creative commons

COMMONS DEED

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

dCollection

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

[UCI]I804:24011-200000340796

2020년 8월

박사학위논문

고강도 운동에 참여하는 남성들의 활동성 휴식처치가 Lactate와 pH에 미치는 영향

조선대학교 대학원

체 육 학 과

한 은 상

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

고강도 운동에 참여하는 남성들의 활동성 휴식처치가 Lactate와 pH에 미치는 영향

Effects of Active Rest Measures on Lactate and pH of Men Participating in High Intensity Exercise

2020년 8월 28일

조선대학교 대학원

체 육 학 과

한 은 상

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

고강도 운동에 참여하는 남성들의 활동성 휴식처치가 Lactate와 pH에 미치는 영향

지도교수 서 영 환

이 논문을 이학박사학위 신청 논문으로 제출함.

2020년 5월

조선대학교 대학원

체 육 학 과

한 은 상

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

한은상의 이학박사학위 논문을 인준함

위원장 조선 대학교 교수 윤 오남 (인)

위 원 남부 대학교 교수 구 민 (인)

위 원 조선 대학교 교수 이 경은 (인)

위 원 조선 대학교 교수 송재훈 (인)

위 원 조선 대학교 교수 서 영환 (인)

2020년 7월

조선대학교 대학원

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

목 차

ABSTRACT

Ⅰ. 서 론 ····· 1
A. 연구의 필요성 ····· 1
B. 연구의 목적 ····· 5
C. 연구의 가설 ····· 5
D. 연구의 제한점 ····· 6
E. 용어의 정의 ····· 7

Ⅱ. 이론적 배경 ····· 8
A. 크로스 핏 ····· 8
B. 고강도 인터벌 트레이닝(High Intensity Interval Training) ····· 16
C. Lactate ····· 17
D. 수소 이온 농도 지표 pH ····· 19
E. 활동성 휴식(Active Rest) ····· 20

Ⅲ. 연구방법 ····· 28
A. 연구 대상 ····· 28
B. 측정항목 및 방법 ····· 29
1. 신체적 특성 측정 ····· 29
2. 운동 피로도 Lactate의 측정 ····· 30
3. 신체 산성화 pH의 측정 ····· 32
C. 연구절차 ····· 33
D. 운동 프로그램 ····· 35
E. 측정도구 ····· 37

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

F. 통계처리 ····· 38

Ⅳ. 연구결과 ····· 39

A. Lactate(운동 피로도 회복)의 변화 ····· 39

B. pH(신체 산성화 예방)의 변화 ····· 42

C. Lactate와 pH의 상관관계 ····· 45

Ⅴ. 논 의 ····· 46

A. Lactate(운동 피로도 회복)의 변화 ····· 46

B. pH(신체 산성화 예방)의 변화 ····· 49

C. Lactate와 pH의 관계 ····· 50

Ⅵ. 결 론 ····· 52

참고문헌 ····· 54

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table

<Table 1> General Physical Skills ····· 9
<Table 2> Physical Characteristics of Subjects ····· 28
<Table 3> Process of Study ····· 34
<Table 4> Cross Fit Exercise Program ····· 35
<Table 5> Active Rest Program ····· 36
<Table 6> Measuring tool ····· 37
<Table 7> Independent Samples t-test of Lactate ····· 40
<Table 8> Repeated Measures ANOVA of Lactate ····· 41
<Table 9> Independent Samples t-test of pH ····· 44
<Table 10> Repeated Measures ANOVA of pH ····· 44
<Table 11> Correlation analysis of Lactate & pH ····· 45

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Figure

Figure 1. Wall Ball ····· 11
Figure 2. Kettle bell ····· 11
Figure 3. Box ····· 11
Figure 4. GHD Machine ····· 11
Figure 5. Wall Ball Shot ····· 12
Figure 6. Box Jump ····· 13
Figure 7. Dead Clean ····· 14
Figure 8. GHD Sit-Up ····· 15
Figure 9. Process of Producing Lactic-acid ····· 18
Figure 10. pH Indicator 1~14 ····· 19
Figure 11. Jogging ····· 21
Figure 12. Jumping-Jack ····· 22
Figure 13. Step Box-Step Up ····· 23
Figure 14. Semi Pitch ····· 24
Figure 15. Slow Burpee Test ····· 25
Figure 16. Skate Hops ····· 26
Figure 17. Process of Measuring Lactate ····· 31
Figure 18. pH Strips ····· 32
Figure 19. Changes in Lactate ····· 40
Figure 20. Changes in pH ····· 43

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

ABSTRACT

Effects of Active Rest Measures on Lactate and pH of Men Participating in High Intensity Exercise

Han, Eun-Sang
Advisor : Prof. Seo, Young-Hwan
Department of Physical Education,
Graduate School of Chosun University

High-intensity exercise required by modern people is a cause of acidification of the body due to excessive exercise fatigue and a decrease in pH value due to the rapid increase of the fatigue substance Lactate. Cool-down is used in the field as a method to reduce the fatigue of the exercise, but this also does not deviate from the concept of recovery after exercise, and the measurement of pH is a blood vessel invasive measurement method. Therefore, as a recovery method during exercise, it is more effective for recovery of exercise fatigue and prevention of body acidification due to high intensity exercise compared to intermittent treatment of active rest to promote aerobic metabolism of high intensity interval method and Cool-down, a traditional active rest of high intensity exercise. And the relationship between the Lactate and pH concentration and the reference material of training program development, and it is considered that it is necessary to present the usefulness of the non-invasive measurement method of pH test. In this study, 28 males in their 20s and 30s were screened into 14 intermittent groups and 14 cool-down groups. Lactate and pH were measured four times for each exercise period using a

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

cross fit, a representative high-intensity exercise, and the results are as follows.

1. As a result of examining the difference between Lactate by measurement time of the two groups, at 2nd (p <.001), 3rd (p <.001), and 4th (p <.05) showed significant differences except 1st (p >.05) between the two diagnoses. The effect of restoring exercise fatigue was found to have an interaction effect between period (p <.001), period * group (p <.05) and group (p <.001).

2. The pH was at 2nd (p <.01), 3rd (p <.01), showed significant differences except 1st (p >.05) and 4th (p >.05) between the two diagnoses. The effect of preventing acidification on the body was found to have an interaction effect between the period (p <.001) and the group (p <.001), excluding the period * group (p >.05).

3. Lactate and pH are negatively correlated with 1st (p <.01), 2nd (p <.001), 3rd (p <.01), and 4th (p <.001) during the same period.

In conclusion, the intermittent treatment of active rest is more effective in recovering exercise fatigue and preventing body acidification than in cool-down treatment. In addition to the fatigue recovery effect, it is thought to be able to develop an effective exercise program that prevents body acidification, and it is also considered to be easy to use non-invasive measurement for efficient measurement of body acidification.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

I. 서 론

A. 연구의 필요성

현대인에게 운동이란 건강한 삶을 영위하기 위한 필수적인 수단으로 인식되면서 많은 이들이 운동에 관심을 보이고 참여하기를 원하고 있다. 이에 관련된 체육학자들이나 의사들은 건강을 위해서 규칙적인 운동의 중요성을 언제나 강조하고 있지만 일상적인 생활시간이 바쁜 현대인에게 운동을 규칙적으로 참여하기란 결코 쉬운 일이 아니다. 실제로 2019년 통계청이 발표한 문화체육관광부, [국민생활체육조사]의 결과에 따르면 참여 경험이 있는 체육활동에 규칙적으로 참여하지 않는 이유에 관한 질문에 53.3%가 체육활동이 가능한 시간이 부족하다는 참여시간부족으로 응답하였다(통계청, 2019). 이처럼 현대인에게 시간의 문제는 체육활동 참여지속에 영향을 미치게 된다. 이러한 이유에서 미국 스포츠의학회 ACSM에서 매년 설문조사하여 발표하는 Worldwide Survey of Fitness Trends for 2020에 따르면 Top 10 랭킹 순위 중 2위에 High Intensity Interval Training(HIIT)이 차지하였다(ACSM, 2019). 그만큼 현대인의 운동에 대한 감성이 고강도의 운동으로 짧은 시간을 요구하고 있다고 할 수 있다.

따라서 운동에 대한 과학적인 방법과 효과를 높이기 위한 연구들이 지속적으로 이루어지고 있으며, 효과가 높으면서도 운동시간은 단축할 수 있는 고강도 운동방법에 대중들의 관심이 집중되었다. 고강도 인터벌 운동(HIIT)은 짧은 시간 동안 운동 강도를 높임으로써 에너지 소모율을 증가시키고 운동 중간 간헐적으로 짧은 휴식을 갖는 방법을 반복함으로 결과적으로 운동의 기대효과를 높일 수 있다는 장점이 있다. 하지만 이러한 고강도의 운동방법들은 운동에 의한 피로가 다른 운동방법들과 비교했을 때 매우 높아 운동피로가 만성적으로 축적되기가 쉬우며, 피로물질인 Lactate를 다량 생성하게 돼 신체 산성화를 유발하게 된다.

Lactate의 동의어로는 젖산 이라고도 하며, 운동 강도가 일정치 이상 증대하게

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

되면 호흡을 통한 환기량은 산소 섭취량을 급격히 초과하게 되고 이때 혈중 젖산농도가 특징적으로 급격한 상승을 보이게 되며, 이것을 무산소 문턱값 이라고 한다. 무산소 문턱값은 동의어로 무산소 역치점 혹은 동의어는 아니지만 무산소 역치점에서 젖산의 생성도 급진적인 증가를 보인다하여 젖산 역치점과 동질적 의미로 사용되고 있으며, 연령에 따른 차이점이 있으나 중년기 이전 청년기에는 일반적으로 60~80%VO_2max의 운동 강도를 초과하는 시점에서 무산소 문턱값이 발생하는 것으로 알려져 있다(서영환, 2016). 즉, 무산소성 대사를 동원해 에너지 공급이 급격히 요구되는 높은 운동 강도에서 강한 산성성분인 Lactate의 생성량이 증가 한다고 할 수 있다. 고강도운동 시 무산소성(해당과정)대사 과정의 최종 산물로 생성되는 젖산은 근 세포를 산성화 시켜 근 피로와 근육통을 유발하고 운동능력이 제한되며, 산소공급과 완충계에 의해 산화 또는 분해되어 다시 에너지원으로 환원되어 사용되기도 한다(김동석, 2019). 또한 Lactate가 체내에 축적되어 해소되지 않으면 피로감과 함께 근형질세망의 칼슘(Ca)가 작용하는 것에 부정적인 영향을 주어 근육의 운동성이 방해를 받게 되고 그로인해 지속적인 운동수행능력을 이루지 못하게 되며, 체내 근육 및 혈액의 pH(potential of Hydrogen ions)를 산성화 시켜 신체 산성증을 유발시키고 체내 pH의 감소는 결국 근 수축 기전을 저하시키며, 산소의 활동과 ATP의 생성을 억제할 수 있어 근 피로를 동반하게 된다(정일규, 1997, Hermansen et al., 1988; Shalin, 1986; Karlsson 등, 1971). pH는 용액의 수소이온(H+)의 농도를 말하며, 산성과 염기성의 지표로 사용되고 있다. 인체의 정상적인 pH농도는 7.35~7.45의 수준으로 약한 염기성을 띄는 것이 정상으로 1에 가까울수록 강한 산성을 의미하며, 7은 중성, 14에 가까울수록 강한 염기성을 의미한다. 때문에 체내 젖산의 축적이 나타나면 인체를 산성화시켜 세포조직의 pH를 저하시킨다(Ahlborg, et al., 2010).

이처럼 Lactate의 축적은 신체 산성화의 원인이 될 수 있기 때문에 고강도 운동에 의한 운동피로도 회복에 관한 연구에서는 운동피로를 유발하는 물질인 Lactate와 함께 신체 산성화의 정도를 알아볼 수 있는 pH지표를 함께 고려해야 할 것이다. 하지만 pH검사의 경우 일반적으로 검사의 신뢰도 문제를 우려해서

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

혈액을 이용한 혈관 침습방법이 사용되고 있는데 이는 피험자에게 검사상 큰 부담을 줄 수 있다. 현대의 여러 가지 측정방법들의 경향을 살펴보면 혈액에서만의 특정한 반응을 보이는 검사처럼 불가피한 경우를 제외하고는 최대한 비침습법을 활용하는 경향을 보이고 있다. 실제로 신체적 스트레스를 측정하는 검사방법에 관해서 전통적인 스트레스 검사는 Cortisol과 Catecholamine을 측정하기 위해 혈관 침습법이 사용되어 왔지만 이는 그 자체로 피험자의 스트레스에 즉각적인 영향을 주어 피험자에게 큰 부담이 된다는 의견이 제시되어왔으며(이상호 등, 2008), 그에 따라 혈액과 함께 가장 많이 사용되는 타액을 활용한 비침습법 검사가 이루어지고 있다. pH의 혈관 침습법 검사의 경우 검사의 절차와 시간 및 비용의 경제적인 측면에서 상당히 비효율적인 반면 타액을 이용한 비 비침습법을 활용한다면 검사의 절차와 시간 및 비용을 줄여줄 뿐만 아니라 피험자에게 검사에 대한 부담을 감소시킬 수 있을 것으로 보여 진다.

이러한 pH에 영향을 미치는 Lactate를 감소시키기 위해서는 충분한 휴식으로 자연스럽게 제거시키거나 마사지, 입수온도 등이 효과가 있다고 알려져 있으며, 영양학적 측면에서 영양보충 방법의 식이요법과 함께 약물을 통한 약리학적 접근으로 Non Steroid Anti-inflammatory Medication 즉, 비스테로이드성 항염증제의 복용 및 투여가 사용되고 있다(Minett & Duffield, 2014). 하지만 이러한 여러 가지 방법 중에서 현장에서 가장 빈번히 사용되고 있는 방법이 Active Rest 즉, 적극적이고 능동적인 휴식으로 격렬한 운동 직후 완전히 휴식을 취하는 것이 아닌 가벼운 활동으로 천천히 휴식해 Lactate를 빠르게 감소시켜 운동피로를 회복하는 활동성 휴식 방법의 일환인 Cool-down 정리운동이다. 이에 따라 박은지(2003)의 젖산 회복을 위한 적정 회복운동 강도 설정에 대한 연구를 살펴보면 최대 운동능력의 30%정도 강도의 유산소성 활동이 효과가 가장 높다는 결과를 보고 하였다. Lactate의 회복을 위한 활동성 휴식은 운동 피로를 극복하기 위해 많은 연구가 이루어져 왔다. 최근에는 선수들의 경기력을 향상시키기 위한 훈련방법에 젖산 측정에 대한 연구 자료를 근거로 제시하고 있는데(류경화 등, 2003), 젖산 측정에 따라 유·무산소성 운동을 구별하고 선수의 개별적인 운

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

동 강도 설정 등에 활용되고 있으며(박동호 등, 2001), 젖산은 일반적으로 혐기성 대사의 부산물로 여겨져 호기성 대사가 부족할 경우 혈중 젖산농도가 상승할 수 있다는 것을 강조 하고 있다(조시온, 2018). Lactate의 생성기전을 종합해서 살펴보면 기본적으로 운동 중 산소결핍에 의해 무산소 대사과정 중 해당과정의 부산물로써 발생이 원인으로 이를 해결하기 위해 가장 중요한 것이 충분한 산소의 공급이다. 이와 같은 원리를 통해 Cool-down을 활용한 연구가 이루어져왔지만 이마저도 고강도 운동으로 이미 높아진 Lactate를 낮춘다는 개념에서 벗어나지 못하고 있다.

따라서 고강도 운동에 유산소성 대사를 촉진하는 활동성 휴식의 Intermittent 처치와 일반적인 활동성 휴식인 Cool-down처치를 비교해 Lactate와 pH의 변화 차이를 통해 고강도 운동 및 훈련 시 운동 피로도의 회복과 신체 산성화 예방에 보다 효과적인 운동 및 훈련 프로그램의 기초 자료를 제시하고자 한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

B. 연구의 목적

본 연구는 고강도 크로스 핏 운동에 참여하는 일반남성을 대상으로 활동성 휴식의 처치 형태가 Lactate와 pH 변화에 어떠한 영향을 미치는지 규명하여 효과적인 운동 피로도 회복과 신체 산성화 예방을 위한 운동 및 훈련 프로그램 개발과 신체 산성화 측정 시 pH의 비침습적 방법의 활용성을 제시하기 위함에 목적을 두었다.

C. 연구의 가설

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구가설을 설정하였다.

1. Intermittent처치 집단과 Cool-down처치 집단은 Lactate(운동 피로도 회복)에 차이가 있을 것이다.

2. Intermittent처치 집단과 Cool-down처치 집단은 pH(신체 산성화 예방)에 차이가 있을 것이다.

3. 각 집단의 Lactate와 pH의 변화 간에는 부적 상관관계가 있을 것이다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

D. 연구의 제한점

본 연구를 수행함에 있어 다음과 같은 제한점이 따른다.

1. 본 연구의 대상은 G광역시 H크로스 핏 센터의 20~30대 남성 28명으로 제한하였다.

2. 연구결과의 일반화를 고려해 대상자 선정에 기준(Lactate 3.0이하, pH 7~8 Point)을 두었다.

3. 피험자들의 평소 생활습관은 완벽히 통제하지 못하였다.

4. 피험자들의 측정과 운동조건은 가능한 동일하게 적용하였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

E. 용어의 정의

1. 활동성 휴식

일반적인 인식의 휴식은 비활동적인 완전한 휴식을 의미하는 반면 활동성 휴식은 저강도의 활동으로 휴식을 취하는 Active Rest로 일종의 능동적 휴식을 의미한다.

2. 활동성 휴식의 Intermittent처치

Intermittent란 간헐적을 뜻하며, 활동성 휴식의 Intermittent처치는 인터벌 트레이닝의 방법을 활용해 저강도의 유산소성 Active Rest를 고강도운동 중 간헐적으로 여러 차례 실행하는 처치방법이다.

3. 활동성 휴식의 Cool-down처치

스포츠 현장에서 일반적으로 사용되고 있는 활동성 휴식 방법으로 동의어로는 정리운동이 있으며, 격렬한 운동을 모두 마친 후 집중적인 Active Rest로 신체의 생리적인 활동을 점증적으로 안정 시 수준으로 회복시키는 활동이다.

4. 운동 피로도

인간의 운동은 부하에 의한 신체의 피로를 야기하고 운동 피로도는 운동의 강도가 높을수록 여러 가지 피로 물질의 증가로 인해 운동지속에 방해를 초래한다.

5. 신체 산성화

체액의 수소 이온 농도가 과도한 산성화를 나타내는 신체적인 상태를 뜻하며, 인체의 정상적인 수소 이온 농도는 안정 시 7.3~7.4정도로 약한 염기성을 띄는 것이 정상이다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅱ. 이론적 배경

A. 크로스 핏

1. 크로스 핏의 역사

크로스 핏은 Crossover(두 가지 이상이 교차하다)와 Fitness(신체적 건강)를 결합한 합성어로 1980년대 '혼합운동'의 의미로 트레이닝이 시작되어(박주식 등, 2014) 미국 캘리포니아 산타크루즈의 역도코치였던 Greg Glassman에 의해 1996년 처음 체계화되었고 공식적으로는 2001년 크로스 핏에 대한 공식 인터넷사이트가 개설되었고 각종 크로스 핏에 대한 정보 및 연구, 모션영상, 대회소식 등을 제공하게 되면서 지금 우리가 알고 있는 세간에 공식화된 크로스 핏이 시작되었다. 또한 현재는 15,000개 이상의 계열사를 보유하고 있는 전 세계적 동향의 운동이 되었다(CrossFit Home, 2020).

2. 크로스 핏의 특징

크로스 핏은 안전, 건강한 영양섭취와 효과적인 운동이 특징인 라이프 스타일(Life Style)을 추구하며, 운동의 초보자부터 선수에 이르기까지 모든 사람들에게 적용할 수 있고, 모든 영령 및 성별과 운동능력수준에 맞게 조절할 수 있다. 크로스 핏은 개인별로 맞춤화된 매일, 매번 다르게 연속적으로 변동하는 운동과제와 일상생활에서 사용될 수 있는 기능적 움직임 즉, 효과적이며, 효율적인 움직임을 사용한다. 또한 크로스 핏은 운동 강도의 수준은 매우 높지만 개개인이 안전하게 체력향상을 시킬 수 있도록 조정될 수 있다. 한편 크로스 핏에서

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

인정하는 10가기 신체적 기술과 용어적 해석은 다음과 같다(CrossFit Home, 2020).

<Table 1> General Physical Skills

General Physical Skills	
분 류	용어해석
① Cardiovascular/respiratory endurance	심혈관/호흡기 지구력
② Stamina	전신지구력
③ Strength	순발력
④ Flexibility	유연성
⑤ Power	근력
⑥ Speed	근 속력
⑦ Coordination	조정력(협응력)
⑧ Agility	민첩성
⑨ Balance	균형
⑩ Accuracy	정확도

(CrossFit Home, 2020)

크로스 핏은 매일 새롭게 주어지는 일일과제 형식의 다양한 운동을 스케줄로 계획하고 수행하게 되며, 이것을 Workout of the Day(WOD)라 한다. 최대한 강하게 가능한 많은, 가장 빠르게 수행함을 기본으로 하여 스스로 새로운 기록을 만들기도 하며, 이전의 기록을 갱신하기도 하면서시간이 지남에 따라 더 많은, 더 강한 운동량을 늘려간다.

크로스 핏은 그 특유의 높은 강도 탓에 상해 및 손상에 관한 연구 혹은 지적

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

등이 많은 주목이 되었지만 이는 기본에 충실하고 낮은 난이도에서 높은 난이도로 점증적 원리와 개인차, 양적인 운동보다 질적인 운동 면을 우선시하며, 완전한 회복에 집중 하는 등에 노력하라고 조언하고 있다.

3. 크로스 핏의 운동효과

크로스 핏의 궁극적인 목적은 체지방의 감소, 근육량의 증가, 체력증진에서 그치는 것이 아니며, 연령과 성별, 비만 유·무 등에 따라 여러 가지 효과에 관한 연구가 진행되었다. 김원경(2013)은 크로스 핏 운동이 비만중년여성의 피하지방 두께 및 혈중지질과 각종 건강체력에 긍정적인 효과를 보임 바를 밝혔으며, 유동훈(2015)은 12주간 중년남성을 대상으로 한 크로스 핏 집단과 일반적인 웨이트 집단 간 건강체력 및 기능체력을 비교한 결과 크로스 핏 집단이 최대산소 섭취량과 사이드스텝 민첩성에서 더 높은 운동효과를 보였으며, 혈중지질 또한 TC, TG, LDL-C가 감소하고 HDL-C가 증가함을 보고 하면서 일반적인 웨이트 트레이닝 보다 더 짧은 시간에 운동효과를 보여주는 효율적인 운동이라고 소개하였다. 또한 Michael 등(2013)은 Cross Fit을 기반으로 하여 고강도 파워 운동이 최대산소섭취량과 신체구성에 긍정적인 변화를 보였다는 결과를 보고하는 등 전반적인 체력향상과 혈중지질 및 신체조성 등에 관한 효과를 제시하고 있고, 아동기 및 청소년기를 대상으로 한 유동훈 등(2019)의 연구는 크로스 핏 트레이닝이 여자아동의 체력, 혈중지질 및 골 대사 지표에 미치는 영향에 관해서 10주간의 크로스 핏 운동이 운동수행이 없는 집단과 비교했을 때 배근력, 윗몸 일으키기, 제자리높이뛰기, 눈감고 외발서기, 체전굴에서 유의한 차이를 보였고 혈중지질에서는 TC, TG, HDL-C, LDL-C에서 유의한 차이와 골 대사에서 Osteocalcin에서 만 유의한 차이를 보였음을 밝혔고 12주의 크로스핏 운동이 남자 초등학생을 대상으로 체지방률감소, 골밀도의 증가와 전반적인 체력요인의 향상을 보고하였다(강민성 등, 2016). 이러한 개념에서 Jodai Saremi(2008)은 크로스핏은 '기능적 복합운동'으로 일반적인 훈련과의 차이를 강조, 신체능력

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

에 전반적으로 최대의 효과를 기대하는 신개념 훈련으로 소개하고 있다. 본 연구에서 사용된 크로스 핏 운동의 도구와 동작은 다음과 같다.

Exercise Equipment

Figure 1. Wall Ball

Figure 2. Kettle bell

Figure 3. Box

Figure 4. GHD Machine

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Wall Ball Shot

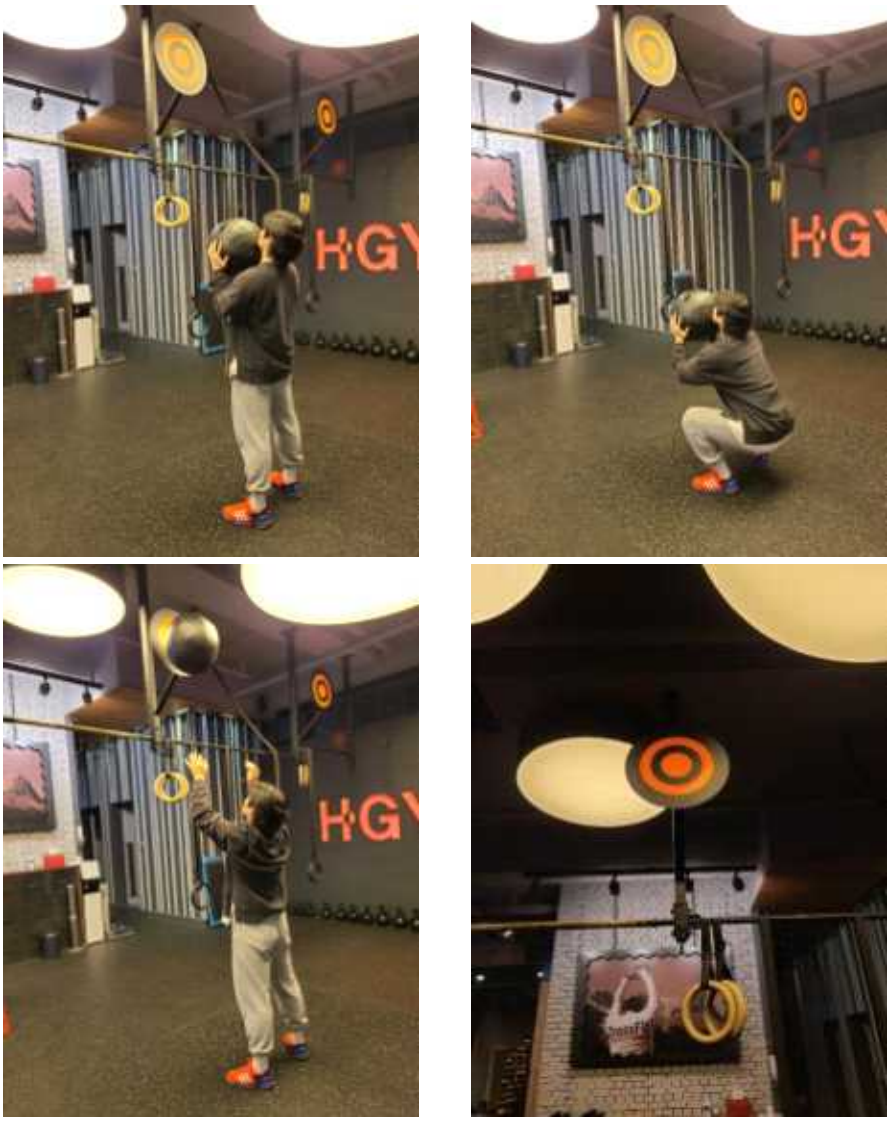

Figure 5. Wall Ball Shot

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Box Jump

Figure 6. Box Jump

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Dead Clean

Figure 7. Dead Clean

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

GHD Sit-Up

Figure 8. GHD Sit-Up

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

B. 고강도 인터벌 트레이닝(High Intensity Interval Training)

고강도 인터벌 트레이닝은 HIIT로 표현되기도 하는 대표적인 고강도 운동법으로 1930년에 최초로 고안되어 일반인들을 위한 운동이 아닌 전문적인 운동선수들의 훈련 방법으로 개발되었다. 장거리달리기 육상선수들에게 처음으로 사용되었으며, 1952년 제15회 핀란드 헬싱키 올림픽에서 당시 체코슬로바키아 선수인 Emil Zátopek가 5,000m와 10,000m, 마라톤 등 3종목에서 우승을 차지하면서 대중화로 소개 되었다(Leanna, Ryan, Durstine, 2016).

인터벌운동이란 고강도 운동과 저강도 운동을 반복적으로 실시하여 운동과 운동 사이에 휴식을 가지는 트레이닝(김경배, 2015)으로 일반적으로 그 운동의 강도가 매우 높은 운동법으로 인식되어 왔고 운동 방법에 대한 연구가 미비하여 일반인보다는 전문적인 스포츠 선수들의 운동기능과 체력을 향상시키기 위한 목적으로 사용되어 왔다. 그러나 현대에는 일반인들의 관심이 높아지고 있으며, 대부분 건강증진에 관련한 연구가 이루어지고 있어 적절한 운동 강도 설정의 중요성과 그 효과에 대한 결과들이 제시되고 있는 실정이다. 고강도 인터벌 트레이닝은 고강도 구간에서 강한 자극에 의해 에너지 대사 활성화 및 근육과 심혈관계의 생리적 반응이 빠르게 나타난다고 보고되고 있다(Bin, Xianfeng, Xiangna, Jilin, 2017). 일반적으로 고강도 인터벌 트레이닝은 운동의 프로그램 유형, 강도, 빈도, 기간, 간격, 운동량 등의 구성으로 변수를 두고 임의의 요인을 조정하여 생리적 반응에 영향을 미칠 수 있다고 전해진다(Julia, Basso, Andrea, Meredith, Ryan, Wendy & Suzuki, 2015). 이러한 고강도 인터벌식의 훈련은 근육계의 대사기능 및 순환계 능력을 향상시키고(Trapp et al., 2008), 중강도 지속성 트레이닝 MICT(Moderate Intensity Continuous Training)에 비해 신체조성 및 유·무산소 능력 변인 등에 동일한 시간으로 기준할 때 타 운동 방법들에 비해 매우 효과적이다(Lau, Wong, Ngo, Liang, Kim & Kim, 2015). 고강도 인터벌 트레이닝의 보편적인 방식은 HRmax 85%에서 95%까지의 고강도 운동을 4분간 지속하고 HRmax 50%내지 60%강도로 3분간 유지하는 방식으로 4회 반복

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

하는 것을 사용한다(Leanna, Ryan, Durstine, 2016). 이러한 보편적인 기준으로 운동의 특성 및 목적에 의해 운동방법의 다양한 변화를 적용할 수 있다는 측면에서 볼 때 단순한 고강도 운동은 운동 피로도가 높은 반면 운동을 지속하는 시간이 매우 짧아 효율성에 대한 문제와 상해의 위험이 항상 제기되는 인식을 가지는 반면 인터벌 트레이닝은 단순한 고강도운동법의 이러한 단점을 상당부분 보완할 수 있는 운동법으로 프로그램의 다양한 변화를 적용할 수 있다.

이처럼 고강도 인터벌 운동은 운동 강도를 높게 설정해 폭발적인 무산소성 대사과정과 저강도 운동 강도로 유산소성 대사과정의 반복을 함께 이용하기에 적합한 방법이라고 할 수 있다.

C. Lactate

1. 운동과 Lactate의 관계

운동 중 젖산 생성의 Process를 살펴보면 운동 강도가 높을수록 인체에 산소의 공급량이 요구량을 충족시켜 주지 못하게 되고 무산소성 대사 해당과정의 산물로 상대적으로 많은 양의 젖산이 축적되기 시작하며, 운동 강도가 낮아지면 젖산의 제거율이 축적량에 비해 높아지기 때문에 당 신생과 초성포도산으로 전환되어 지속적인 유산소성 대사에 사용된다(조창호, 2013). 갑작스런 운동 시에 발생되는 산소부족으로 인해 만들어진 Lactate는 근육피로를 유발시키고 운동지속에 방해가 되며, 점차 체내의 관련기관들을 활성화시켜 산소공급이 원활해 질 때 신체가 감당 할 수 있는 정도의 젖산축적량을 조절하여 운동을 계속 할 수 있게 된다고 할 수 있다(신원, 2002). 다시 말해 젖산은 산소가 부족할 만큼 혹은 무산소성 대사과정을 동원하는 고강도 운동 중에 해당과정의 부산물로 생성되며, 생성률과 제거율과의 불균형으로 축적되게 된다. 이러한 젖산은 산소공급이 제거의 관건으로 볼 수 있다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

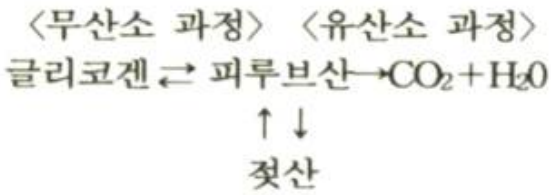

Figure 9. Process of Producing Lactic-acid

젖산은 운동으로 인한 중요한 신체변화의 대사적 변수 중 하나로 일반적으로 피로와 관련하여 오랫동안 알려져 오고 있다. 젖산의 축적은 피로유발 요인으로 알려져 있고, 산성화가 되면 조직의 pH를 감소시키고 이로 인해 효소의 활성화, 미토콘드리아를 산화시키고 근육의 수축/이완 활동을 억제하며, 근 형질 세망 내에서 칼슘이온이 단백질과 결합 하는 양이 많아지게 된다. 이러한 현상은 운동강도와 운동시간에 영향을 받는데, 강도가 강하고 시간이 짧은 운동부하에서 젖산의 생성이 제거율 보다 높은 비율로 인해 제거율이 더 이상 균형을 맞추지 못하게 되어 Lactate축적이 시작되는 것이다(김현, 1998). 젖산의 제거는 여러 가지 방법들이 기인하지만 결과적으로 지속적인 Lactate의 축적과 안정 시로 제거되지 못하고 다시 축적되기를 반복하면서 만성화가 진행되면 신체 산성화를 불러올 수 있다. 한편 Lactate에 관한 현시대의 개념은 과거와 비교에 변화하고 있는 것으로 보여 진다. 해당과정에 의해 생성된 Lactate는 Krebs Cycle에서 유산소적으로 분해되어 글리코겐으로 재합성된다(최정수, 2015)는 개념으로 즉, 유산소성 대사 과정 중에 젖산은 다시 에너지원으로써 Recycle된다는 것을 의미한다. 젖산의 제거는 심장과 간에서 주된 역할을 하며, 골격근과 신장 등도 제거에 기인한다고 알려져 있고(Fox et al., 1981), 땀과 배뇨, 초성포도산으로 전환되거나 단백질로 전환 되는 등으로 제거된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

D. 수소 이온 농도 지표 pH

1. 인체의 pH 농도

'Potential of Hydrogen ions' 용액의 수소 이온 농도를 의미하며, 일반적으로 '산도'라고 알려져 있다. pH수치는 액체의 산성과 염기성을 0~14의 수치로 나타내며, 보통 pH가 7점 보다 낮으면 산성을 의미하고 7점보다 높으면 염기성을 의미한다. 신체의 정상적인 pH수치는 7.3~7.4정도의 약한 염기성을 유지하면서 건강을 위한 항상성에 기인한다. 운동 시 젖산의 축적은 세포의 pH를 감소 시켜 산성으로 만들어 근육의 수축·이완 속도에 영향을 줄 수 있고 근형질세망과 미토콘드리아 및 관련효소들의 활동에 부정적인 영향을 미치게 된다(김경화, 2005). 대사과정에서 사용되지 않은 Lactate는 체내 수소 이온 농도(H^+)를 산성화시킨다(Vander 등, 2001). 격렬한 근육관련 저항운동은 혈장 젖산을 증가시키고 pH를 산성화 시켜 신체 산성증과 밀접한 관련이 있다(Ljunghall 등, 1988). 신체 산성화에 의한 질환으로는 골밀도 감소 및 골다공증과 같은 골질환, 근육의 위축 및 만성통증, 만성적 염증 발생, 신장결석 등의 신장의 기능저하와 포도당 대사 장애, 심기능 저하 등 만성적인 신체 산성화는 우리 인체에 매우 유해한 악영향을 미친다.

Figure 10. pH Indicator 1~14

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

E. 활동성 휴식(Active Rest)

과거부터 활동성 휴식은 회복에 관하여 그 효과와 중요성이 강조되어 왔다. 수동 회복과 비교해 능동 회복은 혈액과 근육의 젖산을 감소 시켜주며, 근육의 펌프활동으로 신체 내 혈액의 울혈현상을 막아준다(정진우 등, 1996).

이처럼 비 활동성의 완전한 휴식을 통한 회복행동은 피로요인 젖산(Lactate)을 회복하는데 상대적으로 능동적인 회복인 활동성 휴식보다 회복시간이 지연되고 지연되는 시간동안에 운동을 지속하는데 어려움이 있다. 반면 가벼운 활동을 통한 능동적 회복의 경우 수동적 회복에 비해 Lactate를 회복하는데 시간적인 효율성이 높으며, 활동을 통해 신체의 신진대사를 점진적으로 안정 시로 회귀시켜 운동참여에 보다 빠르게 대처할 수 있고 만성적인 신체 산성화를 예방하는데 도움이 된다. 일반적으로 현장에서 흔히 사용하는 운동프로그램을 살펴보면 크게 준비운동을 뜻하는 Warm-up과 본 운동인 Main Exercise, 정리운동을 뜻하는 Cool-down으로 구성된다. 정리운동은 격렬한 운동에 따른 강도를 점진적으로 감소시켜 혈액순환과 여러 가지 신체의 기능을 운동 전 수준으로 회복시키는 능동회복 운동이다(신장호, 2006). 본 연구에 사용된 활동성 휴식의 동작은 다음과 같다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Jogging

Figure 11. Jogging

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Jumping-Jack

Figure 12. Jumping-Jack

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Step Box-Step Up

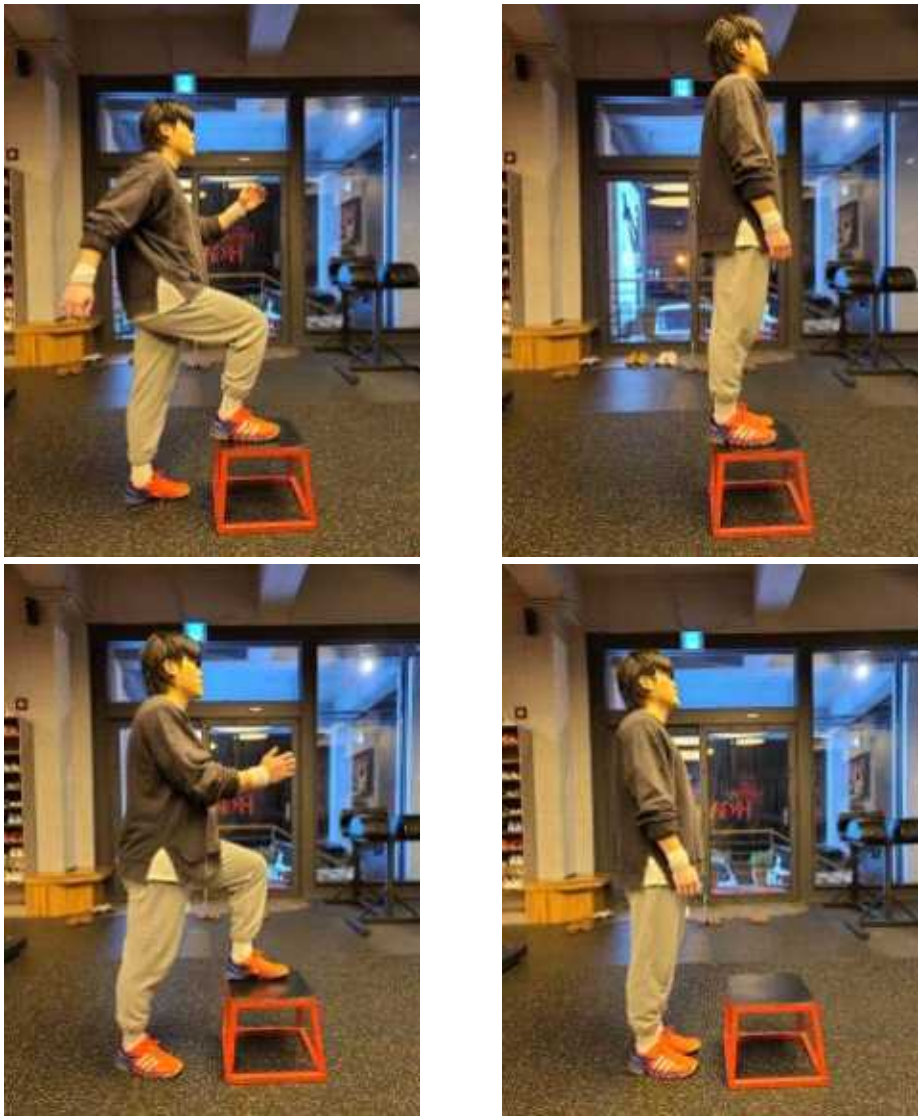

Figure 13. Step Box-Step Up

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Semi Pitch

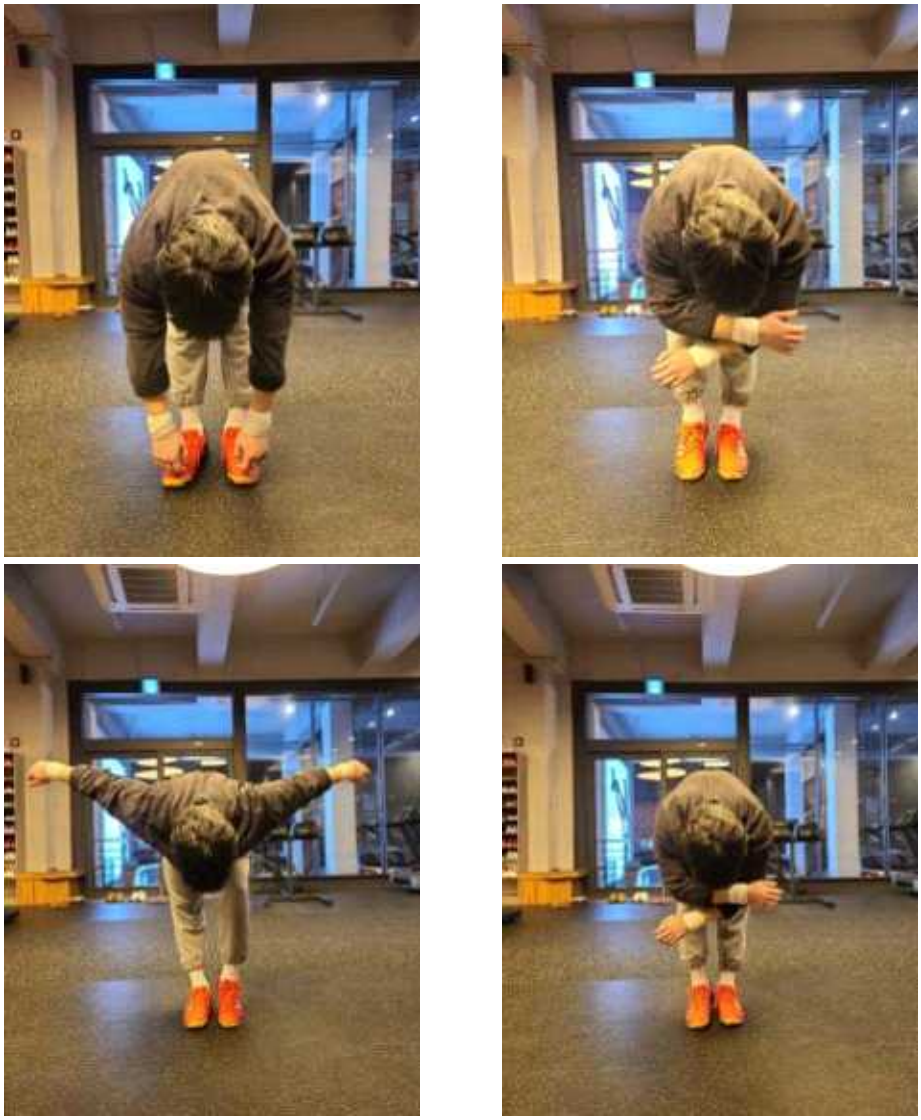

Figure 14. Semi Pitch

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Slow Burpee Test

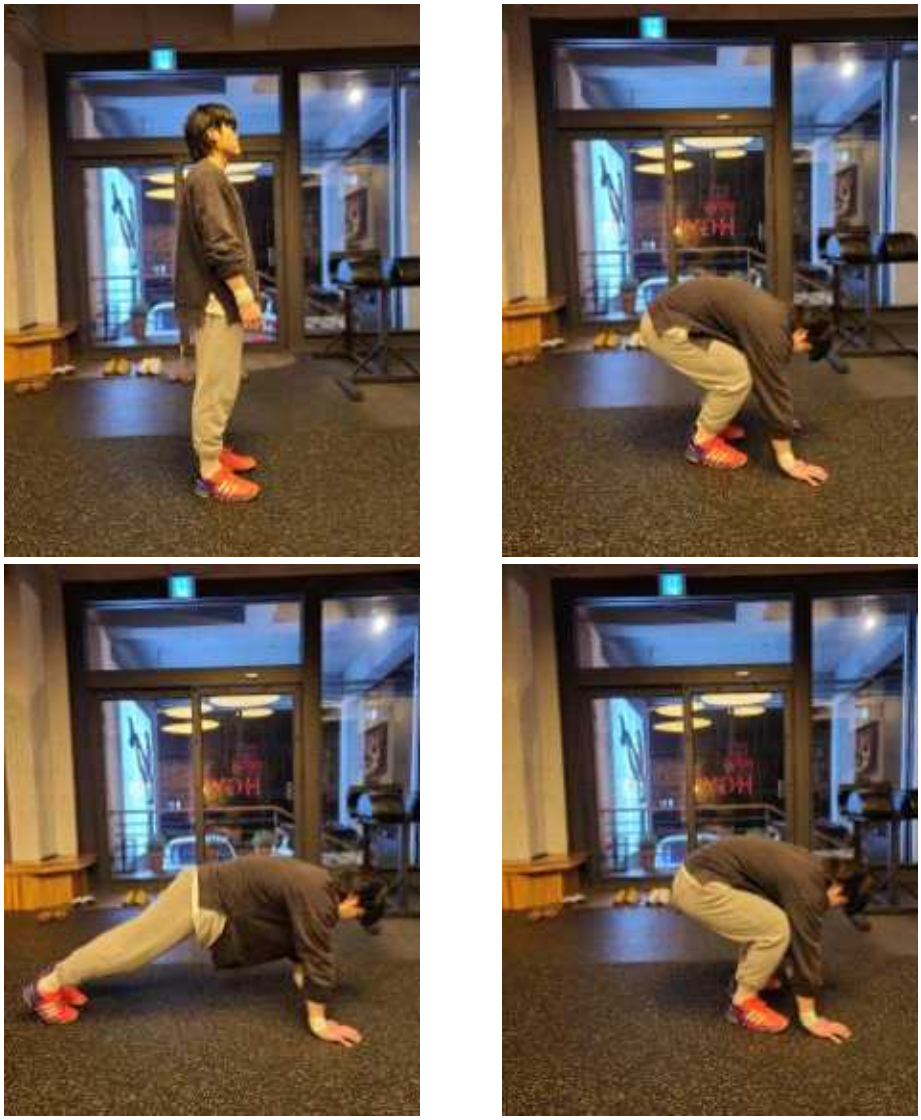

Figure 15. Slow Burpee Test

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Skate Hop

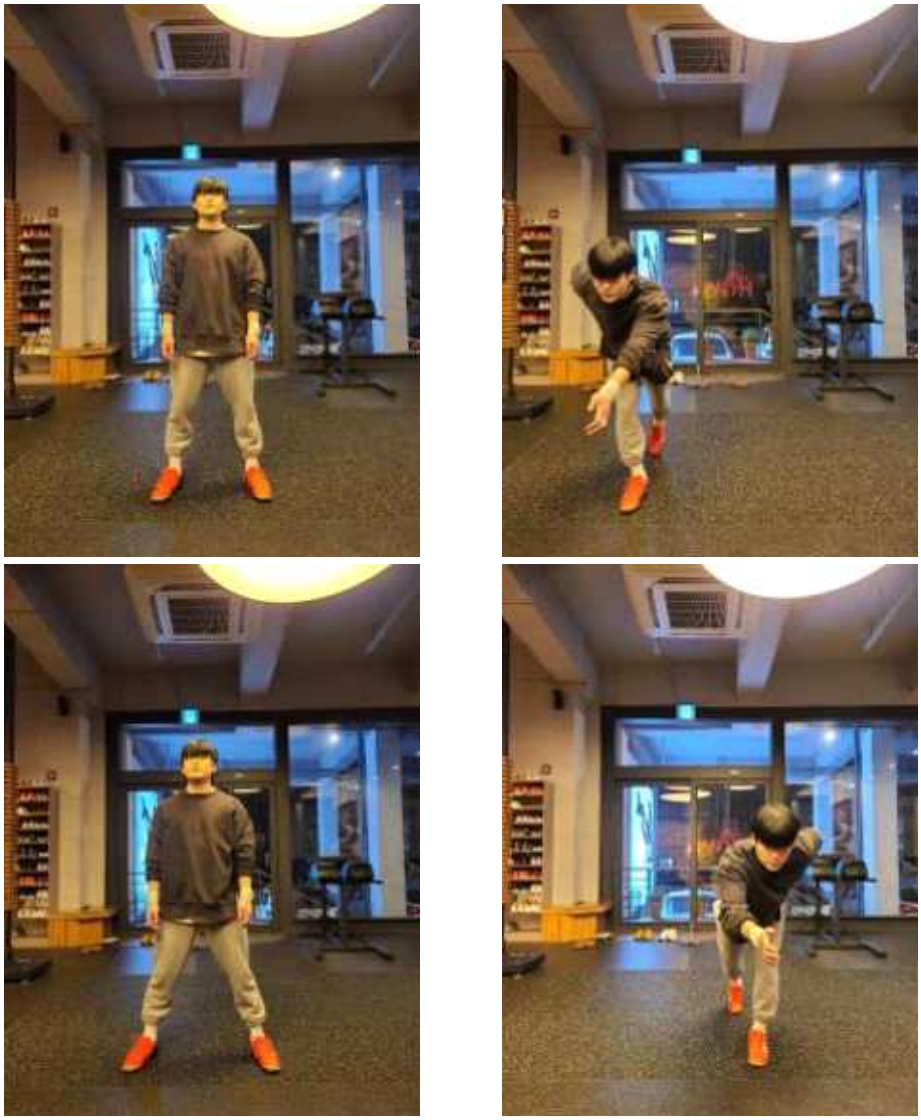

Figure 16. Skate Hops

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

1. 활동성 휴식의 Intermittent처치

활동성 휴식의 간헐적 처치를 의미하며, Cool-down과는 개념적인 차이가 있다. Cool-down은 정리운동의 의미로 사용되면서 본 운동이 끝나고 행해지는 일종의 능동적 휴식 방법인 반면, Intermittent 활동성 휴식은 고강도운동 프로그램의 운동 도중 간헐적으로 행해지는 휴식 방법을 의미한다. 즉, 운동과 운동사이 중간에 능동적인 휴식을 취하는 Active Rest를 활용한 회복의 방법인 것이다.

2. 활동성 휴식의 Cool-down처치

격렬한 고강도 운동 이후 점진적으로 운동 강도를 낮추면서 인체의 생리적 기능을 점차적으로 안정 시 수준으로 되돌리는 활동을 의미하며, 수동적 휴식보다 능동적 휴식이 혈액과 근육의 젖산수준을 더 감소시킨다(한동엽, 2002). 즉, 비활동성의 완전한 휴식보다는 능동적인 활동성 휴식이 혈액 및 근육에 축적된 Lactate를 감소시키는데 더욱 효과적이며, 능동적 회복은 신체의 활동성에 의해 근육의 펌프작용을 계속해 혈액의 울혈현상을 막는다(정진우, 1996). 이처럼 Cool-down은 격렬한 운동으로 급증하는 여러 가지 운동피로 물질이 혈액과 근육 등에 축적되어 유발하는 운동피로를 회복하기 위한 노력의 일환으로 행해지고 있다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅲ. 연구방법

A. 연구 대상

본 연구는 G-Power 3.1 프로그램을 사용하여 Tail - Two, ρ - 0.7, α - 0.05, Power - 0.9로 설정하여 산출한 연구대상자의 표본 수는 각 그룹 14명이며, 피험자 모집은 G광역시에 소재한 H크로스 핏 센터에 회원 등록 중인 20~30대 남성을 모집하여 연구에 대한 충분한 설명과 자발적인 참여를 희망하며, 의학상 특별한 질병이 없고 특정약물을 복용하지 않는 28명을 선정 하여 두 집단으로 구성 하였다.

연구에 참여한 모든 대상자들은 사전측정에서 Lactate(3mmol/L 이하)와 pH(7~8Point)의 적정 기준치에 준하는 대상자만을 선별하여 Intermittent Group 14명과 Cool-down Group 14명으로 무선선별 하였고 연구대상자의 신체적 특성으로는 신장과 체중, 체지방률을 측정하였다. 그에 따른 제시는 <Table 2>과 같다.

<Table 2> Physical Characteristics of Subjects M±SD

Group \ Item	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	BodyFat (%)	Lactate (mmol/L)	pH (point)
Intermittent Group (n=14)	27.5 ±4.65	177.67 ±5.62	77.6 ±11.43	16.22 ±3.87	2.02 ±.51	7.43 ±.51
Cool-down Group (n=14)	27.14 ±4.8	177.92 ±5.51	74.16 ±7.02	16.87 ±3.65	2.06 ±.46	7.57 ±.51

Values are mean±standard deviation,

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

B. 측정항목 및 방법

본 연구의 신체적 특성 측정은 체성분 측정기 InBody370과 신장계 BSM330을 이용하였으며, Lactate(운동 피로도)는 Lactate Pro2(LT-1730)를 이용하였고 pH(신체 산성화)는 pH Indicator Test Strips을 이용하여 구강 내 타액을 통한 비침습적 측정방식으로 이루어졌다.

1. 신체적 특성 측정

1) 신장(Standing Height)

신장은 길이계측 중 하나로 신체의 길이를 측정하는 항목이다. 피험자는 신발을 벗은 상태로 맨발로 신장계 바닥에 표시된 발모양의 가이드라인 지점에 바르게 선다. 양발 사이를 30~40도 정도 넓히고, 무릎, 허리, 목 등 신장에 영향을 줄 수 있는 관절을 곧게 펴고, 신장계 기둥에 둔부와, 등을 가볍게 접촉한 자세로 대기하면 발바닥 면 지점과 머리의 정점까지의 길이를 측정하여, 신장을 0.1cm 단위로 계측한다.

2) 체중(Body Weight)

체중은 신체의 지방 및 근육, 골 조직과 내장 등의 연부조직, 혈액과 수분까지 무게로 포함하는 신체의 종합적인 계측정보이다. 체중은 무게를 계측하는 항목으로, 무게에 영향을 주지 않을 만큼 최대한 가벼운 복장으로 측정한다. 체중은 체성분 측정기 InBody370으로 체성분과 함께 측정이 가능하며, 계측단위는 0.1kg 단위로 계측한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3) 체지방률(Body Fat%)

체지방률의 검사는 인체에 미세한 전류를 보내 지방조직은 전류의 흐름이 원활하고, 이외 다른 조직은 상대적으로 전류의 흐름이 원활하지 않는 특성을 이용한 전기저항측정법의 간편하고 안전한 측정이다. 상지의 양손으로 전극손잡이를 잡고 하지의 양발바닥 표면에 부착된 전극으로 미세전류를 흘려보내 전기저항을 측정한다. 이렇게 측정된 전기저항은 미리 입력되어 있는 사용자 정보로 성별, 연령, 인종 등의 세부특성에 따른 공식을 토대로 상관관계를 추정하여 체지방률을 계산하며, 0.1%단위로 나타낸다.

2. 운동 피로도 Lactate의 측정

운동 피로도 측정은 피험자에게서 채취한 미량의 전혈을 통해 피험자의 혈중 Lactate 수치를 계량화하여 측정을 할 수 있다. 손가락 끝을 알코올 솜으로 소독한 뒤 준비해둔 채혈기로 소독부위에서 미량의 모세전혈을 채취해 검사지가 결합된 Lactate Pro2(LT-1730)의 채혈표시 부분에 흡수시키면 15sec의 카운트 이후 Lactate의 혈중 함유량이 나온다. Lactate Pro2의 측정범위는 0.5~25.0mmol/L로 개발사측에서 제시하는 검사의 정확도는 표준편차 3% 이내로 높은 정확도의 검사도구이며, 일반적으로 안정 시 적정수준의 혈중 Lactate는 3mmol/L이하 이다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Figure 17. Process of Measuring Lactate

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 신체 산성화 pH의 측정

신체의 수소 이온 농도를 의미하는 pH측정은 PH Indicator Test Strips 이용해 혈관 비침습법을 활용하였으며, 구강을 통해 설하의 침샘에 Strips를 접촉하고 충분히 타액을 흡수시켜준 뒤 구강 내에서 제거하고 정확한 식별을 위해 Strips을 흔들어 잔여타액을 제거한 후 약 15sec 안에 Strips의 색상이 변하게 된다. 변화한 색상을 pH컬러차트와 대조해 해당되는 특정 색상을 통해 신체의 pH를 대조 판단할 수 있다. 측정 범위는 0~14까지이며, 0~3-매우 강한 산성, 4~6-산성, 7-중성, 8~11-알칼리성, 12~14-매우 강한 알칼리성을 의미한다. 인간의 정상적인 pH 수준은 7.3~7.4정도로 약한 염기성을 나타낸다.

Figure 18. pH Strips

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

C. 연구절차

본 연구는 동일한 운동총량과 운동강도에서 서로 다른 활동성 휴식 처치방법이 Lactate와 pH의 변화에 어떠한 영향을 미치는지 규명함으로써 운동 피로도 회복과 신체 산성화 예방효과 및 두 요인 간의 상관관계를 살펴보기 위하여 운동총량을 기준으로 고강도 운동량과 활동성 휴식량을 동일하게 설계하였다.

두 집단에 배정된 운동총량은 고강도 운동 30분과 활동성 휴식 9분으로 동일하다.

활동성 휴식 처치방법 및 측정시기는 다음과 같으며, 연구절차의 세부적인 진행사항은 <Table 3>으로 제시하였다.

Intermittent Group은 Lactate와 pH의 1차 안정 시 측정 이후 고강도 운동 10분/활동성 휴식 3분을 한 Round로 구성하여 3 Round가 진행되었으며, 각 Round종료 시 Lactate와 pH를 측정하여 사전측정을 포함한 총 4회의 측정이 이루어졌다.

Cool-down Group은 1차 안정 시 측정 이후 고강도 운동 15분 시점에 2차 측정, 30분 시점에 3차 측정, 9분간의 활동성 휴식 후 4차 측정 순으로 진행되었다. 각 그룹의 배정된 시간은 고강도 운동 30분과 활동성 휴식 9분으로 동일하다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

<Table 3> Process of Study

Selection of Subjects	
· 20~30 years man(n=28) · Group Selection : Intermittent Group(n=14), Cool-Down Group(n=14)	
↓	
Test	
· Physical Characteristics (Height, Weight, Body Fat%) · Measurement Factor (Blood Lactate, Potential of Hydrogen Ions)	
↓	
Program	
Intermittent Group	**Cool-Down Group**
· Exercise Form : High Intensity Cross Fit Exercise · Main Exercise Intensity : HRmax 70~80% · Active rest Intensity : HRmax or less 40% · Measurement Sequence : Intermittent Group(Convergence of Exercise and Active rest) · Before the exercise ⇒ 1st 10min/3min ⇒ 2nd ⇒ 10min/3min ⇒ 3rd ⇒ 10min/3min ⇒ 4th · Assignment time : High Intensity Exercise 30min /Active rest 9min	· Exercise Form : High Intensity Cross Fit Exercise · Main Exercise Intensity : HRmax 70~80% · Active rest Intensity : HRmax or less 40% · Measurement Sequence : Cool-down Group(Separation of Exercise and Active rest) · Before the exercise ⇒ 1st ⇒ 15min ⇒ 2nd ⇒ 15min ⇒ 3rd ⇒ Active rest 9min ⇒ 4th · Assignment time : High Intensity Exercise 30min /Active rest 9min
↓	
Statistical Processing	

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

D. 운동 프로그램

본 연구에 사용된 운동프로그램은 G광역시에 소재한 H크로스 핏 센터의 관련 자격증을 보유하고, 지도자로 10년 이상 종사하고 있는 크로스 핏 전문가의 자문을 받아 제작되었다. Intermittent Group과 Cool-down Group의 운동프로그램과 활동성 휴식 프로그램은 동일하게 진행되었다.

고강도 크로스 핏 운동프로그램은 <Table 4>로 제시하였으며, 활동성 휴식 프로그램은 <Table 5>으로 제시하였다.

<Table 4> Cross Fit Exercise Program

Sortation	Exercise Program	Intensity	Time
Warm-Up	- Stretching & Jogging		10min
Main Exercise	- Wall ball shot 50 raps/3-9kg Wall ball - Box Jump 50 reps/16-32inch Box - Dead clean 30 reps/Double bell/8-24kg Kettle bell - GHD Sit-up 40 reps/GHD_machine	70~80% /HRmax 3 Round	30min
Active rest	- Intermittent Group After the Rounds done, Active rest - Cool-down Group Main exercise done, Active rest	40% or less /HRmax	9min

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

<Table 5> Active Rest Program

Sortation	Active rest Program	Intensity	Time
Intermittent Group	- Jogging (1 min) - Jumping-Jack (20 sec) - Step Box-Step Up (30 sec) - Semi Pitch (30 sec) - Slou Burpee Test (20 sec) - Skate Hop (20 sec)	40% or less HRmax	1st 3min
			2nd 3min
			3rd 3min
Cool-down Group	- Jogging (3 min) - Jumping-Jack (60 sec) - Step Box-Step Up (90 sec) - Semi Pitch (60 sec) - Slou Burpee Test (60 sec) - Skate Hop (90 sec)		1st 9min

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

E. 측정도구

본 연구 대상자의 기본적인 신체적 특성과 Lactate 및 pH측정에 사용된 도구 및 정보는 다음 <Table 6>와 같다.

<Table 6> Measuring tool

Instrument	Measurement	Country	Item
Biospace	BSM330	Korea	Height
Biospace	InBody 370	Korea	Weight, Body fat%
ARKRAY, Inc	Lactate Pro2 (LT-1730)	Japan	Blood Lactate Test Meter
Mayitr	pH Indicator Test Strips	China	Potential of hydrogen ions

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

F. 통계처리

본 연구는 대상자 표본 수 산출의 위해서 G-Power 3.1프로그램을 통해 Tail - Two, ρ - 0.7, α - 0.05, Power - 0.9로 설정해 산출한 각 집단의 표본 수 값으로 14명씩 선정하였다. 수집된 자료는 SPSS Window ver. 24.0으로 통계처리 하였고 모든 결과 값은 평균과 표준편차(M±SD)로 제시하였다.

각 시기 별 Lactate와 pH의 집단 내 차이검증을 위하여 독립표본 t-test (Independent Samples t-test)를 실시하였고 두 집단의 운동 피로도 회복 및 신체 산성화 예방의 효과검증을 위하여 반복측정 분산분석(Repeated Measures ANOVA)을 실시하였으며, 신체 산성화 측정 시 비침습법의 활용성을 제시하기 위해 Lactate와 pH간의 상관분석(Correlation Analysis)을 통해 부적 상관관계 (Negative Correlation) 유·무를 파악하였다. 모든 통계적 유의수준 설정은 α=.05로 하였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅳ. 연구 결과

본 연구는 활동성 휴식의 간헐적인 처치와 집중적인 처치가 고강도 운동 시 Lactate와 pH에 어떠한 영향을 미치는지 규명하고 pH측정의 비침습적 방법의 활용성을 제시하기 위해 Intermittent Group 14명과 Cool-down Group 14명으로 선별하여 고강도 운동 30분과 활동성 휴식 9분 동안 1st, 2nd, 3rd, 4th로 나누어 시기별 총 4회의 측정을 통해 비교분석하였으며, 그에 따른 결과는 다음과 같다.

A. Lactate(운동 피로도 회복)의 변화

1. 두 집단 간 Lactate의 변화

두 집단의 각 시기별 Lactate의 Independent Samples t-test 결과는 다음 <Table 7>, <Figure 19>으로 제시하였다. Intermittent Group의 1st는 2.02±.51, 2nd는 8.4±1.44, 3rd는 9.9±.69, 4th는 11.63±2.04로 시기 별 변화를 보였으며, Cool-down Group의 1st는 2.06±.46, 2nd는 14.5±1.52, 3rd는 19.07±1.96, 4th는 13.52±2.65로 변화를 보여 두 집단 간 1st(p>.05)를 제외한 2nd(p<.001), 3rd(p<.001), 4th(p<.05)에서 유의한 변화가 있는 것으로 나타났다.

2. 운동 피로도 회복 효과

활동성 휴식의 처치방법에 따른 운동 피로도 회복 효과를 규명하기 위해 두 집단의 Lactate를 Repeated Measures ANOVA로 분석한 결과는 다음<Table 8>으로 제시하였다. Intermittent Group와 Cool-down Group의 시기 간(p<.001), 시기*집단 간(p<.05), 집단 간(p<.001)로 유의한 효과를 보였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

<Table 7> Independent Samples t-test of Lactate M±SD

Lactate (mmol/L)	1st	2nd	3rd	4th
Intermittent Group (n=14)	2.02±.51	8.4±1.44	9.9±.69	11.63±2.04
Cool-down Group (n=14)	2.06±.46	14.5±1.52	19.07±1.96	13.52±2.65
t	-.232	-10.868	-16.451	-2.116
p	.818	.000***	.000***	.044*

Values are mean±standard deviation, *p<.05, ***p<.001.

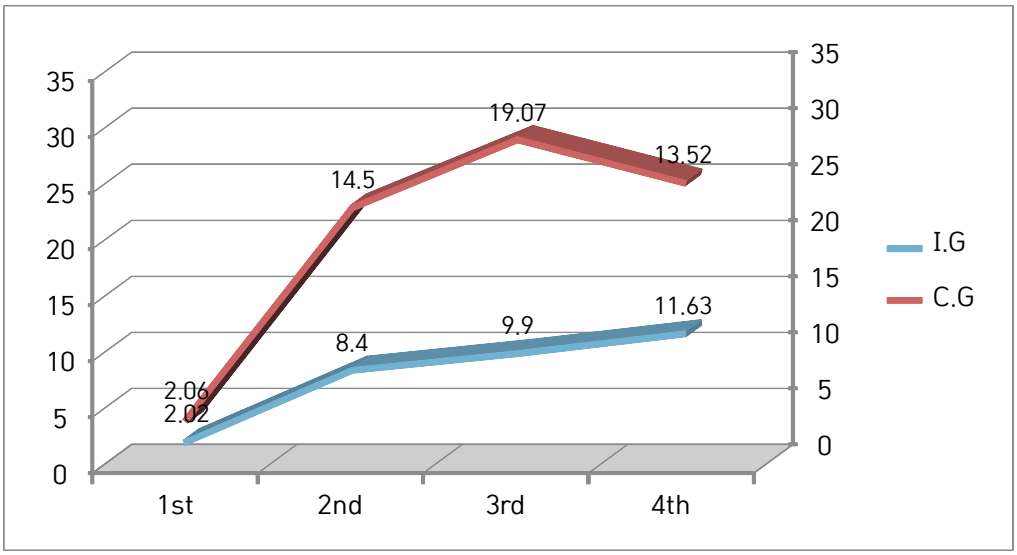

Figure 19. Changes in Lactate

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

<Table 8> Repeated Measures ANOVA of Lactate M±SD

Lactate (mmol/L)		Type Ⅲ Sum of Squares	F	*p*
Within Group	Time	1680.525	440.033	.000***
	Time*Group	26.015	6.812	.015*
	Error	99.296		
Between Group	Group	518.15	193.464	.000***
	Error	69.635		

Values are mean±standard deviation, *p<.05, ***p<.001

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

B. pH(신체 산성화 예방)의 변화

1. 두 집단 간 pH의 변화

두 집단의 각 시기별 pH의 Independent Samples t-test 결과는 다음 <Table 9>, <Figure 7>으로 제시하였다.

Intermittent Group의 1^{st}는 7.43±.51, 2^{nd}는 6.43±.51, 3^{rd}는 6.36±.49, 4^{th}는 6.14±.66로 시기별 변화를 보였으며, Cool-down Group의 1^{st}는 7.5±.51, 2^{nd}는 5.64±.84, 3^{rd}는 5.57±.75, 4^{th}는 5.64±.74로 변하를 보여 두 집단 간 1^{st}(p>.05)와 4^{th}(p>.05)를 제외한 2^{nd}(p<.01), 3^{rd}(p<.01)에서 유의한 변화가 있는 것으로 나타났다.

2. 신체 산성화 예방 효과

활동성 휴식의 처치방법에 따른 신체 산성화 예방효과를 규명하기 위해 두 집단의 pH를 Repeated Measures ANOVA로 분석한 결과는 다음<Table 10>으로 제시하였다.

Intermittent Group와 Cool-down Group의 시기*집단 간(p>.05)을 제외한 시기 간(p<.001), 집단 간(p<.001)의 유의한 효과를 보였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

<Table 9> Independent Samples t-test of pH M±SD

Lactate (mmol/L)	1st	2nd	3rd	4th
Intermittent Group (n=14)	7.43±.51	6.43±.51	6.36±.49	6.14±.66
Cool-down Group (n=14)	7.5±.51	5.64±.84	5.57±.75	5.64±.74
t	-.366	2.981	3.24	1.876
p	.714	.006**	.003**	.072

Values are mean±standard deviation, **p<.01

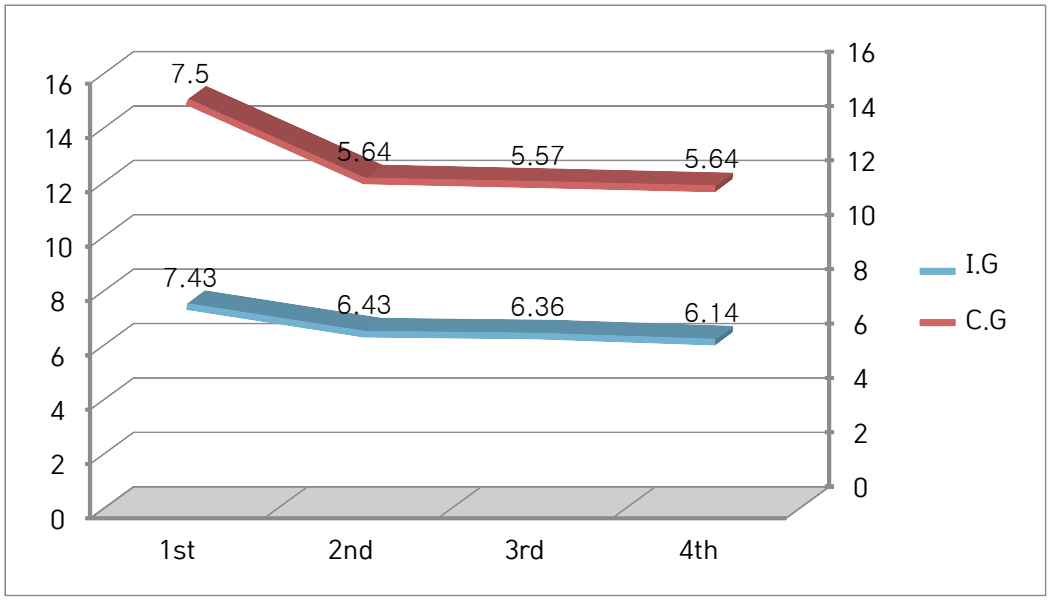

Figure 20. Changes in pH

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

<Table 10> Repeated Measures ANOVA of pH M±SD

Lactate (mmol/L)		Type Ⅲ Sum of Squares	F	*p*
Within Group	Time	32.064	69.431	.000***
	Time*Group	1.029	2.227	.148
	Error	12.007		
Between Group	Group	7.000	21.145	.000***
	Error	8.607		

Values are mean±standard deviation, ***p<.001

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

C. Lactate와 pH의 상관관계

pH의 비침습적 측정 방법의 활용성을 제시하기 위해 두 집단의 Lactate와 pH를 Correlation analysis결과는 다음<Table 11>으로 제시하였다.

운동피로도 Lactate와 신체 산성화 pH의 상관간계를 분석한 결과 동일한 시기 별 1st(p<.01), 2nd(p<.001), 3rd(p<.01), 4th(p<.001)에서 모두 부적 상관관계(negative correlation)가 있는 것으로 나타났다.

<Table 11> Correlation analysis of Lactate & pH M±SD

		1st pH	2nd pH	3rd pH	4th pH
1st Lactate	r	**−.510****	.161	.108	−.091
	p	**.006****	.412	.584	.645
2nd Lactate	r	.186	**−.661*****	−.636***	−.277
	p	.343	**.000*****	.000***	.153
3rd Lactate	r	.095	−.442*	**−.518****	−.468*
	p	.630	.018*	**.005****	.012*
4th Lactate	r	.189	−.187	−.068	**−.698*****
	p	.334	.340	.732	**.000*****

Values are mean±standard deviation, **p<.01, ***p<.001

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

V. 논 의

본 연구는 대표적인 고강도 운동인 크로스 핏에 참여하는 일반남성을 대상으로 활동성 휴식의 처치 형태가 Lactate와 pH 변화에 어떠한 영향을 미치는지 규명하여 효율적인 운동 피로도 회복과 신체 산성화 예방을 위한 프로그램 개발 및 신체 산성화 측정 시 비침습적 방법의 활용성을 제시하기 위함에 목적을 두었으며, 연구의 결과를 바탕으로 다음과 같은 논의를 하고자 한다.

A. Lactate(운동 피로도 회복)의 변화

Lactate는 과거부터 피로 요인으로 인식되어 오면서 운동 피로도의 지표로 사용되고 있으며, 강한 산성으로 인해 혈액을 비롯한 체액을 산성화시켜 세포를 산화시켜 신체의 pH를 감소시킴으로써 신체 산성화의 원인 중 하나로 알려져 왔다. 운동의 효과가 높고 운동 시간이 짧은 이유로 현대인들에게 관심을 받고 있는 고강도 인터벌 운동의 경우 개인의 체력수준을 고려하지 않은 고강도 운동은 만성적 골격근 통증과 안정 시 심박 수를 증가시키고 운동수행 능력을 저하시키는 등의 과사용 손상(overuse injuries) 및 과훈련(over training) 현상이 나타날 수 있다(Brenner, 2007). 본 연구의 집단 간 Lactate의 변화 결과를 살펴보면 Intermittent Group의 1^{st}는 2.02±.51, 2^{nd}는 8.4±1.44, 3^{rd}는 9.9±.69, 4^{th}는 11.63±2.04로 시기 별 변화를 보였으며, Cool-down Group의 1^{st}는 2.06±.46, 2^{nd}는 14.5±1.52, 3^{rd}는 19.07±1.96, 4^{th}는 13.52±2.65로 변화를 보여 두 집단 간 1^{st}(p>.05)를 제외한 2^{nd}(p<.001), 3^{rd}(p<.001), 4^{th}(p<.05)에서 유의한 변화가 있는 것으로 나타났다.

이와 관련해 고강도 운동과 운동 피로도의 관계 연구를 살펴보면 윤성준 등(2019)의 연구에서는 HRmax85%의 고강도 인터벌 운동 시 운동전과 비교해

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

운동 후 Lactate의 유의한 차이로 급진적인 증가를 보임과 동시에 또 다른 운동 피로 요인인 CK(Creatinine Kinase)와 LDH(Lactate Dehydrogenase)도 마찬가지로 유의한 차이를 보였다고 보고하였으며, 정삼홍(2011)의 연구에서도 고강도의 저항운동 시 안정 시 보다 운동 직후 유의한 차이로 증가함을 알 수 있다. 또한 이 같은 이론을 규명하는 연구로 진화은(2006)의 근육 동원군 운동형태와 강도차이로 혈중피로 요인으로 젖산을 비교한 연구에서는 상지만 사용하는 팔운동 집단과 하지만 사용하는 다리운동 집단, 상지와 하지를 모두 사용하는 전신집단의 운동 형태가 최대강도, 중강도, 저강도의 운동 강도에서 비교한 결과 모든 운동 형태에서 공통적으로 운동 강도가 높을수록 젖산의 증가를 보였음을 밝혔다. 이처럼 운동 강도가 높아짐에 따라 Lactate가 상대적으로 더 높은 증가를 보이고 그것은 저항성운동 등과 같은 무산소성 해당과정의 동원 비율이 높은 운동 형태에서 특징적으로 혈중 Lactate의 수준이 높아진다는 이론을 제시함과 동시에 다양한 피로요인들의 증가로 볼 때 고강도 운동 시 운동 피로는 Lactate만의 고유특성은 아닌 것으로 보여 진다.

또한 젖산 역치점은 트레이닝 기간에 따라 일정수준까지 지연시킬 수 있지만 절대적으로 제거할 수는 없기 때문에 무산소성 에너지대사에 비율이 높은 고강도 운동일수록 Lactate의 변화를 유심히 관찰해 볼 가치가 있다고 생각해볼 수 있다.

이러한 Lactate를 감소시켜 운동 피로도의 회복을 도모하는 방법으로 활동성 휴식은 고강도 운동에 의해 급증한 Lactate를 감소시키는데 매우 효과 적이라고 할 수 있다. 이에 따른 연구결과들을 살펴보면 오덕원(2013)은 준비운동과 정리운동의 실시여부가 지연성 근육통과 근 활성도에 미치는 영향을 연구한 결과 고강도운동에 있어 준비운동은 운동수행능력을 향상시키고 근육 및 관절의 온도상승과 심박수를 상승시켜 근 활성도에 긍정적인 영향을 미치며, 정리운동은 고강도운동 이후 심폐기능을 비롯한 신체능력을 회복하는데 갑작스러운 운동종료보다 효과적이라고 보고하였다. 한편 유영창(2002)은 점증부하 운동 후 정적휴식과 동적휴식으로 휴식유형을 달리하여 최대운동 직후 회복5분, 10분, 15분,

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

20분으로 회복시점으로 분류하여 젖산을 비교한 결과 운동직후 젖산의 최대치와 회복20분 시점의 젖산의 회복률은 정적회복이 29.87%, 동적회복이 46.85%로 동적회복이 젖산회복에 더 효과적인 것으로 나타났으며, 혈중산소농도 또한 정적휴식에 비해 동적휴식이 높아 더 많은 산소를 공급했다고 밝혔다. 이처럼 서로 다른 휴식 유형의 처치는 혈중 Lactate감소로 운동 피로도 회복에 영향을 주는 것으로 보이며, 회복 활동의 유형에 따라 Lactate의 감소율이 상이한 차이를 보인다고 할 수 있다. 이와 같이 활동성 휴식의 운동 피로도 회복 효과에 관한 연구는 대부분 시간적인 관점에서 휴식의 유형별로 Lactate를 보다 더 신속하게 감소시키는 방법론적인 접근이 필요한 것으로 생각된다.

또한 Boutcher(2011)는 고강도의 저항운동의 에너지 체계는 무산소성에너지대사에 기인하고 무산소성 에너지대사의 비율이 높아지면 뚜렷한 혈중 젖산농도의 증가가 나타난다고 하였고, 이에 따라 위승준 등(2019)은 유산소 운동과 저항성 운동의 순서적인 처치 차이가 혈중 젖산의 어떠한 변화를 보이는가에 관한 연구에서 유산소 운동 후 저항성 운동 보다 저항성 운동 후 유산소 운동 처치가 혈중 젖산이 유의한 차이로 낮게 나타는 결과를 보여주었다. 같은 효과성을 지향하는 연구로 조형철 등(2007)은 웨이트 운동과 트레드밀의 복합운동을 할 때 운동의 순서가 저항운동 후 유산소 운동이 유산소운동 후 저항운동보다 젖산 축적을 감소시켰다고 보고하였다. 이 같은 선행선구 결과들은 본 연구와 마찬가지로 고강도 운동 후 유산소 운동이 혈중 Lactate 감소에 효과적 이라는 것을 의미하며, 저항성 운동이 무산소성 대사를 내포하고 있기 때문이라고 해석할 수 있다.

따라서 본 연구의 결과와 같이 무산소성 에너지대사 비율이 높은 고강도 운동에 저강도의 유산소성 운동을 간헐적으로 반복하는 활동성 휴식인 Intermittent 처치가 Lactate의 급증을 억제할 수 있다고 판단되며, Intermittent처치는 Cool-down 처치 보다 운동의 총량으로 볼 때 운동시간을 지속시키고 그에 따른 운동량을 증가시킬 수 있을 것으로 생각된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

B. pH(신체 산성화 예방)의 변화

신체 산성화 예방에 관한 이론으로 pH는 신체 산성화의 지표임에는 동일한 의견이 많으나 이는 pH가 수소이온 농도라는 명목의 해석으로 인한 것으로 보여지며, 그에 비해서 운동과의 직접적인 관계에 대한 선행연구가 미비하다.

본 연구의 결과로 두 집단 간 pH 변화를 살펴보면 Intermittent Group의 1^{st}는 7.43±.51, 2^{nd}는 6.43±.51, 3^{rd}는 6.36±.49, 4^{th}는 6.14±.66로 시기별 변화를 보였으며, Cool-down Group의 1^{st}는 7.5±.51, 2^{nd}는 5.64±.84, 3^{rd}는 5.57±.75, 4^{th}는 5.64±.74로 변하를 보여 두 집단 간 1^{st}(p>.05)와 4^{th}(p>.05)를 제외한 2^{nd}(p<.01), 3^{rd}(p<.01)에서 유의한 변화가 있는 것으로 나타났다. 즉, 무산소성 대사과정의 비율이 높아지는 고강도의 운동에서 Lactate와 마찬가지로 pH는 산성화를 일으킨다고 할 수 있다.

이와 관련해 고강도 운동과 pH의 관계 연구를 살펴보면 장지훈 등(2001)은 전문적인 운동선수(조정선수)와 동연령 일반인의 골격근 세포내 pH의 변화차이를 비교한 연구에서 Maximum Volume Capacity강도 활용으로 MVC-1%의 강도에서는 운동선수집단의 pH는 운동28분 시점에 pH의 최저치(6.71±0.09)를 기록한 반면 일반인집단은 6분 시점부터 급격한 감소를 보이면서 17분 시점에서 최저치를(6.65±0.15)기록했고, MVC-5%의 강도에서 선수집단의 pH는 운동시간과 비례해 감소하다가 운동 9분 시점에서 급격히 감소해 13분에 최저치(6.59±0.07)를 기록했다고 밝혔으며, 이에 따른 All-out까지의 운동 지속시간은 선수집단이 MVC-1%에서 33.73±1.68분, MVC-5%에서 22.18±2.64분인 반면 일반인집단은 MVC-1%에서 22.73±1.27분, MVC-5%에서는 14.73±1.79분으로 나타났다고 밝혔다. 이는 운동시간과 pH의 감소시점 및 선행연구들의 Lactate동향을 함께 고려해 보면 운동숙련자는 젖산역치 시점이 일반인에 비해 지연되어 나타가기 때문에 pH의 감소 또한 일반이 보다 늦게 나타난 것으로 보여 짐에 따라 고강도운동의 장기적인 훈련이나 Lactate 및 pH의 효율성을 증가실수 있는 운동프로그램은 All-out까지의 운동지속 시간을 지연시

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

킬 수 있다고 생각된다.

이처럼 Lactate와 pH는 운동 피로도와 신체 산성화를 가늠하는 지표로써 고강도 운동을 지향하는 운동참여자 또는 고강도 운동의 지속적인 훈련이 불가피한 전문적인 운동선수에게 Lactate의 회복은 pH의 산성화를 예방하는 효과를 함께 도모할 수 있는 매우 중요한 관리지표로의 역할이 충분하다고 할 수 있다.

C. Lactate와 pH의 관계

인간의 운동 시 pH의 산성화는 수소이온(H^+)의 과도한 체내 축적을 의미하며, 운동 시 생성되는 Lactate와 ketone body의 증가로 인해 대사적인 산성화를 야기하고 혈장 Ca과 albumin의 결합을 저하시켜 $Ca2^+$농도의 증가를 초래한다(Convertion et al, 1982). 격렬한 고강도 운동은 혈장 젖산을 증가시켜 체내 pH를 감소시키게 됨으로 신체 산성증에 밀접한 관련이 있다(Ljunghall et al, 1988).

이와 같이 과거부터 인간의 운동과 pH의 산성화는 Lactate와의 관계에서 찾고자 노력되어 왔으며, 고강도 운동 시 나타나는 생리적 변화로 수소이온(H^+)의 축적 또한 Lactate의 축적과 함께 고강도 운동 시 동질의 특징적인 변화를 보이는 것으로 생각된다. 체내 젖산 축적에 의한 세포의 산성화가 피로를 유발시킨다는 이론은 젖산 축적과 동반된 수소 이온의 축적으로 신체가 산성화되고, 산성화의 결과로 세포에서 글리코겐 가인산분해로의 전환이 늦어질 뿐만 아니라, glycogen Phosphorylase kinase-α의 최대수치도 감소되고, Phosphorylase kinase-β의 저해 등 해당작용을 비롯한 대사적 관련 효소의 작용을 억제하여 ATP합성을 저해함으로 피로원인의 기전이다(Metzger et al, 2005).

운동 강도에 따른 Lactate와 pH의 관계에 관한 연구를 살펴보면 Hollidge-Horvat 등(1999)은 일반적인 20대 남성을 대상으로 VO_2max의 30%, 60%, 70%로 운동강도를 각각 나누어 15분간의 사이클 에르고미터 운동

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

후 혈장 젖산과 pH의 변화를 측정한 결과 운동 강도가 증가함에 따라 혈장 젖산은 증가하고 pH는 감소하는 결과를 보였다고 하였으며, 이러한 연구결과를 바탕으로 볼 때 운동 강도가 높을수록 Lactate가 증가함과 동시에 pH는 감소하여 체액의 산성화를 야기한다고 볼 수 있다.

과거에는 이와 관련된 연구의 노력으로 대부분 혈액을 통한 침습적 검사가 이루어져 왔지만 신체 산성화의 경우 혈액만의 수소 이온 농도 변화를 의미하는 것만이 아니기 때문에 구강 내 타액에서도 동질적인 변화를 보인다.

따라서 본 연구의 경우 침습법을 활용한 Lactate와 비침습법으로 타액의 pH 측정의 상관관계를 규명하고자 하였고 그 결과로는 매우 밀접한 부적 상관관계에 있음을 규명함으로써 pH 지표의 경우 피험자에게 측정방법이 부담이 될 수 있는 혈액채취의 침습법을 채택하지 않아도 피험자의 부담 최소화, 검사절차의 편의성, 검사비용 절감 등을 위해 비 침습적인 방법의 활용성을 제시 할 수 있다고 판단된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅵ. 결 론

현대인의 요구에 의한 고강도 단시간 운동은 과도한 운동 피로도와 신체 산성화로 인해 운동지속에 어려움이 있기에 본 연구는 고강도 단시간 운동 시 활동성 휴식의 처치방법에 따른 Lactate와 pH의 변화를 통해 운동 피로도 회복과 신체 산성화 예방에 보다 효과적인 운동 및 훈련 프로그램 개발의 참고자료와 함께 pH측정의 비침습적 방법의 활용성을 제시하는데 목적을 두고 연구가 진행되었다.

연구의 대상자는 고강도 운동인 크로스 핏에 참여하는 20~30대의 일반남성 28명으로 Intermittent Group 14명과 Cool-down Group 14명으로 무선 선별하여 배정하였고, 두 집단의 각 시기 별 Lactate와 pH를 총 4회에 걸친 측정으로 진행되었다. Intermittent Group은 안정 시 1st, 운동 10분과 간헐적 활동성 휴식 3분으로 구성, 각 Round 종료 시점으로 3회 반복해 측정하였으며, Cool-down Group은 안전 시 1st, 운동 중 15분 2nd, 운동 30분 종료 3rd, 정리운동 9분 4^{th}의 시점으로 측정하였다. 이에 따른 통계방법은 두 집단의 Lactate와 pH의 변화를 알아보기 위해 독립표본 t-test를 실시하였고, 두 집단의 Lactate 및 pH를 반복측정 분산분석을 통해 운동 피로도 회복과 신체 산성화 예방 효과를 검증하였으며, Lactate와 pH간의 상관관계를 파악하여 pH의 비침습적 측정방법의 활용성을 제시하기 위해 상관분석을 실시하였다. 모든 통계적 유의수준은 α=.05로 설정하여 분석한 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. Intermittent Group과 Cool-down Group의 활동성 휴식 처치방법에 따른 Lactate의 변화 결과를 살펴보면, 안정 시 측정인 1^{st}(p>.05)를 제외한 2^{nd}(p<.001), 3^{rd}(p<.001), 4^{th}(p<.05)에서 두 집단 간 Lactate변화에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 운동 피로도 회복 효과의 결과에서 두 집단은 시기(p<.001)와 시기*집단(p<.05), 집단(p<.001)간 상호작용효과에 유의한 차이를

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

보여 Intermittent Group가 Cool-down Group보다 운동 피로도 회복 효과가 높은 것으로 나타났다.

2. Intermittent Group과 Cool-down Group 활동성 휴식 처치방법에 따른 pH의 변화 결과를 살펴보면, 1^{st}(p>.05)와 4^{th}(p>.05)를 제외한 2^{nd}(p<.01), 3^{rd}(p<.01)에서 두 집단 간 pH 변화에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 신체 산성화 예방효과의 결과에서 두 집단은 시기*집단(p>.05)을 제외한 시기(p<.001), 집단(p<.001)간 상호작용효과에 유의한 차이를 보여 Intermittent Group가 Cool-down Group보다 신체 산성화 예방 효과가 높은 것으로 나타났다.

3. Lactate와 pH의 상관관계는 동일한 시기 간 1^{st}(p<.01), 2^{nd}(p<.001), 3^{rd}(p<.01), 4^{th}(p<.001) 모두 부적 상관관계(negative correlation)가 있었음으로 pH측정 시 비침습적 방법의 활용이 용이한 것으로 나타났다.

위와 같은 결론으로 종합해 보면 활동성 휴식의 Intermittent처는 Cool-down 처치 보다 운동 피로도 회복과 신체 산성화 예방에 효과가 높은 것으로 나타나 고강도 운동에 참여하는 일반인 및 전문운동 선수들의 운동 피로도 회복과 신체 산성화를 예방하는 운동 및 훈련 프로그램 개발의 참고자료로 사용이 가능할 것으로 생각되며, 신체 산성화의 효율적인 측정을 위해 pH의 비침습적 방법을 활용하는 것이 가능하다고 판단된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

참 고 문 헌

김경화(2005). 최대운동 직후 마사지 처치가 혈중 피로물질에 미치는 영향. 용인대학교 체육과학대학원 석사학위논문.

김대권(1986). Effects of recovery condition on blood lactate removal rate and subsequent performance of trained limbs after arm and leg exercise. 경기대학교 연구교류처 논문집. 19(2), 119-138.

김병배(2015). 고강도 인터벌 트레이닝의 방법과 적용. 대한운동사협회. 42, 10.

김병한(2007). 저항운동 후 정리운동유형이 근피로도에 미치는 영향. 중앙대학교 대학원 석사학위 논문.

김원경(2013). 크로스핏 트레이닝이 비만중년여성의 건강관련체력과 피하지방 두께 및 혈중지질에 미치는 영향. 조선대학교 대학원 석사학위논문.

김현(1998). 태권도 겨루기시 심폐기능 및 혈중 글루코스 젖산, 암모니아농도 변화에 관한 연구 : 남자 선수를 중심으로. 한양대학교 대학원 석사학위 논문.

류경화, 박동호, 윤성원, 정동식(2003). 운동부하 방법에 따른 수영선수들의 LT 및 OBLA에서 심박수반응 분석. 체육과학연구. 14(2), 88-96.

박동호, 김광희(2001). 혈중지방 단백질과 지단백 측정을 위한 운동 강도 기준으로서의 IAT사용. 한국체육과학회지, 40(4), 929-942.

박주식, 정수련, 김기진(2014). 크로스핏 운동의 개념과 효과. 한국코칭능력개발원 코칭능력개발지. 16(1), 173-179.

박지은(2003). 젖산 피로회복을 위한 적정 회복운동 강도의 설정. 동덕여자대학교 대학원 석사학위 논문.

신원(2002). 발 마사지가 운동 후 회복기의 혈중 젖산에 미치는 영향. 인천대학교 교육대학원 석사학위논문.

서영환(2016). 운동생리학 아카데미. 서울: 대경북스.

신장호(2006). 정리운동과 이부프로펜, 아세트아미노펜의 투여가 근통증과 프로

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

스타글란딘E2dp 미치는 영향. 조선대학교 대학원 박사학위논문.

오덕원(2013). 지연성근육통 예방을 위한 준비운동과 정리운동이 통증과 근활성도에 미치는 효과. 한국전문물리치료학회지, 20(1), 28-35.

위승준, 이병선, 이만균(2019). 유산소운동과 저항운동의 순서가 운동 후 혈압, 혈중젖산 및 에너지 대사량에 미치는 영향. 한국체육과학회지. 28(2), 1067-1077.

유동훈(2015). CrossFit-based Training과 Weight Training이 중년남성의 건강 및 기능관련체력과 혈중지질에 미치는 영향. 운동과학학회지. 24(2), 109-116.

유동훈, 허유섭(2019). 크로스핏 트레이닝이 여자 아동의 체력, 혈중지질 및 골대사 지표에 미치는 영향. 한국운동생리학회지. 28(2), 122-130.

유영창(2002). 점증부하운동후 휴식유형에 따른 운동 후 초과산소소비량, 혈중젖산 및 혈중산소농도에 미치는 영향. 원광대학교 대학원 박사학위논문.

이상호, 김상헌, 우정민, 송경은, 정성훈, 장성만, 이승재(2008). 스트레스 반응에 대한 생물학적 표지자로서의 타액 알파 아밀라아제의 유용성. 대한생물치료정신의학회지. 14 (1), 132-141.

장지훈, 성홍기, 김병태, 김명일, 정구철, 이동수, 김창근(2001). 운동선수와 일반인의 골격근 pH 및 고에너지 인(P) 대사. 한국유산소과학회지. 5(1), 107-118.

정일규(1997). 운동영양학. 서울: 도서출판 대경.

정진우, 최재성, 민영기(1996). 스포츠 물리치료학. 서울, 대학서림.

정혜윤(2007). 카테킨 섭취가 운동선수들의 혈청지질량 및 LDH, CK 활성도에 미치는 영향. 조선대학교 대학원 박사학위논문.

정삼홍(2011). 저항트레이닝 후 회복방법이 젖산 및 남성호르몬에 미치는 영향. 부경대학교 대학원 박사학위논문.

조시온(2018). 산소포화도와 혈액순환에 기반한 혈중젖산농도의 통합적인 분석. 전북대학교 일반대학원 박사학위논문.

조창호(2013). Dumbbell Training이 장애인역도선수의 무산소성파워와 혈중젖산

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

농도, 신체조성, 주관적 통증지수에 미치는 효과. 용인대학교 대학원 석사학위논문.

진화은(2011). 근육군 동원 형태와 운동강도에 따른 혈중 피로요소의 변화. 운동생리학회지. 15(4), 319-328.

최용선(2019). 4주간의 고강도 인터벌트레이닝이 비만 여대생의 신체조성, 심폐지구력 및 심박변이도에 미치는 영향. 조선대학교 대학원 박사학위 논문.

최정수(2015). Laughing 운동이 스트레스 호르몬 및 염증인자에 미치는 영향. 한양대학교 대학원 박사학위논문.

통계청(2019). 문화체육관방부「국민생활체육조사」참여 경험이 있는 체육활동에 규칙적으로 참여하지 않는 이유. http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action.

한동엽(2002). 최대운동 후 정리운동 프로그램이 젖산 회복율 및 근력에 미치는 영향. 충남대학교 대학원 석사학위논문.

한은상(2017). 아미노산 섭취가 크로스핏에 참여하는 성인들의 젖산과 체력에 미치는 효과. 조선대학교 교육대학원 석사학위논문.

한은상, 구민(2019). 정적스트레칭 Cool-Down이 고강도 단시간 운동에 의한 혈중 Lactate축적 변화에 미치는 효과. 한국발육발달학회지. 27(2), 87-91.

한은상 서현(2020). VIPR를 활용한 Cool-Down이 고강도운동에 의한 운동피로 및 신체적 스트레스 회복에 미치는 효과. 한국발육발달학회지. 28(2), 215-219.

ACSM(2019). Worldwide Survey of Fitness Trends for 2020. ACSM's Health & Fitness Journal: November/December2019. 23(6), 10-18.

Ahlborg, G. J., Glise, R. K., Ellbin, S., Nordin-Johansson, A., Birgabder, L. S., & Stenlund, T. (2010). New health insurance rules no obstacles for good prognosis in fatigue syndrome. Lakartidningen, 107, 1789-1790.

Beilke, C., Hetzel, L., Kreft, B., Pan, L., & Schroeder, J. (2012). CrossFit Training Improvements in Sport Performance and Body Composition in Young Healthy Adults. Department of Kinesiology,

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

University of Wisconsin-Eau Claire.

Bin Xie, Xianfeng Yan, Xiangna Cai, & Jilin Li. (2017). 「Effects of High-Intensity Interval Training on Aerobic Capacity in Cardiac Patients : A Systematic Review with Meta-Analysis」, 『BioMed Research International』. 5420840 : 1-16.

Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. Journal of Obesity. 2011(10), 1155-1164.

Brenner, J. S. (2007). Overuse injuries, overtraining, and burnout in child and adolescent athletes. Pediatrics. 119 (6), 1242-1245.

Burgomaster, K. A., hughes, S. C., Heigenhauser, G. J. F., Bradwell, S. N. & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity. Journal of Applied Physiology. 98, 1895-1990.

Cho, H. C., Eom, W. S., & Choi, D. H. (2007). The effects of weight and treadmill exercise sequence on cardiovascular responses, blood lactic acid concentration and energy expenditure. Exercise Science. 16(4), 355.

Convertino, V. A., Morey, E. R., and Greenleaf, J. E. (1982). Reduction in plasma calcium during exercise in man. Nature, 282.

CrossFit Home(2020). https://www.crossfit.com/

Fox, E. L.(1979). Sports Physiology. Philadelphia, W. B. Saunders Co.

Fox, E. L.(1984). Sports Physiology. New York. Saunders college publishing. 190-193.

Fox, E. L., & Mathews, D. K. (1981). The physiological education and athletics. Sanders college publishing. 56, 44-54.

Gibala, M. J., Little, J.P., Macdonald, M. J. & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. The Journal of Physiology. 590(5),

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

1077-1084.

Gollnick, P.D., & King, D.W. (1986). Exercise intensity training diet and Lactate contraction in muscle and blood. Med. Sci. Spt.. 18(3), 334-340.

Hermansen, L., and Osnees, J. B. (1988). Blood and pH on pHi and lactate acid generation in exhaustive forearm exercise, American Journal of Physiology. 255(24), 479-485.

Jodai S. (2008). CrossFit Trainig. American Fitness.

Julia, C., Basso, Andrea, S., Meredith, E., Ryan, K., Wendy, A. & Suzuki. (2015). Acute Exercise Improves Prefrontal Cortex but not Hippocampal Function in Healthy Adults, Journal of the International Neuropsychological Society. 21 : 791-801.

Kang M. S, Kim K. L, An M. J, Rhyu H. S. (2016). Effects of crossfit training pro-gram on health related physical fitness and bone Mineral Density in Children. The Journal of Korea Elementary Education. 27(4), 527-542.

Karllsson, j., B. Diamant and B. Saltin(1971). Muscle metabolism during Submaximal and Maximal Exercise in Man. Scand J. Clin. Lab. Invest. 26, 385-394.

Kim W. K. (2013). Crossfit training is the effect that I reach the change of the blood lipids and health related physical fitness of the obesity middle aged women and subcutaneous fat thickness. Master thesis, Gwangju: Chosun University.

Lau, P. W., Wong, D. P., Ngo, J. K., Liang, Y., Kim, C. G., & Kim, H. S. (2015). Effects of high-intensity intermittent running exercise in overweight children, European Journal of Sport Science. 15(2) : 182-190.

Leanna, M. R., Ryan. R. P., Durstine, J. L. (2016). High-intensity interval training(HIIT) for patients with chronic disease, Journal of

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Sports and Health Science. 5(2) : 139-144.

Ljunghall S., Joborn H., Roxin L. E., Skarfors E. T., Wide L. E., Lithell H. O. (1988). Increase in serum Parathyroid hormone levels after prolonged physical exercise. Med Sci Sports Exerc. 20, 122-125.

McMaster, W. C. Stoddard, T., & Duncan, W. (1989). Enhancement of blood lactate clearance following maximal swimming. Am Journal of Sports Med. 17, 472-477.

Metzger, Irina V., Balyasnikova, David L., Visintine, Vidas Dimasius, Zhu-Li Sun, Yuliya V., Berestetskaya, Timothy D., McDonald, David T., Curiel, Richard D., Minshall and Sergei M., Danilov(2005). Selective rat lung endothelial targeting with a new set of monoclonal antibodies to angiotensin Ⅰ-converting enzyme. Plumonary Pharmacology & Therapeutics. 18(4): 251-267.

Michael, M., Smith, A. J., Sommer, B. E., Starkoff, & Steven, T. D. (2013). Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. Journal of Strength and Conditioning Research. 27(11), 3159-3172.

Minett, G. M. & Duffield, R. (2014). Is recovery driven by central or peripheral factors? A role for the brain in recovery following intermittent-sprint exercise. Frontiers in Physiology. 24(5), 1-9.

Pratik, P. (2008). The influence of a Crossfit exercise intervention on glucose control in overweight and odese adults. Department of Kinesiology College of Arts and Sciences.

Saltin, B. (1986). Muscle fatigue and lactic acid accumulation. Acta. Physiol. Scand, 128.

Shalin, K. (1986). Muscle fatigue and lactic acid accumulation, Acta Physiologica Scandinavica, 128(suppl 556), 83-91.

Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J., Boutcher, S. H. (2008). The

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. International Journal of Obesity. 32(4), 684-691.

Vander, ARthur, J., Sherman, James H., Luciano, Dorothy S. (2001). Human physiology : the mechanism of body function 8th ed. WCB McGraw-Hill, Boston.