



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](#)

2024년 2 월

박사학위논문

고강도 인터벌 운동에 참여하는
비만여성의 운동피로 회복을 위한
 β -Carotene섭취가 항산화력과 피로도
및 신체적 스트레스에 미치는 영향

조선대학교 대학원

체 육 학 과

김 정 님

고강도 인터벌 운동에 참여하는
비만여성의 운동피로 회복을 위한
 β -Carotene 섭취가 항산화력과 피로도
및 신체적 스트레스에 미치는 영향

Effects of β -Carotene Intake on Antioxidant Capacity,
Fatigue and Physical Stress for Recovery from Exercise
Fatigue in Obese Women Participating in High-intensity
Interval Exercise

2024년 2월 23일

조선대학교 대학원

체 육 학 과

김 정 님

고강도 인터벌 운동에 참여하는
비만여성의 운동피로 회복을 위한
 β -Carotene섭취가 항산화력과 피로도
및 신체적 스트레스에 미치는 영향

지도교수 서 영 환

이 논문을 이학박사학위 신청 논문으로 제출함.

2023년 10월

조선대학교 대학원

체 육 학 과

김 정 님

김정님의 이학박사학위 논문을 인준함

위원장

송채표



위원

김남익



위원

김응주



위원

손연희



위원

서영환



2024년 1월

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT

I. 서 론	1
A. 연구의 필요성	1
B. 연구 목적	4
C. 연구 가설	4
D. 연구의 제한점	5
E. 용어의 정의	6
II. 이론적 배경	7
A. 고강도 인터벌 운동	7
B. 비 만	9
C. β -Carotene	11
D. 항산화력	13
E. 운동 피로도	15
F. 신체적 스트레스	17
III. 연구방법	19
A. 연구대상	19
B. 측정항목 및 방법	20
C. 연구절차	26
D. 운동프로그램	28
E. 통계처리	46

IV. 연구결과	47
A. 항산화력의 효과	47
B. 운동 피로도의 효과	49
C. 신체적 스트레스의 효과	51
V. 논 의	53
A. 항산화력에 미치는 영향	53
B. 운동 피로도에 미치는 영향	55
C. 신체적 스트레스에 미치는 영향	57
VI. 결 론	59
A. 항산화력의 효과	59
B. 운동 피로도의 효과	59
C. 신체적 스트레스의 효과	60
참고문헌	61
부 록	

Table

<Table 1> Physical Characteristics of Subjects	19
<Table 2> Measurement Item and Instrument	20
<Table 3> Process of Study	27
<Table 4> High Intensity Interval Exercise Program(1)	29
<Table 5> High Intensity Interval Exercise Program(2)	30
<Table 6> High Intensity Interval Exercise Program(3)	31
<Table 7> Change of Antioxidant Capacity	47
<Table 8> Effect Difference of Antioxidant Capacity	48
<Table 9> Change of Lactate	49
<Table 10> Effect Difference of Lactate	50
<Table 11> Change of α -amylase	51
<Table 12> Effect Difference of α -amylase	52

Figure

Figure 1. BMI Obesity Diagnosis	21
Figure 2. Antioxidant Capacity Diagnosis	22
Figure 3. Lactate Diagnosis	23
Figure 4. α -amylase Diagnosis	24
Figure 5. β -Caroten Product	25
Figure 6. Lung(Slow & Fast)	32
Figure 7. Inchworm	33
Figure 8. Jumping Jack	34
Figure 9. Squat	35
Figure 10. Burpee(Slow & Fast)	35
Figure 11. Hip Bridge	36
Figure 12. Leg Drop	36
Figure 13. Mountain Climber(Slow & Fast)	37
Figure 14. Inchworm Toe Touch	38
Figure 15. Squat Jumping Jack	39
Figure 16. Squat & Cross Crunch	40
Figure 17. Lunge & Jump	41
Figure 18. Inchworm Toe Touch Jump	42
Figure 19. Burpee & Jump	43
Figure 20. Hip Bridge & Leg Drop	44
Figure 21. Kick Twist	45
Figure 22. Change of Antioxidant Capacity	48
Figure 23. Change of Lactate	50
Figure 24. Change of α -amylase	52

ABSTRACT

Effects of β -Carotene Intake on Antioxidant Capacity, Fatigue and Physical Stress for Recovery from Exercise Fatigue in Obese Women Participating in High-intensity Interval Exercise

Kim, Jung-Nim

Advisor : Prof. Seo, Young-Hwan Ph. D.

Department of Physical Education,

Graduate School of Chosun University

Obesity can be said to be the most fatal disease for modern people, and although the social and physiological severity of obesity and interest in exercise have increased compared to the past, the obesity rate among women continues to remain close to 30%. In order to maintain a healthy body and lose weight through exercise, regular and long-term exercise habits must be followed, but it is not easy for modern people with busy daily lives to invest consistent time and participate in exercise consistently. Therefore, effective weight control exercise methods for treating obesity are being proposed through scientific verification of effectiveness. High Intensity Interval Exercise is an exercise method that is attracting attention as an effective exercise method for weight loss due to the high number of calories consumed compared to the time performed. However, compared to other exercise methods, exercise

fatigue is very high due to the rapid increase in lactate, and if it accumulates chronically, it causes acidification of the body and increases stress. To prevent this oxidation, the human body needs antioxidants, and nutritional support through functional foods will be the most accessible and convenient method. Among functional food supplements with antioxidant properties, β -Carotene is a type of isochemical and is a powerful antioxidant that is mainly orange, yellow, or red in color. Accordingly, this study is needed to determine how 9 weeks of β -Carotene intake affects antioxidant capacity, exercise fatigue, and physical stress in obese women who participate in high-intensity exercise. The subjects of this study were 23 obese women in the age range of 20 to 49 years with a BMI of 25 kg/m² and a Lactate test of 3 mmol/L or less.

They were E.I.G(Exercise & Intake Group) who performed high-intensity interval exercise while taking β -Carotene provided by the researcher. and Intake Group) of 12 people and O.E.G(Only Exercise Group) of 11 people who only performed high-intensity interval exercise without the intake of β -Carotene, and was conducted for a total of 9 weeks. Antioxidant Capacity, exercise fatigue, and physical stress were measured and analyzed for comparison. β -Carotene intake was taken once a day after lunch. The measurement period was 1st (at rest before exercise), 2nd (immediately after the end of the first exercise), and 3rd (immediately after the end of the last exercise). Independent samples T-test and T-test were used to verify differences between groups at each time. To verify the effect of treatment by group, repeated measures ANOVA was set to a significance level of $\alpha=.05$ or less for comparative analysis.

Results

A. Effect of antioxidant capacity

1. There was no significant difference in antioxidant capacity between the two groups in the first and second measurements ($p > .05$), and a significant difference was found in the third measurement ($p < .001^{***}$).

2. The difference in the effect of improving antioxidant capacity showed a significant main effect in the time ($p < .001^{***}$) and group ($p < .05^*$) between the two groups, and the time*group ($p < .001^{***}$), a significant interaction effect was found.

B. Effects of exercise fatigue

1. There was no significant difference in exercise fatigue between the two groups in the first and second measurements ($p > .05$), and a significant difference was found in the third measurement ($p < .001^{***}$).

2. The difference in exercise fatigue recovery effect showed a significant main effect in time ($p < .001^{***}$) and group ($p < .01^{**}$), and time*group ($p < .001^{***}$), a significant interaction effect was found.

C. Effects of physical stress

1. There was no significant difference in physical stress between the two groups in the first and second measurements ($p > .05$), and a significant difference was found in the third measurement ($p < .001^{***}$).

2. The difference in physical stress reduction effect showed a significant main effect in time ($p < .001^{***}$) and group ($p < .05^*$), and time*group ($p < .001^{***}$), a significant interaction effect was found.

Therefore, β -Carotene intake to recover from exercise fatigue, which obese women may be physiologically vulnerable to during high-intensity interval exercise, can be presented as an effective nutritional method for increasing antioxidant capacity and reducing exercise fatigue and physical stress compared to non-consumption.

I. 서 론

A. 연구의 필요성

비만은 현대인에게 가장 치명적인 질환이라고 할 수 있다. 문화체육관광부(2023)과 질병관리청(2023)의 발표에 따르면 2012년 생활 체육 참여 여성의 인구비율이 34.9%이며, 2021년에는 53.5%까지 증가를 보이고 있는 것에 비해서 비만 여성의 인구비율은 2012년 29.7%에서 2021년 29.5%의 발표에 이르기 까지 과거에 비해 비만의 사회적·생리적 심각성과 운동에 대한 관심도는 높아졌지만 비만율은 꾸준히 30%에 가까운 수준을 유지하고 있다. 이는 운동을 통해 건강한 신체를 유지하고 체중을 감량하기 위해서는 규칙적이고 장기적인 운동습관이 동반되어야 하지만 바쁜일상의 현대인들에게 꾸준한 시간을 투자하여 지속적으로 운동체 참여하기가 결코 쉬운 일이 아닐 것이다. 실제로 체육활동에 비참여 이유 1위와 참여중단 이유 1위가 모두 체육활동 가능시간 부족으로 나타나고 있다(문화체육관광부, 2023). 그렇기 때문에 과학적인 효과검증을 통해 비만 치료를 위한 효과적인 체중조절 운동방법들이 제시되고 있다. ACSM(2023)에서 발표하는 세계 피트니스 트렌드 랭크에서 상위 10위권 내 체중 감량에 주목할 운동방법으로 꾸준히 소개되고 있는 HIIT(High Intensity Interval Training)운동은 고강도 단시간 인터벌 방식의 트레이닝을 의미한다. 운동을 수행하는 시간에 비해서 소비하는 열량이 높아 체중 감량에 효과적인 운동방법으로서 이목이 집중 되고 있는 운동법이다. 고강도 단시간 운동은 짧은 시간에 에너지 소모율을 증가시켜 결과적으로는 운동의 기대효과를 극대화한다는 장점이 있지만 반대로 다른 운동법들과 비교해 Lactate의 급증으로 운동피로가 매우 높고 만성화로 축적되면 인체 산성화를 유발하게 된다(한은상, 2020).

이러한 생리적 반응의 원인은 인체의 에너지대사에 찾아볼 수 있다. 인간은 활동을 위한 에너지를 만들어내기 위해서 끊임없는 에너지 대사를 이룬다. 고강

도 단시간 운동은 짧은 시간에 급격한 에너지를 방출하기 위해 무산소 당분해 과정을 주로 사용하게 되는데 혈액, 간, 근육에 저장되어있는 Glucose 및 Glycogen을 Pyruvate으로 분해하는 과정에서 Lactate가 부산물로 생성되기 때문에 젖산시스템이라고도 불린다(김일찬 등, 2019). Lactate는 매우 강한 산성을 띠는 물질로써 체액의 수소이온농도를 산성화시켜 세포 산화를 촉진하고 근육 수축과 이완 속도 저하, 미토콘드리아와 근형질세망, 관련 효소 등 전반적인 근기능저하를 보이거나 만성화에 따라서 골밀도 감소에 의한 골질환, 만성 염증과 통증, 신장과 심장 질환 등을 유발한다(Vander et al., 2001; 김경화, 2005; 한은상, 2020). 신체 산화는 세포 및 조직에만 영향을 미치는 것이 아니다. 인간의 생리반응력이 강력한 호르몬은 분비에 따라 즉각적인 부교감 신경의 활성화가 나타나기 때문에 세포 산화에 따른 신체적인 부담은 스트레스로 작용 된다. 이러한 스트레스는 호르몬은 직접적으로 측정하기 위해서 혈관 침습으로 혈액을 채취해야 하지만 이러한 경우 피험자의 부담으로 혈액 채취 직전까지 호르몬의 영양을 받을 수 있다. 신체적 스트레스는 심혈관계, 호흡계, 소화계, 신경계, 내분비계 등의 이상 반응을 나타낼 수 있는 인체에 생리적으로 가해진 과정을 판단하는 지표이다(이선희, 2023). 신체 외부의 체액을 이용한 비침습적 측정 방법은 피험자의 부담을 줄이고 호르몬의 영양을 통제하는 신뢰적 측정방법이 될 것이다. 스트레스를 측정하는데 일반적으로 심리적 혹은 정신적 상태에 대한 설문기법 및 문진법이 사용되지만 스트레스는 광의적인 개념으로 현재 스스로 자각하고 있는 심리, 정신적 상태와 생의학적 계량화 정보와 상호보완적 측정이 필요하다(신현중, 2015). 이에 타액의 α -amylase 효소는 교감신경계와 시상하부 및 뇌하수체 등 스트레스를 알 수 있는 지표가 된다(Engert et al., 2011).

이러한 과정의 산화는 항산화 기질에 의해서 점차 정상수준으로 돌아온다. 인체의 항산화 기능은 체내에서 생성되어 직접 작용하는 SOD나 CAT와 같은 고분자의 항산화 효소와 외부섭취를 통한 저분자의 항산화제 방법이 존재하며, 저분자 항산화제는 섭취를 통한 관리가 필요하지만 고분자 항산화 효소 보다 선행적으로 사용되어 고분자 항산화 효소의 사용을 줄일 수 있어 효과적인 영양학적 보조

요법이 될 수 있다(김창균, 2002; 서영환과 김미연, 2022). 영양보조를 위한 기능성식품 제품은 이러한 영양학적 접근의 가장 보편적이고 접근성이 편리한 방법이다. 항산화 기능을 가지고 있는 기능성식품 보조제 중에서도 β -Carotene은 지용성의 산소분자가 포함되어있지 않은 구조로써 소화흡수 과정 중 Vitamin-A로 전환되는 Retinol 전구체인 뛰어난 항산화 기능 성분이다(Young & Lowe, 2001; Truscott, 1990). 파이토케미컬의 일종으로 색상에서 주로 주황색을 띄거나 노란색, 붉은색 등을 나타내기도 한다. 지용성 비타민의 경우 과복용으로 체내축적에 따른 독성 반응을 우려할 수 있어 주의가 요구되지만 반복되는 고강도 운동을 통해 일정량 충분히 사용하는 환경이라면 축적에 따른 과용의 위험성은 낮아진다.

이에 본 연구는 고강도 운동에 참여하는 비만 여성을 대상으로 9주간의 β -Carotene 섭취가 항산화력과 운동 피로도 및 신체적 스트레스에 어떠한 영향을 미치는지 알아보자 하는데 연구의 필요성이 있다.

B. 연구의 목적

본 연구는 비만 여성을 대상으로 고강도 인터벌 운동시 생리적으로 동반되는 운동 피로를 회복하기 위해 β -Carotene의 섭취를 통한 항산화력과 운동 피로도 및 신체적 스트레스에 미치는 영향을 규명하여 비만 여성의 운동 효과를 향상시키기 위한 영양학적 보조 처치의 일환으로써 제시하기 위한 목적에 있다.

C. 연구의 가설

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 아래와 같은 가설을 설정하였다.

1. 비만여성의 고강도 인터벌 운동 참여에서 β -Carotene의 섭취가 항산화력 개선에 효과가 있을 것이다.
 - 1-1. 두 집단간 항산화력 변화에 차이가 있을 것이다.
 - 1-2. 두 집단간 항산화력 개선 효과에 차이가 있을 것이다.
2. 비만여성의 고강도 인터벌 운동 참여에서 β -Carotene의 섭취가 운동피로도 회복에 효과가 있을 것이다.
 - 1-1. 두 집단간 운동피로도 변화에 차이가 있을 것이다.
 - 1-2. 두 집단간 운동피로도 회복 효과에 차이가 있을 것이다.
3. 비만 여성의 고강도 인터벌 운동 참여에서 β -Carotene의 섭취가 신체적 스트레스 감소에 효과가 있을 것이다.
 - 1-1. 두 집단간 신체적 스트레스 변화에 차이가 있을 것이다.
 - 1-2. 두 집단간 신체적 스트레스 감소 효과에 차이가 있을 것이다.

D. 연구의 제한점

본 연구를 진행하기에 앞서 프로그램상 아래와 같은 제한점이 수반된다.

1. 본 연구의 대상자를 BMI $25\text{kg}/\text{m}^2$ 이상과 Lactate $3\text{mmol}/\text{L}$ 이하의 비만여성 23명으로 제한하였다.
2. 모든 대상자들은 연구 참여를 위하여 최초 비만 여부만을 판단하였으므로 연구 일정 이후의 비만 여부는 고려되지 않았다.

E. 용어의 정의

1. 비만

'체내에 과도하게 많은 양의 체지방이 쌓인 상태'를 의미

1996년 세계보건기구는 '비만은 장기 치료가 필요한 질병'으로 규정

2. β -Carotene

식물 및 과일에 풍부한 강한 색상의 적황색 유기 색소.

카로티노이드이자 식물에서는 파이토케미컬로 색소에 관여하는 천연물질.

3. 항산화력

체내에 존재하는 활성 산소에 대해 스스로 방어할 수 있는 능력을 의미.

4. 피로도

장기간, 고강도 등의 과도한 운동이 혹은 지속적인 자극 등에 의해 기관 혹은 기관 일부의 반응 및 기능이 저하된 상태를 의미

5. 스트레스

정신적 신체적 자극으로 인한 변화를 일으키는 정신적 긴장감(부담 또는 압박)을 뜻한다. 심리학 또는 생물학에서 스트레스 요인에 대해 경계하고 대항하려는 심신의 변화 과정을 의미.

II. 이론적 배경

A. 고강도 인터벌 운동

고강도 인터벌 운동 HIIT(High Intensity Interval Training)은 운동시간이 촉박한 현대인들의 요구를 충족시켜줄 수 있는 운동형태로서 운동의 총시간이 짧지만 충분한 운동량으로 소비 에너지를 높이는 운동법이다. 이러한 고강도 인터벌 운동의 생리적 효과는 다양하다. 운동 중에는 Catecholamine을 증가시켜 체지방을 감소키는데 효과적이고 운동 후에는 식욕을 감소 시켜 음식섭취량을 줄여주는 효과를 보이는 등(Trapp et al., 2007; Boutcher, 2011; Bilski et al., 2009) 전반적으로 운동시간에 대비 체중감량에 다양한 효과를 보인다.

운동시간 동안 주운동 사이에 짧은 휴식을 저강도의 활동을 넣어 주운동의 반복 주기를 빈도는 짧게 가져가고 휴식에도 활동에너지를 소비하는 방식으로 총 운동시간 대비 에너지 소비량이 효과적으로 크지만 이러한 고강도 운동은 생리적인 특성면에서 Lactate의 생성량이 높아져 운동 후 근육피로가 극심하고 운동시간을 오래 지속하는 것이 어렵다는 단점이 있다(한은상과 서현, 2022).

이는 강한 힘을 짧은 시간 빈번하게 발휘해야 하기 때문에 대체로 탄수화물이나 단백질을 이용한 무산소 대사과정에서 에너지 공급을 의존하는 비율이 높아지기 때문이다. 그중 Glycolysis는 부산물로써 Lactate를 생성하게 되는데 이는 화학적 특성이 강한 산성을 가지기 때문에 지속적으로 Lactate 혈중에 노출되는 빈도가 높아지게 되면 신체 산증의 위험도가 높아진다는 것을 의미한다. 신체 산증은 Sarcoplasmic reticulum 및 Mitochondria 등 근육의 본질적인 활동인 수축-이완의 운동능력을 저하시킨다(김경화, 2005; 강희성, 2001).

따라서 Glycolysis에 의존비가 높은 고강도 인터벌 운동은 Lactate의 급증이

불가피하고 근육 피로와 근육의 활동성 저하 및 통증을 동반하게 되는 결과를 낳는다. 이러한 문제점을 보완하기 위한 방법론적인 연구가 활발히 진행중이며, 영양학적 접근으로서 서현과 손연희(2022)는 중간 휴식점의 형태를 변형하여 Lactate의 축적량을 낮추거나 한은상(2020)의 연구에서는 휴식활동에 유산소 운동 방식을 활용하는 방식이 기존의 휴식방법보다 Lactate의 생산량을 감소시키는 효과적인 트레이닝 방법을 제시하는 등 선행연구들은 전반적으로 Lactate의 생성 비 자체를 낮추기 위한 노력의 트레이닝형태 변형에 초점이 맞춰져 있는 연구가 주를 이룬다. 하지만 이와 같은 방식은 원론적으로는 Lactate의 생산을 낮추는 개념에서 효과적이지만 특정 트레이닝 형태를 반듯이 이용해야 하기 때문에 고강도 인터벌 운동 프로그램의 제한적인 프로그래밍이 우려될 수 있다. 하지만 영양학적 보조가 이루어진다면 이러한 단점을 보완하는 효과 있을 것이다.

B. 비 만

비만의 어원은 ob(over)와 edere(to eat)에서 합성되어 파생되었으며, 인체내 지방세포의 수와 크기가 증가해 피하층과 장기조직에 체지방으로써 과도한 축적으로 나타나는 피하지방을 비롯한 내장 지방이 비정상적으로 많아진 결과를 의미한다(김명순, 2010). 평소 잘못된 식습관이나 신체활동량의 부족, 유전적 요인 및 내분비계의 문제에서 심리적 요인까지 현대인에게 비만이라는 요소는 개개인에 따라 다양하고 복잡한 원인이 존재할 수 있다. 이처럼 원인은 다양할 수 있지만 비만의 기전인 체지방량의 축적에 따른 체중 변화로 기본적으로는 섭취 에너지량과 소비 칼로리량 간의 불균형에서 초래된다(이정민, 2009).

비만은 경제, 환경, 심리 그리고 생물학적인 요인 등 다양한 원인에 의해 나타나며 (Aronne et al., 2009; Ruhm, 2012), 필요 이상의 에너지 섭취와 신체활동 부족으로 줄어드는 소비 열량 사이의 불균형으로 인해 신체에서 지방조직이 적정 수준 이상으로 축적될 경우 의학적 관리가 필요한 상태를 비만이라 일컫는다(Runge, 2007). 체지방의 양과 분포를 측정하기 위해서는 여러 가지 다양한 방법이 있지만, 일반적으로는 특정 장비가 필요하지 않고 간편하게 체중을 신장의 체중으로 나누는 체질량지수(body mass index; BMI)로 비만의 위험도를 평가할 수 있다(Chaung, 2009).

보건복지부와 대한비만학회에서는 세계보건기구 아시아-태평양 지역은 성인 기준 체질량지수(BMI) 18.5-22.9kg/m²를 정상적인 범위로 정의하였으며, 23-24.9kg/m²를 과체중 또는 위험 체중, 25.0-29.9kg/m²를 1단계 비만, 30.0-34.9kg/m²를 2단계 비만 그리고 35.0kg/m²이상을 3단계 비만(고도비만)으로 구분하고 있고 허리둘레로 측정하는 복부 비만 기준은 성인 남자는 90cm 이상, 성인 여자는 85cm 이상(보건복지부, 2020; 대한비만학회, 2018), WHR는 0.9 이상, 여성은 0.85 이상으로 구분하여 분류하고(Organization, 2020), 체지방률에 따른 비만 기준은 성별, 연령 그리고 민족별로 다르게 나타나므로 이를

고려하여 측정해야 한다고 보고하였다(Fernandez et al., 2003).

비만이 지속된다면 모든 나이와 성별에서 구조적(근골격 질환 및 지방간), 생리학적인 이상 및 기능적 장애(제2형 당뇨병, 이상지질혈증과 심혈관 질환) 등 200가지 이상의 만성 질환 발병에 유리한 조건을 제공하게 되는데, 이는 직간접적으로 개인의 삶의 질에 부정적 영향을 미치게 되고, 조기 사망률과 수명 전반에 걸쳐 부정적인 결과를 초래하기 때문에 비만 관리는 꾸준히 이루어져야 한다고 보고 된다 (Jastreboff et al., 2019).

C. β -Carotene

Carotenoids는 자연계에서 주로 주황이나 노랑, 분홍색 등의 색으로 존재하며, 동·식물계에 가장 풍부하게 분포하는 색소이며, 과일 및 채소등의 밝은 색을 나타내게 하고 음식으로 섭취하면 항산화물질이다(박계원 등, 2009; Fraser and Bramley, 2004; Liu et al., 2009). 인체는 외부자극으로부터 세포를 보호하고 항암효과와 함께 질병에 대항하는 기능으로써 사용하고 있지만 사람을 포함한 척추동물은 인체내에서 자연적으로 생성할 수 없어 외부 음식을 통해 섭취하여 보충해야 한다(Quilliot et al., 2011; 최윤정 등, 2011). β -carotene은 Carotenoids의 일종으로 다양한 효소활성에 의해 합성되는데, 인체에서는 뛰어난 항산화 작용을 하는 것으로 알려져 있다(Guo et al., 2009). 분자구조에서 산소를 포함하지 않은 지용성의 물질로 Vitamin-A의 전구체로써 인간의 소화 과정에서 레타놀이 전환되어 세포를 보호하는 항산화 작용이 뛰어나다. 이러한 β -Carotene은 지용성이지만 무해성으로써 과섭취시 피부색이 일시적으로 황색을 띠는 것 외에는 과섭취에 따른 건강상 부작용은 없다고 보고 되고 있다(김진환, 2008).

β -carotene은 생약뿐만 아니라 피부 건강에도 사용되는 항산화물질로 콜라겐의 생합성과 피부의 보습, 면역증강, 탄력성과 항산화에 뛰어난 효과로 뷰티 카로틴이라 불리기도 한다(은재순 등, 2009). 항산화 기능은 세포에의 산화를 막는 역할로 세포산증과 관련이 깊다. 신체의 기본단위인 세포는 일시적으로 산화가 일어나도 신생세포를 만들거나 분열하면서 일정한 수준을 유지하려고 하지만 산화물질에 장기간 혹은 노출 빈도가 높으면 산증의 급성 혹은 만성화로 이어진다. 따라서 인간은 항산화 효능이 있는 식자재 및 생약 등으로부터 항산화 기능을 보충하여 신체 산화를 예방할 수 있게 된다. β -carotene을 비롯한 다양한 Phytochemical성분들은 이러한 항산화 작용이 탁월하기 때문에 인체

항상성과 pH의 균형 및 면역체계에 긍정적인 관련을 갖는다.

에너지 섭취량은 증가하고 신체활동량이 적어져 고혈압, 당뇨, 고지혈증과 같은 생활습관병이 만무하는 현대인에게 이러한 성분은 이제 필수적인 영양소라고 할 수 있다. 일반적으로 보조적 기능성 식품을 섭취할 때는 섭취하는 성분의 특성을 고려하여 인체에 필요량을 적절히 섭취하도록 권장하게 되는데, 과학적 근거가 존재한다면 평균적인 필요량에 따라 권장섭취량을 제정하고 근거가 충분하지 않다면 평균적인 양을 제시하며, 과일 섭취에 따른 유해한 부작용 근거가 있다면 상한섭취량을 제정하고 있다(박선희 등, 2018). 과잉섭취에 따른 부작용은 성분마다 다를 수 있지만 보통 수용 물질을 비롯해 무해성 성분도 존재하고 무해성의 경우 적정량을 사전에 미리 숙지하고 있다면 섭취량이 권장량을 초과해도 체외로 배출되거나 건강상 문제가 없어 섭취량에 크게 연연할 필요가 없다는 것이 특징이다.

D. 항산화력

항산화력이란 신체 산화를 억제하고 방어하는 일종의 면역체계로써 활성산소 및 Lactate 등 산성 물질로부터 세포를 보호하며, 항산화 역할을 담당하는 체내 효소로 대표적인 것이 SOD나 CAT 및 GPX 등이 있어 이러한 각종 효소들은 인체의 산화현상으로 높아진 산성도를 억제하고 예방하기 위해 작용하게 되기 때문에 총 항산화력이란 항산화 효소들 각각의 개별적인 능력지표가 아니라 인체 항산화능력의 종합적 지표를 의미하는 것이다. 인체의 과산화에 따른 퇴행성 질환은 Diabetes mellitus, Cardiovascular disease, Epilepsy, Cancer, Aging 등이 대표적이다(Dunaway et al., 2018).

격렬한 운동은 산소의 체내 공급을 늘리지만 소비량도 그만큼 커서 각 조직에 충분히 산소를 공급하기 어려워지기 때문에 활성산소 및 지질과산화물 등이 증가하게 된다. 운동의 강도가 높은 고강도 운동의 수행은 활성산소와 같은 세포 산화물질의 발생을 높인다고 보고되고 있다(손연희, 2005). 선행연구들에서 알 수 있듯이 연구자들도 과산화 물질들은 운동으로 유발된 근육상해 및 근 피로에 주 원인이 됨을 시사하였다. 이러한 신체의 과산화로부터 세포는 산화 손상으로부터 세포를 보호할 수 있는 특수한 방어 기전을 가지고 있다. 신체 운동과 면역계에 대한 연구들은 운동의 강도, 시간, 형태 등 연구설계에 따라 다양하고 상이하게 나타날 수 있지만 일반적으로 고강도 운동의 장기화는 인체 건강상 부정적인 면을 시사하고, 저·중강도 정도 수준의 적절한 강도로 규칙적인 운동이 면역체계에 긍정적인 발달을 도모할 수 있다는 견해로 모이고 있다. 신체활동이 증가하게 되면 생물학적인 면에서는 산화와 항산화 사이의 균형을 역동적으로 유지해야 하기 때문에 항산화 체계의 필요성이 더욱 강조된다(정준호, 2010).

항산화는 인체에서 자체적으로 고분자의 효소계를 사용하기도 하지만 이는 생리적 물량에 한계가 존재하기 때문에 사용빈도 및 양에 따라 소진 및 노화가 조 기될 수 있다. 이러한 효소계 항산화 능력을 보조하기 위해서는 저분자의 비효소

계로서 항산화 물질이 풍부한 식재료로 만든 음식 및 항산화제를 섭취하는 것은 효과적인 방법이 될 수 있다. 비효소계 항산화 물질 혹은 이러한 기능의 항산화제는 인체의 산화 스트레스에 의해 발생하는 유리 작용기를 억제 및 제거하는 분자들을 의미하며, 식물로써 얻을 수 있는 식물성 화학물들이 대부분이다 (Sarangarajan et al., 2017).

현재까지 의학적, 영양적, 과학적 분야의 선행연구들을 통해 항산화제의 치료적 가치가 밝혀지고 있고 안전성과 친화성의 천연 항산화제에 대한 연구확대가 이루어지고 있다(Alam et al., 2013).

E. 운동 피로도

피로란 장기간, 고강도 등의 과도한 운동이 혹은 지속적인 자극 등에 의해 기관 혹은 기관 일부의 반응 및 기능이 저하된 상태를 의미한다. 생리학적 관점에서 근피로에 관한 연구들은 오래 전부터 진행되어왔고, 현재까지도 정확한 피로 원인을 알아내려는 다양한 연구들이 진행되고 있다. 과거부터 생리학 분야에서는 근피로의 원인을 신장성 수축의 과사용과 장시간의 운동으로 근 수축의 기전인 미오신과 액틴의 상호작용 문제, 지나친 에너지 사용으로 인한 대사물의 고갈, Lactate의 과생성으로 근육 내 축적, 산소공급의 부족 등을 제시하고 있다 (Clarkson & Newham, 1994).

피로는 다음 운동수행 및 일상생활에 지장을 초래하기 때문에 스포츠 활동으로 인해 흔하게 발생하는 근육 피로는 신속하게 제거한 것이 중요하다. 근육 피로를 해소하기 위해 알려진 방법으로는 마사지 및 냉·온찜질, 스트레칭 등이 존재하고 있다. 이러한 방법들은 운동 후 발생할 수 있는 근육경련과 같은 기능저하를 감소시키는 효과를 기대하고 추가적으로 수행하고 있는 형태이다. 운동 후 근육에 직접적인 압력이나 온도차이, 가벼운 신장과 수축 등은 모세혈관의 순환 촉진과 근육의 긴장을 완화시켜 대사활동을 일시적으로 촉진시켜 피로회복에 긍정적인 효과를 보인다(Mori et al., 2004). 하지만 이러한 방법은 운동 후 이루어지는 추가적인 방법이며, 운동수행자 본인이 혼자서 스스로 행하기에 한계가 있고 담당 전문가를 두기에는 더욱 무리가 있다. 이러한 현실적인 상황에서 고강도 운동을 생활화하고 있는 전문운동선수 혹은 고강도 운동을 일상으로 수행하고 있는 사람들에게는 경제적이면서 Lactate와 같은 피로물질을 신속하게 제거하기 위한 효과적인 방법을 생활습관적인 측면에서 접근하여 수행자가 간편하게 이행할 수 있는 방안이 필요하다.

피로는 일반적으로 중추피로와 말초피로로 구분하는데, 중추피로는 뇌와

척추에서 발생하고 호르몬과 같은 신경 전달물질에 연관이 있으며, 신체활동을 통해 체온이 상승하면 생리적·화학적 변화가 나타나는 상황에서 근육의 운동을 유지하기에 신경 신호를 충분히 보낼 수 없게 되므로 신체 기능을 저해하는 요소가 될 수 있고 말초피로는 건과 관절등에 발생하는 피로로 독성의 화학적 물질이 원인이기 보다는 물리적인 스트레스를 원인으로 보고 있다(Wan et al., 2017). 즉, 피로라는 개념은 중추적 원인 혹은 말초적 원인에서 기원하는 운동 수행 능력 저하의 형태적 결과이다. 특히, Lactate은 화학적 물질로써 운동의 강도가 높아짐에 따라 해당과정의 기여도가 증가하여 Lactate가 생성되는 속도가 제거하는 속도를 초과하게 되고 근육의 산성화를 유발하여 에너지 생성에 관여 되는 효소의 활동 억제로 운동을 지속할수 없는 피로상태가 된다(송낙훈과 윤우상, 2007).

F. 신체적 스트레스

스트레스(Stress)는 인간이 느끼는 과자극을 의미하며, 이것은 정신적 자극, 정서적 자극, 신체적 자극 등 여러 가지 방향에서 해석되어 사용된다. 스트레스는 사회적 동물인 인간에게 긍정적으로는 발전을 위한 자극이 되기도 하지만 자신의 수용범위를 넘어선 과한 자극의 스트레스 삶의 재미와 의지, 자신감이 상실되고 탈진, 슬럼프, 수면장애, 우울 등을 동반하게 만드는 매개체가 된다(오윤경과 이강현, 2005; 최재경과 류호상, 2012; 허용 등, 2010; Smith & Smoll, 1990). 이처럼 스트레스는 현대인들에게 가장 흔하지만 그만큼 심각한 상황에 닿을 수 있는 위협적 요인임은 분명하다.

운동은 이러한 스트레스를 해소해주는 기능을 가지고 있다. 문화체육관광부(2022)의 조사에 따르면 국민들이 생활체육에 참여하는 이유로 신체적 건강 유지가 90.5%로 가장 높은 빈도를 차지하였고 정신적 건강 유지가 89.7%로 뒤를 이었다. 하지만 운동은 올바른 방법을 숙지하고 규칙적인 수행이 이루어져야만 운동자극에 대한 이점을 취할 수 있다. 규칙적인 운동은 피로 및 통증을 개선시키고 건강의 유지와 증진, 심혈관계, 근·골격계, 내분비계 등 면역시스템을 향상시켜주는 반면 불규칙하고 과도한 운동은 활성산소, 스트레스 호르몬 등을 증가시키고 면역 기능과 항상성을 무너트리는 자극이 된다(이상호와 이정기, 2015).

현대인의 대부분은 중년기에 신체적인 스트레스가 많이 경험하고 있는 시기로 면역기능과 각종 만성질환에 취약해진다(김기진 등, 2006). 이러한 이유는 청소년기와 초기 청년기에 신체적으로나 정신적으로나 면역력이 가장 높은 수준의 시기를 안정적으로 거치고 사회에 진출한 이후 사회구성원으로서 적응하면서 점차 심화되는 경쟁 및 업무적 압박, 복잡한 인간관계, 신체활동의 감소 등 과자극이 될 수 있는 상황 경험이 중첩되고 중년기에 접어들면 점차 신체적으로 노화가 다가오면서 표면적으로 나타나게 되는 것이다. 인체는 스트레스 자극을 받게

되면 비특이적 호르몬을 방출하게 되는데, 시상하부에서 뇌하수체를 강하게 자극하여 교감신경의 불필요한 활성화로 카테콜아민 및 코르티솔과 같은 호르몬을 분비한다(고경봉, 2002)

보편적으로 스트레스에 관한 연구에서는 심리·정서 간의 정신 분야에서 자기작성법을 활용하여 스트레스를 측정하는 것이 보편화 되어 있지만 이러한 척도와 생리적 지표를 연관하여 신체적인 스트레스를 규명할 수 있는 제한적이다(전아영, 2019). 따라서 현대에서는 스트레스는 생리적 지표의 가치성이 필요한 시점으로 여겨지며, 또한 운동의 효과성을 입증하기 위해 스트레스와의 관계성 설명이 필요하다.

Ⅲ. 연구방법

A. 연구 대상

본 연구의 연구대상자는 20~49세 연령범주에서 BMI 25kg/m²와 Lactate검사에서 3mmol/L이하의 비만여성 23명으로 고강도 인터벌운동과 연구자가 제공하는 β-Carotene 섭취하는 E.I.G(Exercise and Intake Group)12명과 O.E.G(Only Exercise Group)11명으로 구분하였다. 대상자들의 선별 조건은 아래와 같으며, 기본적인 특성은 <Table 1>로 제시하였다.

- 1) 20~49세 연령의 여성
- 2) BMI 25kg/m² 이상의 비만
- 3) Lactate 3mmol/L 이하

Table 1. Physical Characteristics of Subjects M±SD

Group	Item	Age (yrs)	Body Mass Index (kg/m ²)	Lactate (mmol/L)
E.I.G (n=12)		26.33±4.31	26.98±1.64	1.95±.73
O.E.G (n=11)		26.92±4.98	26.68±.55	2.17±.24

Values are mean±standard deviation, E.I.G=Exercise & Intake Group, O.E.G=Only Exercise Group

B. 측정항목 및 방법

1. 측정항목

본 연구는 항산화력, 운동 피로도, 신체적 스트레스 요인을 검사하였으며, 사용된 측정도구는 아래<Table 2>로 제시하였다.

Table 2. Measurement Item and Instrument

Item	Instument	Instrument	Country
InBody 370	Biospace	Body Mass Index	Korea
CR3000 Series	Callegeri	Antioxidant Capacity	Italy
Lactate Pro2	ARKRAY	Lactate	Japan
α -amylase machnie	NIPRO	α -amylase	Japan

2. 측정방법

a. 비만 측정

대상자 선정을 위한 비만 측정은 InBody 370을 이용하여 미세전류저항 방식을 활용하였다. 피험자는 신체에 존재하는 모든 금속류의 악세서리 및 양말을 벗고 연구자가 제공하는 순면재질의 공통복장을 착용한 상태로 측정기의 지정된 위치에 발을 위치하고 올라선다. 기본적인 인적사항을 등록하고 손잡이 전극을 잡으면서 측정이 시작된다. 저항을 통해 체성분을 분석하여 BMI의 결과치를 측정 하였다.



Figure 1. BMI Obesity Diagnosis

b. 항산화력 측정

항산화력 측정은 CR3000 Series를 이용하여 C1과 S2, S3시약을 혼합하고 피펫으로 옮긴 후 피험자의 손가락에서 채혈한 모세전혈을 원심분리를 통해 혈장과 혈청을 분리하여 혈장만을 혼합시약과 다시 혼합하여 Reading Cell하여 총 항산화력을 측정 하였다.



Figure 2. Antioxidant Capacity Diagnosis

c. 운동 피로도 측정

운동피로도 측정은 Lactate Pro2를 이용하여 스트랩과 측정기를 결합한 상태에서 피험자의 손가락에서 채혈한 모세전혈을 스트랩에 흡수시켜 혈중 Lactate 농도를 측정 하였다.

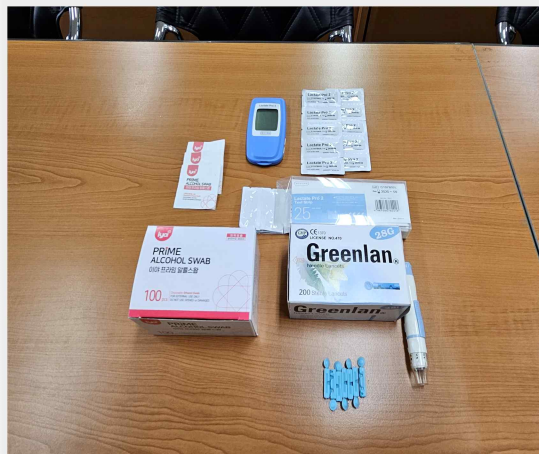


Figure 3. Lactate Diagnosis

d. 신체적 스트레스 측정

신체 스트레스 측정은 α -amylase monitor body를 이용하여 구강내 타액샘에 스트랩을 30초간 접촉시켜서, 충분히 타액을 흡수한 스트랩을 측정기에 결합하여 일련의 과정대로 스트랩을 당기면 타액내 함유된 α -amylase 효소의 양을 측정하였다.



Figure 4. α -amylase Diagnosis

e. β -Carotene 섭취

E.I.G가 섭취한 β -Carotene은 캐나다의 N사에서 개발한 Vitamin-A 기준 1정/700 μ gRE용량의 제품으로 제조사가 권장하는 섭취방법과 용량으로 1일 1회 1정 점심 식후 충분한 물과 함께 복용하였다. 섭취하는 모든 대상자는 점심 식후 동일한 시간을 설정하였으며, 섭취 후 연구자에게 개별적 섭취통보를 제공 하였다.

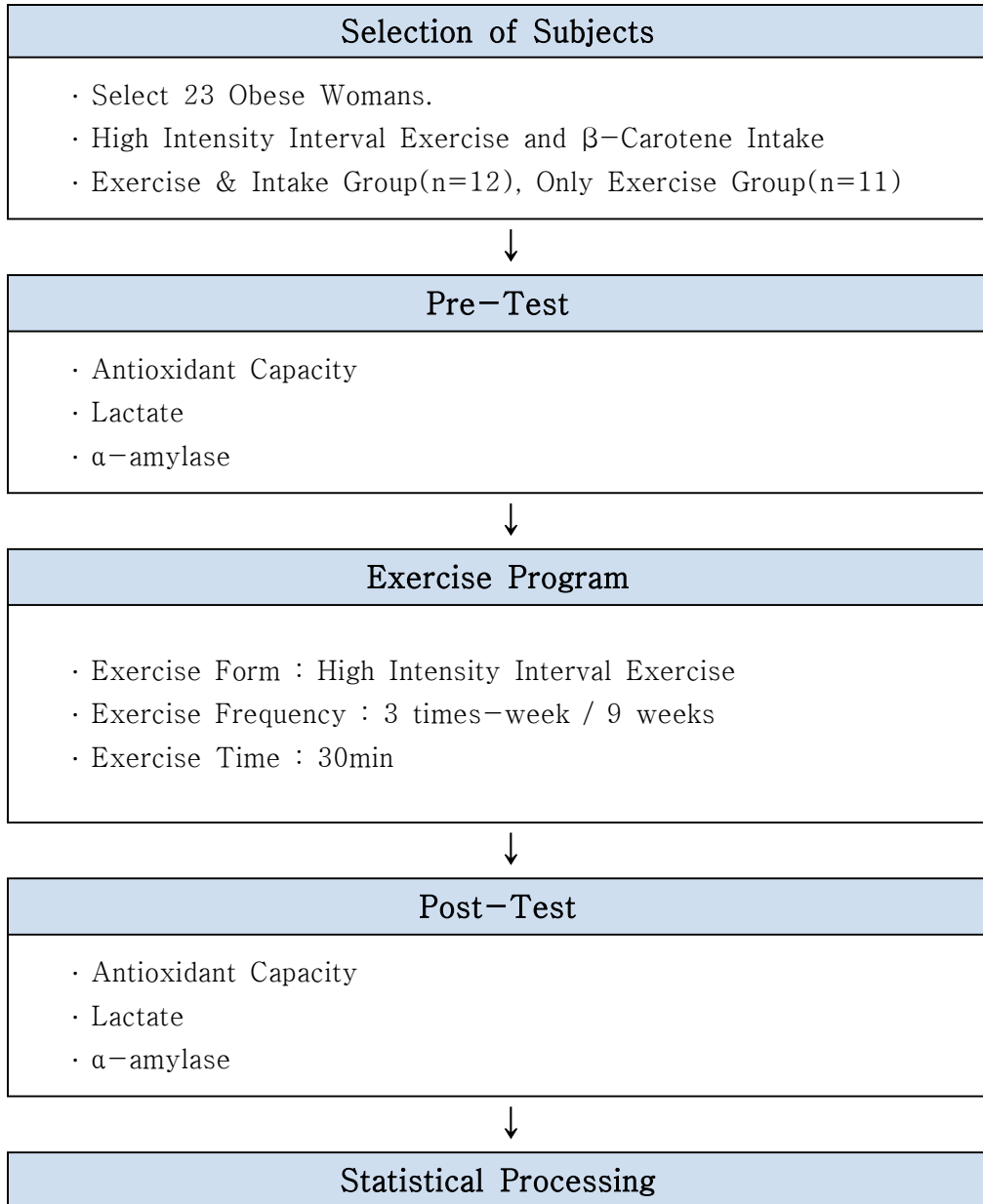


Figure 5. β -Caroten Product

C. 연구절차

본 연구는 대상자를 일정기준으로 특정 집단을 선별하였으며, 9주간 고강도 인터벌 운동을 진행하는 동안 β -Carotene을 섭취하는 집단과 비섭취 집단으로 구분하였다. 측정요인으로는 항산화력과 운동 피로도 및 신체적 스트레스를 측정하여 비교분석 하였다. 섭취집단은 연구자가 선정하여 일괄적으로 제공하는 β -Carotene 제품을 1일 1정 점심 식후 제조사가 권장하는 섭취방법으로 섭취하고 개별적 섭취통보를 제공 받았다. 측정시기는 일괄적으로 총 3회 측정하였으며, 1차(운동 전 안정시), 2차(1회차 운동종료 직후), 3차(마지막 운동종료 직후)를 측정하였다. 전반적인 연구절차는 아래 <Table 3>과 같다.

Table 3. Process of Study



D. 운동프로그램

본 연구는 비만여성을 대상으로 고강도 인터벌 운동(High-intensity interval exercise)을 총 9주간 수행하였다. 운동빈도는 2일을 초과하는 휴식기 없이 주3회로 진행하였으며, 운동강도는 HRmax기준 1구간(1~3주)은 70~80%, 2구간(4~6주)은 75~85%, 3구간(7~9주)은 80~90%로 점증적 증가를 적용하였다. 운동시간은 30분으로 준비운동과 정리운동에 할애된 시간은 제외하였다. 연구에 사용된 고강도 인터벌 운동의 세부적인 프로그램 사항은 <Table 4~6>과 같다.

Table 4. High Intensity Interval Exercise Program(1)

Period	High Intensity Interval Exercise Contents	Time/Intensity/Frequency
Warm-up	Stretching	5min
	Slow Lunge	
Main Program	Inchworm	1~3
	Jumping Jack	week
	Squat	30
	Slow Burpee	min
	Hip Bridge	70-80% / HR _{max}
	Leg Drop	
	Slow Mountain Climber	
Cool-down	Foam roller	5min

Table 5. High Intensity Interval Exercise Program(2)

Period	High Intensity Interval Exercise Contents	Time/Intensity/Frequency
Warm-up	Stretching	5min
	Fast Lunge	
Main Program	Inchworm Toe Touch	4~6
	Squat Jumping Jack	week
	Squat & Cross Crunch	30
	Fast Burpee	min
	Hip Bridge	75-85% / HR _{max}
	Leg Drop	
	Fast Mountain Climber	
Cool-down	Foam roller	5min

Table 6. High Intensity Interval Exercise Program(3)

Period	High Intensity Interval Exercise Contents	Time/Intensity/Frequency
Warm-up	Stretching	5min
	Lunge & Jump	
Main Program	Inchworm Toe Touch Jump	7~9
	Squat Jumping Jack	week
	Squat & Cross Crunch	30
	Burpee & Jump	min
	Hip Bridge & Leg Drop	80-90% / HR _{max}
	Kick Twist	
	Fast Mountain Climber	
Cool-down	Foam roller	5min

Exercise form

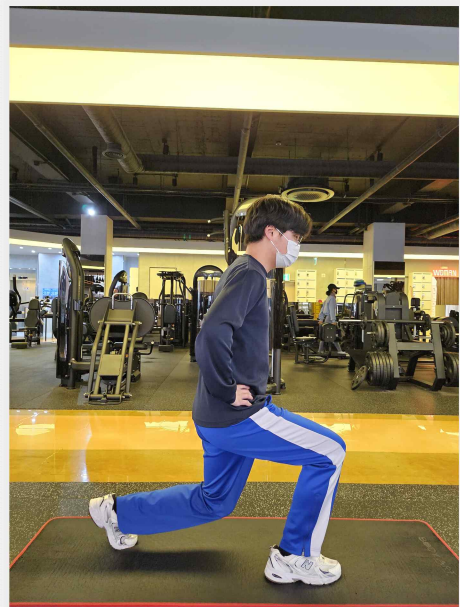
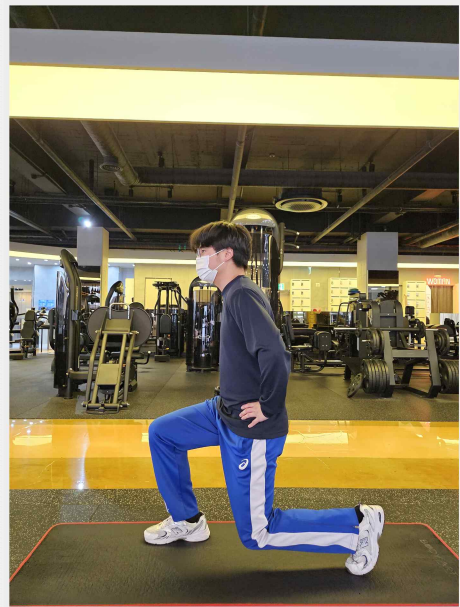


Figure 6. Lung(Slow & Fast)

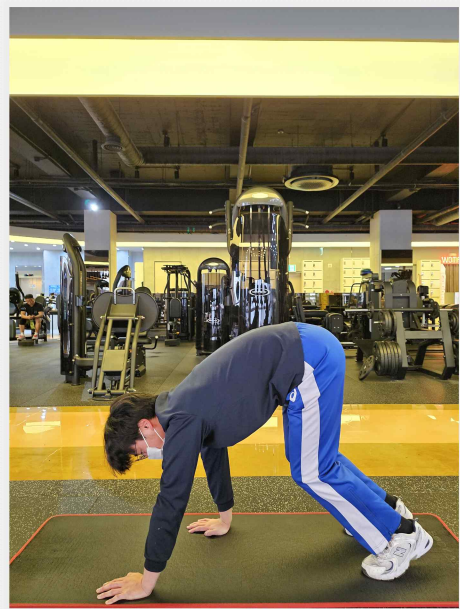
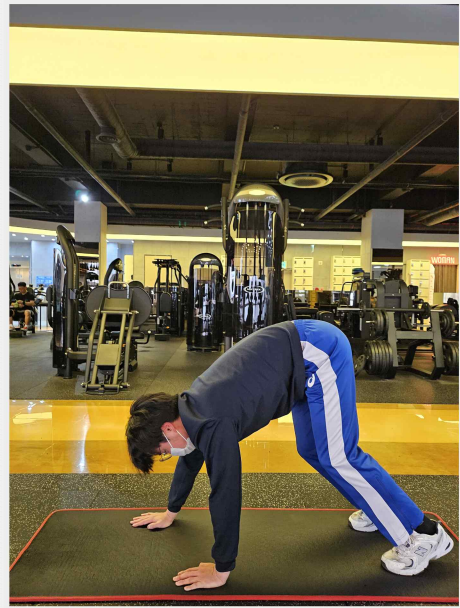
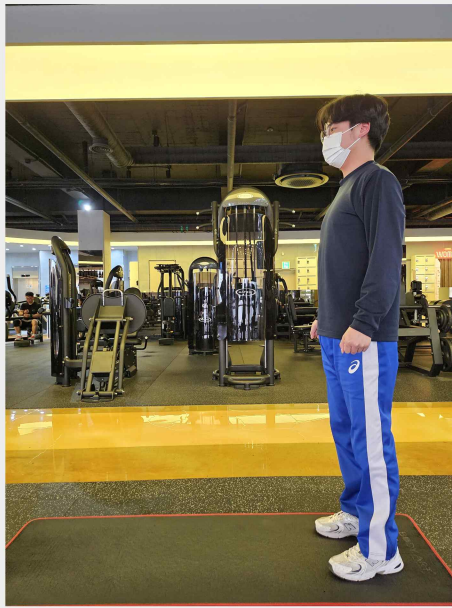


Figure 7. Inchworm

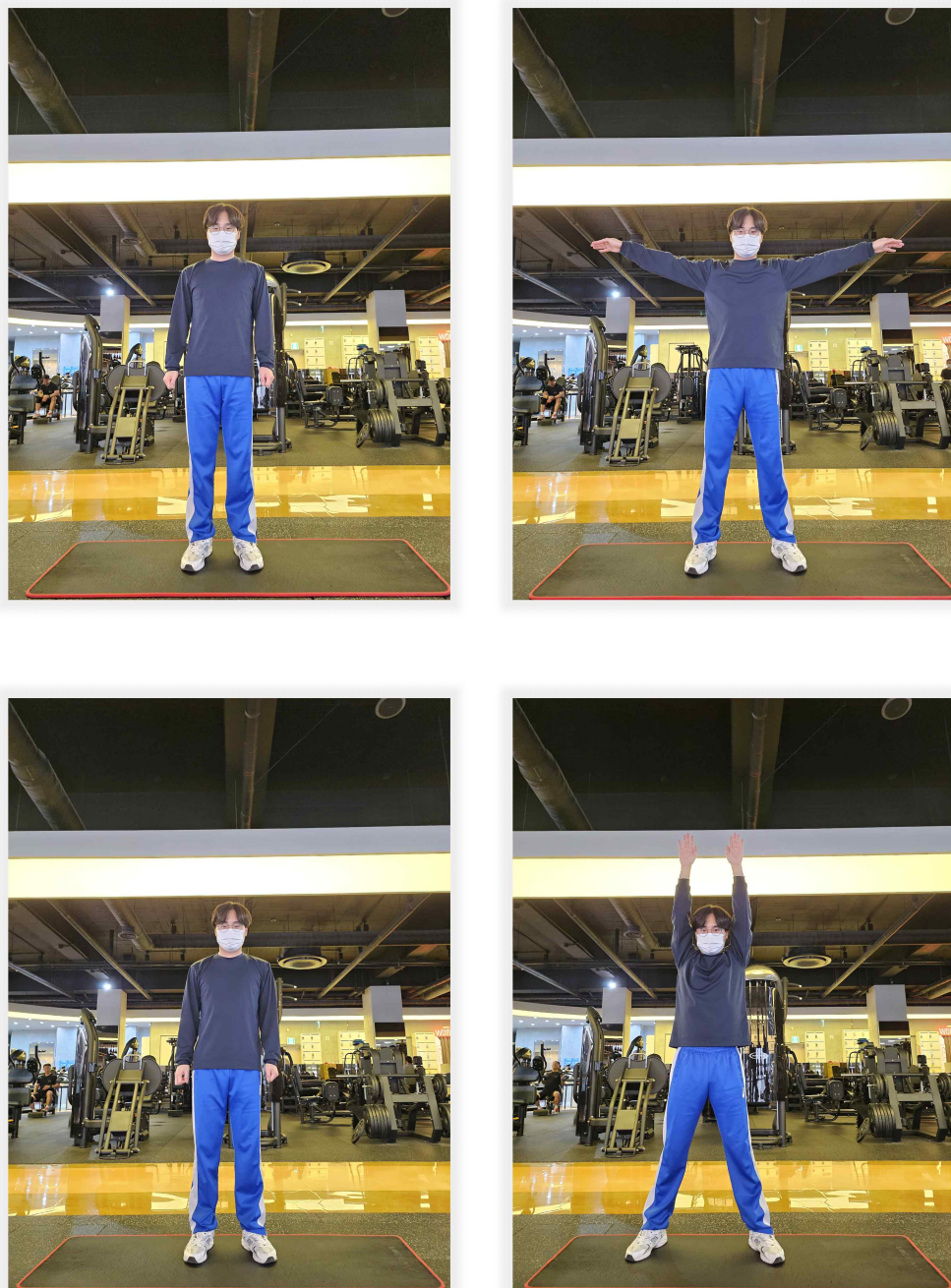


Figure 8. Jumping Jack

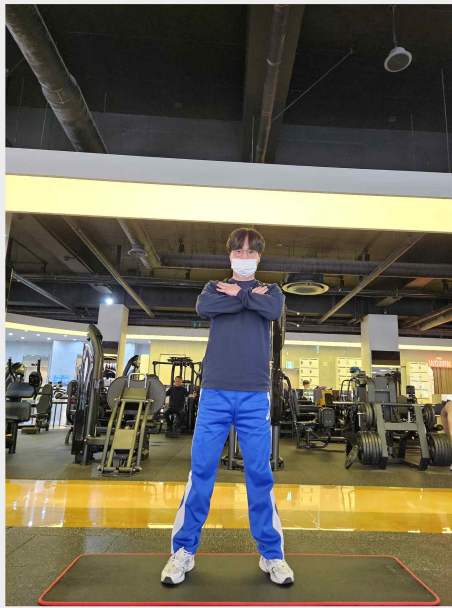


Figure 9. Squat

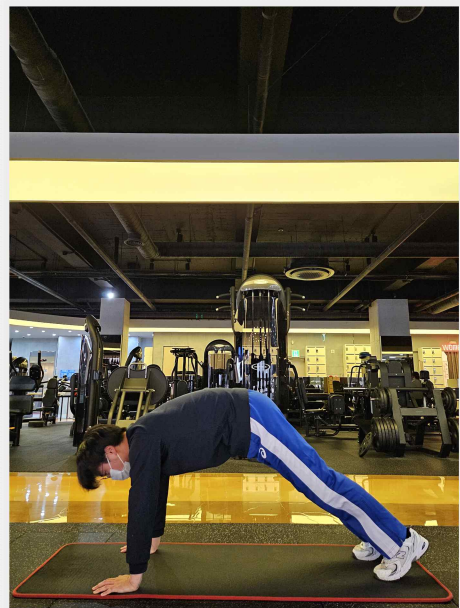
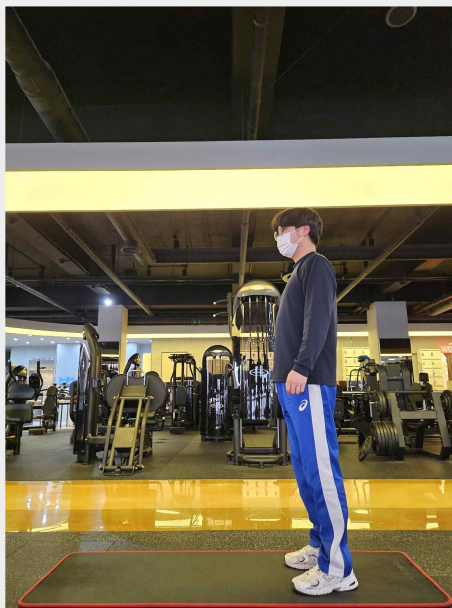


Figure 10. Burpee(Slow & Fast)

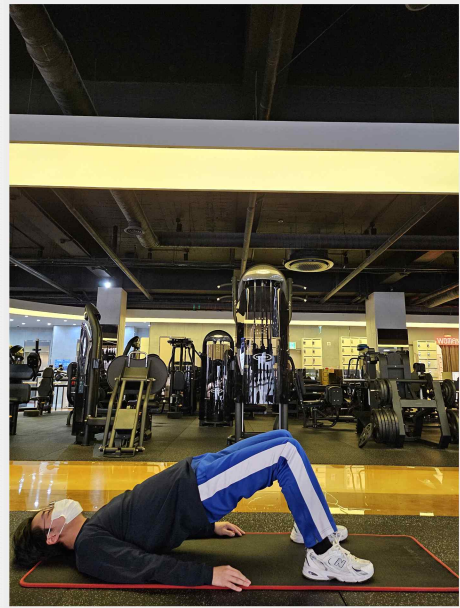
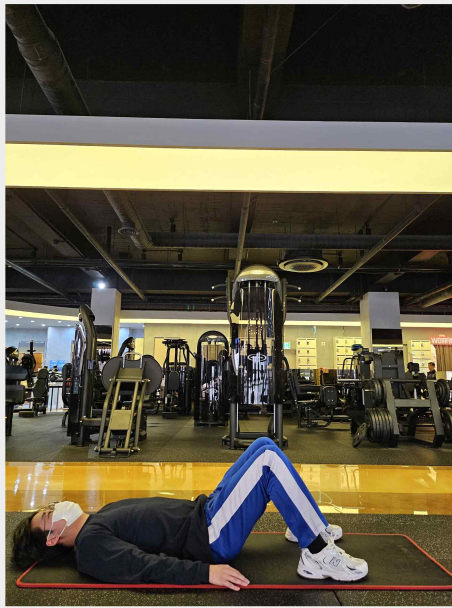


Figure 11. Hip Bridge

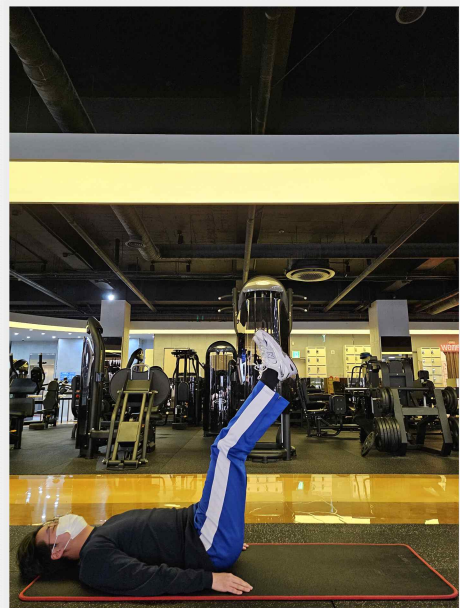
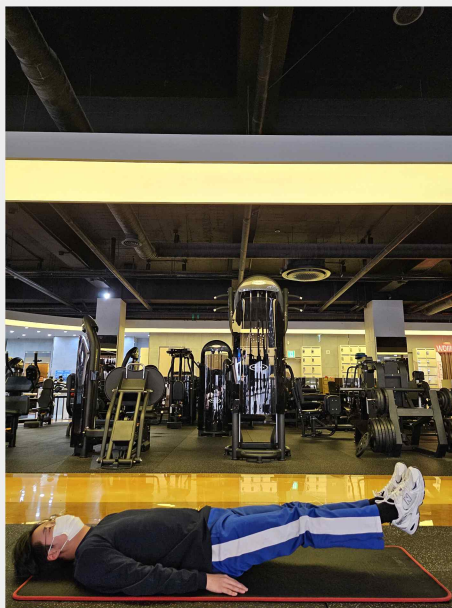


Figure 12. Leg Drop

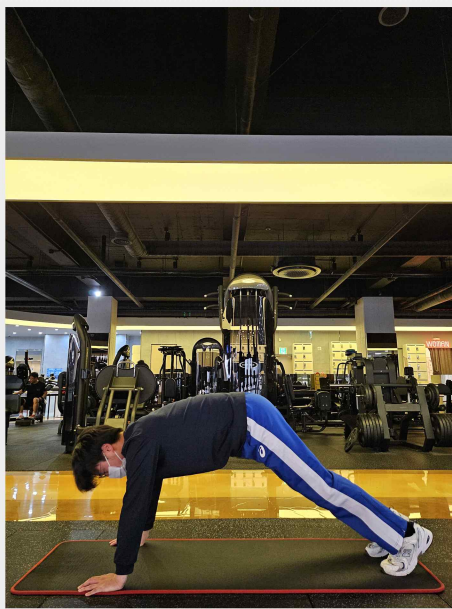
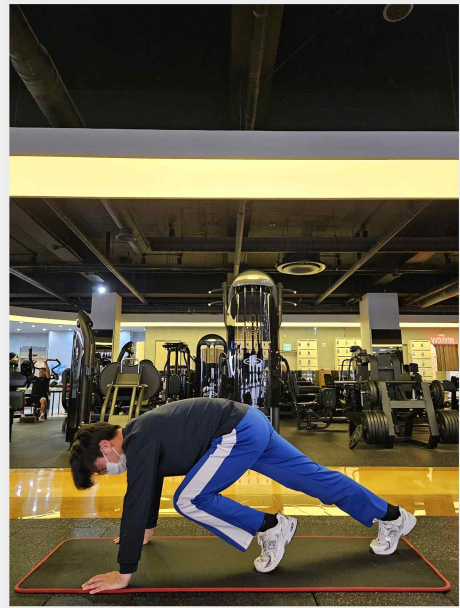
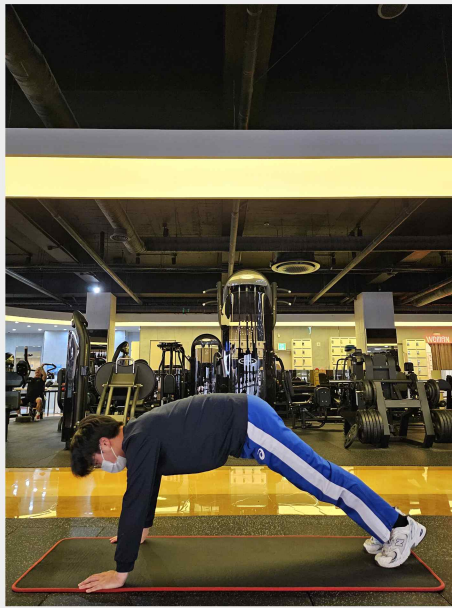


Figure 13. Mountain Climber(Slow & Fast)

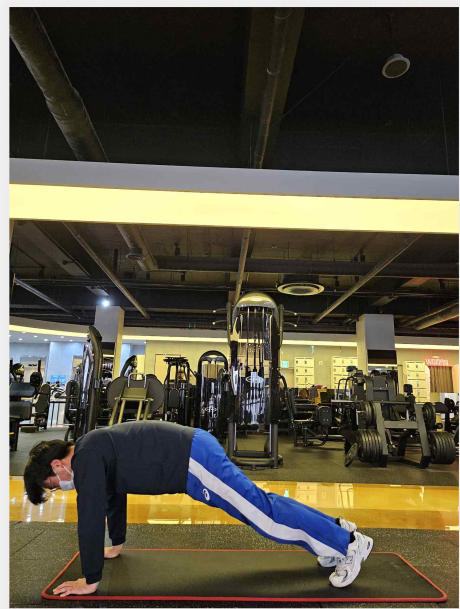
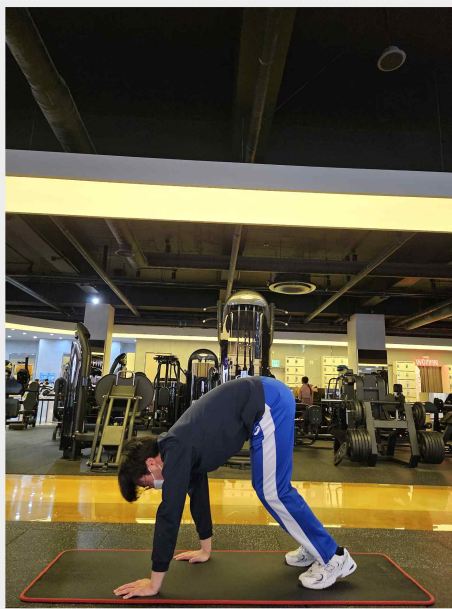
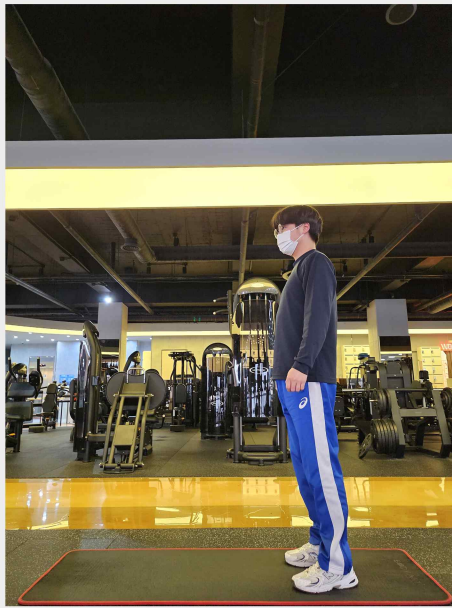


Figure 14. Inchworm Toe Touch

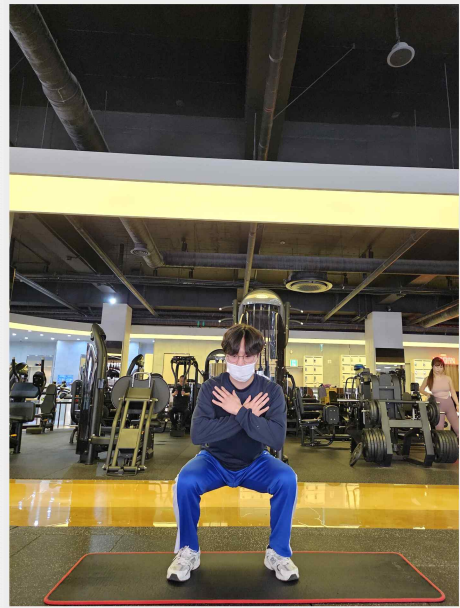
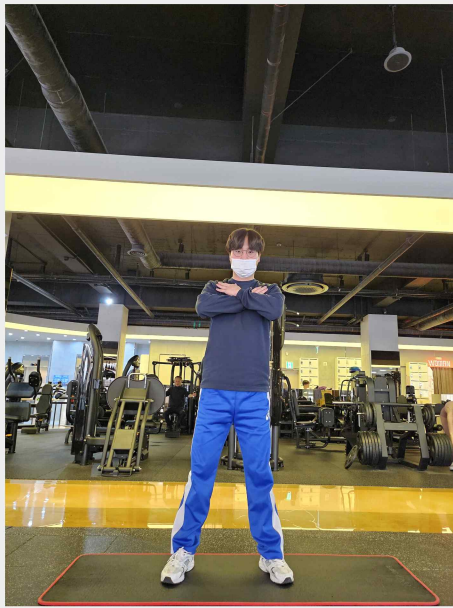


Figure 15. Squat Jumping Jack

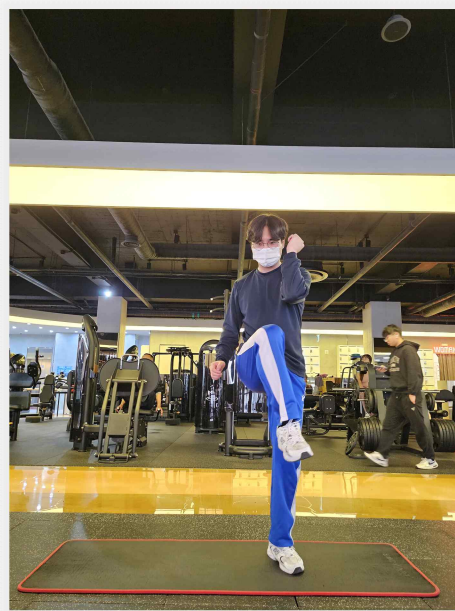
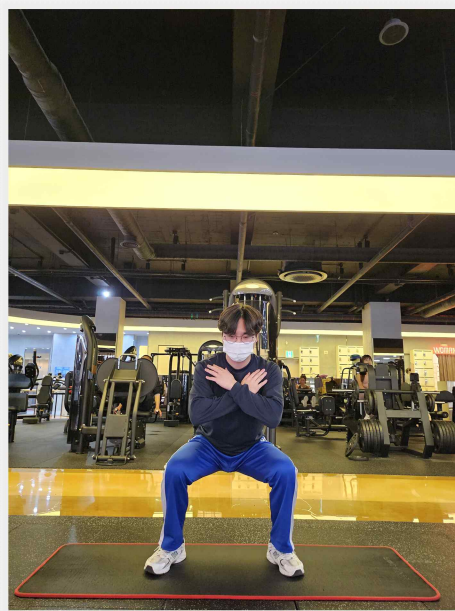
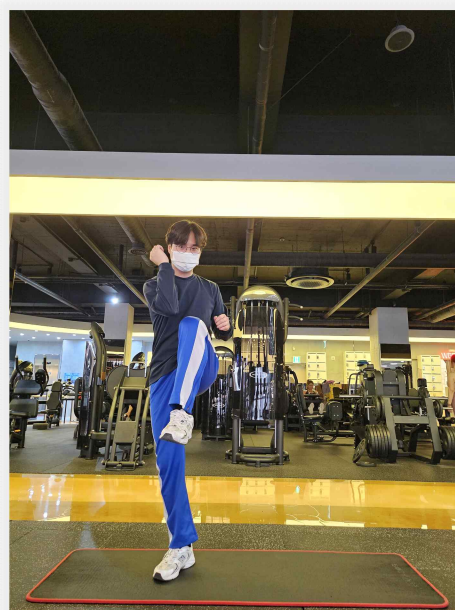
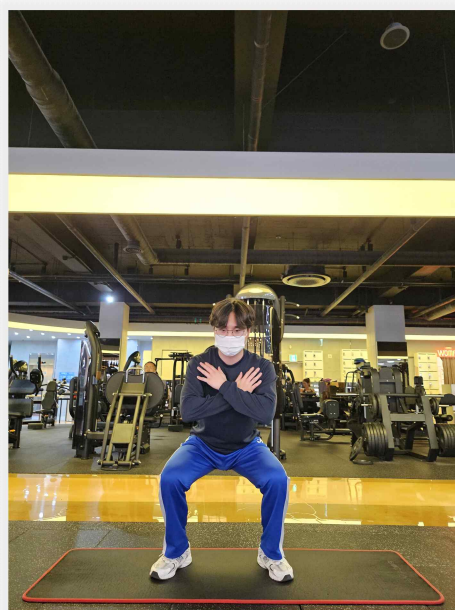


Figure 16. Squat & Cross Crunch

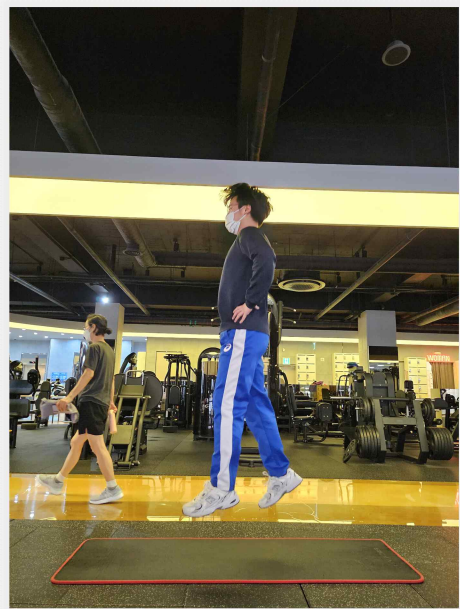
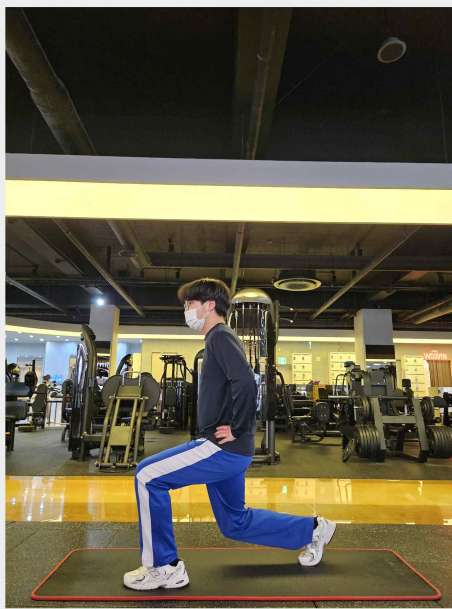
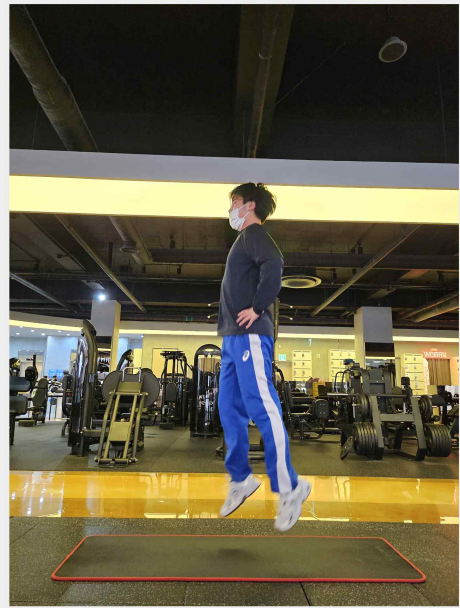
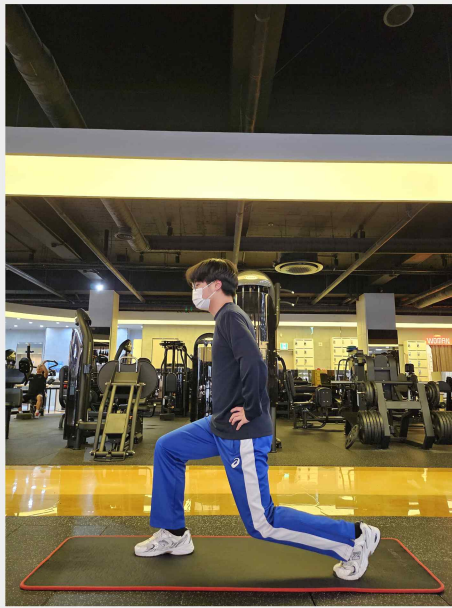


Figure 17. Lunge & Jump

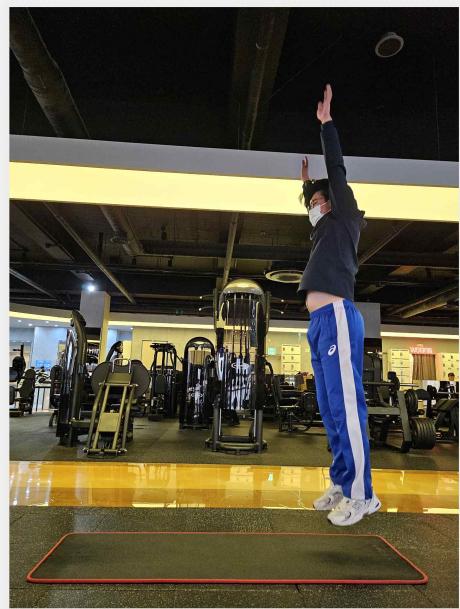
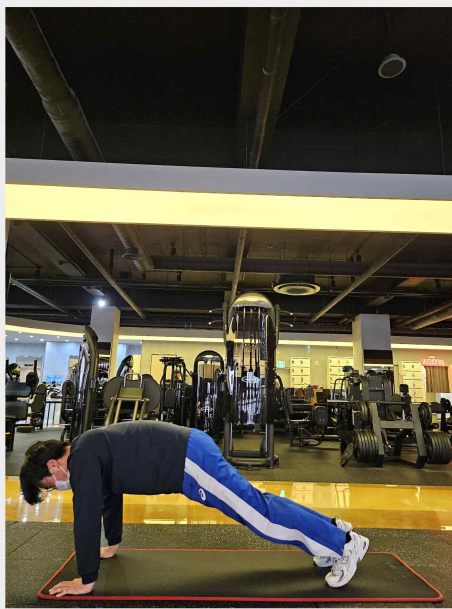
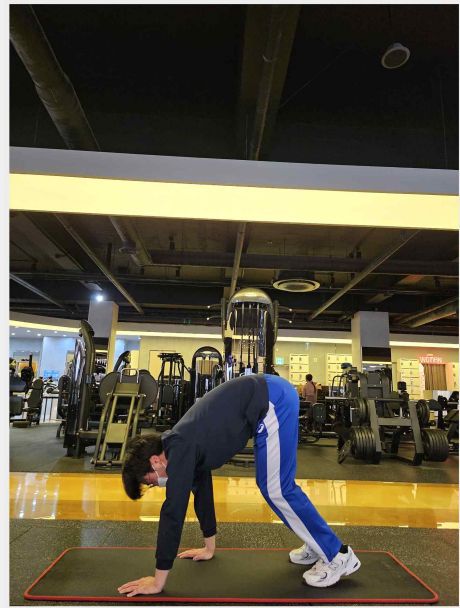
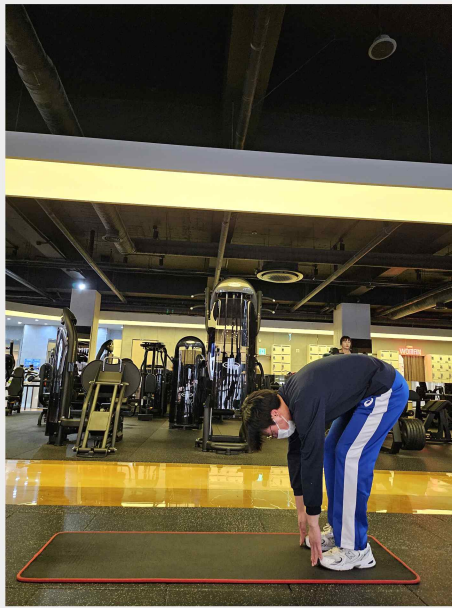


Figure 18. Inchworm Toe Touch Jump

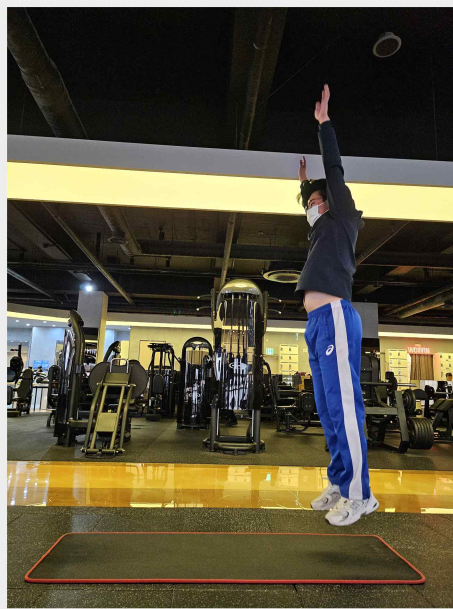
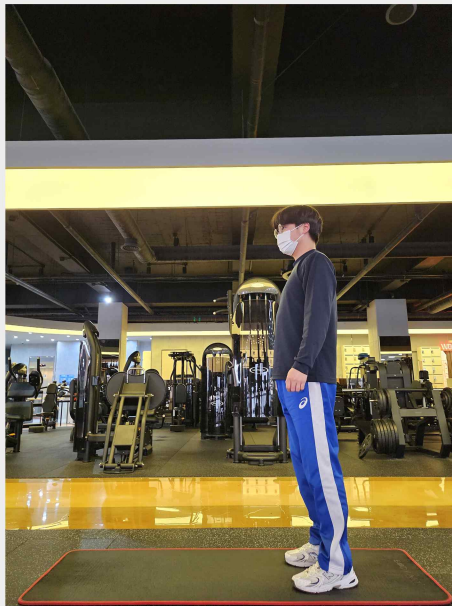


Figure 19. Burpee & Jump

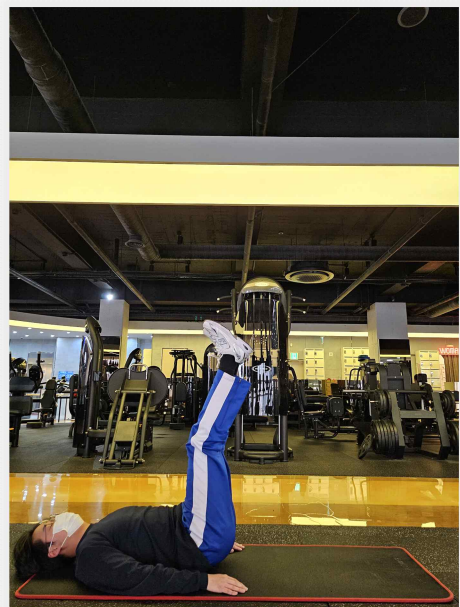
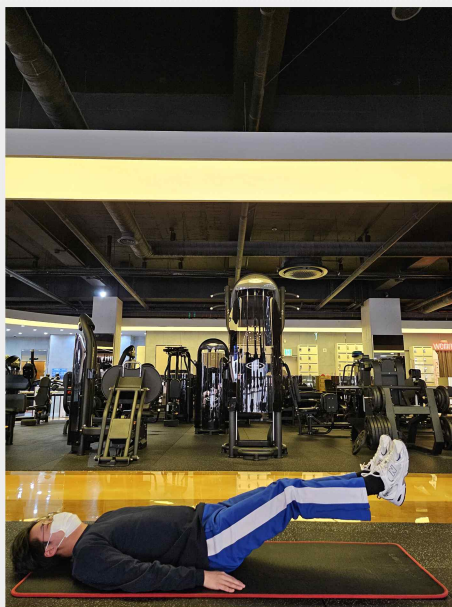
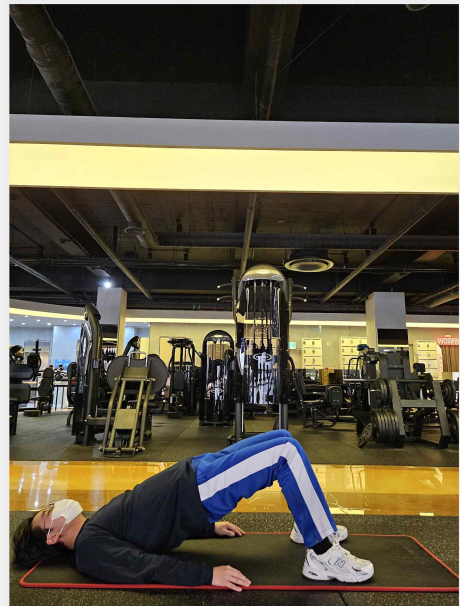
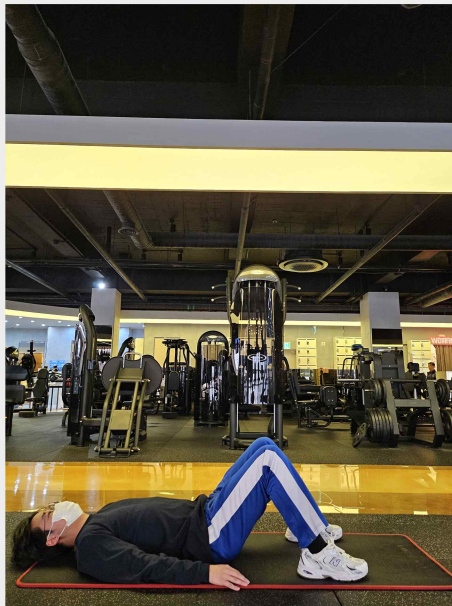


Figure 20. Hip Bridge & Leg Drop

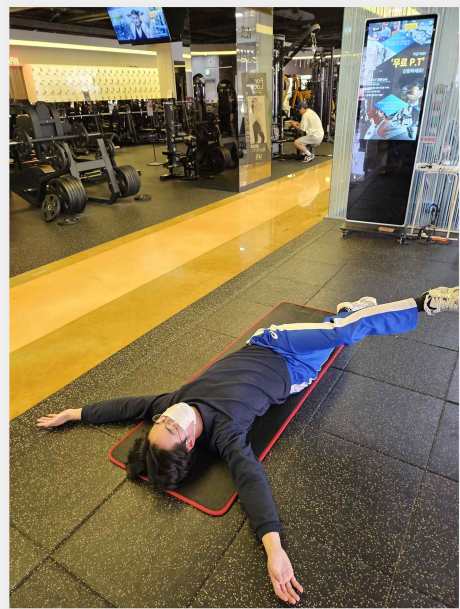
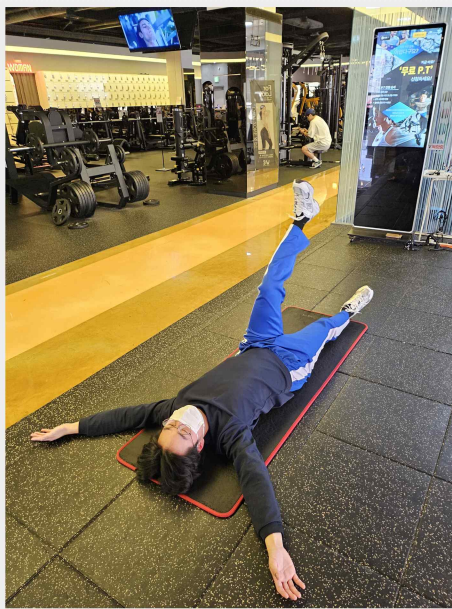
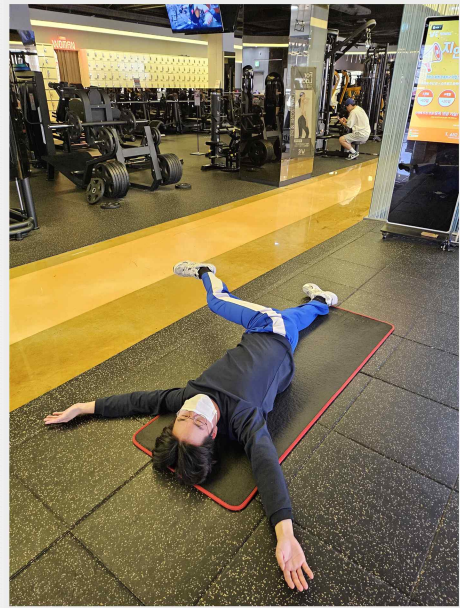
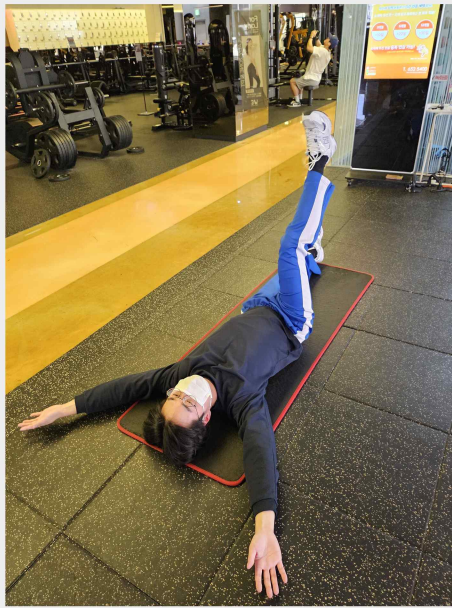


Figure 21. Kick Twist

E. 통계처리

대상자들의 모든 자료는 Windows SPSS 27.0으로 표준±평균편차를 산출하여 제시하였으며, 대상자의 자료분석은 1차(운동 전 안정시), 2차(1회차 운동종료 직후), 3차(마지막 운동종료 직후)를 측정하여 그룹 간 비교를 하였다. 각 차시별 그룹 간 차이를 검증하기 위하여 Independent samples T-test와 그룹별 처치에 대한 효과검증을 위해서 Repeated measures ANOVA를 유의수준 $\alpha=.05$ 이하로 설정하여 비교분석 하였다.

IV. 연구 결과

본 연구는 고강도운동에 참여하는 비만여성을 대상으로 9주간의 β -Carotene 섭취가 항산화력과 운동피로도 및 신체적 스트레스에 어떠한 영향을 미치는지 규명하기 위한 연구로써 정량적 실험을 통한 결과는 아래와 같이 나타났다.

A. 항산화력의 효과

두 집단의 항산화력 효과에 대한 결과는 아래 <Table 7>, <Table 8>, <Figure 22>로 제시한다.

1. 항산화력의 차이

Antioxidant Capacity 항산화력의 차이는 1회차 측정과 2회차 측정에서는 두 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았으며($p>.05$), 3회차 측정에서는 유의한 차이가 나타났다($p<.001^{***}$). 따라서 1회차, 2회차 측정에서는 두 그룹 간 동질성이 성립되며, 3회차 측정에서는 이질성이 성립된다.

Table 7. Change of Antioxidant Capacity M \pm SD

Group	1time	2time	3time
E.I.G (n=12)	1.15 \pm .16	1.18 \pm .15	1.35 \pm .08
O.E.G (n=11)	1.14 \pm .08	1.11 \pm .10	1.11 \pm .08
t	.218	1.220	6.813
p	.830	.235	.000 ^{***}

Values are presented as mean \pm SD, ^{***} $p<.001$

E.I.G=Exercise & Intake Group, O.E.G=Only Exercise Group

2. 항산화력 개선 효과의 차이

두 그룹 간 항산화력은 시기($p < .001^{***}$), 집단($p < .05^*$)에서 유의한 주효과가 나타났으며, 시기*집단($p < .001^{***}$)에서 유의한 상호작용 효과가 나타나 항산화력 개선의 효과는 유의한 차이가 성립된다.

Table 8. Effect Difference of Antioxidant Capacity

Source	Type III Sum of Squares	False	<i>p</i>
Time	1991.273	89.807	.000 ^{***}
Group	360.816	27.569	.011 [*]
T * G	611.273	7.87	.000 ^{***}

* $p < .05$, *** $p < .001$, T*G=Time*Group

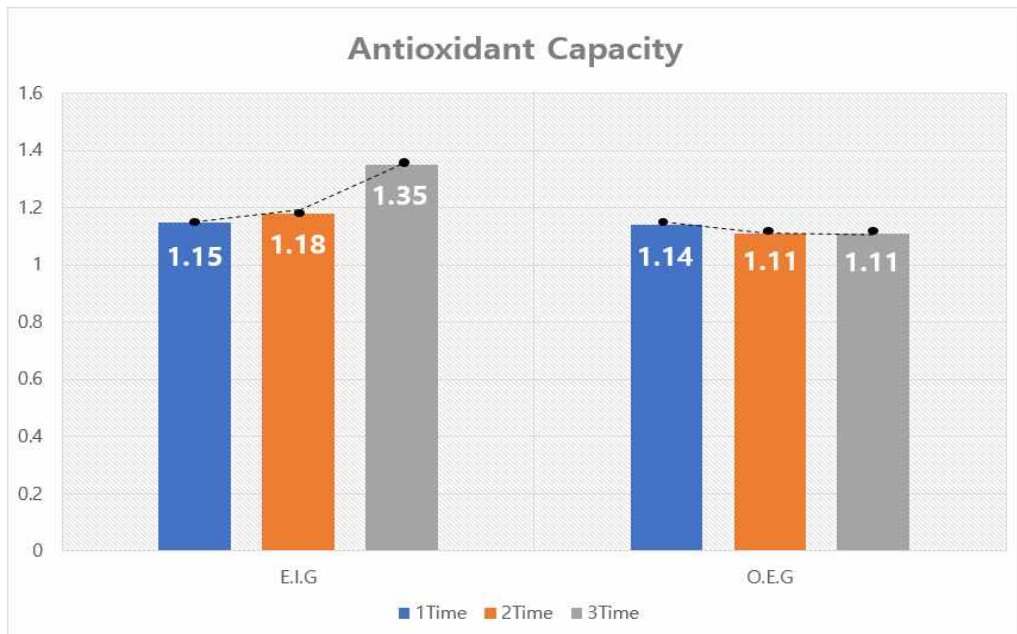


Figure 22. Change of Antioxidant Capacity

B. 운동 피로도의 효과

두 집단의 운동 피로도 효과에 대한 결과는 아래 <Table 9>, <Table 10>, <Figure 23>으로 제시한다.

1. 운동 피로도의 차이

Lactate 운동 피로도의 차이는 1회차 측정과 2회차 측정에서는 두 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았으며($p>.05$), 3회차 측정에서는 유의한 차이가 나타났다($p<.001^{***}$). 따라서 1회차, 2회차 측정에서는 두 그룹 간 동질성이 성립되며, 3회차 측정에서는 이질성이 성립된다.

Table 9. Change of Lactate M±SD

Group	1time	2time	3time
E.I.G (n=12)	1.95 ±.73	15.38 ±2.17	12.19 ±2.29
O.E.G (n=11)	2.17 ±.24	15.25 ±.50	16.80 ±1.88
t	-1.011	.212	-5.386
p	.323	.834	.000 ^{***}

Values are presented as mean±SD, ^{***} $p<.001$

E.I.G=Exercise & Intake Group, O.E.G=Only Exercise Group

2. 운동 피로도 회복 효과의 차이

운동피로도는 시기($p<.001^{***}$), 집단($p<.01^{**}$)에서 유의한 주효과가 나타났으며, 시기*집단($p<.001^{***}$)에서 유의한 상호작용 효과가 나타나 운동 피로도 회복의 효과는 유의한 차이가 성립된다.

Table 10. Effect Difference of Lactate

Source	Type III Sum of Squares	False	<i>p</i>
Time	2648.250	1504.385	.000 ^{***}
Group	44.337	8.329	.009 ^{**}
T * G	83.955	47.692	.000 ^{***}

** $p<.01$, *** $p<.001$, T*G= Time*Group

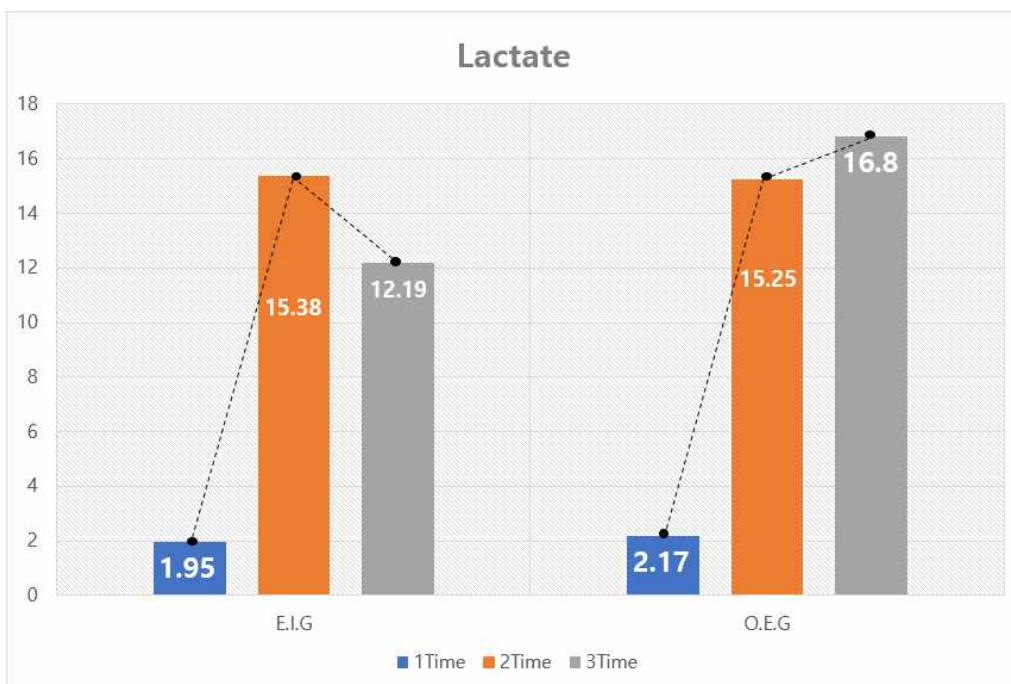


Figure 23. Change of Lactate

C. 신체적 스트레스의 효과

두 집단의 신체적 스트레스 효과에 대한 결과는 아래 <Table 11>, <Table 12>, <Figure 24>로 제시한다.

1. 신체적 스트레스의 차이

α -amylase 신체적 스트레스의 차이는 1회차 측정과 2회차 측정에서는 두 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았으며($p>.05$), 3회차 측정에서는 유의한 차이가 나타났다($p<.001^{***}$). 따라서 1회차, 2회차 측정에서는 두 그룹 간 동질성이 성립되며, 3회차 측정에서는 이질성이 성립된다.

Table 11. Change of α -amylase M \pm SD

Group	1time	2time	3time
E.I.G (n=12)	25.75 \pm 8.52	48.17 \pm 11.34	41.42 \pm 7.09
O.E.G (n=11)	26.00 \pm 2.13	49.58 \pm 6.06	58.92 \pm 5.16
t	-.099	-.381	-6.913
p	.922	.707	.000 ^{***}

Values are presented as mean \pm SD, ^{***} $p<.001$

E.I.G=Exercise & Intake Group, O.E.G=Only Exercise Group

2. 신체적 스트레스 감소 효과의 차이

신체적 스트레스는 시기($p < .001^{***}$), 집단($p < .05^*$)에서 유의한 주 효과가 나타났으며, 시기*집단($p < .001^{***}$)에서 유의한 상호작용 효과가 나타나 신체적 스트레스 감소의 효과는 유의한 차이가 성립된다.

Table 12. Effect Difference of α -amylase

Source	Type III Sum of Squares	False	<i>p</i>
Time	8966.028	397.064	.000 ^{***}
Group	734.722	5.352	.03 [*]
T * G	1115.194	49.387	.000 ^{***}

* $p < .05$, *** $p < .001$, T*G= Time*Group



Figure 24. Change of α -amylase

V. 논의

현대의 비만은 만성질환으로 분류되면서 그 심각성에 대한 의견은 동질적이지만 개선방법에 대한 의견은 매우 분분하다. 단순히 과체중 및 비만만으로는 직접적인 특정 질병이 나타난다고 볼 수는 없지만 각종 대사성 질병의 유병율을 현저하게 높이는 촉진매개체가 바로 체내에 지방조직이 과도하게 축적된 상태인 비만이다. 그렇기 때문에 여성비만을 개선하기 위한 연구는 현재보다 더욱 다양한 방향과 시도의 연구를 통한 방법제시가 필요하다.

A. 항산화력에 미치는 영향

항산화력은 산화를 막는 기능을 일컫는데 인체의 방어기전인 고분자 항산화 효소체계는 연령의 증가 및 사용량에 따라 효소생성이 점차 감소하기 때문에 신체 산화에 빈번하게 노출하게 되면 한계점 도달을 촉진 시킨다. 이러한 고분자 항산화 효소보다 체외부 섭취를 통한 비효소계 저분자 항산화 식품은 효소계 항산화보다 먼저 사용되기 때문에 항산화 효소를 최대한 보존하는 방법이 된다. 운동은 신체 인위적으로 가하는 자극을 통해 건강의 이점을 취하기 위한 활동이지만 운동의 기대 효과 및 시간 감소를 위한 효율성을 높이기 위해 고강도 인터벌 운동을 선호하는 이가 많다. 하지만 이러한 고강도 인터벌의 문제점은 Lactate 생성의 급진전으로 인해 운동 피로도가 매우 높아 운동을 오랜 기간 꾸준히 지속하기가 어려우며, Lactate는 운동 피로를 유발하는 물질로써 근육의 주 역할인 수축과 이완의 능력을 현저하게 감소시킴으로써 피로도 양상 분석의 지표로 사용된다(강희성 등, 2001; 한은상과 서현, 2022). 항산화력은 Lactate와 같은 산성 물질로부터 신체 산화를 보호하는 능력이다.

본 연구에서는 섭취를 통한 비효소계 항산화제로 β -Carotene를 사용하였지만 이밖에도 기능성식품제를 통한 항산화력과 관련된 선행연구를 살펴보면 전병덕과 최승식(2021)은 고지방식을 섭취하는 대상자에게 그라비올라 추출물의 섭취와 수영운동을 통해 항산화 방어 기전과 염증인자 개선에 긍정적인 반응을 나타냈다고 보고하면서 이러한 결과를 그라비올라의 약리학적 가치에 따른 생리적 작용이라고 밝혔다. 이는 그라비올라와 같은 녹색식품에 함유되어있는 강력한 항산화 물질인 파이토케미컬인 클로로필의 기능작용에 의한 것으로 생각된다. 또한 황영철 등(2014)은 복싱선수를 대상으로 산화대사 및 스트레스가 높아지는 체중감량 기간을 통해 블랙초크베리 원액을 섭취하여 혈중 과산화지질의 감소 및 면역기능과 항산화 효소(GPX)의 증가를 확인하면서 이와 같은 결과의 이유로 블랙초크베리의 파이토케미컬 성분인 안토시아닌의 기인으로 해석하였다. 한편, 흑마늘 발효분말을 섭취하고 최대운동 후 총 항산화 지수를 섭취량에 따라 비교 분석한 민정욱 등(2011)의 연구에서는 시기간에 차이는 유의하게 나타났지만 그룹간의 차이와 시기에 따른 그룹간 차이가 나타나지 않아 항산화제 섭취에 따른 효과는 섭취량의 중요성보다 일정 충족량을 섭취하는 것이 중요하다는 것을 시사하였다.

본 연구에서 사용한 β -Carotene도 마찬가지로 주황색을 띠는 식품에서 찾아볼 수 있는 파이토케미컬 성분이기 때문에 항산화 효과가 유의하게 나타난 것으로 생각되며, 기능성 식품제의 함유된 $700\mu\text{gRE}$ 수준의 β -Carotene의 양은 항산화 효과를 나타나기에 충족되는 양이었다고 판단된다.

B. 운동 피로도에 미치는 영향

운동 피로는 과거부터 운동이 한가지 문화로 정착하게 된 현재에 이르기까지 극복해야 할 과제라고 할 수 있다. 비만 및 과체중 또는 지구력향상 등의 목적으로 고강도 인터벌 운동이 필요하다면 1회성 운동만으로는 그 효과를 충분히 포용할 수 없으며, 규칙적이고 꾸준한 기간적 트레이닝이 필요하다. 하지만 고강도 인터벌 운동의 가장 큰 단점은 운동 피로도가 기타 다른 운동에 비해 현저하게 높다는 것이다. 이러한 극심한 운동피로도를 통제할 수 있는 수단이 필요할 것이다. 운동 피로를 통제하기 위한 수단의 연구로써 한은상(2020)은 크로스핏을 통한 고강도 운동으로 Lactate를 상승시켜 가벼운 유산소식 활동성 휴식을 운동세트 중간에 수행함으로써 이를 활동성 휴식의 Intermittent 처치라고 명하고 기존에 본 운동 마무리인 Cool-down방식과 비교해 운동피로 요인을 비교하여 유의한 감소 효과가 있음을 밝혔다.

차지현 등(2015)는 고등학생 볼링선수를 대상으로 6게임 볼링 경기를 진행하면 매회차 게임이 끝난 후 스트레칭을 하는 그룹과 비처치 그룹을 비교해 스트레칭이 Lactate의 빠른 회복을 돕는다고 제시하였으며, 한은상과 서현(2022)의 연구에서는 고강도 운동 이후 정리운동의 형태를 정적 스트레칭과 저강도 유산소 활동으로 구분하고 비교하여 정적스트레칭도 Lactate의 감소를 나타냈지만 저강도 유산소 활동이 더욱 효과적이었음을 보고하였다. 이처럼 고강도 운동을 수행함에 있어 연구자들이 주목하는 것이 바로 피로 요인이며, 이러한 운동피로 요인을 통제하기 위한 수단으로 스트레칭, 마사지, 휴식형태, 활동성 휴식의 배열 등 다양한 측면에서 효과적인 추가 수행이 이루어지고 있다. 하지만 선행연구들은 이러한 추가 수행을 통한 효과성을 입증하고 있지만 영양학적 측면으로 접근하여 섭식 행동이라는 일상적인 행동 양식만으로도 운동 피로를 경감시킬 수 있다면 고강도 운동 수행자에게 더욱 접근성이 용이할 것이다. 영양학적 회복방법을 제시하고 있는 한은상과 서영환(2017)의 연구에서는 고강도 단시간 운동에서 아미노산의 섭취가 Lactate 상승을 경감시켜

준다는 것을 밝혔다. 이는 본 연구의 개념과 유사한 연구로써 결과로도 동질성이 나타나고 있다. 인체의 건강을 위한 영양 성분은 많은 이점과 다양성이 확보 되었지만 현재까지도 지속적으로 밝혀지고 있는 분야로써 활발한 연구가 요구된다.

이에 β -Carotene과 같은 비효소계 저분자 항산화제는 Lactate를 직접적으로 경감시킨다고 확정하기는 어려움이 따른다. 결과에서 나타난바와 같이 계량적으로는 경감시키는 것으로 보여지지만 이것이 Lactate의 상승을 억제하는 직접적인 효과에 의한 것인지, 항산화 기능에 의해서 2차적인 확산 효과이지만 그 인과 관계를 규명하기에는 무리가 따른다고 생각된다.

따라서 향후 관련 후속 연구가 진행된다면 앞서 제시하고 있는 의문점을 해결할 수 있는 약리학적 기전을 밝히는 연구가 이루어지길 기대한다.

C. 신체적 스트레스에 미치는 영향

스트레스는 현대인에게 가까이 인접해있는 건강 위험 요소 중 하나이다. 스트레스가 신체적으로 노출되면 외인성작용으로 시상하부에서 뇌하수체를 자극하게 되고 그로 인해 교감신경의 과도한 활성화로 Epinephrine 및 Nor-epinephrine과 Catecholamine등 화학적 반응으로 각성 작용을 일으키는 신경전달물질을 분비한다(신경희, 2013). 이같은 신경전달물질들은 스트레스 호르몬으로써 감정을 비롯해 호흡수, 심박수 등 생리적 반응의 과흥분을 초래하여 신체적인 부담을 높인다. 스트레스의 대표반응이 과흥분 및 우울증 등 호르몬적 작용에서 비롯되어 일반적으로 스트레스를 측정할 때는 자각적 설문 혹은 혈관침습적 방식에 의한 Cortisol 측정의 측정이 주로 이루어져 왔지만 최근 타액에서 함유되는 α -amylase 효소를 이용한 비침습적 방식의 효율적인 방법이 사용되고 있다.

따라서 본 연구도 신체의 생리적 효과규명을 위한 연구로써 α -amylase 효소를 통하여 신체적 스트레스를 측정하였다. 이와 관련된 선행연구들을 살펴보면 신체적 스트레스는 규칙적이고 활동적인 운동으로 해소가 가능한 것으로 보여진다. 서영환과 서은숙(2022)은 비만의 중년여성을 대상으로 8주간 복합운동 그룹과 운동통제 그룹으로 구분하여 수행한 결과 α -amylase 효소의 스트레스 요인이 운동그룹에서 감소하고 통제그룹에서 약간의 증가 및 시기의 주 효과와 시기* 집단 간 상호작용효과가 나타났다고 밝혔다. 이는 본 연구와 결과적으로 동질하지만 운동 프로그램상 차이점이 존재한다. 복합운동은 기본적으로 두가지 이상의 운동방법을 복합적으로 수행하는 방식이기 때문에 단일 운동 보다는 운동강도가 일반적으로 높을 수는 있지만 절대적으로 높다고 볼 수는 없다. 반면, 고강도 인터벌운동은 기본적으로 높은 강도에서 운동을 유지하기 때문에 생리적 대사면에서의 차이가 존재할 것이다. 하지만 본 연구와 마찬가지로 고강도의 운동을 통한 선행연구와 연결하여 해석한다면

스트레스 해소를 위한 해석에 도움이 될 것이다. 이에 김보정과 윤수미(2022)는 Davinci Bodyboard 운동을 고강도로 수행함에 따라 목기울림이 교정되고 α -amylase 스트레스의 시기*집단 간 상호작용 효과가 나타났음을 보고하였으며, 한은상과 서현(2020)은 자각으로 허리통증을 느끼고 있는 경증 요통 환자에게 TRX를 이용한 Suspension 운동을 통해 코어근육의 기능이 발달함에 따라 신체적인 스트레스가 유의하게 감소하였다고 밝혔다.

선행연구들의 결과와 본연구의 결과를 비교하여 해석하면 α -amylase의 스트레스는 비만 및 신체적인 정렬상태, 우열적인 신체 기능 등 전반적으로 건강상태와 관련이 높다고 보여진다. 현대의 스트레스에 대한 개념은 과거에 비해서 광의적인 개념으로 사용되며, 다양한 방향성으로 해석되어 사용 및 연구되고 있다. 스트레스로 인한 자율신경계의 생리적 반응은 물질대사와 장기 기능을 조절하고 체내·외 환경변화에 대한 균형적 대응으로 항상성에 기여하기 때문에 인간의 스트레스를 측정할 때는 생리적 반응을 정량적으로 접근하여 측정하는 연구가 필요하고 그에 따른 신뢰성 및 타당성 입증 필요할 것이다(이종선 등, 2011; 이선희, 2023).

본 연구도 이와 같은 견해와 동일하게 생리적인 반응의 정량적인 측정을 통해 스트레스를 해소하였으며, 스트레스는 신체활동으로 개선이 가능하다는 선행 연구들의 견해와 일치 한다.

VI. 결 론

본 연구는 고강도 인터벌 운동에 참여하는 비만여성을 대상으로 β -Carotene의 섭취가 항산화력과 운동 피로도 및 신체적 스트레스에 어떠한 영향을 미치는지 규명하기 위한 연구로써 연구를 통해 나타난 결과로 아래와 같은 결론을 얻었다.

A. 항산화력의 효과

1. 비만여성의 고강도 인터벌 운동 참여에서 β -Carotene의 섭취는 비섭취보다 항산화력을 증가 시킨다.
2. 비만여성의 고강도 인터벌 운동 참여에서 β -Carotene의 섭취는 비섭취보다 항산화력의 개선 효과가 높다.

B. 운동 피로도의 효과

1. 비만 여성의 고강도 인터벌 운동 참여에서 β -Carotene의 섭취는 비섭취보다 운동 피로도를 감소 시킨다.
2. 비만 여성의 고강도 인터벌 운동 참여에서 β -Carotene의 섭취는 비섭취보다 운동 피로도의 회복 효과가 높다.

C. 신체적 스트레스의 효과

1. 비만여성의 고강도 인터벌 운동 참여에서 β -Carotene의 섭취는 비섭취보다 신체적 스트레스를 감소 시킨다.
2. 비만여성의 고강도 인터벌 운동 참여에서 β -Carotene의 섭취는 비섭취보다 신체적 스트레스의 감소 효과가 높다.

따라서 비만 여성들의 고강도 인터벌운동시 생리적으로 취약할 수 있는 운동피로 회복을 위한 β -Carotene섭취는 비섭취와 비교해 항산화력을 증가시키고 운동 피로도와 신체적 스트레스를 감소시키는데 효과적인 영양학적 방법으로 제시할 수 있으며, 필요한 용량을 규칙적으로 보충해줄 필요성이 있을 것으로 판단된다.

이와 관련하여 후속연구에서는 단일 영양 성분 뿐만아니라 복합적 성분을 통해 흡수율 및 회복력을 높일 수 있는 방법이 연구된다면 영양학적 기반을 제공하는데 도움이 될 것이다.

참 고 문 헌

- 고경봉(2002). 스트레스와 정신신체학. 서울 : 일조각.
- 강희성(2001). 근력과 지구력. 아시아 운동학술지, 9, 38-45.
- 강희성, 김태운, 김형목, 장경태, 전종귀, 조현철(2001). 운동과 스포츠생리학. 서울 : 대한미디어.
- 김경화(2005). 최대운동 직후 마사지 처치가 혈중 피로물질에 미치는 영향. 용인대학교 체육과학대학원 석사학위논문.
- 김기진, 신승민, 안나영(2006). 탄성밴드를 이용한 저항운동이 여성 고령자의 평형성 및 보행기능에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 14(3), 45-46.
- 김명순 (2010). 비만관리학. 서울 : 훈민사.
- 김보정, 윤수미(2022). 고강도 DaVinci Bodyboard 운동이 중년여성들의 목기울임과 α -아밀라아제에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 30(1), 31-34.
- 김일찬, 박진기, 서영환, 손영진, 은종원, 이애리(2019). 제2전정판 운동생리학. 대경북스.
- 김진환(2008). 근저항트레이닝 강도와 Whey Protein 및 β -carotene의 복합섭취가 근기능, 면역기능 및 항산화효소 활성도에 미치는 영향. 계명대학교 대학원 박사학위논문.
- 김창균(2002). 항산화제 복합비타민 섭취기간에 따른 운동강도별 산화적 손상요소, 항산화 효소 및 관련변인의 변화. 단국대학교 대학원 박사학위논문.
- 대한비만학회. (2018). 비만 치료지침 2018.
- 문화체육관광부(2023). 국민생활체육조사 성별 및 연령집단별 생활체육참여율 통계자료.
- 문화체육관광부(2023). 국민생활체육조사 체육활동 참여중단 이유 및 비참여 이유 통계자료.

- 문화체육관광부(2022). 국민생활체육 참여 실태조사 통계자료.
- 민정욱, 김영준, 정완식, 김상호(2011). 흑마늘의 섭취량에 따른 최대운동 후 피로 회복 및 총 항산화 지수에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 46, 1223-1233.
- 박계원, 김성희, 이건호(2009). 혈중 Carotenoids농도와 대사증후군의 관련성. 대한임상건강증진학회지, 9(4), 314-320.
- 박선혜, 송원주, 천지연(2018). 한국 지역특화음식의 콜레스테롤, 레티놀, 베타카로틴 및 비타민 E 분석. 한국식품영양과학회지, 47(4), 429-439.
- 보건복지부. (2020). 국민건강영양조사 20년 통계를 한눈에.
- 서영환, 김미연(2022). 항산화제 섭취가 중년남성의 고강도 다빈도운동에 의한 신체산화 및 혈관노화 예방에 미치는 효과. 한국발육발달학회지, 31(4), 743-749.
- 서영환, 서은숙(2022). 중년비만여성들의 복합운동 처치가 스트레스 요인과 항산화 기능에 미치는 효과. 한국발육발달학회지, 30(3), 289-293.
- 서현, 손연희(2022). HIIT에서 중간점의 형태가 근육피로 및 자각적 운동강도 억제에 미치는 효과. 한국발육발달학회지, 30(3), 321-325.
- 손연희(2005). 갱년기 여성들의 과산화지질 생성 및 항산화 기능에 대한 댄스 스포츠 훈련의 효과. 한국 스포츠 리서치, 16(6), 25-34.
- 송낙훈, 윤우상(2007). 남자 대학생들의 심혈관계 및 체력요인과 무산소성 운동 직후 젖산농도간 관계분석. 한국 스포츠 리서치, 18(1), 57-64.
- 신경희(2013). 통합의학을 위한 통합생리학으로서의 심리신경면역학. 한국정신과학회 학술대회 논문집, 제10권, 18-37.
- 신현중(2015). 등 마사지가 뇌졸중 편마비 환자들의 스트레스 호르몬 변화와 수면에 미치는 영향. 치의과학대학교 대학원 박사학위논문.
- 오윤경, 이강현(2005). 고등학교 탁구선수의 운동스트레스 척도 개발. 한국스포츠심리학회지, 16(3), 19-34.
- 은재순, 서승용, 오석홍, 김요한, 유진주, 조형권(2009). 베타카로틴 함유 제제의

- 약효 연구=뷰티카로틴 제제에 대하여. 동의생리병리학회지, 23(5), 1012-1018.
- 이상호, 이정기(2015). 부추섭취와 트레드밀 운동이 탈진적 운동 후 MDA, HSP 70 및 COX-2 발현에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 24(1), 1533-1542.
- 이선희(2023). 신체 불균형 중년여성의 요가운동이 체형정렬과 코어 근기능 및 외인성 스트레스에 미치는 영향. 조선대학교 대학원 박사학위논문.
- 이정민(2009). 12주간 운동유형이 중년비만여성들의 신체조성 및 혈중지질에 미치는 영향. 한남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이종선, 박병강, 정인욱, 이성일, 소병록(2011). 설문조사와 생리적 지표를 이용한 스트레스지수의 개발. 스트레스研究(The Korean journal of stress research), 19(1), 11-19.
- 전병덕, 최승식(2021). 고지방식이 섭취와 그라비올라 추출물 음용 시 수영 운동이 항산화능과 염증성발현 인자에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 30(1), 919-928.
- 전아영(2019). 골프운동 참여가 중년여성들의 α -아밀라아제와 대사증후군 관련 인자에 미치는 효과. 조선대학교 대학원 박사학위논문.
- 정준호(2010). 운동 유형이 중년 비만남성의 면역지표, 항산화능, 심혈관 질환 지표 변화에 미치는 영향. 연세대학교 대학원 박사학위논문.
- 질병관리청(2023). 국민건강영양조사 성 및 연령별 비만을 통계자료.
- 차지현, 엄성흠, 정연도, 전용균(2015). 볼링 경기 후 회복방법의 차이가 근 피로 회복에 미치는 영향. 한국웰니스학회지, 10(4), 369-380.
- 최윤정, 윤경영, 윤해근, 서상근, 문용선(2011). Agro-infiltration을 이용한 토마토 β -carotene hydroxylase 유전자(ChyB) 과발현 및 담배식물체의 항산화 효과 증진. 원예과학기술지, 29(3), 267-272.
- 최재경, 류호상(2012). 고등학교 운동선수의 운동스트레스와 탈진의 관계. 코칭능력 개발지, 14(4), 47-55.
- 한은상(2020). 고강도 운동에 참여하는 남성들의 활동성 휴식처치가 Lactate와

- pH에 미치는 영향. 조선대학교 대학원 박사학위논문.
- 한은상, 서영환(2017). 아미노산 섭취가 크로스핏 운동을 하는 성인남성들의 젖산과 체력에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 25(4), 405-408.
- 한은상, 서현(2020). VIPR를 활용한 Cool-Down이 고강도운동에 의한 운동피로 및 신체적 스트레스 회복에 미치는 효과. 한국발육발달학회지, 28(2), 1-5.
- 한은상, 서현(2022). 성인남성의 고강도운동에서 Cool-Down처치에 방법에 따른 운동피로 및 자각적 운동강도에 미치는 효과. 한국발육발달학회지, 30(2), 171-175.
- 허용, 김정기, 박승한(2010). 고등학교 씨름선수의 운동경력과 수준에 따른 인지 스트레스와 운동탈진. 코칭능력개발지, 12(1), 69-79.
- 황영철, 박상서, 이성환, 김경태, 김준희, 김보경, 정석률, 김명기, 심영제(2014). 복싱선수들의 체중감량 시 블랙초코베리 섭취가 과산화 지질과 항산화 효소 및 면역기능에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 58(2), 1043-1051.
- ACSM(2023). ACSM's Health & Fitness Journal. ACSM Fitness Trends.
- Alam, M. N., Bristi, N. J., Rafiquzzaman, M. (2013). Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. Saudi Pharmaceutical Journal 21(2), 143-152.155-167.
- Aronne, L. J., Nelinson, D. S., Lillo, J. L. (2009). Obesity as a disease state: a new paradigm for diagnosis and treatment. Clinical cornerstone, 9(4), 9-29.
- Bilski, J., Teległów, A., Zahradnik-Bilska, J., Dembiński, A., Warzecha, Z. (2009). Effects of Exercise on Appetite and Food Intake Regulation. Medicină sportivă, 13(2), 82-94.
- Boutcher, S. H. (2011). High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. Journal of Obesity, 2011, 1-10.

- Chaug, S.-K. (2009). Body mass index and waist circumference for screening obesity in young adult women. *Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing*, 16(1), 14–20.
- Clarkson, P. M., Newham, D. J. (1994). Associations between Muscle Soreness, Damage, and Fatigue. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 384, 457–470.
- Dunaway, S., Odin, R., Zhou, L., Ji, L., Zhang, Y. (2018). Natural Antioxidants: Multiple Mechanisms to Protect Skin From Solar Radiation. *Frontiers in Pharmacology*, 9, 1–14.
- Engert, V., Vogel, S. I., Duchesne, A., Corbo, V., Ali, N., Pruessner, J. C. (2011). Investigation in to the cross–correlation of salivary cortisol and alpha–amylase responses to psychological stress. *PSYCHONEUROENDOCRINOLOGY*, 36(9), 1294–1302.
- Fernandez, J. R., Heo, M., Heymsfield, S. B., Pierson Jr, R. N., Pi–Sunyer, F. X., Wang, Z. M., Wang, J., Hayes, M., Allison, D. B., & Gallagher, D. (2003). Is percentage body fat differentially related to body mass index in Hispanic Americans, African Americans, and European Americans? *The American journal of clinical nutrition*, 77(1), 71–75.
- Fraser, P. D., Bramley, P. M. (2004). The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in lipid research*, 43(3), 228–265.
- Guo, X., Yang, L., Hu, H., Yang, L. (2009). Cloning and Expression Analysis of Carotenogenic Genes during Ripening of Autumn Olive Fruit (*Elaeagnus umbellata*). *Journal of agricultural and food chemistry*. 57(12), 5334–5339.
- Jastreboff, A. M., Kotz, C. M., Kahan, S., Kelly, A. S., & Heymsfield, S. B. (2019). Obesity as a disease: the obesity society 2018 position statement. *Obesity*, 27(1), 7–9.

- Liu, G. N., Zhu, Y. H., Jiang, J. G. (2009). The metabolomics of carotenoids in engineered cell factory. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 83(6), 989–999.
- Mori, H., Ohsawa, H., Tanaka, H., Taniwaki, E., Leisman, G., Nishijo, K. (2004). Effect of massage on blood flow and muscle fatigue following isometric lumbar exercise. *Medical Science Monitor*, 10(5), 173–178.
- Organization, W. H. (2020). Overweight and obesity.
- Power, S., Howley, F. (2000). *Exercise Psychology*. Brown & Benchmark.
- Quilliot, D., Forbes, A., Dubois, F., Gueant, J. L., Ziegler, O. (2011). Carotenoid deficiency in chronic pancreatitis: the effect of an increase in tomato consumption. *European journal of clinical nutrition*, 65(2), 262–268.
- Ruhm, C. J. (2012). Understanding overeating and obesity. *Journal of Health economics*, 31(6), 781–796.
- Runge, C. F. (2007). Economic consequences of the obese. *Diabetes*, 56(11), 2668–2672.
- Samelko, A., Guszowska, M., & Kuk, A. (2020). Subjective rank of the competition as a factor differentiating between the affective states of swimmers and their sport performance. *Frontiers in Psychology*, 3724.
- Sarangarajan, R., Meera, S., Rukkumani, R., Sankar, P., Anuradha, G. (2017). Antioxidants: Friend or foe?. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 10(12), 1111–1116.
- Smith, R. E., Smoll, F. L. (1990). Sport performance anxiety. In H. Leitenberg (Ed.). *Handbook of social and evaluation anxiety*. 417–454. New York: Hemisphere.
- 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*, 293(6), R2370–2375.
- Truscott, T. G. (1990). The photophysics and photochemistry of the carotenoids. *Journal of Photochemistry and Photobiology B*, 6, 359–371.
- Vander, ARthur, J., Sherman, James H., Luciano, Dorothy S. (2001). *Human physiology : the mechanism of body function* 8th ed. WCB McGraw-Hill, Boston.
- Wan, J. J., Qin, Z., Wang, P. Y., Sun, Y., Liu, X. (2017). Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & molecular medicine*, 49(10), 384–384.
- Young, A. J., Lowe. G. M. (2001). Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 385(1), 20–27.

- 부 록 -

“ 磨 斧 爲 針 ”