간헐적 운동은 유의한 차이는 나타나지 않았지만 TG, TC, LDL-C는 감소하였고, HDL-C는 증가하는 경향을 보이는 것으로 확인되었다(김경진 등 2016). 중년여성을 대상으로 12주간 실시한 고강도 운동에서 또한 TG에서 유의한 차이가 나타나지 않았지만 감소하는 경향을 보였고, HDL-C는 증가하는 결과를 보고하였다(김정훈 & 이한준, 2017).

본 연구 결과 또한 혈중지질 관련 모든 변인에서 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 개선되는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 이와 상반되는 연구로 내당능장애를 가진 중년여성을 대상으로 실시한 연구에서 TC, TG는 유의하게 감소하였으나, HDL-C, LDL-C는 유의한 차이가 나타나지 않았고, 8주간의 고강도 간헐적 운동은 HDL-C의 변화를 확인할 수 없었다고 보고하였다(김종휴, 노종철 & 강설중 2013; Sandvel et al., 2012).

본 연구와 상이한 결과를 나타내는 연구결과는 혈중지질의 성분이 개인의 영양상태, 연령, 신체구성, 생활습관 및 성별에 따른 요인에 의해 조절될 가능성을 배제 할 수 없기 때문에 상이한 결과가 나타나는 것으로 생각되며, 본 연구 결과 또한 혈중지질 변화에서 유의한 차이를 보이지 않은 것은 다소 짧은 6주간의 운동처치가 대상자들의 혈중지질 개선에 유의한 수준까지 도달하지 못한 것으로 사료된다. 따라서 고강도 간헐적 운동 효과를 명확하게 규명하기 위한 운동 기간의 증가와 변인의 통제가 이루어진 연구가 향후 진행 되어야 한다고 생각된다.

## VI. 결론

본 연구의 목적은 6주간의 고강도 간헐적 운동인 타바타 운동 프로그램이 과체중 성인 남자 대학생의 비만도, 체력 및 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 규명하는데 목적이 있다. 본 연구 결과를 통해 다음과 같은 결론이 도출되었다.

첫째, 고강도 간헐적 운동프로그램 참여 후 운동군의 허리둘레, 엉덩이둘레, 허리둘레-신장비는 유의하게 감소하는 것으로 나타났다.

둘째, 고강도 간헐적 운동프로그램 참여 후 운동군의 근력(배근력), 근지구력(윗몸일으키기), 심폐체력(최대산소섭취량)수준은 유의하게 증가한 것으로 나타났다.

셋째, 고강도 간헐적 운동프로그램 참여 후 운동군의 수축기혈압, 이완기혈압이 유의하게 감소하는 것으로 나타났으며, 대사증후군 유병률 또한 감소하는 것으로 나타났다.

위와 같은 결과를 종합해 보면 6주간의 고강도 간헐적 운동프로그램은 과체중 남자 대학생에게 있어 비만도, 체력 및 대사증후군 위험요인 개선에 영향을 주는 것으로 확인되었다. 본 운동프로그램은 운동기구가 필요하지 않고, 장소에 제약을 받지 않는 점에서 운동참여의 접근성 및 편리성과 흥미를 유발 할 수 있을 것으로 사료된다. 비교적 단시간에 비만과 관련된 대사적 효과를 확인 할 수 있기 때문에 바쁜 현대인들에게 본 운동을 적용하기 좋을 것으로 생각되며, 더 나아가 과체중 남자대학생 뿐만 아니라 다양한 연령에서 건강관련요인 개선방법으로 활용되기를 기대한다.

## 참고문헌

- 고성식, 변재문(2014). 지속적 및 간헐적 운동이 운동중과 운동 후 에너지대사에 미치는 영향. **운동학 학술지**, 16(1), 1-8.
- 김경진, 김예영, 이만균(2016). 6 주간의 고강도 간헐적 트레이닝이 20 대 과체중 남성의 신체구성, 유산소 운동능력, 심혈관기능 및 혈액성분에 미치는 영향. **체육과학연구**, 27(1), 37-52.
- 김경배, 임강일, 소위영, 박수경, 송욱(2007). 원저: 국내 비만연구에서 적용된 운동요법의 효과에 대한 메타분석. **대한비만학회지**, 16(4), 177-185.
- 김명수, 이지영(2009). 복부 비만남성의 인슐린저항성에 따른 심폐체력 및 혈중 지질과 글루코스 농도 변화. **한국운동생리학회**, 18(3), 329-338
- 김상훈(2009). 12 주간의 순환운동이 노인비만여성의 비만, 체력 및 대사증후군 지표에 미치는 영향. **한국노년학**, 29(3), 823-835.
- 강선희, 한건수(2011). 고강도 웨이트 트레이닝이 노인여성의 신체조성과 체력기능수행에 미치는 영향. **한국산학기술학회 논문지**, 12(2), 805-812.
- 김정훈, 이한준(2017). 대사증후군 중년 여성의 12 주간 저항운동시 운동강도에 따른 대사증후군 위험인자에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 56(2), 541-552.
- 김종휴, 노종철, 강설중(2013). 유산소와 저항성의 복합운동이 대사증후군 중년여성의 인슐린저항성, C-반응성 단백 및 체력에 미치는 영향. **운동학 학술지**, 15(2), 81-91.
- 대한비만학회(2001). **임상비만학**. 서울: 고려의학.
- 대한비만학회(2012). **비만치료 지침 2012**. 대한비만학회. 서울: 청운.
- 류종식(2015). **학교스포츠클럽 즐넘기 활동이 저체력 아동의 건강체력에 미치는 영향**. 석사학위논문, 대구교육대학교
- 문정화(2006). 고지혈증 환자에서 유산소 및 근력운동의 효과-증례 보고. **운동학 학술지**, 8(2), 137-143.
- 박정희, 김수근(2007). **운동과학** 편: 복합 운동이 중년 남성의 비만 및 인슐린과

- 렙틴에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 31(단일호), 1055-1069.
- 보건복지부(2013). **2012 국민건강통계**: 국민건강영양조사 제5기 3차년도(2012), .
- 보건복지부(2015). **2014년 국민건강통계**: 국민건강영양조사 제6기 2차년도(2014)
- 보건복지부(2017). **2016년 건강행태 및 만성질환 통계**: 국민건강영양조사 제7기 1차년도(2016)
- 안나영, 김기진(2009). 비만 및 정상체중 남자 중학생의 12 주 복합운동프로그램 후 신체구성, 체력 및 대사성증후군 위험인자 변화의 차이. **한국체육학회지**, 48(3), 553-566.
- 이상민(2016). 비만자를 위한 운동 강도에 대한 새로운 접근. **대한비만대사외과학회지** 5(1), 11-17.
- 임병걸. (2014). 타바타 (Tabata) 운동 프로그램이 대학생의 체력에 미치는 영향 (Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원).
- 양희송, 정찬주, 유영대, 전현주, 허재원(2017). 타바타 운동과 케틀벨 운동이 성인 여성의 폐활량과 골격근량 및 지구력에 미치는 효과. **대한통합의학회지**, 5(4), 11-19.
- 윤수미, 서영환(2016). 타바타 운동이 중년여성의 신체 구성 물질과 유해산소에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 25(6), 1301-1306.
- 전용균, 조원제(2016). 폐경유무와 신체활동 수준에 따른 중년여성의 대사증후군 지표와 건강관련 삶의 질 분석. **한국체육과학회지**, 25(5), 1173-1184.
- 차광석, 홍성인, 이용수(2016). 총신체활동량과 대사증후군 위험요인간의 관계. **한국웰니스학회지**, 11(1), 243-252.
- 홍윤숙, 전민주(2006). 12 주간 걷기 운동이 비만 중년여성의 체력 및 혈압에 미치는 영향. **코칭능력개발지**, 8(4), 341-349.
- 현복진(2006). 한국인에서 대사증후군의 예측인자로서 체질량지수와 허리둘레의 조합 (Doctoral dissertation, 서울대학교 보건대학원).
- 현석환(2012). 12 주간 걷기 운동이 비만여성의 체력, 신체구성 및 혈중 지질에 미치는 영향. **한국사회안전학회지**, 8(1), 135-150.
- American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.



- Alberti, K. G. M. M., & Zimmet, P. F. (1998). Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Provisional report of a WHO consultation. *Diabetic Medicine*, *15*(7), 539–553.
- Baster, T., & Baster-Brooks, C. (2005). Exercise and hypertension. *Australian Family Physician*, *34*(6), 419.
- Bianchini, F., Kaaks, R., & Vainio, H. (2002). Overweight, obesity, and cancer risk. *The Lancet Oncology*, *3*(9), 565–574.
- Billat, V. L., Mille-Hamard, L., Petit, B., & Koralsztein, J. P. (1999). The Role of Cadence on the  $\dot{V}O_2$  Slow Component in Cycling and Running in Triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, *20*(07), 429–437.
- Bilski, J., Telegał w, A., Zahradnik-Bilska, J., Dembiński, A., & Warzecha, Z. (2009). Effects of exercise on appetite and food intake regulation. *Medicina Sportiva*, *13*(2), 82–94.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *14*(5), 377–381.
- Boutcher, S. H. (2010). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of Obesity*, 2011.
- Bruce, R., Kusumi, F., & Hosmer, D. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *American Heart Journal*, *85*(4), 546–562.
- Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, *98*(6), 1985–1990.
- Carnethon, M. R., Loria, C. M., Hill, J. O., Sidney, S., Savage, P. J., & Liu, K. (2004). Risk factors for the metabolic syndrome: the Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) study, 1985–2001. *Diabetes Care*, *27*(11), 2707–2715.

- Caspersen, C. J., Pereira, M. A., & Curran, K. M. (2000). Changes in physical activity patterns in the United States, by sex and cross-sectional age. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 32(9), 1601-1609.
- Chilibeck, P. D., Bell, G. J., Farrar, R. P., & Martin, T. P. (1998). Higher mitochondrial fatty acid oxidation following intermittent versus continuous endurance exercise training. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 76(9), 891-894.
- Ciolac, E. G. (2012). High-intensity interval training and hypertension: maximizing the benefits of exercise?. *American Journal of Cardiovascular Disease*, 2(2), 102.
- Correa, F. O., Gonçalves, D., Figueredo, C. M., Bastos, A. S., Gustafsson, A., & Orrico, S. R. (2010). Effect of periodontal treatment on metabolic control, systemic inflammation and cytokines in patients with type 2 diabetes. *Journal of Clinical Periodontology*, 37(1), 53-58.
- DeFronzo, R. A., & Ferrannini, E. (1991). Insulin resistance: a multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care*, 14(3), 173-194.
- Donnelly, J. E., Smith, B., Jacobsen, D. J., Kirk, E., DuBose, K., Hyder, M., & Washburn, R. (2004). The role of exercise for weight loss and maintenance. *Best Practice and Research Clinical Gastroenterology*, 18(6), 1009-1029.
- Dunn, S. L., Siu, W., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2014). The effect of a lifestyle intervention on metabolic health in young women. Diabetes, metabolic syndrome and obesity: *Targets and Therapy*, 7, 437.
- Eid, W. E. (2012). *Obesity and Type 2 Diabetes Mellitus in South Dakota: Focused Insight into Prevalence, Physiology and Treatment*. South Dakota Medicine.
- Emberts, T., Porcari, J., Doherty, S., Steffen, J., & Foster, C. (2013).

- Exercise intensity and energy expenditure of a Tabata workout. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), 612.
- Ervin, R. B. (2009). Prevalence of metabolic syndrome among adults 20 years of age and over, by sex, age, race and ethnicity, and body mass index: United States. *National Health Statistics Reports*, 13, 1–8.
- Expert Panel on Detection, E. (2001). Executive summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *The Journal of the American Medical Association*, 285(19), 2486.
- Ford, E. S. (2005). Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome: a summary of the evidence. *Diabetes Care*, 28(7), 1769–1778.
- Frank, L. D., Andresen, M. A., & Schmid, T. L. (2004). Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars. *American Journal of Preventive Medicine*, 27(2), 87–96.
- Friedewald, W. T., Levy, R. I., & Fredrickson, D. S. (1972). Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18(6), 499–502.
- García Hermoso, A., Saavedra García, J. M., Escalante González, Y., & Domínguez Pachón, A. M. (2014). Effect of a long-term physical exercise program and/or diet on metabolic syndrome in obese boys. *Nutricion Hospitalaria*, 30(1).
- Girod, J. P., & Brotman, D. J. (2003). The metabolic syndrome as a vicious cycle: does obesity beget obesity?. *Medical Hypotheses*, 60(4), 584–589.
- Gorostiaga, E. M., Walter, C. B., Foster, C., & Hickson, R. C. (1991). Uniqueness of interval and continuous training at the same maintained exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology and*

- Occupational Physiology*, 63(2), 101-107.
- Graziani, F., Cialdella, P., Liuzzo, G., Basile, E., Brugaletta, S., Pedicino, D., ... & Biasucci, L. M. (2011). Cardiovascular risk in obesity: different activation of inflammation and immune system between obese and morbidly obese subjects. *European Journal of Internal Medicine*, 22(4), 418-423.
- Gui, Y. (2016). Intermittent exercises reduce the hypertension syndromes and improve the quality of life. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(1-2), 133-140.
- Haffner, S. M., Valdez, R. A., Hazuda, H. P., Mitchell, B. D., Morales, P. A., & Stern, M. P. (1992). Prospective analysis of the insulin-resistance syndrome (syndrome X). *Diabetes*, 41(6), 715-722.
- Hamilton, M. T., Hamilton, D. G., & Zderic, T. W. (2008). Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 6(1), 81-82.
- Hawkesworth, S. (2013). *Obesity: Definition, Etiology, and Assessment*.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve  $\dot{V}O_2\max$  more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(4), 665-671.
- Henriksson, J., & Reitman, J. S. (1977). Time course of changes in human skeletal muscle succinate dehydrogenase and cytochrome oxidase activities and maximal oxygen uptake with physical activity and inactivity. *Acta Physiologica*, 99(1), 91-97.
- Heydari, M., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2012). The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. *Journal of Obesity*, 2012.
- Heyward, V. H., & Gibson, A. (2014). *Advanced Fitness Assessment and*

*Exercise Prescription 7th Edition*. Human kinetics.

- Hu, F. B., Li, T. Y., Colditz, G. A., Willett, W. C., & Manson, J. E. (2003). Television watching and other sedentary behaviors in relation to risk of obesity and type 2 diabetes mellitus in women. *The Journal of the American Medical Association*, *289*(14), 1785-1791.
- Issekutz Jr, B. E. L. A. (1978). Role of beta-adrenergic receptors in mobilization of energy sources in exercising dogs. *Journal of Applied Physiology*, *44*(6), 869-876.
- Jacobs, R. A., Flück, D., Bonne, T. C., Bongi, S., Christensen, P. M., Toigo, M., & Lundby, C. (2013). Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *Journal of Applied Physiology*, *115*(6), 785-793.
- Jensen, M. D., Ryan, D. H., Apovian, C. M., Ard, J. D., Comuzzie, A. G., Donato, K. A., & Loria, C. M. (2014). 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *Journal of the American College of Cardiology*, *63*(25 Part B), 2985-3023.
- Johnson, J. L., Slentz, C. A., Houmard, J. A., Samsa, G. P., Duscha, B. D., Aiken, L. B., & Kraus, W. E. (2007). Exercise training amount and intensity effects on metabolic syndrome (from Studies of a Targeted Risk Reduction Intervention through Defined Exercise). *American Journal of Cardiology*, *100*(12), 1759-1766.
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology*, *586*(1), 35-44.
- Kanazawa, M., Yoshiike, N., Osaka, T., Numba, Y., Zimmet, P., & Inoue, S. (2002). Criteria and classification of obesity in Japan and Asia-Oceania. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, *11*(s8).

- Kerksick, C., Thomas, A., Campbell, B., Taylor, L., Wilborn, C., Marcello, B., & Magrans-Courtney, T. (2009). Effects of a popular exercise and weight loss program on weight loss, body composition, energy expenditure and health in obese women. *Nutrition and Metabolism*, 6(1), 23.
- Lakka, T. A., Laaksonen, D. E., Lakka, H. M., Munnik, N. I. K. O., Niskanen, L. K., Rauramma, R., & Salonen, J. T. (2003). Sedentary lifestyle, poor cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.
- Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training?. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(s2), 1-10.
- Levine, J. A., Lanningham-Foster, L. M., McCrady, S. K., Krizan, A. C., Olson, L. R., Kane, P. H., & Clark, M. M. (2005). Interindividual variation in posture allocation: possible role in human obesity. *Science*, 307(5709), 584-586.
- MacDougall, J. D., Hicks, A. L., MacDonald, J. R., McKelvie, R. S., Green, H. J., & Smith, K. M. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*, 84(6), 2138-2142.
- Manson, J. E., Hu, F. B., Rich-Edwards, J. W., Colditz, G. A., Stampfer, M. J., Willett, W. C., & Hennekens, C. H. (1999). A prospective study of walking as compared with vigorous exercise in the prevention of coronary heart disease in women. *New England Journal of Medicine*, 341(9), 650-658.
- McNeill, A. M., Rosamond, W. D., Girman, C. J., Golden, S. H., Schmidt, M. I., East, H. E., ... & Heiss, G. (2005). The metabolic syndrome and 11-year risk of incident cardiovascular disease in the atherosclerosis risk in communities study. *Diabetes Care*, 28(2), 385-390.

- Meshkani, R., & Adeli, K. (2009). Hepatic insulin resistance, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Clinical Biochemistry*, 42(13-14), 1331-1346.
- Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO<sub>2</sub>max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, 45(10), 1469-1481.
- Mokdad, A. H., Marks, J. S., Stroup, D. F., & Gerberding, J. L. (2004). Actual causes of death in the United States, 2000. *The Journal of the American Medical Association*, 291(10), 1238-1245.
- Molmen-Hansen, H. E., Stolen, T., Tjonna, A. E., Aamot, I. L., Ekeberg, I. S., Tyldum, G. A., & Stoylen, A. (2012). Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients. *European Journal of Preventive Cardiology*, 19(2), 151-160.
- Must, A., Spadano, J., Coakley, E. H., Field, A. E., Colditz, G., & Dietz, W. H. (1999). The disease burden associated with overweight and obesity. *The Journal of the American Medical Association*, 282(16), 1523-1529.
- Nemoto, K. I., Gen-no, H., Masuki, S., Okazaki, K., & Nose, H. (2007, July). Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. *In Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 82, No. 7, pp. 803-811). Elsevier.
- Nicklas, B. J., Penninx, B. W., Ryan, A. S., Berman, D. M., Lynch, N. A., & Dennis, K. E. (2003). Visceral adipose tissue cutoffs associated with metabolic risk factors for coronary heart disease in women. *Diabetes Care*, 26(5), 1413-1420.
- Paoli, A., Moro, T., Marcolin, G., Neri, M., Bianco, A., Palma, A., & Grimaldi, K. (2012). High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals. *Journal of Translational Medicine*, 10(1), 237.

- Resnick, H. E., Valsania, P., Halter, J. B., & Lin, X. (2000). Relation of weight gain and weight loss on subsequent diabetes risk in overweight adults. *Journal of Epidemiology and Community Health, 54*(8), 596-602.
- Rodas, G., Ventura, J. L., Cadefau, J. A., Cuss , R., & Parra, J. (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European Journal of Applied Physiology, 82*(5-6), 480-486.
- Roger, V. L., Go, A. S., Lloyd-Jones, D. M., Benjamin, E. J., Berry, J. D., Borden, W. B., ... & Fullerton, H. J. (2012). Heart disease and stroke statistics—2012 update: a report from the American Heart Association. *Circulation, 125*(1), e2-e220.
- Sandvei, M., Jeppesen, P. B., St ø en, L., Litleskare, S., Johansen, E., Stensrud, T., & Tulppo, M. (2012). Sprint interval running increases insulin sensitivity in young healthy subjects. *Archives of Physiology and Biochemistry, 118*(3), 139-147.
- Shahram, S., Elham, Y., Heshmatolah, P., & Abdolali, B. (2012). The effect of intermittent aerobic exercise on serum leptin and insulin resistance index in overweight female students. *Annals of Biological Research, 3*(6), 2636-2641.
- Shaw, K. A., Gennat, H. C., O'Rourke, P., & Del Mar, C. (2006). *Exercise for Overweight or Obesity, Reviews, 2*(4), 1-85, The Cochrane Library.
- Simoneau, J. A., Lortie, G., Boulay, M. R., Marcotte, M., Thibault, M. C., & Bouchard, C. (1987). Effects of two high-intensity intermittent training programs interspaced by detraining on human skeletal muscle and performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 56*(5), 516-521.
- Stepito, N. K., Martin, D. T., Fallon, K. E., & Hawley, J. A. (2001). Metabolic demands of intense aerobic interval training in competitive cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 33*(2), 303-310.



- Stewart, K. J., Bacher, A. C., Turner, K., Lim, J. G., Hees, P. S., Shapiro, E. P., & Ouyang, P. (2005). Exercise and risk factors associated with metabolic syndrome in older adults. *American Journal of Preventive Medicine, 28*(1), 9-18.
- Studien, K. E. (1923). Hypertonie-Hyperglykämie-Hyperurikämiesyndrome. *Zentralblatt für Innere Medizin, 44*, 105-127.
- Surampudi, P., Enkhmaa, B., Anuurad, E., & Berglund, L. (2016). Lipid lowering with soluble dietary fiber. *Current Atherosclerosis Reports, 18*(12), 75.
- Swain, D. P., & Franklin, B. A. (2006). Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *American Journal of Cardiology, 97*(1), 141-147.
- Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and  $\dot{V}O_2 \sim m^{-2} \cdot m^{-2} \cdot x$ . *Medicine and Science in Sports and Exercise, 28*, 1327-1330.
- Tabata, I., Irisawa, K., Kouzaki, M., Nishimura, K., Ogita, F., & Miyachi, M. (1997). Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 29*(3), 390-395.
- Talanian, J. L., Galloway, S. D., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of Applied Physiology, 102*(4), 1439-1447.
- Tjønnå, A. E., Lee, S. J., Rognmo, Ø., Stølen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., ... & Kemi, O. J. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation, 118*(4), 346-354.
- Tuomilehto, J., Lindström, J., Eriksson, J. G., Valle, T. T., Hämäläinen, H., Ilanne-Parikka, P., & Salminen, V. (2001). Prevention of type 2

- diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *New England Journal of Medicine*, 344(18), 1343-1350.
- Trapp, E. G., Chisholm, D. J., & Boutcher, S. H. (2007). Metabolic response of trained and untrained women during high-intensity intermittent cycle exercise. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 293(6), R2370-R2375.
- Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity*, 32(4), 684.
- Tremblay, A., Simoneau, J. A., & Bouchard, C. (1994). Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism*, 43(7), 814-818.
- Wang, J., Thornton, J. C., Russell, M., Burastero, S., Heymsfield, S., & Pierson Jr, R. N. (1994). Asians have lower body mass index (BMI) but higher percent body fat than do whites: comparisons of anthropometric measurements. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 60(1), 23-28.
- Wang, J., Ruotsalainen, S., Moilanen, L., Lepistö, P., Laakso, M., & Kuusisto, J. (2007). The metabolic syndrome predicts cardiovascular mortality: a 13-year follow-up study in elderly non-diabetic Finns. *European Heart Journal*, 28(7), 857-864.
- Wisloff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognmo, Ø., Haram, P. M., & Videm, V. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*, 115(24), 3086-3094.
- Wessel, T. R., Arant, C. B., Olson, M. B., Johnson, B. D., Reis, S. E., Sharaf, B. L., & Pepine, C. J. (2004). *Relationship of physical fitness vs body*

*mass index with coronary artery disease and cardiovascular events in women. The Journal of the American Medical Association, 292*(10), 1179-1187.

- Williams, M. A., Haskell, W. L., Ades, P. A., Amsterdam, E. A., Bittner, V., Franklin, B. A., & Stewart, K. J. (2007). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation, 116*(5), 572-584.
- Wilson, P. W., D'Agostino, R. B., Parise, H., Sullivan, L., & Meigs, J. B. (2005). Metabolic syndrome as a precursor of cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. *Circulation, 112*(20), 3066-3072.
- Wisloff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognum, Ø., Haram, P. M., & Videm, V. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation, 115*(24), 3086-3094.
- World Health Organization. (2000). *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic* (No. 894). World Health Organization.
- World Health Organization. (2000). *The Asia-Pacific Perspective: Redefining Obesity and its Treatment*.
- World Health Organization (2002). *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic*. WHO obesity technical report series 894: World Health Organization Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2016). *Obesity and Overweight*. World Health Organization, Geneva.
- Wu, T., Gao, X., Chen, M., & Van Dam, R. M. (2009). Long-term effectiveness of diet-plus-exercise interventions vs. diet-only interventions for weight loss: a meta-analysis. *Obesity Reviews, 10*(3), 313-323.

- Yeo, W. K., Paton, C. D., Garnham, A. P., Burke, L. M., Carey, A. L., & Hawley, J. A. (2008). Skeletal muscle adaptation and performance responses to once a day versus twice every second day endurance training regimens. *Journal of Applied Physiology*, *105*(5), 1462-1470.
- Zouhal, H., Jacob, C., Delamarche, P., & Gratas-Delamarche, A. (2008). Catecholamines and the effects of exercise, training and gender. *Sports Medicine*, *38*(5), 401-423.

<Abstract>

**Effects of High Intensity Intermittent Exercise on Obesity,  
Physical Fitness and Metabolic Syndrome Risk Factors in  
Overweight Students**

**Cho, Yeong - hyun**

Physical Education Major  
Jeju National University Jeju, Korea

Supervised by professor Jekal, Yoonsuk

The purpose of this study was to investigate the effect of the 6 week high-intensity intermittent exercise, Tabata exercise program, on obesity, physical fitness and metabolic syndrome risk factors in overweight male college students. The subjects of this study were 20 obese 20 years old overweight subjects with a body mass index of  $23 \text{ kg/m}^2$  and were divided into 10 exercise groups and 10 control groups. The exercise group performed a 14-min exercise three times a week for 6 weeks at an intensity of 80-90 % of the maximum heart rate per day. The control group maintained the usual lifestyle without any special treatment during the same treatment period. Body composition, health related physical fitness, blood pressure and blood lipid were measured before and after exercise. The results of this study are as follows. The waist circumference, hip circumference, waist circumference - height ratio were significantly decreased in the exercise group. The physical fitness of strength, muscle endurance, and cardiorespiratory fitness were significantly increased.

The blood pressure, a risk factor for metabolic syndrome, was significantly decreased in systolic and diastolic blood pressures in the exercise group and no statistically significant change was found in all variables of blood lipid. Triglyceride, and blood glucose decreased and high density lipoprotein cholesterol tended to increase. These results suggest that the 6 week high intensity intermittent exercise, Tabata exercise, has a positive effect on the improvement of physical fitness, and suggests the possibility of improving the risk factors of obesity and metabolic syndrome.

---

※ This thesis submitted to the Committee of the Graduate School of Education, Jeju National University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of education in August, 2018.

