



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](#)

체육학 석사 학위논문

상체, 하체의 저항운동 강도별  
심폐반응 차이 비교

Comparison of Cardiorespiratory Response  
Differences by Intensity of Resistance Exercise in  
Upper and Lower Body

울산대학교 일반대학원

체육학전공

전수영

상체, 하체의 저항운동 강도별  
심폐반응 차이 비교

Comparison of Cardiorespiratory Response  
Differences by Intensity of Resistance Exercise in  
Upper and Lower Body

지도교수 이 한 준

이 논문을 체육학 석사 학위논문으로 제출함

2024년 01월

울산대학교 일반대학원

체육학전공

전 수 영

전수영의 체육학 석사 학위논문을 인준함

심사위원장 金基正 

심사위원 禹旻廷 

심사위원 李翰俊 

울산대학교 일반대학원

2024년 01월

## 국문 초록

### 상체, 하체의 저항운동 강도별 심폐반응 차이 비교

전수영

울산대학교 일반대학원

체육학 전공

본 연구는 정형 및 신경외과 수술한 이력이 없으며, 심폐질환이 없고 PAR-Q 설문지 응답에 적합한 남자 대학생 30명을 대상으로 저항운동의 대표적 상체운동 종목인 벤치 프레스(bench Press)와 하체운동 종목인 스쿼트(squat)를 이용하여 강도별(1RM의 40%, 60%, 80%)로 실시할 때 심폐반응(환기량, 산소섭취량, 심박수)이 어떻게 차이가 나는지를 비교 분석하였다. 연구를 통해 수집된 자료는 SPSS PC+ for window(ver 19.0) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 각 변인에 대한 기술 통계량을 알아보기 위해 평균과 표준편차를 산출하였다. 통계 방법은 일원배치 반복측정 분산분석을 진행하였으며, 모든 통계의 유의 수준( $\alpha$ )은 0.05로 설정하였다. 사전검사를 통해 참여자의 개인별 안정 시 심박수, 최대심박수, 최대산소섭취량, 벤치프레스 1RM, 스쿼트 1RM을 산출하였다. 그리고 상체, 하체의 강도별 심폐반응의 차이를 비교하였다. 그 결과, 첫째, 상체(벤치프레스)운동 시 운동강도(1RM의 40%, 60%, 80%)에 따라 심폐반응(환기량, 산소섭취량, 심박수) 모두에서 각각 강도별 차이가 나타났다( $p < .001$ ). 둘째, 하체(스쿼트)운동 시 운동강도(1RM의 40%, 60%, 80%)에 따라 심폐반응(환기량, 산소섭취량, 심박수) 모두에서 각각 강도별 차이가 나타났다( $p < .001$ ). 이러한 상체, 하체의 강도별 여유산소섭취량은 상체에서 1RM의 40%, 60%, 80%는 각각  $13.88 \pm 3.83\% \dot{V}O_{2R}$ ,  $17.91 \pm 3.38\% \dot{V}O_{2R}$ ,  $21.91 \pm 4.04\% \dot{V}O_{2R}$ 로 나타났고, 하체에서 1RM의 40%, 60%, 80%는 각각  $31.57 \pm 5.52\% \dot{V}O_{2R}$ ,  $38.41 \pm 5.59\% \dot{V}O_{2R}$ ,  $43.21 \pm 4.86\% \dot{V}O_{2R}$ 로 나타났다. 이는 운동 프로그램의 효과적인 설계와 저항운동의 열량 소비 측정을 위해 중요한 정보로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

주요어 : 저항운동, 운동강도, 심폐반응, 운동처방, 환기량, 심박수, 산소섭취량

## Abstract

# Comparison of Cardiorespiratory Response Differences by Intensity of Resistance Exercise in Upper and Lower Body

Jeon, Soo-young

University of Ulsan, The Graduate School

Major of Physical education

This study compared and analyzed how cardiorespiratory response (ventilation, oxygen intake, heart rate) differs when performed by intensity (40%, 60%, 80% of 1RM) using bench press, a representative upper body exercise for resistance exercise, and squat, a lower body exercise, in this study, 30 male college students who had no history of orthopedic and neurosurgery, and who had no cardiopulmonary disease and were suitable for PAR-Q questionnaire responses. The data collected through the study were analyzed using the SPSS PC+ for window (ver 19.0) statistical program. The mean and standard deviation were calculated to find out the descriptive statistics for each variable. One-way batch repetitive measurement variance analysis was performed for the statistical method, and the significance level ( $\alpha$ ) of all statistics was set to 0.05. Through pre-test, participants' heart rate, maximum heart rate, maximum oxygen intake, bench press 1RM, and squat 1RM were calculated during individual stability. And the differences by cardiorespiratory response in upper and lower body strength were compared. As a result, first, there was a differences by intensity in all of the cardiorespiratory response (ventilation, oxygen intake, heart rate) according to the exercise intensity (40%, 60%, 80% of 1RM) during upper body resistance exercise ( $p < .001$ ). Second, there were differences by intensity in all of the cardiorespiratory responses (ventilation volume, oxygen intake, heart rate) according to the exercise intensity (40%, 60%, and 80% of 1RM) during lower body resistance exercise ( $p < .001$ ). The oxygen intake reserve for each strength of the upper body was  $13.88 \pm 3.83\%$  and  $17.91 \pm 3.38\% \dot{V}O_2R$  and  $21.91 \pm 4.04\% \dot{V}O_2R$ , respectively, while the 40, 60%, and 80% of 1RM. in the lower body were  $31.57 \pm 5.52\% \dot{V}O_2R$  and  $38.41 \pm 5.59\% \dot{V}O_2R$  and  $43.21 \pm 4.86\% \dot{V}O_2R$ , respectively. This is believed to be used as important information for effective design of exercise programs and measurement of energy consumption of resistance exercises.

Key words : resistance exercise, exercise intensity, cardiopulmonary response, exercise prescription, ventilation, heart rate, oxygen intake

# 목 차

## I. 서 론

1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구의 목적 .....	2
3. 연구 문제 .....	2
4. 연구의 제한점 .....	3
5. 용어의 정의 .....	3

## II. 이론적 배경

1. 저항운동 .....	4
2. 심폐반응 .....	5
3. 에너지 소비 .....	7
4. 운동처방 .....	8

## III. 연구방법

1. 연구 대상 .....	10
2. 연구 절차 .....	11
3. 측정 도구 .....	13
4. 측정 방법 .....	13
5. 자료 처리 .....	17

## IV. 연구결과

1. 사전 검사 .....	18
2. 상체 운동 강도별 심폐반응 차이 결과 .....	19
3. 하체 운동 강도별 심폐반응 차이 결과 .....	22

## V 논의 .....

25

## VI 결론 및 제언 .....

30

## 참 고 문 헌 .....

31

## 부 록 .....

34

## 표 목 차

<표 1>	7
<표 2>	9
<표 3>	9
<표 4>	10
<표 5>	13
<표 6>	14
<표 7>	18
<표 8>	18
<표 9>	19
<표 10>	19
<표 11>	20
<표 12>	20
<표 13>	21
<표 14>	21
<표 15>	22
<표 16>	22
<표 17>	23
<표 18>	23
<표 19>	24
<표 20>	24
<표 21>	28

## 그림 목 차

[그림 1]	5
[그림 2]	5
[그림 3]	12
[그림 4]	14
[그림 5]	16
[그림 6]	16

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

저항운동은 헬스클럽을 비롯한 생활체육 현장에서 주로 실시되며, 체력 및 건강 증진을 위한 운동으로서 인기를 끌고 있다. 예전과는 달리 남성 위주의 근비대 운동뿐만 아니라 여성들도 근력 향상, 근기능 향상, 골격근량 증가, 체중 조절 등 건강증진 및 체형 관리 차원에서 이 운동을 선호하고 있어 인구 범위가 확대되고 있다.(김문희, 2000). 앞으로의 고령화시대를 고려하여, 고령자들의 근·신경 기능을 유지 및 향상시키는 데에는 적절한 운동이 필요하며, 이러한 운동 중에서도 유산소성 운동보다는 저항운동이 권장되고 있다. 근력, 근지구력, 근비대와 같은 특정 근육의 협응력, 지구력, 평형성, 신경계의 반응 등이 향상되고 체지방이 감소함으로써, 저항운동은 운동 수행 능력과 건강에 긍정적인 영향을 미친다(Kraemer & Ratames, 2000). 실제로 고령자들이 저항운동을 수행하면 근력이 증가하게 되는데, 이는 근육량 및 골량, 이동 능력, 낙상과 상관이 높은 평형성을 향상시켜 골절 및 자립능력의 상실을 예방하는데 중요한 역할을 한다(이용수, 2002). 과거에는 저항운동이 심장 질환자들에게 매우 위험한 것으로 간주되었지만, 최근의 몇몇 연구에서는 심장 질환자들을 대상으로 저항운동을 실시한 결과, 근력이 증가하고 심폐지구력이 향상된다고 보고되었다. 뿐만 아니라, 저항운동은 고혈압, 비만, 고지혈증, 당뇨병, 그리고 관상동맥 질환과 같은 질환뿐만 아니라 폐경기의 여성에게서 발생하기 쉬운 골다공증과 같은 상태에도 큰 효과가 있다고 보고되고 있다(Stoned et al, 1991). Powell(1983)은 저항운동은 기초체력 요소를 발전시키며, 그 훈련 방법을 개인에 맞게 조절할 수 있기 때문에 경기력 향상을 위한 체력 훈련으로 적합하다고 평가된다. Hunter 등(2008)은 BMI가 과체중 범위인 여성을 대상으로 1년간의 저항 훈련을 실시한 결과 평균이 표준범위 이하로 떨어졌다고 보고하였으며, Nakao 등(1995)은 3년 동안 고강도의 웨이트 트레이닝 훈련자들은 약 8%의 체지방을 감소시켰다.

최대산소섭취량(Maximal oxygen intake  $VO_{2max}$ )은 유산소 운동능력의 지표로써 활성화된 조직에 산소를 이동시키는 능력을 나타내는 유산소 운동 능력의 중요한 지표이다(최승욱, 2017). 이는 개인의 심폐반응을 정확히 평가하며, 건강 상태와 체력 상태에 맞는 운동을 실시하는데 과학적인 지침을 제공하는 운동 처방의 중요한 지표로 활용된다. 특히 산소섭취량은 운동 강도를 측정하는데 사용되며, 유산소 운동에 대한 운동 처방에서도 적용된다. 또한, 산소 소비량을 통해 에너지 소비량을 계산할 수 있어, 운동 중의 산소 소비량과 호흡 교환율을 측정하여 개인에게 적절한 운동량을 설정하는데 활용된다. 인체의 에너지 생성과 산소 소비 간에는 직접적인 관계가 있어, 정확한 에너지 소비량을 추정하는데 도움이 된다(Brooks, et al.,

1996).

현재까지 수많은 연구에서 다양한 유산소 운동 유형에 따른 에너지 소비량을 조사하고 있다. 이에에는 걷기, 속보, 조깅, 새천년 건강체조, 태권도, 골프 스윙, 게임형 자전거 운동 등이 포함되어 있다(선상규, 2012). ACSM 지침서에 따르면 걷기, 달리기, 자전거 에르고미터, 암 에르고미터, 스텝 등의 유산소 운동에 대해서는 산소 섭취량을 공식으로 추정할 수 있으며, 이를 통해 산소섭취량을 체중과 시간으로 계산하여 총 에너지 소비량을 알 수 있다(김완서, 2018). 그러나 저항운동에 대해서는 실제 에너지 소비량에 대한 자료가 부족하며, 사용되는 저항운동 종목과 강도에 따라 에너지 소비량을 정확히 측정하기 어렵다. 특히 한국인을 대상으로 한 저항운동에 대한 에너지 소비량 측정 자료가 거의 없어서, 저항운동 프로그램의 에너지 소비량은 아직까지 명확하게 제시되지 않고 있다(김준수 등, 2019). 그래서 본 연구에서는 저항운동의 하체와 상체에서 저, 중, 고강도의 운동 강도에 따른 산소섭취량의 차이를 측정하고, 이를 통해 간접적인 에너지 소비량을 계산하여 운동 처방의 기초 자료로 활용하고자 한다.

## 2. 연구의 목적

지금까지의 선행연구들에선 심폐반응의 차이에 대한 연구는 유산소 운동을 통해 비교하는 연구들이 대부분이고 저항운동은 근력, 근지구력 또는 신체구성에 미치는 효과에 관한 연구들이 대부분이다. 그러나 저항운동 시 에너지 소비량을 알기 위해서는 산소섭취량 등 심폐반응의 정보가 필요하다. 그래서 본 연구는 상체, 하체 두 부위의 저항운동 시 강도가 심폐반응에 어느 정도 되는지를 알아보고 이를 토대로 적절한 운동 처방을 계획할 수 있는 기초 자료를 제공하는 것이 목적이다.

## 3. 연구 문제

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 문제를 설정하였다.

첫째. 상체(벤치프레스)운동 시 운동강도(1RM의 40%, 60%, 80%)에 따라 심폐반응(환기량, 산소섭취량, 심박수)이 차이가 나는가?

둘째. 하체(스쿼트)운동 시 운동강도(1RM의 40%, 60%, 80%)에 따라 심폐반응(환기량, 산소섭취량, 심박수)이 차이가 나는가?

#### 4. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖는다.

첫째. 참여대상자들의 식습관, 수면시간, 일상생활을 동일하게 통제하지 못할 것이다.

둘째. 연구 범위가 U 대학교 재학중인 건강한 남성으로 한정되어 있어 일반화 시키기 어렵다.

#### 5. 용어의 정의

본 연구의 용어는 다음과 같다.

##### 1) 저항운동(resistance exercise)

본 연구의 저항운동은 상체와 하체의 저항운동을 의미하며 상체 운동은 벤치프레스를 의미하고 하체 운동은 스쿼트를 의미한다.

##### 2) 심폐반응(cardiorespiratory response)

본 연구에서 심폐반응은 환기량, 산소섭취량, 심박수를 말한다.

##### 3) 운동강도(exercise intensity)

운동 강도란 최대 근력 1RM을 기준으로 그 사람에 따라 운동강도를 %로 표시하며, 본 연구에서 저강도는 1RM의 40%, 중강도는 1RM의 60%, 고강도는 1RM의 80%를 의미한다.

## Ⅱ. 이론적 배경

### 1. 저항운동

저항운동은 자체 체중 또는 덤벨, 바벨, 기구, 그리고 트레이닝 머신을 활용하여 근육을 수축 및 이완시켜 근육량을 증가시키는 방법을 의미한다(이재겸, 2021). 이 용어는 근력 운동, 웨이트 트레이닝, 무산소 운동, 저항성 운동 등과 거의 유사하게 사용되고 있다. 과거에는 많은 사람들이 건강의 지표로 심장을 중요시하며, 이로 인해 최근까지 많은 연구가 운동과 심장 관계에 중점을 두고 있었다. 그러나 근육의 중요성에 대한 새로운 인식이 도입되면서, 저항운동이 신체 구성에 미치는 효과와 심혈관 기능 및 에너지 대사에 미치는 효과에 대한 연구들이 늘어나고 있다. 저항운동은 근육을 강화하고 기능을 향상시키는데 기여하며, 이를 통해 운동의 다양성과 중요성이 부각되었다(김동현, 2015). 최근 한 연구에 따르면, 저항훈련은 제 2형 당뇨병의 관리 및 처치, 그리고 비만이나 과체중인 사람들의 혈중 지질 요인을 개선하는데 있어 유산소 운동과 유사한 효과가 있다고 보고되었다(김성연, 2013). 이에 따라 저항운동은 헬스장에서 체력과 건강을 향상시키기 위한 주요 운동으로 부상하고 있다. 이전과는 달리 근육비대 중심의 운동에서 벗어나 여성들을 포함한 다양한 인구층에게 근력 향상, 근기능 향상, 체중 조절 등 다양한 목적으로 접근되고 있다(김문희, 2000). Evans(1999)는 저항운동이 고령자나 신체적으로 취약한 개인들에게 골격근을 유지하고 발달시키며, 신체 기능을 개선하는데 필수적이라고 언급하였다. 이로써 저항운동은 다양한 연령 및 신체 상태의 개인들에게 높은 효과를 제공하는 것으로 인식되고 있다. 이 연구에서는 상체와 하체의 저항운동 강도에 따른 심폐반응의 차이를 조사했다. 먼저 상체의 저항운동으로 벤치 프레스를 선택했다. 벤치 프레스는 팔굽혀펴기 자세를 뒤집어 벤치에 누워서 수행하는 동작이다(김운환, 2013). 이 운동은 상체 근육을 발달시키는데 가장 중요한 운동 중 하나로, 다관절 주요 운동에 속한다. 플랫 벤치 프레스 운동은 가슴 운동 중 기본이 되는 동작으로, 평평한 벤치에서 운동을 하면 가슴 근육인 흉근과 상완 뒷부분의 삼두근, 어깨 전면의 전면 삼각근을 발달시킨다. 따라서 적절한 방법으로 수행하면 남녀 모두에게 매력적인 상체를 형성하는데 크게 기여하는 운동이다. 플랫 벤치 프레스에는 다양한 각도의 변형이 있지만, 본 연구에서는 <그림 1>과 같이 플랫 벤치 프레스를 주 운동으로 선택하여 수행했다. 이 연구에서는 하체의 저항운동으로 스쿼트를 선택하였다. 스쿼트는 바벨을 어깨 위나 앞에 짊어지거나, 덤벨을 들고 허리는 편 채로 앉았다가 일어서는 운동을 의미한다(박한솔, 2016). 스쿼트는 대중에게 매우 잘 알려진 하지 운동 중 하나로, 기능적인 움직임의 결합 및 생체 역학적 평가에 있어서 중요성이 부여되고 있다. 스쿼트는 닫힌 사슬 운동(closed kinetic chain, CKC)으로 분류되며, 발목 관절, 무릎 관절, 고관절의 움직임을 동시에 발생시켜 몸통과 하지를 강화하고 안정성을 향상시키는 효과적인 운동

으로 알려져 있다. 바벨의 위치와 하지 관절의 각도에 따라 High bar squat, Front squat, Low squat으로 구분되며, 스쿼트 동작 시 앉는 깊이에 따라 하프 스쿼트(half squat), 패러럴 스쿼트(parallel squat), 풀 스쿼트(full squat)로도 나뉜다. 본 연구에서는 <그림 2>와 같이 패러럴 스쿼트를 주 운동으로 채택하여 수행하였다.



그림 1. 벤치프레스



그림 2. 스쿼트

## 2. 심폐반응

운동을 오랜 시간 동안 지속하기 위해서는 근육 및 각 기관에 산소가 지속적으로 공급되어야 한다. 이러한 공급 과정은 호흡 순환계에 의해 이루어지며, 폐를 통해 공기가 체내로 들어오고 각 세포와 기관에서 가스 교환이 이루어진다. 이 과정에서 산소는 체내로 흡수되고 이산화탄소는 체외로 배출된다. 심폐반응은 이러한 생리적 과정들이 원활하게 유지되어 운동 중 근육 조직 등에 적절한 산소를 공급하며 운동 효과를 나타내는 과정이다(이근호, 2018). 심폐 반응은 폐, 심장, 그리고 혈관계의 협력 작용으로 골격근에 산소를 전달하며 발생하는 유산소 운동 반응을

나타낸다(이지영 등, 2005). 체력적인 측면에서의 평가는 주로 최대 운동 시 최대 산소섭취량(VO<sub>2</sub>max)을 기준으로 한다(Jackson 등, 1995). 본 연구에서는 심폐반응으로 환기량, 산소섭취량, 그리고 심박수로 측정하였다. 안정 상태에서의 분당 환기량은 각 개인마다 다양하게 나타날 수 있으나, 일반적으로 체격에 영향을 받으며 여성은 남성에 비해 적은 경향이 있다(김광희 등, 1992). 1회 호흡량과 분당 호흡수는 분당 환기량에 비해 큰 차이가 있을 수 있으며, 다시 말해 1회 호흡량과 분당 호흡수가 다양하더라도 분당 환기량은 일정하며, 운동 중에는 증가한다. 분당 환기량의 대부분의 증가는 수축하는 근육에 의해 소비되는 산소와 이산화탄소 생성량의 증가와 비례한다. 산소섭취량은 운동이나 안정 상태에서 동일한 시간 동안 들이마신 산소량에서 내뿜 산소량을 뺀 값으로, 최대산소섭취량은 운동 부하가 증가함에 따라 선형적으로 증가하다가 특정 지점에서 더 이상 증가하지 않는다. 이때의 산소섭취량을 최대산소섭취량이라고 한다. 최대산소섭취량은 유산소 운동에서의 최대 운동 능력을 나타내는 중요한 지표다. 현재의 최대산소섭취량 평가 방법 중에서 대표적인 것은 트레드밀과 자전거 에르고미터를 이용하여 호흡가스 분석기를 활용하는 방법이다. 이러한 방법들은 속도와 경사도를 조절하여 운동량을 점진적으로 증가시키며 최대 운동 능력을 평가할 수 있다. 이 방법들은 Balke & Ware(1959) 등에 의해 개발되어 현재까지 다양한 연구자들에 의해 발전되었다. 본 연구에서는 브루스 프로토콜(bruce protocol)을 사용한 최대 운동 능력 평가를 진행했다. 브루스 프로토콜은 3분마다 속도와 경사도를 증가시키면서 운동을 수행하여 최대산소섭취량을 측정하는 방법으로, 일반적으로 가장 널리 사용되는 트레드밀 운동 부하 검사 방법 중 하나다. 실험에서는 단계별 2~3 MET씩 강도가 증가하며, 약 15분 내외로 측정이 종료되었다. 저항운동 강도별 심폐반응은 휴대용 호흡가스 분석기와 심박수 측정기를 활용하여 측정되었다. 정상인의 안정시 심박수는 분당 60~70회 정도로 비례적으로 운동 부하에 따라 증가한다. 오랜 기간 동안 유산소 운동으로 훈련된 선수의 경우, 안정시 심박수가 분당 40회 또는 그 이하로 감소할 수 있다. 일반적으로 분당 60회 이하이면 운동 성 서맥, 분당 100회 이상이면 빈맥으로 분류된다. 운동 중 심박수의 데이터는 유산소 능력의 향상도를 측정하는데 유용하며, 또한 운동 처방의 기본적인 지표로 사용된다(Kim, 1997). 더불어 심박수는 순환계와 밀접한 관계를 갖고 있어 심폐 체력의 강도를 나타내는 객관적인 지표로 활용되고 있다. 최대 심박수는 일반적으로 220에서 개인의 연령을 빼 값으로 계산되며, 이는 많은 연구에서 사용되는 일반적인 지표 중 하나이다.

### 3. 에너지 소비

진화과정에서 인간은 생존을 위해 필수적으로 움직여야 했다. 먹이를 얻고 포식자로부터 도망치는 등의 움직임은 야생에서 살아가는 동물에게 필수적인 전략이었지만, 현대 대부분의 인간들은 이러한 생존 필요성에서 벗어나 점점 더 정적인 생활 방식을 채택하고 있다. 실제로 많은 사람들이 일상에서 고정된 자세에서의 활동이 늘어나고, 운동 부족 및 식습관의 변화 등으로 칼로리 섭취가 에너지 소비를 초과하는 경향이 있다(Rahilly, 2016). 이러한 생활 방식의 변화는 비만 증가와 연결되어 있다. 에너지섭취량을 정확하게 계산하려면 잘 제어된 실험 조건이 필요하다. 에너지 균형을 다루기 위해 설문지를 사용할 때 사람들은 일반적으로 음식 섭취량을 과소 보고하고 활동을 과대평가하기 때문에 인구 연구에서는 이러한 데이터를 올바르게 수집하는 것이 어렵다 (Fogelholm 등, 2006). 간접 열량측정법은 흡기 및 호기되는 산소(O<sub>2</sub>) 및 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)의 양을 측정한다. 미토콘드리아에서 아데노신 삼인산(ATP)을 합성하려면 탄수화물과 지방이 산화되는 동안 전자 전달계에서 전자를 포획하기 위해 산소가 필요하다. 이러한 과정에서 이루어지는 산소 소비량(VO<sub>2</sub>)을 통해 간접적으로 에너지 소비량을 계산할 수 있다. 포도당 1g을 산화하려면 4kcal를 제공하고, 지방 1g을 산화하려면 9kcal를 제공하며, 단백질 1g을 산화하려면 4kcal를 제공한다. 이러한 값을 알면 산소 소비량과 호흡 교환율(RER)을 통해 에너지 소비량을 계산할 수 있다. 호흡 교환율은 산소소비량(VO<sub>2</sub>) 대 이산화탄소 생성(VCO<sub>2</sub>)비율이며, 운동 중 사용되는 연료가 탄수화물인지, 지방인지에 대한 백분율을 나타낸다. 탄수화물의 R값은 1이고, 호흡 교환율이 1이 나오면 탄수화물만을 에너지 대사로 이용하고 있음을 나타낸다. 안정시 호흡교환율은 0.8로 지방과 탄수화물의 비율이 약 7:3이다. 운동 강도가 상승하면 RER이 높아진다. 지방의 산화는 탄수화물보다 더 많은 산소를 요구하는데, 이것은 탄수화물이 지방보다 더 많은 산소를 갖고 있음을 의미한다. 열당량은 산소 1L당 지방만을 사용할 경우 4.7kcal를 소모하며, 탄수화물만을 사용할 경우 5kcal를 소모한다. 그래서 산소소비량 1L당 5kcal의 칼로리 소비가 가능하다고 한다. <표 1>을 보면 걷기, 달리기, 자전거 에르고미터 등의 유산소 운동에 대해서는 산소섭취량을 공식에 의해서 추정 할 수 있고, 산소섭취량을 체중과 시간으로 계산하여 총 칼로리 소비량을 알 수 있다(김완서, 2018).

표 1. 에너지 소비량 예측을 위한 대사식

걷기	$(0.1 \times S) + (1.8 \times S \times G) + 3.5$
달리기	$(0.2 \times S) + (0.9 \times S \times G) + 3.5$
자전거	$(1.8 \times \text{work rate})/W + 7$
S=m/min, G=경사 백분율, W = kg, work rate = kgm	

출처 : ACSM(2018)

#### 4. 운동처방

운동처방은 신체 활동 계획으로, 운동으로 인한 위험성을 최소화하고 운동의 이

점을 극대화하기 위해 일반적으로 운동 전문가에 의해 작성된다. 이 계획의 목적은 신체 활동을 습관으로 만들어 건강을 증진시키기 위함이며, 건강한 삶을 유지하거나 개선하기 위한 목표를 달성하는데 도움을 주기 위한 것이다(신승복 등, 2017). 운동처방은 주로 미국 스포츠 의학회(ACSM)에서 정의한 MET(Metabolic equivalent, 운동강도)별 운동법을 활용하며, 운동형태(Type), 운동빈도(Frequency), 운동강도(Intensity), 운동시간(Time)을 주요 인자로 고려한다. 이러한 요소들은 개 개인의 건강 상태, 목표, 운동 경험 등을 고려하여 조절된다. 운동처방은 특정 환자나 개인의 필요에 따라 맞춤형으로 작성되며, 개인의 건강 측면에서 안전하고 효과적인 운동 계획을 제시한다. 1 MET는 앉아서 쉬고 있는 상태에서의 산소소비량으로, 성인 남자의 경우 3.5 ml/kg/min을 나타낸다. 최대산소섭취량을 환산하여 나타내는 상대적인 단위인 MET는 심폐지구력 검사에서 사용되며, 운동처방에서는 이를 통해 체력의 향상과 건강의 유지, 증진을 목적으로 운동을 계획하고 제시하는데 사용된다. 이는 개인의 신체능력, 건강상태, 연령 등을 고려하여 운동의 종류, 형식, 강도, 빈도를 결정하는 것을 의미한다. 운동처방을 수행하기 위해서는 건강운동관리사 자격이 필요하다. 건강운동관리사는 체육 전공이나 운동처방학과를 졸업하거나, 관련 분야에서의 경력이 있는 경우에 해당 자격을 취득할 수 있다. 이 자격을 보유한 건강운동관리사는 개인의 특정한 상황과 목표에 맞춰 운동처방을 수행하며, 개인에게 적절하고 효과적인 운동 프로그램을 제시할 수 있다. 운동처방은 주로 전문가들이 축적한 지식과 경험을 기반으로 수행되며, 이를 위해 표준 지표로 MET가 사용된다. 그러나 MET는 주로 미국인을 대상으로 연구되고 정의된 내용으로, 국내나 아시아 지역의 신체능력에 맞게 따로 연구되고 있는 상황이다(소지호, 2021). 심박수, 산소섭취량, METs 등을 이용하여 운동 강도를 계산하고 운동처방을 수행한다. 운동 강도를 계산하기 위해 심박수, 산소섭취량, METs 등을 활용하는 방법은 <표 2>에 제시되어 있다. 운동 시 강도는 일반적으로 특정 범위로 설정되며, 원하는 강도 범위의 하한치와 상한치를 설정하기 위해 제시된 식을 두 번 반복하여 계산한다. 또한, 개인별로 처방되는 운동 강도 범위는 연령, 신체활동 수준, 체력 수준, 건강 상태 등 다양한 요인을 고려하여 결정된다. 운동처방을 위해 산소섭취량 및 대사당량을 적용할 때, 원하는 운동 강도 범위 내의 활동은 대사량 계산을 통해 확인할 수 있다. 저항운동에서는 운동 강도를 설정하기 위해 1RM(1-Repetition Maximum)의 개념을 이해해야 한다. 1RM은 한 번에 들어 올릴 수 있는 최대 무게를 나타내며, 근육 트레이닝의 부위(가슴, 등, 허리 등)에 따라 능력치가 다르기 때문에 전문가의 도움을 받아야 한다. 또한, 1RM의 백분율은 근육 트레이닝의 목적에 따라 다르게 설정된다. 예를 들어, 근력을 강화하고자 하는 경우에는 운동 시 1RM의 85% 이상으로 운동하는 것이 적절하며, 근 비대를 원한다면 1RM의 65~84% 수준으로, 근 지구력 강화를 목적으로 하는 경우에는 1RM의 65% 이하로 운동하는 것이 권장된다. 또한, ACSM(미국 스포츠 의학회)에서는 저항운동의 강도를 저강도(1RM의 40~50%), 중강도(1RM의 60~70%), 고강도(1RM의 80% 이상)로 나누어 정의하고 있다. 심폐 및 저항운동의 강도 예측 방법은 <표

3>에 나와 있다. 이 표를 참고하여 각 운동의 강도를 예측하고, 해당 강도에 맞춰 운동을 수행하는 것이 중요하다.

표 2. 심박수, 산소섭취량, 대사당량(METs)을 이용한 운동강도 처방 방법

목표심박수	$[(\text{최대/최고심박수} - \text{안정시 심박수}) \times \text{강도}\%] + \text{안정시 심박수}$
목표여유산소 섭취량	$[(\text{최대/최고산소섭취량} - \text{안정시 산소섭취량}) \times \text{강도}\%] + \text{안정시 산소섭취량}$
목표심박수	$\text{최대/최고심박수} \times \text{강도}\%$
목표산소섭취량	$\text{최대/최고산소섭취량} \times \text{강도}\%$
목표대사당량	$[(\text{최대/최고산소섭취량}) / 3.5 \text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}] \times \text{강도}\%$

자료출처 : ACSM(2018)

표 3. 심폐 및 저항운동의 강도 예측방법

구분	강도	방법	저강도	중강도	고강도
심폐 지구성 운동	절대 강도	METs	2.0-2.9	3.0-5.9	6.0-8.7
	상대 강도	%HRR	30-39	40-59	60-89
		% $\dot{V}O_2R$	30-39	40-59	60-89
		%HRmax	57-63	64-76	77-95
		% $\dot{V}O_{2\text{max}}$	37-45	46-63	64-90
저항운동	상대 강도	%1RM	30-49	50-69	70-84

자료출처 : ACSM(2018)

### Ⅲ. 연구 방법

## 1. 연구대상

본 연구에서는 울산 소재 U 대학교에 재학 중인 남학생들을 대상으로 벽보 안내문을 통해 자발적 참여 신청으로 30명 이상은 되어야 표본평균이 정규분포를 따르기 때문에 30명을 선정하였다. 대상자 중 정형 및 신경외과 수술한 이력이 있고 심폐질환이 있는자는 제외하고 PAR-Q 설문지 응답에 적합한 자로 선정하고, 정확한 자세와 상해 예방을 위해 운동 경력이 높은 순으로 선정하였다. 모든 연구 참여자에게 연구의 목적 및 취지를 설명하고 동의서를 작성 후 실험에 참여하였다. PAR-Q 설문지는 참여자가 실험실에 도착하면 검사 전 작성하고 1년 동안 총 7번의 검사를 실시했다. 다음 <표 4>은 연구 참여자들의 신체적 특성을 나타내고 있다. 이는 울산대학교 연구윤리위원회(IRB)에 심의를 받았고 승인번호는 1040968-A-2022-006이다.

표 4. 연구 참여자의 신체적 특성

변인	연구 참여자 (N = 30)
연령 (세)	20.93 ± 2.89
신장 (cm)	179 ± 0.07
체중 (kg)	77.16 ± 12.06
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.96 ± 2.41
체지방률 (%)	18.03 ± 5.30
골격근량(kg)	34.71 ± 4.8

## 2. 연구 절차

본 연구의 절차는 <그림 3>과 같다. 연구기간은 IRB 승인 후 1년이며 검사별로 소요되는 시간은 신체조성 측정 10분, 최대산소섭취량 측정 30분, 1RM 측정 30분, 1RM 40% 측정 10분, 1RM 60% 측정 10분, 1RM 80% 측정 10분이다. 실험은 울산대학교 스포츠생리학실에서 이루어지고 연구대상자 1명씩 측정하여 1:1로 진행한다. 첫 번째는 사전 검사로 참가자의 신장 및 신체조성을 측정하였다. 그리고 Bruce protocol에 의한 최대운동부하검사를 실시하면서 연구참여자의 개인별 안정 시 심박수, 최대심박수, 최대산소섭취량을 측정하였다. 충분한 휴식을 취한 후 상체, 하체 운동에 대한 1RM 측정을 실행하였다. 두 번째는 상체와 하체의 저항운동 강도별 심폐반응(환기량, 산소섭취량, 심박수)을 측정하였다. 상체와 하체는 정확한 측정을 위해 각각 다른 날 진행하고 순서는 상체, 하체 순으로 측정하였다. 피험자 30명을 3개의 체비뽑기를 통한 무선할당으로 10명씩 강도를 다르게 시작을 하였다. A팀은 40% 1RM, B팀은 60% 1RM, C팀은 80% 1RM 의 강도로 시작을 하였다. 40%의 강도로 시작한 A팀은 다음 강도로 60%, 80% 순으로 측정하며 60%로 시작한 B팀은 80%, 40% 순으로 80% 강도로 시작한 C팀은 60%, 40% 순을 측정하였다. 강도별 횟수는 10회/min으로 3초에 내려가고 3초에 올라와서 6초에 1회씩 할 수 있는 속도로 진행하였다. 강도별 운동은 10회씩 2세트를 하고 다음 측정이 있기까지 2일 휴식으로 진행하였다. 1세트는 준비운동으로 진행하고 2세트에서 심폐반응을 측정하였다. 환기량과 산소섭취량은 2세트 시작과 끝날 때 동안 측정된 수치들을 강도별로 평균을 내어 측정값을 구하였다. 심박수는 심박수 측정기를 이용하여 2세트의 평균 심박수를 측정하여 강도별로 평균을 내어 측정값을 구하였다. 마지막으로 측정된 환기량, 산소섭취량, 심박수의 결과 값을 SPSS로 자료처리 하였다.

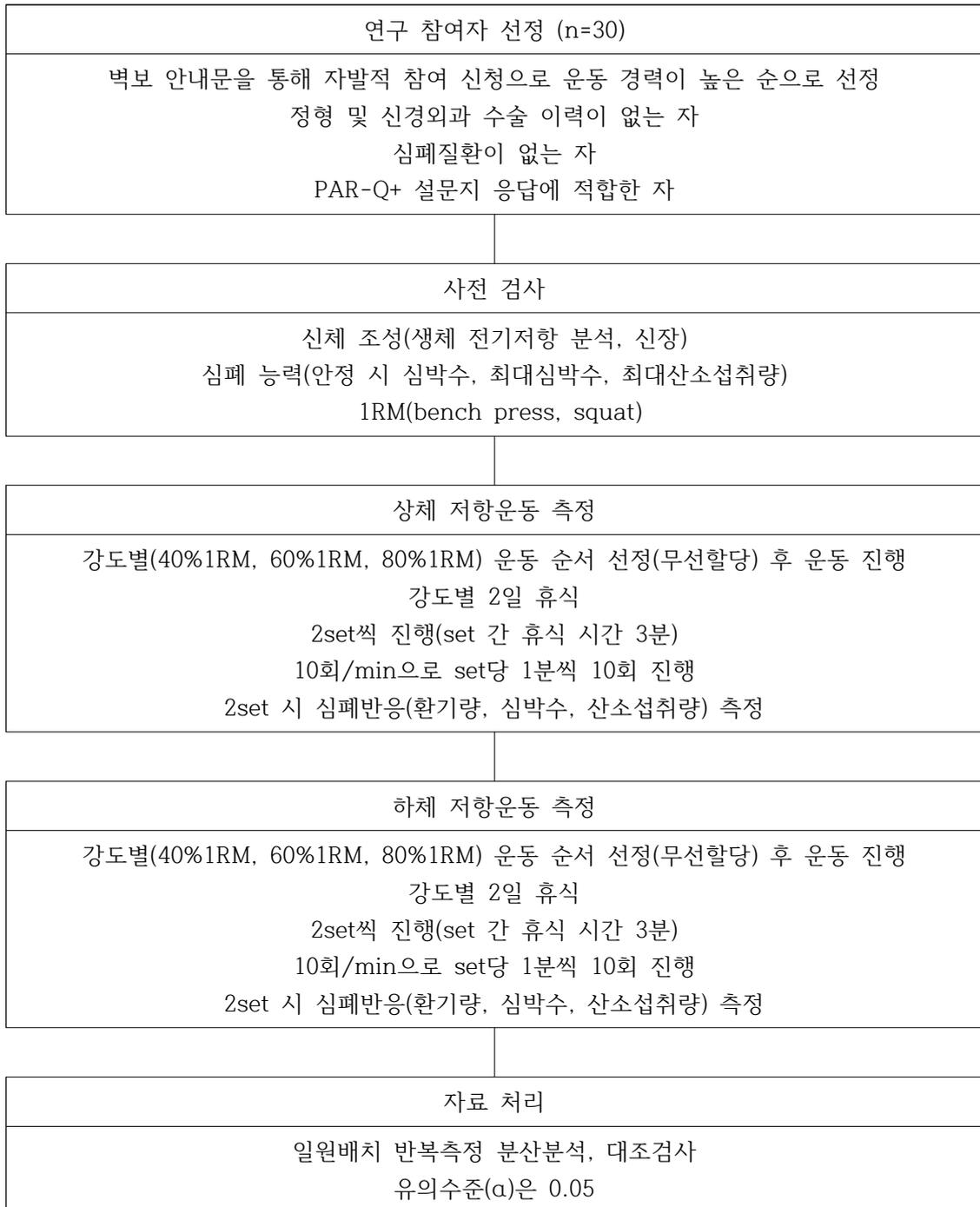


그림 3. 연구 절차

### 3. 측정 도구

본 연구의 사용된 측정 도구는 다음 <표 5>에 제시된 바와 같다.

표 5. 측정항목과 측정도구

측정항목	도구명	제품명
신체조성	생체 전기저항 분석기	InBody 370
신장	신장 측정기	BSM 370
환기량, 산소섭취량	휴대용 심폐반응 측정기	K5
심박수	심박수 측정기	HR Band
1RM	벤치프레스	BC101
	스쿼트	barbell

### 4. 측정 방법

#### 1) 사전 검사

사전 검사로는 신체조성, 최대산소섭취량, 최대심박수, 상체, 하체의 1RM을 측정하였다.

#### (1) 신체조성

이 연구에서는 신체조성 중 신장(cm)는 신장 측정기(BSM 370)으로 측정할 것이다. 체성분 분석은 생체 전기저항 분석기(InBody 370)로 사용하여 체중(kg), 체지방률(%), BMI(Body mass index;  $\text{kg}/\text{m}^2$ ), 골격근량을 측정한다. 연구 참여자는 측정할 복장(운동복)을 착용하고 운동화, 양말, 악세사리를 제거한 후 측정하였다.

#### (2) 운동부하검사 측정

연구 참여자는 최대산소섭취량을 측정하기 위해 운동부하검사를 실시하였다. 운

운동부하검사를 시작하기 전 충분한 안정을 취한 후 안정시 심박수를 측정하고 운동부하검사 중 심박수와 산소섭취량을 측정하였다. 최대운동부하검사는 브루스 프로토콜(Bruce protocol)을 이용하여 측정하였다. 가스분석은 휴대용 호흡가스분석기(Cosmed, K5)를 이용하여 매 10초 간격으로 가스 분석기로 자동 측정했고 피험자의 혈압은 매 단계마다 측정, 심박수는 10초 간격으로 자동 측정 하였다. 운동자각도는 피험자에게 매 단계 마다 질문한 후 측정, 기록한다. 최대산소섭취량을 결정하는 기준으로 연령을 사용하여 계산되는 최대 심박수의 85%이상,  $VO_2$  의 항정상태가 나타난 시점, 호흡교환율(Respiratory Exchange Ratio : R)이 1.15 이상, 운동자각도가 17이상으로 하였다. 운동부하 검사가 종료된 직후 3분 동안 의자에 앉아 산소마스크를 착용한 상태로 3분동안 휴식을 취하며 운동부하검사 중과 동일하게 모든 데이터를 측정, 1분 단위로 혈압, 운동자각도를 측정하였다.

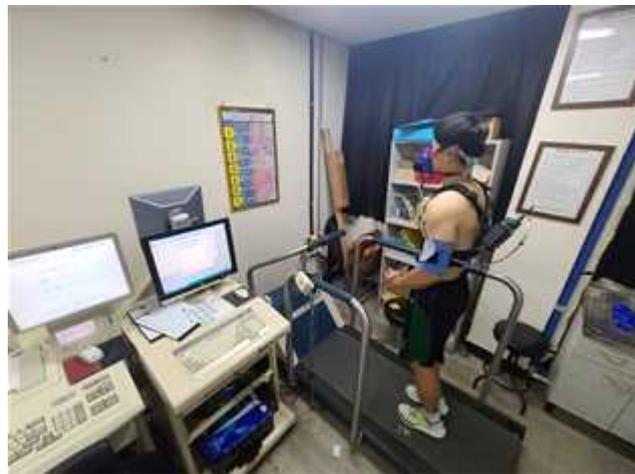


그림 4. 최대산소섭취량 측정

### (3) 최대심박수 측정

본 연구에서 최대 심박수는 ACSM에 나와 있는 방법<표 6> 중 가장 흔히 사용되는 ‘220-연령’의 식을 활용하여 구하였다.

표 6. 최대심박수 예측을 위해 주로 이용하는 식

출처	추정식
Fox et al(1971)	$HR_{max} = 220 - \text{연령}$
Astrand(1952)	$HR_{max} = 216.6 - (0.84 \times \text{연령})$
Tanaka et al(2001)	$HR_{max} = 208 - (0.7 \times \text{연령})$
Gelish et al(2007)	$HR_{max} = 207 - (0.7 \times \text{연령})$
Gulati et al(2010)	$HR_{max} = 206 - (0.88 \times \text{연령})$

자료출처 : ACSM(2018)

#### (4) 1RM 측정

1RM의 측정은 미국체력관리학회(NSCA : National Strength & Conditioning Association)에서 제시하는 방법으로 벤치프레스와 스쿼트의 1RM을 측정하였다 (Baechle & Earle, 2000). 절차는 다음과 같다.

첫째, 연구대상자는 시작 무게를 상체 운동에서는 체중의 40% 무게로 설정하고 하체 운동에서는 체중의 50% 무게로 설정하여 5~10회 준비운동을 실시하고 1분간 휴식을 취하였다.

둘째, 10kg 씩 무게를 증가시켜 3~5회 실시하고 2~4분간 휴식을 취한 후 동일한 방법으로 무게를 증가시키면서 1RM의 예측 무게를 산출하였다.

셋째, 2~4분간 휴식을 취한 후 1RM을 시도하고, 1회를 겨우 성공하면 1RM으로 기록한다. 1회 이상 실행하면 2~4분간 휴식을 취한 후 약 10kg의 무게를 증가시켜 1RM을 성공할 때 까지 측정하였다.

넷째, 실패했을 경우 2~4분간 휴식을 취한 후 5kg씩 무게를 감량하여 1RM을 성공할 때 까지 측하였다.

#### 2) 강도별 저항운동 심폐반응 측정

본 연구에서는 저항운동 중 심폐반응 측정이 이루어지기 때문에 심폐반응 측정기로 환기량과 산소섭취량을 측정하는 휴대용 호흡가스분석기(Cosmed, K5)와 심박수를 측정하는 심박수 측정기(Cosmed, HR band)를 이용하였다. 강도별 운동은 두 세트씩 세트당 10회 진행하며 첫 번째 세트는 준비운동으로 1분간 진행하고 3분 휴식 후 두 번째 세트를 진행할 때의 심폐반응을 측정하였다. 두 번째 세트 시작과 끝날 때 동안 1분간 10회 수행했을 때의 수치들을 평균을 내어 값을 구했다. 운동 속도는 빠른 속도로 진행했을 때 상해의 위험이 있고(Champman et al., 2006), 느린 속도로 진행했을 때 근력의 효과가 높은 것으로 알려져 있다(방현석, 2008). 그래서 본 연구에서는 동일한 운동 횟수와 시간을 유지하기 위해 3초 동안 내리고 3초 동안 올리는 속도로 진행하였다.

#### (1) 상체 측정 방법

상체 저항운동은 <그림 5>와 같이 벤치프레스를 통해 측정하였다. 참가자의 1RM의 40% 또는 60% 또는 80%로 맞춰두고 시작하였다. 벤치프레스 측정 자세는 다음과 같다.

첫째, 참가자는 벤치에 누워 엉덩이와 견갑골을 벤치에 붙이고, 허리는 10cm 가량 아치형을 만들어준다. 어깨너비 두배로 바를 잡고 눈이 바벨과 수직이 되도록 위치시킨다.

둘째, 바를 들어 가슴 중앙과 바가 수직이 되도록 위치시킨 후 팔꿈치를 살짝 구부려 고정한다.

셋째, 가슴과 바가 자석처럼 서로 만나는 느낌으로 가슴 위쪽 5~10cm까지 저항을 느끼며 바벨을 천천히 당긴다.

넷째, 겨드랑이에 힘을 준다는 느낌으로 바벨을 밀어 올린다.

벤치프레스 시 3초에 내려가고 3초에 올라갈 수 있도록 시간을 지키고 손목이 지나치게 꺾이지 않도록 하고, 올리는 동작 시 팔꿈치가 완전하게 펼 수 있도록 하였다.

## (2) 하체 측정 방법

하체 저항운동은 <그림 6>과 같이 스쿼트를 통해 측정하였다. 참가자의 1RM의 40% 또는 60% 또는 80%로 맞춰두고 시작하였다. 스쿼트 측정 자세는 다음과 같다.

첫째, 선 자세에서 어깨너비보다 넓게 바벨을 잡는다.

둘째, 바벨을 들어 머리 뒤의 승모근에 위치시킨다. 시선은 정면을 향하고 복부에 힘을 준다.

셋째, 무릎이 발끝보다 앞으로 나오지 않도록 하면서 허벅지와 수평이 될 때까지 앉는다.

넷째, 발뒤꿈치로 민다는 느낌으로 허벅지에 힘을 주면서 일어선다.

스쿼트 시 3초에 내려가고 3초에 올라갈 수 있도록 시간을 지키고 허리의 안정성을 위해 허리는 항상 곧게 펴고, 척추의 곡선을 그대로 유지하면서 실시하였다.



그림 5. 상체 저항운동(벤치프레스) 시 심폐반응 측정법

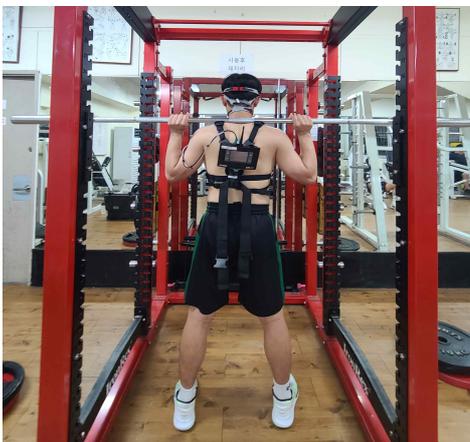


그림 6. 하체 저항운동(스쿼트) 시 심폐반응 측정법

## 5. 자료처리

본 연구 결과의 자료처리는 SPSS 통계프로그램을 이용하여 다음과 같이 분석하였다.

첫 번째, 모든 항목은 기술통계를 사용하여 평균과 표준편차를 구하였다.

두 번째, 강도별 측정 간에 환기량, 산소섭취량, 심박수의 차이 검증을 위해 반복측정분산분석을 실시하였다.

세 번째, 사후 검사는 대조검사(단순)를 실시하였다.

네 번째, 모든 통계의 유의 수준( $\alpha$ )은 0.05로 설정하였다.

## IV. 연구 결과

상체, 하체의 저항운동 강도별 심폐반응의 차이를 분석 및 검증에 대한 결과는 다음과 같다.

### 1. 사전검사

사전검사로 측정한 운동부하검사, 1RM의 결과는 다음과 같다.

#### 1) 최대운동부하검사

실험 전 연구 참여자들을 안정을 취하게 한 후 심박수를 측정한 결과, 안정 시 심박수  $79.86 \pm 11.60$  bpm으로 나타났고, 최대운동부하검사를 수행한 결과는 최대심박수  $199.06 \pm 2.89$  bpm, 최대산소섭취량  $51.44 \pm 4.05$  ml/kg/min으로 나타났다. 그 결과는 <표 7>과 같다.

표 7. 연구 참여자의 최대운동부하검사 결과

				(n=30)
	안정 시 심박수 (bpm)	최대심박수 (bpm)	최대산소섭취량 (ml/kg/min)	
연구 참여자	$79.86 \pm 11.60$	$199.06 \pm 2.89$	$51.44 \pm 4.05$	

#### 2) 1RM 측정

상체, 하체의 1RM을 측정한 결과, 상체 근력을 보여주는 벤치프레스의 1RM은  $75.43 \pm 18.41$  kg으로 나타났고, 하체 근력을 보여주는 스쿼트의 1RM은  $116.53 \pm 27.34$  kg으로 나타났다. 벤치프레스 1RM의 40%에서  $30.17 \pm 7.36$  kg, 1RM의 60%에서  $45.25 \pm 11.04$  kg, 1RM의 80%에서  $60.43 \pm 14.72$  kg으로 나타났고, 스쿼트 1RM의 40%에서  $46.61 \pm 10.93$  kg, 1RM의 60%에서  $69.91 \pm 16.40$  kg, 1RM의 80%에서  $93.22 \pm 21.87$  kg으로 나타났다. 그 결과는 다음 <표 8>과 같다.

표 8. 연구 참여자의 1RM 측정 결과

					(n=30)
	1RM	40%1RM	60%1RM	80%1RM	
벤치프레스 (bench press)	$75.43 \pm 18.41$	$30.17 \pm 7.36$	$45.25 \pm 11.04$	$60.43 \pm 14.72$	
스쿼트 (squat)	$116.53 \pm 27.34$	$46.61 \pm 10.93$	$69.91 \pm 16.40$	$93.22 \pm 21.87$	

## 2. 상체 저항운동 강도별 심폐반응 차이 결과

### 1) 환기량(L/min)

평균 환기량 결과는 다음 <표 9>과 같다. 1RM의 40%에서 20.19±3.72L/min, 1RM의 60%에서 25.16±4.60L/min, 1RM의 80%에서 34.50±5.84L/min으로 나타났다. 상체 운동 강도별 차이를 알아보기 위해 일원배치 반복측정분산분석을 실시한 결과는 <표 10>에 나타내었다. 그 결과 통계적으로 유의하게 나타났다(F=210.42,  $p<.001$ ). 사후검사 결과는 40%<60%<80%로 나타났다( $p<.001$ ).

표 9. 상체 저항운동 강도별 평균 환기량

				단위(L/min)
n=30	40%1RM	60%1RM	80%1RM	
M±SD	20.19±3.72	25.16±4.60	34.50±5.84	

표 10. 상체 저항운동 강도별 평균 환기량에 대한 일원배치 반복측정분산분석 결과

	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p	post-hoc
운동 강도	708.44	1	708.44	210.42	.000	40%<60%<80%***
오차	160.54	29	32.066			

\*\*\*  $p<.001$

2) 산소섭취량(ml/kg/min)

평균 산소섭취량 결과는 다음 <표 11>과 같다. 1RM의 40%에서 10.14±1.87ml/kg/min, 1RM의 60%에서 12.06±1.59ml/kg/min, 1RM의 80%에서 13.97±1.94ml/kg/min으로 나타났다. 상체 운동 강도별 차이를 알아보기 위해 일원 배치 반복측정분산분석을 실시한 결과는 <표 12>에 나타내었다. 그 결과 통계적으로 유의하게 나타났다(F=96.91,  $p<.001$ ). 사후검사 결과는 40%<60%<80%로 나타났다( $p<.001$ ).

표 11. 상체 저항운동 강도별 평균 산소섭취량

				단위 (ml/kg/min)
n=30	40%1RM	60%1RM	80%1RM	
M±SD	10.14±1.87	12.06±1.59	13.97±1.94	

표 12. 상체 저항운동 강도별 평균 산소섭취량에 대한 일원배치 반복측정분산분석 결과

	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p	post-hoc
운동 강도	219.612	1	219.612	96.91	.000	40%<60%<80%***
오차	65.718	29	2.266			

\*\*\*  $p<.001$

3) 심박수(bpm)

평균 심박수 결과는 다음 <표 13>과 같다. 1RM의 40%에서 95.53±14.40bpm, 1RM의 60%에서 104.9±13.45bpm, 1RM의 80%에서 120.5±15.20bpm으로 나타났다. 상체 운동 강도별 차이를 알아보기 위해 일원배치 반복측정분산분석을 실시한 결과는 <표 14>에 나타내었다. 그 결과 통계적으로 유의하게 나타났다(F=75.38,  $p<.001$ ). 사후검사 결과는 40%<60%<80%로 나타났다( $p<.001$ ).

표 13. 상체 저항운동 강도별 평균 심박수

				단위(bpm)
n=30	40%1RM	60%1RM	80%1RM	
M±SD	95.53±14.40	104.9±13.45	120.5±15.20	

표 14. 상체 저항운동 강도별 평균 심박수에 대한 일원배치 반복측정분산분석 결과

	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p	post-hoc
운동 강도	9333.795	1	9333.795	75.38	.000	40%<60%<80%***
오차	3590.666	29	123.816			

\*\*\*  $p<.001$

## 2. 하체 저항운동 강도별 심폐반응 차이 결과

### 1) 환기량(L/min)

평균 환기량 결과는 다음 <표 15>과 같다. 1RM의 40%에서 33.17±6.8L/min, 1RM의 60%에서 39.43±6.61L/min, 1RM의 80%에서 49.07±7.48L/min으로 나타났다. 하체 운동 강도별 차이를 알아보기 위해 일원배치 반복측정분산분석을 실시한 결과는 <표 16>에 나타내었다. 그 결과 통계적으로 유의하게 나타났다(F=118.22,  $p<.001$ ). 사후검사 결과는 40%<60%<80%로 나타났다( $p<.001$ ).

표 15. 하체 저항운동 강도별 평균 환기량

단위(L/min)			
n=30	40%1RM	60%1RM	80%1RM
M±SD	33.17±6.8	39.43±6.61	49.07±7.48

표 16. 하체 저항운동 강도별 평균 환기량에 대한 일원배치 반복측정분산분석 결과

	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p	post-hoc
운동 강도	1644.843	1	1644.843	118.22	.000	40%<60%<80%***
오차	338.914	29	10.95			

\*\*\*  $p<.001$

2) 산소섭취량(ml/kg/min)

평균 산소섭취량 결과는 다음 <표 17>과 같다. 1RM의 40%에서 18.57±2.64ml/kg/min, 1RM의 60%에서 21.80±2.22ml/kg/min, 1RM의 80%에서 24.80±1.83ml/kg/min으로 나타났다. 하체 운동 강도별 차이를 알아보기 위해 일원배치 반복측정분산분석을 실시한 결과는 <표 18>에 나타내었다. 그 결과 통계적으로 유의하게 나타났다(F=242.18, p<.001). 사후검사 결과는 40%<60%<80%로 나타났다(p<.001).

표 17. 하체 저항운동 강도별 평균 산소섭취량

				단위 (ml/kg/min)
n=30	40%1RM	60%1RM	80%1RM	
M±SD	18.57±2.64	21.80±2.22	24.80±1.83	

표 18. 하체 저항운동 강도별 평균 산소섭취량에 대한 일원배치 반복측정분산분석 결과

	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p	post-hoc
운동 강도	458.216	1	458.216	242.18	.000	40%<60%<80%***
오차	54.868	29	1.892			

\*\*\* p<.001

3) 심박수(bpm)

평균 심박수 결과는 다음 <표 19>과 같다. 1RM의 40%에서 125.36±13.18bpm, 1RM의 60%에서 138.26±13.31bpm, 1RM의 80%에서 155.26±13.10bpm으로 나타났다. 하체 운동 강도별 차이를 알아보기 위해 일원배치 반복측정분산분석을 실시한 결과는 <표 20>에 나타내었다. 그 결과 통계적으로 유의하게 나타났다(F=121.25,  $p<.001$ ). 사후검사 결과는 40%<60%80%로 나타났다( $p<.001$ ).

표 19. 하체 저항운동 강도별 평균 심박수

단위(bpm)			
n=30	40%1RM	60%1RM	80%1RM
M±SD	125.36±13.18	138.26±13.31	155.26±13.10

<표 20> 하체 운동 강도별 평균 심박수에 대한 일원배치 반복측정분산분석 결과

	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p	post-hoc
운동 강도	13410.150	1	13410.150	121.25	.000	40%<60%<80%***
오차	3207.350	29	110.598			

\*\*\*  $p<.001$

## V. 논의

본 연구는 저항운동의 경험이 있는 남자대학생 30명을 대상으로 저항운동의 대표적 상체운동 종목인 벤치 프레스(bench Press)와 하체운동 종목인 스쿼트(squat)를 이용하여 강도별(1RM의 40%, 60%, 80%) 환기량, 산소섭취량, 심박수의 결과를 비교하였다.

지금까지의 선행연구들에선 심폐반응의 차이에 대한 연구는 유산소 운동을 통해 비교하는 연구들이 대부분이고 저항운동은 근력, 근지구력 또는 신체구성에 미치는 효과에 관한 연구들이 대부분이다. 그러나 저항운동 시 에너지 소비량을 알기 위해서는 산소섭취량 등 심폐반응의 정보가 필요하다. 그래서 본 연구는 상체, 하체 두 부위의 저항운동 시 강도가 심폐반응에 어느 정도 되는지를 알아보고 이를 토대로 적절한 운동 처방을 계획할 수 있는 기초 자료를 제공하는 것이 목적이다.

### 1. 저항운동 강도별 심폐반응 차이

심폐반응은 심장의 반응을 볼 수 있는 심박수와 폐의 반응을 볼 수 있는 환기량, 산소섭취량을 복합적으로 적용 것을 말하며(이완기, 2004), 본 연구에서는 심폐반응을 확인하기 위해 환기량, 산소섭취량, 심박수를 측정하였다.

#### 1) 환기량

환기량은 1분간에 폐에 들어가는 공기량을 말한다. 본 연구에서 환기량은 저항운동 강도별 운동을 1분간 진행했을 때의 측정값의 평균이며, 산출된 데이터로 차이를 분석하였다. 그 결과, 모든 단계 간에 유의한 차이가 나타났다. 임춘한(2002)은 체육 전공 남자 대학생을 대상으로 운동강도에 따른 트레드밀 달리기를 실시하여 환기변인을 측정하였으며, 강도는 저강도, 중강도, 고강도로 나누었고 수준은  $50.26 \pm 11.29 \text{L/min}$ ,  $64.08 \pm 13.68 \text{L/min}$ ,  $84.26 \pm 21.56 \text{L/min}$ 으로 나타났다. 그 결과를 살펴보면, 저강도, 중강도, 고강도에 따른 환기량의 차이는 통계적으로 유의하게 나타났다. 이는 본 연구의 결과와 맥락을 같이하고 있다. 이러한 결과가 나타난 것은 운동 강도가 증가하면서 근육은 더 많은 힘과 노력을 필요로 하게 된다. 이는 더 많은 에너지가 소비된다. 에너지 소비가 증가하면 근육은 산소를 활용하여 에너지를 생성하게 된다. 따라서 운동 강도가 올라갈수록 산소를 더 많이 필요해 환기량이 증가한 것으로 보인다. 반면, 예재승(2012)은 20대 남성 15명을 대상으로 각각의 운동 강도에 따른 산소활용도를 측정하였으며, 강도는 저강도, 고강도로 나누었고 수준은  $49.10 \pm 16.81 \text{L/min}$ ,  $42.40 \pm 9.95 \text{L/min}$ ,  $61.90 \pm 15.73 \text{L/min}$ 으로 나타났다. 그 결과를 살펴보면, 저강도와 중강도에서의 차이가 유의하게 나타나지 않아

본 연구의 결과와 상반되는 결과가 나타났다. 이러한 차이가 나타난 것은 본 연구에서는 운동 종류를 상체와 하체로 나누어 측정했고 운동 강도는 달라도 운동 회수와 운동 시간은 동일하게 진행한 반면, 예재승(2012)의 연구에서는 상체, 하체의 운동을 함께 진행했으며 운동 회수는 40%1RM에서 15회, 60%1RM에서 12회, 80%1RM에서 8-10회로 운동 강도에 따른 운동 회수를 다르게 진행했고, 총 운동 시간도 강도가 올라갈수록 적었다. 따라서 많은 반복횟수로 늘어난 운동시간이 탄수화물 대사의 기여를 높였기 때문에 본연구와 상이한 결과가 나타난 것으로 판단된다. 이렇듯 운동 강도에 따라 불수의적으로 수축하는 폐의 기능이 개선 될 수 있음을 볼 수 있으며, 저항운동은 호흡근의 발달을 촉진하여 신체의 산소 소비를 효율적으로 관리하고, 이로써 폐의 환기 능력이 개선될 수 있음을 알 수 있다(주형석, 2011).

## 2) 산소섭취량

산소섭취량은 지구성 운동능력을 나타내는 지표로서 널리 이용되고 있다. 최대산소섭취량은 심장 질환이나 비만 또는 운동 부족으로 더욱 감소하게 되며, 운동을 주기적으로 실시하면 그 감소율은 낮아진다고 한다. 이러한 산소섭취량은 운동량과 운동강도에 비례하게 나타나는 것으로 알려져 있으며, 본 연구에서는 저항운동 강도별 운동을 진행했을 때 측정된 값이며, 산출된 데이터로 차이를 분석하였다. 그 결과, 모든 단계 간에 유의한 차이가 나타났다. 김구(2006)는 남자대학생을 대상으로 장시간의 지구성 운동이 호흡순환계에 미치는 영향을 알아보기 위하여 운동강도를 저강도, 중강도, 고강도로 나누었고 수준은  $8.28 \pm 5.79 \text{ml/kg/min}$ ,  $34.68 \pm 5.00 \text{ml/kg/min}$ ,  $62.64 \pm 8.28 \text{ml/kg/min}$ 으로 나타났다. 그 결과를 살펴보면, 모든 강도 간에 평균 산소섭취량이 통계적으로 유의한 차이가 나타났다고 보고하고 있어 본 연구의 결과와 맥락을 같이 하고 있다. 또한, 예재승(2012)은 20대 남성 15명을 대상으로 저항운동 강도에 따른 산소활용도를 측정하였으며, 강도는 저강도, 고강도로 나누었고 수준은  $10.43 \pm 2.58 \text{ml/kg/min}$ ,  $12.60 \pm 2.00 \text{ml/kg/min}$ ,  $19.18 \pm 3.51 \text{ml/kg/min}$ 으로 나타났다. 그 결과를 살펴보면, 모든 강도 간에 평균 산소섭취량의 차이가 유의하게 나타났다고 보고하고 있어 본 연구의 결과를 지지하고 있다. 이러한 결과가 나타난 것은 저항운동의 강도가 높아질수록 산소섭취량의 증가를 가져오고 총 운동량을 증가시킴으로써 총 에너지 소비량의 상승을 유도할 것으로 사료된다(예재승 등, 2012). 그러나 유산소운동 시 산소섭취량을 측정한 김구(2006)의 연구와 저항운동 시 산소섭취량을 측정한 예재승(2012)의 연구를 비교해 볼 때 산소섭취량의 차이가 있다. 이러한 이유는 유산소운동은 대부분의 근육이 참여하며, 지속적으로 산소가 필요하므로 호흡 및 순환기계가 활성화되는 반면, 저항운동은 주로 특정 근육 그룹을 집중적으로 사용하며, 짧은 시간 동안 진행되기 때문에 호흡 및 순환기계의 활성화가 유산소운동에 비해 상대적으로 적기 때문으로 판단된다.

### 3) 심박수

심박수는 안정 시나 운동 시 심폐반응의 지침으로서 가장 널리 이용되며, 가장 많은 연구가 이루어지고 있다. 심박수는 운동 강도에 따라 비례적으로 증가하는데 (Osgood, 1987), 본연구에서 평균 심박수는 저항운동 강도별 운동을 진행했을 때 측정된 값이며, 산출된 데이터로 차이를 분석하였다. 그 결과, 모든 단계 간에 유의한 차이가 나타났다. 임춘한(2002)은 체육 전공 남자 대학생을 대상으로 운동강도에 따른 트레드밀 달리기를 실시하여 환기변인을 측정하였으며, 강도는 저강도, 중강도, 고강도로 나누었고 수준은  $126.44 \pm 10.74 \text{bpm}$ ,  $147.78 \pm 16.00 \text{bpm}$ ,  $164.56 \pm 8.72 \text{bpm}$ 으로 나타났다. 그 결과를 살펴보면, 저강도, 중강도, 고강도에 따른 평균 심박수의 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다고 보고하고 있어 본 연구의 결과를 지지하고 있다. 이는 본 연구의 결과와 맥락을 같이하고 있다. 또한 최병진(1999)은 체육 전공 남자 대학생을 대상으로 환기역치에 따른 강도별 지속운동시 산소섭취량 및 심박수의 변화에 관한 연구를 하였으며, 강도는 저강도, 중강도, 고강도로 나누었고 수준은  $132.89 \pm 13.89 \text{bpm}$ ,  $156.33 \pm 15.90 \text{bpm}$ ,  $173.56 \pm 7.78 \text{bpm}$ 으로 나타났다. 그 결과를 살펴보면, 모든 강도 간에 평균 심박수의 차이가 유의하게 나타났다고 보고하고 있어 본 연구의 결과를 지지하고 있다. 이러한 결과가 나타난 것은 강도가 증가함에 따라 골격근의 수축력의 증가로 많은 양의 혈액을 공급하기 위해 심박출량이 증가하고, 전신에서 심장으로 회귀하는 혈액의 양도 증가하여 상승하기 때문으로 판단되며(최무섭, 2002), 따라서 본 연구와 같이 평균 심박수의 차이가 있다는 것을 보여주고 있다.

## 2. 강도별 저항운동의 유산소적 상대 강도

저항운동 강도별 심폐반응 차이의 결과로 볼 때 저항운동은 산소섭취량의 증가를 가져오고 총 운동량을 늘임으로써 총에너지 소비량의 상승을 유도할 것으로 사료된다. 그렇다면 강도별 저항운동이 유산소 효과로는 강도가 어느 정도 차이가 나는지를 알아보기 위해 산출된 평균 산소섭취량을 여유산소섭취량(% $\dot{V}O_2R$ )에 대입하여 측정된 상대 강도의 결과는 <표 21>에 나타내었다.

<표 21> 상체, 하체의 저항운동 강도별 여유산소섭취량

	단위(% $\dot{V}O_2R$ )		
	40%1RM	60%1RM	80%1RM
상체	13.88±3.83	17.91±3.38	21.91±4.04
하체	31.57±5.52	38.41±5.59	43.21±4.86

<표 21>를 보면 상체의 저항운동에서는 강도가 증가함에 따라 여유산소섭취량(% $\dot{V}O_2R$ )도 증가하였다. 1RM의 40%에서 13.88±.83%, 60%에서 17.91±3.38%, 80%에서 21.91±4.04%로 나타났다. 이는 높은 저항운동 강도가 상체 근육을 더 많이 사용해 산소소비량이 증가하는 것으로 보인다. 반면, 하체의 저항운동에서도 비슷한 경향을 보였다. 1RM의 40%에서 31.57±5.52%, 1RM의 60%에서 38.41±5.59%, 1RM의 80%에서 43.21±4.86%로 나타났다. 하체 근육은 대근육군으로 구성되어 있어 높은 강도의 저항운동을 수행할 때 더 많은 에너지 소비가 필요하며, 이로 인해 여유산소섭취량이 증가하는 것으로 보인다. 또 상체 저항운동 시 여유산소섭취량과 하체 저항운동 시 여유산소섭취량을 비교했을 때 하체 저항운동에서 더 큰 여유산소섭취량을 보였다. 이는 상체, 하체의 저항운동 시 사용되는 근육 그룹의 차이가 있어 발생하는 것으로 보인다. 하체의 저항운동은 주로 대퇴사두근과 비복

근 등 하체 근육을 주로 사용하고, 상체의 저항운동은 대흉근과 삼각근 등 상체 근육을 주로 사용한다. 하체 근육은 상체의 근육보다 대근육군으로 구성되어 있다. 그래서 1RM의 차이를 봐도 상체 저항운동인 벤치프레스의 1RM은  $75.43 \pm 18.41\text{kg}$  이고, 하체 저항운동인 스쿼트의 1RM은  $116.53 \pm 27.34$ 이다. 이는 하체 운동 시 더 큰 힘을 낼 수 있다는 것이고, 그에 따라 더 큰 에너지 소비를 유발할 수 있다는 것이다. 더 큰 에너지 소비를 유발하기 때문에 더 많은 혈류와 산소가 하체 근육으로 공급되어야 한다. 따라서 하체 운동 시 더 많은 산소가 필요해 하체 저항운동 시 상체 저항운동 보다 여유산소섭취량이 더 크게 나타난 것으로 보인다. 다만, 유산소적 강도로 볼 때는 모두 저강도에 속한다. 이는 해당 운동이 무산소 운동에 해당하며, 실제적인 산소의 능력을 평가할 때 여유산소섭취량이 낮게 나타날 수 밖에 없다. 하지만 운동 처방에서는 이러한 값이 중요하다. 강도에 따른 여유산소섭취량을 고려함으로써 특정 운동이나 강도에 따른 에너지 소비량을 예측하고, 이를 토대로 적절한 운동 처방을 계획할 수 있다. 이는 운동 프로그램의 효과적인 설계와 개인의 목표에 맞는 올바른 운동 처방을 위해 중요한 정보로 활용될 수 있을 것으로 판단 된다.

## V. 결론 및 제언

본 연구는 20대 남성 30명을 대상으로 저항운동의 대표적 상체운동 종목인 벤치프레스(bench press)와 하체운동 종목인 스쿼트(squat)를 이용하여 강도별(1RM의 40%, 60%, 80%)로 실시할 때 심폐반응(환기량, 산소섭취량, 심박수)이 어떻게 차이가 나는지를 비교 분석해 검증한 결론은 다음과 같다.

첫째, 상체(벤치프레스)운동 시 운동강도(1RM의 40%, 60%, 80%)에 따라 심폐반응(환기량, 산소섭취량, 심박수)에 차이가 났다.

둘째, 하체(스쿼트)운동 시 운동강도(1RM의 40%, 60%, 80%)에 따라 심폐반응(환기량, 산소섭취량, 심박수)에 차이가 났다.

따라서 본 연구를 통해서 상체, 하체의 저항운동 강도별 심폐반응의 차이는 운동의 생리적 특성을 더 깊게 이해하는데 기여하며, 효과적인 운동 프로그램 및 운동 처방에 도움이 될 것으로 기대된다. 하지만 향후 연구에서는 더 다양한 변수 및 모집단에 대한 실험이 필요할 것으로 보인다. 또한 더 다양한 저항운동에서의 심폐반응의 차이의 비교가 필요해 보인다. 본 연구를 통해 얻어진 결과와 논의를 바탕으로 후속 연구를 위해 제언하고자 한다.

첫째, 다양한 연령대를 대상으로 진행하여 이에 나타나는 심폐반응의 차이를 비교하는 연구가 후속적으로 수행되어야 할 필요가 있을 것이다.

둘째, 벤치프레스, 스쿼트 뿐만 아니라 더 다양한 저항운동에서의 심폐반응의 차이를 비교하는 연구가 후속적으로 수행되어야 할 필요가 있을 것이다.

## 참고문헌

- 강신범(2002). Treadmill을 이용한 점증적 최대운동이 혈중 항산화 효소의 농도에 미치는 영향. **한국운동영양학회**, 6(2), 179-181.
- 고덕한(2020). 면역력 증강을 위한 운동처방. **한국여성체육학회**, 2020(11), 37-44.
- 김구(2006). 운동강도별 지구성 운동이 호흡순환기능에 미치는 영향. **한국스포츠리서치**, 17(6), 433-440.
- 김동현(2015). **저항성 운동 트레이닝이 여자 대학생의 체력, 신체조성 및 골밀도에 미치는 영향**. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김분희(2000). 저항운동이 중년 여성의 면역 기능에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 39(4), 402-413.
- 김병한(2007). **저항운동 후 정리운동유형이 근피로도 회복에 미치는 영향**. 중앙대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김성연(2013). **신체활동 수준별 저항성 운동 참여수준과 대사증후군의 관련성**. 연세대학교 보건대학원 석사학위 논문.
- 김완수(2018). **ACSM's 운동검사·운동처방 지침**. 한미의학.
- 김윤환(2013). **벤치 프레스 운동 동작에서 무게에 따른 어깨 고립과 비고립이 대흉근의 근 활성화도에 미치는 영향**. 국민대학교 스포츠산업대학원 석사학위 논문.
- 김정훈(2014). **저항운동 강도가 12주 운동후 대사증후군 중년 여성의 대사증후군 위험인자, 혈관 염증지표 및 인슐린 저항성에 미치는 영향**. 울산대학교 박사학위 논문.
- 김준수, 송정란, 김도윤(2019). 체중조절 및 비만치료를 위한 저항운동 종목별 에너지소비량(TEE) 비교. **한국웰니스학회지**, 14(1), 411-422.
- 김창규, 위승두, 안의수, 남상남, 여남희, 김형돈, 김명화, 이대택, 배운정(2002). **FOX'S 운동생리학**. 서울 : 대한 미디어.
- 김현태, 남상미(1997). 운동수행 순서에 따른 심박수, 체온, 및 심적 부담에 관한 연구. **한국생활환경학회지**, 4(4), 35-46.
- 박한솔(2016). **스쿼트 운동 자세와 중량에 따른 하지 근 활성화 비교 분석**. 한양대학교 대학원 석사학위 논문.
- 방현석, 이삼준, 정용민(2008). 웨이트 트레이닝 동작 속도가 슬관절 및 요부관절 등속성 근 기능에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 34(2), 1181-1192.
- 선상규(2012). 야외 아동용 콤보형 자가발전 운동기구의 에너지소비량에 대한 연구. **한국초등교육**, 23(3), 175-186.
- 소지호(2021). 건강관리를 위한 운동처방 콘텐츠 개발 방안. **대한전기학회**,

- 2021(10), 195-196.
- 신승복, 이원재(2017). 클라우드컴퓨팅 기반의 운동처방전문가시스템 설계 및 구현을 위한 융합 연구, **한국융합학회**, 8(10), 9-17.
- 예재승, 박진홍, 김종혁(2012). 다양한 저항운동강도에 따른 지질대사, 기질 및 산소 이용의 변화. **한국체육과학회지**, 21(2), 1019-1031.
- 이근호(2018). **척수손상 장애인의 일반적 특성에 따른 심폐능력 및 근 기능 차이를 실험연구를 기반 한 효율적 운동프로그램 제시**. 단국대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이용수(2002). 저항운동방법에 따른 환기량, 에너지 소모량, 그리고 산소섭취량의 비교. **한국체육과학회지**, 11(1), 381-387.
- 이지영, 신선애, 김동현, 이종훈, 이영웅, 강현식(2005). 대사증후군 지표에 대한 비만지표와 심폐지구력의 상관성 비교. **운동영양학회지**, 9(1), 49-56.
- 임춘한(2002). 강도별 지속운동시 심박수 및 환기변인의 변화. **한국고등직업교육학회**, 3(2), 365-370.
- 주형석(2011). **중년여성의 중강도 유산소성 운동 프로그램 참여가 호흡순환계에 미치는 영향**. 목원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 최무섭(2002). 16 주간 근력운동에 따른 국소부위 골밀도의 변화와 상관관계 특성. **대한스포츠융합학회지**, 6(1), 65-76.
- 최병진(1999). 환기역치에 따른 강도별 지속운동시 산소섭취량 및 심박수의 변화에 관한 연구. **한국사회체육학회지**, 12(1), 899-906.
- 최승욱(2017). 성인 여성의 하지 근기능이 유산소 능력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 26(1), 1055-1063.
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *ESSENTIALS OF STRENGTH TRAINING AND CONDITIONING*, Human Kinetics.
- Balke, B., & Ware, R. W. (1959). Physical fitness of Air force personnel. *U.S. ARMED FORCES MEDICAL JOURNAL*, 10, 675-681.
- Blair, S. N., & Kohl, H. W. (1995). Invited commentary on physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *AMERICAN JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY*, 142, 1-2.
- Brooks, G. A. (2007). Lactate: link between glycolytic and oxidative metabolism. *SPORTS MEDICINE*, 37, 341-343.
- Chapman, D.W., Newton, M., Sacco, P., & Nosaka, K. (2006). Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORTS MEDICINE*, 27(8), 591-598
- Evans, B. W. (1999). Exercise training guidelines for the elderly. *MEDICINE AND SCIENCE SPORTS EXERCISE*, 31(1), 12-17.
- Fox 3rd, S. M., Naughton, J. P., & Haskell, W. L. (1971). Physical activity and

- the prevention of coronary heart disease. *ANNALS OF CLINICAL RESEARCH*, 3(6), 404-432.
- Gellish, R. L., Goslin, B. R., Olson, R. E., McDonald, A. U. D. R. Y., Russi, G. D., & Moudgil, V. K. (2007). Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE*, 39(5), 822-829.
- Gettman, L. R. & Pollock, M. (1981). Circuit weight training: A critical review of its physiological benefits. *THE PHYSICAL AND SPORTS MEDICINE*, 9, 44-60.
- Gulati, M., Shaw, L. J., Thisted, R. A., Black, H. R., Bairey Merz, C. N., & Arnsdorf, M. F. (2010). Heart rate response to exercise stress testing in asymptomatic women: the St. James women take heart project. *CIRCULATION*, 122(2), 130-137.
- Hunter, G. R., Byrne, N. M., Sirikul, B., Fernández, J. R., Zuckerman, P. A., Darnell, B. E., & Gower, B. A. (2008). Resistance training conserves fat free mass and resting energy expenditure following weight loss. *OBESITY*, 16(5), 1045-1051.
- Jackson, A., Beard, E.F., Wier, L.T., Ross, R.M., Stuteville., J.E. & Blair, S.N. (1995). Changes in aerobic power of men, ages 25-70yr. *MEDICINE SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE*, 27(1), 113-120.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2000). Physiology of resistance training: current issues. *ORTHOPEDIC PHYSICAL THERAPY CLINICS OF NORTH AMERICA*, 9(4), 467-514.
- Nakao, M., Inoue, Y., & Murakami, H. (1995). Longitudinal study of the effect of high intensity weight training on aerobic capacity. *EUROPEAN JOURNAL OF APPLIED PHYSIOLOGY AND OCCUPATIONAL PHYSIOLOGY*, 70(1), 20-25.
- Powell, J. (1983). Laser cladding.
- Stone, M. H., Fleck, S. J., Triplett, N. T., & Kraemer, W. J. (1991). Health and performance-related potential of resistance training. *SPORTS MEDICINE*, 11, 210-231.
- Tanaka, H., Monahan, K. D. & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY*, 37(1), 153-156.
- Wilmore, J. H, R. B. Parr, R, N. Girandola, P. Ward, P. A. Vodak, T. V. Pipes, G. T. & Romero, P. L. (1978). Physiological alterations consequential to circuit weight training. *MEDICINE SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE*, 16, 79-84.



## 연구대상자 동의서

연구과제명 : 상체, 하체의 저항운동 강도별 심폐기능 차이 비교

IRB 승인번호 : 1040968-A-2002-006

• 본인은 본인과 연구자 및 울산대학교 사이에 본인의 연구 참여 결정에 영향을 줄 수 있는 어떠한 관계도 없습니다.

확인 시 체크하세요.

• 본인은 연구 관련자로부터 이 연구에 대해 충분한 설명을 들은 후, 본인이 직접 설명문을 읽고 이해하였으며, 궁금한 사항에 대해 적절한 답변을 들었습니다.

확인 시 체크하세요.

• 아무런 강압 없이 자발적으로 본 동의서를 작성하며 이에 본 연구에 참여한다는 것을 서명으로 확인합니다.

확인 시 체크하세요.

• 본인은 연구자가 연구를 수행하며 수집한 개인정보를 제3자에게 제공하는 것에 동의합니다.

확인 시 체크하세요.

**VALID DURATION**

2022.09.23 - 2023.09.22

울 산 대 학 교 I R B (날짜 및 서명은 반드시 자필로 작성)

연구대상자 (성명)\_\_\_\_\_ (자필서명)\_\_\_\_\_ (서명일)\_\_\_\_\_

법정대리인(해당 시) (성명)\_\_\_\_\_ (자필서명)\_\_\_\_\_ (서명일)\_\_\_\_\_

(연구대상자와의 관계) \_\_\_\_\_

입회인(해당 시) (성명)\_\_\_\_\_ (자필서명)\_\_\_\_\_ (서명일)\_\_\_\_\_

연구책임자 (성명)\_\_\_\_\_ (자필서명)\_\_\_\_\_ (서명일)\_\_\_\_\_

### [부록 1]

본 연구는 울산대학교 생명윤리위원회(UOU IRB)에서 심의하여 승인한 동의서만을 이용합니다.

