



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 석사학위 논문

근피로 유발 후 보드를 이용한 스트레칭이  
운동수행력, 통증 자각도,  
산화적 스트레스 및 피로물질에 미치는 영향

Effects of Stretching with a Board after Exercise-Induced  
Muscle Fatigue on Exercise Performance, Pain Perception,  
Oxidative Stress and Fatigue Substances.

울산대학교 일반대학원

체육학과

이 지 희

근피로 유발 후 보드를 이용한 스트레칭이  
운동수행력, 통증 자각도,  
산화적 스트레스 및 피로물질에 미치는 영향

지도교수 김 기 정

이 논문을 체육학석사 학위논문으로 제출함


2021년 11월


울산대학교 일반대학원


체육학과

이 지 희

이지희의 체육학석사 학위 논문을 인준함

심사위원장 이한준 

심사위원 신소희 

심사위원 김기정 

울산대학교 일반대학원

2021년 11월

## 감사의 글

배움을 위해 학업을 시작한 후부터 논문이 완성되기까지 많은 분들께서 물심양면 도와주시고, 응원해주셨습니다. 감사의 말씀을 전하기엔 턱없이 부족한 글이지만 지난 3년, 짧지도 길지도 않은 시간동안 미흡한 제 곁에서 저를 위해 도움을 주신 모든 분들께 이 지면을 이용해 감사의 인사를 드립니다.

대학원에 진학하고 난 후 단 한번도 제 선택을 후회해본 적이 없을 만큼 소중하고 뜻 깊은 날들을 보냈습니다. 지난 시간들이 앞으로 있을 제 삶 속의 선택과 도전에 있어 훌륭한 밑거름이 되리라 믿어 의심치 않습니다.

누구보다도 큰 도움을 주시고 제가 나아갈 수 있게 이끌어주시며 지금의 결실을 맺을 수 있게 지도해주셨던 저의 지도교수님이신 김기정 교수님께 먼저 머리 숙여 깊은 감사의 마음을 전합니다. 연구자로서 부족한 점이 많았던 저를 위해 많은 가르침과 길을 알려주셨던 덕분에 무사히 논문을 작성하고 석사과정을 마칠 수 있었습니다.

또한, 늘 바쁘신 와중에도 논문에 관심을 가지고 지도해주시며, 때로는 따뜻하게 때로는 날카롭게 지적해주셨던 이한준 교수님과 신소희 교수님께 감사의 인사를 전합니다. 더하여 무지한 제게 학문의 길을 열어주시고 책에서는 배울 수 없었던 가르침과 깨달음을 주신 여러 교수님들께도 지면으로나마 감사의 인사를 드립니다.

마지막으로 변함없이 믿어주시고 지원해주신 부모님과 아낌없이 지지해주었던 저의 가족들에게 감사보다도 사랑한다는 말을 전하며, 배움의 길을 함께했던 선후배들, 힘들 때마다 응원해주었던 친구들에게 감사의 마음을 전합니다.

이렇게 많은 분들이 도와주셨기에 지금의 제가 있을 수 있었습니다. 지면 위에 적어내린 몇 줄의 글자로는 저의 감사함을 다 표현할 순 없겠지만 이렇게 제 마음을 써내려 갈 수 있음에 감사합니다. 더불어 감사의 말을 전할 누군가가 있는 삶이야말로 진정 행복한 삶이 아닌가 싶습니다.

제게 주셨던 도움을 밑바탕으로 앞으로도 최선을 다하겠습니다. 감사합니다.

## 국 문 초 록

### 근피로 유발 후 보드를 이용한 스트레칭이 운동수행력, 통증 자각도, 산화적 스트레스 및 피로물질에 미치는 영향

이 지 희  
울산대학교 일반대학원  
체 육 학 과

이 연구는 건강한 성인 남녀를 대상으로 근피로 유발 후 스트레칭 보드 처치를 적용하였을 때 운동수행력(등속성 근력, 유연성, 밸런스, 순발력), 통증 자각도, 산화적 스트레스(MDA, SOD) 및 피로물질(혈중 젖산 농도, 혈중 암모니아, LDH)에 미치는 영향을 알아보는데 그 목적이 있다. 이 연구에서는 건강한 성인 남녀 24명을 대상으로 하지에 근피로를 유발시킨 후 스트레칭 보드 처치, 일반 스트레칭 처치, 비처치를 실시하였으며, 근피로 유발을 위해 자전거 에르고미터를 실시하였다. 모든 변인들은 안정 시, 근피로 유발 직후, 그룹별 처치 적용 30분 후에 측정하였다. 이 연구를 통해 수집된 모든 자료는 SPSS PC+ for windows(version 23.0) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 각 변인들에 대한 기술 통계량을 알아보기 위해 평균과 표준편차를 산출하였다. 근피로 유발 직후와 그룹별 처치 후의 변화를 보기 위해, 근피로 유발 직후의 값을 공변인으로 한 공분산 분석(ANCOVA)을 진행하였으며, 모든 통계분석의 유의수준( $\alpha$ )은 .05로 설정하였다. 결과는 다음과 같다. 첫째, 운동수행력의 경우 하지 근피로 유발 후 그룹별 처치방법을 적용하였을 때 그룹 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 둘째, 통증 자각도의 경우 하지 근피로 유발 후 그룹별 처치방법을 적용하였을 때 그룹 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 셋째, 산화적 스트레스의 경우 하지 근피로 유발 후 그룹별 처치방법을 적용하였을 때 그룹 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 넷째, 피로물질의 경우 하지 근피로 유발 후 그룹별 처치방법을 적용하였을 때 그룹 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 결론적으로 각각의 처치 방법이 운동수행력과 통증 자각도, 피로물질, 산화적 스트레스에 영향을 미치지 못하였다. 결론적으로 이 연구에서 건강한 성인 남녀들을 대상으로 보드를 이용한 스트레칭 처치를 실시한 결과, 통제군과 비교하였을 때 어떠한 처치 그룹에서도 효과가 나타나지 않았다. 하지만 적절한 강도와 시간을 적용한 스트레칭 보드 운동 프로그램을 규칙적으로 실시한다면, 다양한 변인에 있어 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

주요어: 근피로, 정적 스트레칭, 스트레칭 보드, 운동수행력, 통증 자각도, 산화적 스트레스, 피로물질

# 목 차

## I. 서 론

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

## II. 이론적 배경

1. 근피로와 피로회복 .....	7
2. 스트레칭의 효과 .....	8
3. 스트레칭 처치와 운동수행력 .....	9
4. 통증 자각도 .....	9
5. 스트레칭 처치와 산화적 스트레스 및 항산화효소 .....	10
6. 스트레칭 처치와 혈중 피로물질 .....	12

## III. 연구방법

1. 연구 대상 .....	13
2. 연구 설계 .....	14
3. 처치 방법 .....	15
4. 측정도구 .....	19
5. 측정방법 .....	20
6. 자료 처리 .....	22

## IV. 연구결과

1. 운동수행력 .....	23
2. 통증 자각도 .....	29
3. 산화적 스트레스 .....	30
4. 피로물질 .....	32

## V. 논의

1. 운동수행력의 변화 .....	35
2. 통증 자각도의 변화 .....	41
3. 산화적 스트레스의 변화 .....	42
4. 피로물질의 변화 .....	44

VI. 결론 및 제언 .....	49
참 고 문 헌 .....	50
Abstract .....	60
부 록 .....	61



# 표 목 차

<표 1> 연구 대상자의 신체적 특성 .....	13
<표 2> 스트레칭 프로그램 .....	17
<표 3> 측정도구 .....	19
<표 4> 대상자 다리길이 차이 계산 공식 composite score .....	21
<표 5> 그룹 간 체중 당 등속성 신근력의 변화 .....	23
<표 6> 그룹 간 체중 당 등속성 굴근력의 변화 .....	24
<표 7> 그룹 간 유연성 변화 .....	25
<표 8> 그룹 간 좌측 밸런스의 변화 .....	26
<표 9> 그룹 간 우측 밸런스의 변화 .....	27
<표 10> 그룹 간 순발력의 변화 .....	28
<표 11> 그룹 간 통증 자각도의 변화 .....	29
<표 12> 그룹 간 MDA의 변화 .....	30
<표 13> 그룹 간 SOD의 변화 .....	31
<표 14> 그룹 간 혈중 젖산 농도의 변화 .....	32
<표 15> 그룹 간 혈중 암모니아의 변화 .....	33
<표 16> 그룹 간 LDH의 변화 .....	34

# 그림 목 차

[그림 1] 연구 설계 .....	14
[그림 2] 하지 고강도 무산소성 운동 .....	15
[그림 3] 스트레칭 보드의 단계 .....	16
[그림 4] 통증 자각도 검사지 .....	21
[그림 5] 그룹 간 체중 당 등속성 신근력의 조정평균 .....	23
[그림 6] 그룹 간 체중 당 등속성 굴근력의 조정평균 .....	24
[그림 7] 그룹 간 유연성의 조정평균 .....	25
[그림 8] 그룹 간 좌측 밸런스의 조정평균 .....	26
[그림 9] 그룹 간 우측 밸런스의 조정평균 .....	27
[그림 10] 그룹 간 순발력의 조정평균 .....	28
[그림 11] 그룹 간 통증 자각도의 조정평균 .....	29
[그림 12] 그룹 간 MDA의 조정평균 .....	30
[그림 13] 그룹 간 SOD의 조정평균 .....	31
[그림 14] 그룹 간 혈중 젖산 농도의 조정평균 .....	32
[그림 15] 그룹 간 혈중 암모니아의 조정평균 .....	33
[그림 16] 그룹 간 LDH의 조정평균 .....	34

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

노동시간의 감소, 여가시간의 증가와 함께 건강한 삶에 대한 관심이 높아지면서 스포츠 참여에 대한 인간의 욕구가 높아졌다(전형상, 2003). 이에 따라 일반인들의 생활체육 참여율과 함께 운동 기능의 수준도 높아지고 있다. 생활체육에 참여하는 동호인들의 수는 급격히 증가하고 있지만 완전한 근피로 회복이 어렵거나, 운동참여 중 발생하는 부상과 같은 문제로 인해 운동을 중단하는 비율도 늘어나고 있다(김종원 등, 2011). 스포츠 활동에 참여할 때 발생하는 근피로의 회복 방법이나 안전하고 효율적인 스포츠 여가활동의 지속을 위한 방법에 대한 연구는 지속적으로 이루어지고 있으나 일반인들은 운동참여 시 발생하는 피로물질 제거에 대한 전문지식이 부족하고, 일상생활에 적용하기가 어렵거나 잘 알려지지 않은 근피로 회복방법으로 인해 운동 후 일상생활로의 빠른 복귀가 쉽지 않다.

운동 후 빠르고 효율적인 회복과 일상생활로의 복귀를 위한 다양한 회복방법들이 존재하고 그에 대한 연구들이 최근까지도 활발히 진행되고 있는데 glucose 섭취가 피로회복에 미치는 영향에 대한 연구(유덕수 등, 2015), 운동 후 스포츠 마사지가 근피로도 감소에 미치는 영향에 대한 연구(장홍영과 이미현, 2019), 운동 중 항산화제의 섭취가 대사 및 근피로도에 미치는 영향에 대한 연구(정덕조 등, 2000)가 이에 해당한다. 또 기능성 스포츠 압박의류를 착용하여 근기능 증진과 더불어 피로회복의 효과를 입증한 연구도 보고되었다(고광준, 2017).

클라이밍 동호인들에게 적용한 정적 스트레칭 처치가 등반횟수 증가에 미치는 영향에 대한 연구(유주인 등, 2020)와 같이 스트레칭을 이용한 회복방법에 대한 연구가 존재하지만 스트레칭 회복방법에 대한 연구들은 주로 동적 스트레칭의 효과를 보는 경우가 많고 정적 스트레칭의 단적인 효과보다는 복합적인 회복방법에 대한 효과를 보기 위한 연구가 더 활발히 진행되고 있다.

활성산소는 인체의 생명유지를 위한 대사과정에서 필연적으로 발생하는 부산물이며, 운동 이외에도 다양한 외부 요인들에 의해 순간적으로 활성산소가 생성되고 완화되면서 항상성을 유지하여 생리적 활성 기전에 중요한 역할을 한다. 적정 수준의 활성산소는 세포의 성장과 분화를 촉진하며, 세포 간 신호전달물질로 사용되는 등 순기능을 하지만 적정 수준을 넘어서는 고농도 상태에 이르면 산화적 스트레스가 발생하여 세포조직의 파괴, 더 나아가서는 다양한 질병을 유발하게 된다. 신체활동이 세포 내의 활성산소를 증가시켜 산화적 스트레스가 발생한다는 연구가 1978년 처음으로 보고되었으며, 운동 시 골격근의 수축이 일어나면서 활성산소가 생성되고 이로 인한 산화적 스트레스의 발생으로 신체 조직이 손상된다는 연구가 1982년에 최초로 이루어졌다(김혜진과 이원준, 2017).

스포츠 활동이 활성산소를 생성한다고 해서 나쁜 것은 아니다. 규칙적인 운동은 활성산소를 생성하는 대신 항산화 효소의 활성도를 함께 높여준다(문종일 등, 2012).

스포츠 활동으로 인해 활성산소의 농도가 증가하고, 산화적 스트레스가 발생하지만 항상성 유지를 위한 항산화효소의 발현을 통해 활성산소의 농도가 낮아지며, 신체 조직의 손상정도를 완화시켜주는 것이다. 주기적인 생활체육의 참여와 함께 적절한 회복 및 처치방법을 적용한다면 항산화효소의 활성도가 높아지고 과도한 활성산소를 낮추어 회복에 긍정적인 영향을 가져올 수 있을 것이다.

젖산은 신진대사 및 해당과정의 부산물인 피루부산이 젖산탈수소효소(lactate dehydrogenase, LDH)의 작용을 통하여 생성된다(김창선 등, 2017). 안정상태에서의 혈중 젖산 농도는 0.5-2mmol/L로 낮은 수준에서 유지되지만 산소 공급이 불충분한 상태에서 고강도 운동 시 20mmol/L 이상으로 상승한다(Matthew et al., 2007). 젖산은 격렬한 무산소성 스포츠 활동 시 주로 생성되며, 당신생합성 과정을 통해 새롭게 에너지원으로 이용되거나 산화되기도 하는데 빠르게 분해되지 못할 경우 혈중 젖산 농도가 상승하고 안정 시 신체 내에서 유지되던 pH농도가 급격히 낮아지면서 효소의 활동, 에너지 합성, 운동수행능력의 저하와 근피로를 유발한다(신영호와 강호을, 2014). 운동 종료 후 회복기동안 젖산은 빠르게 제거되는데 근육의 혈중 젖산 제거속도는 운동 후 회복 방법에 의해 영향을 받는다(Smith et al., 1994). 따라서 지연성 근육통 예방하거나 빠르게 회복하기 위해서는 적절한 처치방법이 필요하다는 것을 알 수 있다.

운동 중 골격근에서 발생한 암모니아는 혈액으로 유출되고 이는 혈중 암모니아의 농도를 증가시킨다. 이는 암모니아가 운동 수행의 방해 물질로 봐도 무방하다는 것을 명시한다(양윤권, 2004). 김주애 등(2018)에 의하면 고강도 운동 후 스트레칭 처치방법이 암모니아 수치를 낮춰준다는 것을 알 수 있다. 이처럼 고강도 운동을 통해 다양한 근피로 물질이 생성되고 축적되며, 부정적인 영향을 미치지만 적절한 회복 방법이 피로물질의 제거에 효과적이라는 사실을 알 수 있다.

체계적이고 올바른 방식의 스트레칭을 배우기 위해 퍼스널 트레이닝 혹은 필라테스와 같은 개인 트레이닝이 각광 받고 있으나 비용과 시간 등의 부담으로 인해 접근이 쉽지 않다는 단점이 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 ‘홈 트레이닝’이라는 대안점이 나타났다(강병석 등, 2013). 일반인들이 가정 내에서 간편하게 이용할 수 있는 홈 트레이닝 도구들도 각광받고 있는데, 그 중 하나로 스트레칭 보드를 이용한 스트레칭 방법이 제시 되었다(Kuzma & McNeil, 2005; 권일수 등, 2020).

권일수 등(2020)에 의하면 젊은 여성들을 대상으로 스트레칭 밸런스 보드 장비를 사용하였을 때 유연성과 균형능력 등에서 긍정적인 효과가 나타났다. 유연성뿐만 아니라 종아리 근육의 단축을 유발하여 발목의 배측 굴곡 가동범위의 감소를 개선한다는 결과도 존재한다(Kuzma & McNeil, 2005).

정적 스트레칭과 동적 스트레칭을 비교했을 때 동적 스트레칭이 좀 더 긍정적인 영향을 미친다는 연구결과가 많지만(Danny et al., 2006; Curry et al., 2009; Dimitris et al., 2014) 주로 동적 스트레칭의 긍정적인 영향을 중점적으로 서술하는 경우가 많다. 동적 스트레칭은 근육을 최대 길이로 늘린 후 반동을 주는 방식으로 수동으

로 서서히 늘리는 정적 스트레칭 보다 근방추의 신전반사 수준이 매우 높게 나타난다. 따라서 해당 근육이 필요 이상으로 강하게 수축하여 근강직이 발생할 수 있고 이로 인해 충분한 스트레칭이 어렵고 과도한 이완으로 인해 부상의 위험이 있다.(임재형과 지용석, 2005).

정적 스트레칭을 통한 처치 방법이 신체의 여러 변인에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 선행연구(한은상과 구민, 2019; 한정규, 2012)들은 존재하지만 주로 도구를 이용한 것이 아닌 맨몸 스트레칭에 초점을 맞춘 연구들이 많다. 스트레칭 도구를 사용한다 하더라도 밴드를 이용한 스트레칭에 대한 연구나(김난수, 2005), 이외의 소도구를 이용한 스트레칭에 대한 연구(오봉석, 2018)는 존재하지만 스트레칭 보드와 같은 도구를 이용한 스트레칭 처치에 대한 선행연구는 부족했다. 또 스트레칭을 통해 관절의 가동범위, 심리상태 혹은 균형능력을 보고자 하는 연구가 주를 이루고 있어(김경 등, 2008; 박혜상과 박대섭, 2004; 권원안 등, 2010) 보드를 이용한 스트레칭 처치가 운동수행력과 통증 자각도, 산화적 스트레스지표와 피로물질에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

이 연구는 근피로 유발 후 보드를 이용한 스트레칭 처치 방법이 운동수행력, 통증 자각도, 산화적 스트레스 지표와 혈중 피로물질에 어떠한 영향을 미치는지를 과학적으로 검증하고자 한다.

## 2. 연구의 목적

이 연구의 목적은 U시에 거주중인 건강한 성인 남녀 24명을 대상으로 고강도 하지 무산소성 운동을 실시하여 피로를 유발시켰을 때 보드를 이용한 스트레칭 처치방법이 운동수행력, 통증 자각도, 산화적 스트레스 지표와 피로물질에 미치는 영향을 분석하는데 있다. 이 연구 결과를 토대로 일반 대중들이 스포츠 참여 시 발생할 수 있는 근피로의 완화 및 신체 불편감 개선에 있어 스트레칭 보드의 효과를 제공하는 것이 목적이다.

## 3. 연구문제

이 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 문제를 설정하였다.

첫째, 근피로 유발 후, 보드를 이용한 스트레칭 처치방법이 운동수행력(등속성 근력, 유연성, 밸런스, 순발력)에 영향을 미치는가?

둘째, 근피로 유발 후, 보드를 이용한 스트레칭 처치방법이 통증 자각도에 영향을 미치는가?

셋째, 근피로 유발 후, 보드를 이용한 스트레칭 처치방법이 산화적 스트레스지표(MDA, SOD)에 영향을 미치는가?

넷째, 근피로 유발 후, 보드를 이용한 스트레칭 처치방법이 피로물질(혈중 젖산농도, 혈중 암모니아, LDH)에 영향을 미치는가?

## 4. 연구의 제한점

이 연구는 다음과 같은 제한점을 갖는다.

첫째, 연구 대상을 일부지역의 건강한 성인 남녀 24명으로 구성하였기에 연구 결과를 일반화시키기에 어려움이 있다.

둘째, 운동수행력(밸런스, 등속성 근력, 유연성)을 측정할 시 측정 간 소요되는 시간으로 인한 휴식효과를 완벽히 통제하지 못한다.

셋째, 대상자의 개인적인 식이요법, 생활습관, 및 일상생활활동 등의 변인들을 완벽하게 통제하지 못한다.

## 5. 용어의 정의

### 1) 근피로(muscle fatigue)

이 연구에서 언급되는 피로는 근피로, 근력 감소와 관련되며, 반복적인 고강도 운동 후 더 이상 동작을 지속할 수 없는 상태를 말한다. 근피로는 운동 기능의 저하를 나타낼 수 있으며, 근파워 또는 지속적 활동의 점진적 감소, 수축 기능의 감소 등을 의미한다(Bigland-Ritchie, Woods, 1984). 이 때 피로는 생리학적 관점의 피로 중 말초피로로 제한한다. 이 연구에서는 자전거 에르고미터를 사용하여 페달링 회전수를 60rpm을 유지하게 한 후 0kpm에서 시작하여 2분 간격으로 적정 kpm을 점증하여 의지적으로 정해진 페달링 회전수를 유지할 수 없는 상태까지 수행하여 피로를 유발할 것이다.

### 2) 정적 스트레칭(static stretching)

이 연구에서 언급되는 정적 스트레칭 운동은 근긴장을 풀어 이완을 향상시키며, 근의 저항과 과도한 유착을 감소시키고, 운동 후 혈액순환의 증가와 근육의 긴장완화를 유도하며, 일정시간동안 통증이 느껴지기 직전의 길이까지 근육을 이완, 신장된 근육의 장력을 유지시키는 정적 스트레칭을 의미한다.

### 3) 스트레칭 보드(stretching board)

시중에 판매되고 있는 스트레칭 보드의 종류는 다양하다. 벨리타에서 제작한 지압 및 혼합형으로 사용할 수 있는 보드, 편백하나로의 레그릴렉서 등이 있다. 이 연구에서 언급 되는 스트레칭 보드는 더벨런스코리아에서 제작된 ‘애니바로’ 라는 보드 형태의 스트레칭 도구를 의미한다.

### 4) 운동수행력(exercise performance)

이 연구에서 언급되는 운동수행력은 등속성 하지 근력, 유연성, 밸런스, 순발력을 의미한다.

### 5) 통증 자각도(visual analog scale, VAS)

이 연구에서 언급되는 통증 자각도는 개인별 주관적인 통증의 정도를 객관적인 수치로 알아보기 위해 사용되는 시각적인 검사의 지수를 의미한다. 이 연구에서는 VAS 측정을 위해 특정 검사지를 사용하여 측정한다.

#### 6) 산화적 스트레스(oxidative stress)

이 연구에서 언급되는 산화적 스트레스는 신체활동을 통해 발생한 과산화수소, 하이드록시라디칼과 같은 활성산소의 과생성으로 인해 항산화효소의 균형이 깨져 체내 산화적 물질의 우세를 일으키고 세포에 손상이 발생할 수 있는, 더 나아가 암, 심장질환, 염증 등을 유발할 수 있는 경우를 의미한다. 이 연구에서는 산화적 스트레스가 발생했음을 알 수 있는 지표로 과산화지질(malondialdehyde, MDA)의 수치를 측정한다.

#### 7) 항산화효소(antioxidant enzyme)

이 연구에서 언급되는 항산화효소는 다양한 기전 혹은 외부요인으로 인해 생성되며, 염증, 노화 등을 일으키는 산화적 스트레스에 대하여 활성산소를 불활성화 시키거나 제거하는 항산화효소를 의미한다. 이 연구에서는 다양한 항산화효소 중 superoxide dismutase (SOD)를 의미하며, 항산화효소의 발현여부를 알아보기 위해 채혈을 통해 SOD의 수치를 측정한다.

#### 8) 피로물질(fatigue substance)

이 연구에서 언급되는 피로 물질은 대사의 부산물중 혈중 젖산(blood lactate), 젖산탈수소효소(lactate dehydrogenase, LDH), 혈중 암모니아를 의미한다.



## II. 이론적 배경

### 1. 근피로와 피로회복

피로(fatigue)란 장기간의 운동 혹은 계속되는 자극에 의해 기관 혹은 기관 일부의 반응 및 기능 능력이 감소되는 것으로 정의할 수 있다(Mutch & Banister, 1983). 생리학적인 관점에서 근피로에 관한 연구들은 오래 전부터 진행되어왔고, 현재까지도 정확한 피로원인을 알아내려는 다양한 연구들이 진행되고 있다(Mutch & Banister, 1983; Dawson et al., 1978; Banister, 1990). 근피로의 원인으로서는 격렬한 신장성 수축활동과 장시간의 운동으로 인해 근 수축의 최종단계인 미오신과 액틴의 상호작용 문제, 에너지 대사물질의 고갈, 근육 내 젖산 축적, 산소공급의 부족 등이 있다(Clarkson & Newham, 1994).

스포츠 활동으로 인해 발생한 근피로는 빠르게 제거할수록 다음 수행 혹은 일상 생활로의 복귀가 쉬워진다. 근피로의 제거 방법으로는 마사지, 냉찜질, 사우나, 스트레칭 등과 같이 다양한 처치방법들이 존재한다. 이러한 방법들은 운동 후 발생할 수 있는 근경련과 신체 불편감을 감소시키며, 보다 효과적인 피로회복을 기대할 수 있다.

근피로 회복 방법들에 대한 연구들을 살펴보면 마사지를 통해 모세혈관의 순환 촉진과 근긴장 완화를 유도하여 대사활동을 상승시켜 피로회복에 긍정적인 영향을 가져온다는 연구가 있다(Mori et al., 2004). 8명의 복싱선수들을 대상으로 2회의 복싱경기 후, 마사지 회복을 실시했을 때 회복에 대한 자각인지도가 증가하였고 젖산 농도가 유의하게 감소하여 마사지가 회복에 효과를 나타낸다는 연구도 존재한다(Hemming et al., 2000).

Serban(1979)는 냉요법이 중추신경의 흥분을 낮추고 대사 부산물의 제거를 촉진시켜주는 피로회복 방법이라고 보고하였고, 이용진(2003)은 근피로 유발 후 냉요법 처치를 적용했을 때 비처치 방법보다 혈중 암모니아의 수치를 감소시키는데 도움이 된다는 결과를 보고하였다.

이충주(2006)은 스트레칭이 근피로 회복에 효과적이며, 상해 예방에도 긍정적인 영향을 미친다는 결과를 제시하였으며, 스트레칭은 특정 근육 및 근육군의 신장을 일으킴으로써 피로를 예방하며, 재 손상 방지에 중요한 역할을 한다는 연구(Kisner et al., 2002)결과도 존재한다.

보다 효율적으로 근피로를 제거하기 위한 방법을 알아내기 위한 연구들은 지속적으로 진행되고 있으나 체육활동 참가 후에 발생한 근피로를 회복하는데 필요한 처치방법은 전문적인 지식에 가깝고 일상생활에 쉽게 적용하기 어렵다는 단점이 있다. 따라서 일반 대중들이 보다 쉽게 실생활에 적용할 수 있는 처치방법에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

## 2. 스트레칭의 효과

스트레칭은 병리적으로 단축된 근육, 건, 인대와 같은 연부조직의 구조물을 늘이고, 이를 통해 관절의 가동범위의 증가와 유연성의 유지 및 향상, 상해 예방 등에 도움을 주는 것으로 잘 알려져 있다. 최근 연구들에서의 스트레칭은 운동 전 부상을 예방하기 위한 Warm-up이나 운동 후 빠른 회복과 지연성 근육통의 경감을 위한 Cool-down의 방법으로 많이 알려져 있다(양대중과 정용식, 2013).

스트레칭의 종류에는 수동적 신장운동, 능동적 신장운동, 자가 신장운동 등이 있다(김상수, 2013). 각각의 스트레칭 방법에 따라 장단점이 존재하겠지만 정적 스트레칭은 습득하는 것과 연습하는 것이 쉽고, 에너지 소비가 거의 요구되지 않는다. 또 신장 반사의 민감도가 나타나려면 적당한 시간소요가 필요하겠지만 근의 길이가 증가되면 반영구적으로 관절 가동범위가 증가될 수 있다. 또한 관절가동범위 내에서 최대한의 이완은 골기건기관의 신경자극을 통해 근육을 이완시킬 수 있으므로 매우 효과적인 유연성 증진운동이라 할 수 있다(Gajdosik, 1991). 정적 스트레칭은 일정한 자세를 유지하며, 시행되는 신장운동으로 대략 10초-30초 동안 신장된 근육의 장력을 유지시킨 상태로 통증이 느껴지기 직전까지 최대한으로 이완시켜 오랫동안 견딜 수 있는 길이가 되도록 시행하는 운동이다(양승훈, 2015). 최근의 연구들에서 스트레칭의 강도로는 본인이 느낄 때 통증이 느껴지기 전까지 실시하는 것이 일반적이며, 자체적으로 탄성이 있는 근섬유를 고통이 느껴지는 범위 이상으로 신장시키는 것은 근육 혹은 건과 같은 연부조직의 손상 및 부상의 위험이 있기 때문에 하지 않는 것을 권장하고 있다.

정적 스트레칭의 효과에 대한 연구들은 꾸준히 진행되고 있다. 양승훈(2015)의 연구에서는 정적 스트레칭이 하지의 기능적 수행 능력에 긍정적인 영향을 나타낸다는 연구 결과가 나타났다. 또 남자대학 볼링선수들을 대상으로 스트레칭 트레이닝을 적용했을 때 평형력 및 밸런스 능력이 유의하게 높아졌다는 결과도 존재한다(박정민 등, 2016). 고등학교 투수선수에게 견관절 정적 스트레칭을 적용했을 때 견관절의 관절 가동범위와 피칭속도 향상에 실제적인 효과를 가져왔다는 연구도 있다. 청소년을 대상으로 6주간 연속적으로 정적 스트레칭을 실시했을 때 허벅지 뒤쪽 근육의 유연성을 개선시키고 순발력 및 민첩성을 향상 시켰다는 연구(권정현 등, 2015)와 비대칭적 보행자를 대상으로 편측 정적 스트레칭을 적용했을 때 하지의 유연성과 대칭성 및 시간적 보행 변인을 개선시킨다는 연구(권영애 등, 2020), 8주 동안의 스트레칭 운동 프로그램이 농촌지역 노인들의 신체조성과 체력 및 혈중지질 성분의 개선에 효과를 가져 온다는 연구(천우광과 조철현, 2014)가 존재한다.

이처럼 많은 선행연구들을 미루어 볼 때 정적 스트레칭을 처치방법 적용이 신체 밸런스, 관절가동범위, 유연성, 신체조성, 기초체력 등 다양한 신체변인과 운동수행력에 대해 긍정적인 효과를 이끌어 낸다는 것을 알 수 있다.

### 3. 스트레칭 처치와 운동수행력

고강도 운동을 수행함에 따라 다양한 신체적 반응이 발생한다. 신체활동을 통해 신체적, 정신적으로 긍정적인 영향을 얻을 수 있다는 사실은 이미 많은 선행연구들을 통해 증명되었다(최미리 등, 2012; 이견우 등, 2013; 문성연 등, 2008). 하지만 스포츠 활동이 신체에 부정적인 영향도 가져오는데 부상 혹은 지연성근육통과 같은 것들이 그 예이다. 또 피로물질의 축적이나 산화적 스트레스가 발생할 경우 운동수행력의 저하가 발생할 수 있다(최재현 등, 2005; Sharkey & Eastman, 2002; Mutch & Bannister, 1983).

태권도 선수들에게 단기간 크레아틴을 섭취 시켰을 때 운동수행력을 향상하는가 하면(김선호, 2010), 20대 대학생들을 대상으로 산소수 및 수소수를 투여하여 운동수행력을 향상시키는 연구도 존재한다(박종석과 김상호, 2010). 환경 자체적 요인인 온도를 이용하여 운동수행력의 변화를 연구하거나(이운용 등, 2004), 키네시오 테이핑 방법을 적용하여 운동수행력에 긍정적인 결과를 가져온다는 연구(이연종과 민정욱, 2018)도 있다. 이처럼 운동수행력을 향상시키기 위한 방법은 다양하다.

스트레칭 방법이 운동수행력을 향상시킨다는 연구들도 존재하는데 최대원과 정성환(2010)에 따르면 아마추어 성인 골프 동호인들을 대상으로 정적 스트레칭 프로그램을 적용했을 때 골프 드라이버 스윙 시 정확도 및 비거리를 향상시켜 운동수행력이 향상되었다. 테니스 선수들을 대상으로 정적 스트레칭을 시행했을 때 근과위 및 테니스 서비스 속도에도 유의한 차이를 가져왔다는 연구도 존재한다(김영재와 허원석, 2015). 권원안 등(2010)의 연구에 따르면 스트레칭 운동이 경부의 관절가동범위를 증가시키며, 근긴장을 감소시킨다는 사실을 알 수 있다.

정적 스트레칭과 더불어 동적 스트레칭 혹은 PNF스트레칭의 복합적인 효과를 연구하는 선행연구들은 많았으나 정적 스트레칭을 단독으로 적용하여 운동수행력 미치는 효과를 보는 연구들은 부족한 실정이다.

### 4. 통증 자각도

고통, 통증, 불안과 같이 형태가 없는 것들은 직접적으로, 객관적으로 측정할 수 없으며. 개인마다 주관적인 차이가 있기 때문에 측정하는데 특별한 방법이 필요하다. 그 방법으로는 수치평가척도(numeral rating scale, NRS), 시각적 아날로그 척도(visual analog scale, VAS) 등이 있다. NRS는 숫자로 주관적인 통증을 평가하며, 구두로 진행이 가능하다. 이와 반대로 VAS는 시각적으로 평가하는 방법으로 통증 자각도를 측정하기 위해 사용되는 방법들 중 비교적 적은 시간이 소요되며, 최소한의 언어사용으로 인해 널리 사용되고 있는 측정방법이다(Langley & Sheppard 1985). VAS는 통증이 구분되지 않는 연속적인 변화라는 것에서 고안되었으며, 50년 이상 사용되었는데 현재는 일반적으로 수평 직선 100mm의 길이로 한쪽 끝은 통증이 전

혀 없음, 다른 한쪽 끝은 최고의 고통으로 설정한 후 직선 위에 점 또는 이외의 표식을 이용해 표기한다. 대상자들에게 검사지가 어떤 의미를 부여하는지에 대해 설명한 후 직선 위에 적절한 표시를 하면 연구자가 그에 대한 수치를 분석에 사용한다(Maxwell, 1978). 다양한 측정방법을 통해 피로물질 혹은 근육 활성도의 객관적인 정도를 파악해 근피로 유발 정도를 수치화 할 수 있으나, 통증의 정도는 개인이 느끼는 정도에 차이가 있을 수 있기 때문에 시각적 아날로그 척도(visual analog scale, VAS)를 통해 대상자의 주관적인 통증을 객관적으로 수치화 하여 정보를 얻을 수 있을 것이다.

## 5. 스트레칭 처치와 산화적 스트레스 및 항산화효소

인간이 생명을 유지하기 위해 발생하는 대사의 부산물인 활성산소의 농도가 높아지고 이로 인해 항산화 방어기전보다 산화 기전이 우세하여 세포에 손상을 일으키는 상태를 산화적 스트레스라고 정의할 수 있다. 산화적 스트레스는 활성산소(reactive oxygen species, ROS)에 의해 발생되는데, 신체활동 및 고강도 운동 이외에도 다양한 외부요인에 의해서 활성산소가 발생한다. 산화적 스트레스는 당뇨병, 신경계 질환 등의 중요한 발병 기전으로 추정되고 있을 뿐만 아니라 노화 과정에도 영향을 미치는 주요한 인자로 보고 있다(김정호, 2008).

산화적 스트레스를 일으키는 활성산소에는 과산화수소(hydrogen peroxide), 수산화 라디칼(hydroxyl radical), 초과산 이온(superoxide ion)등이 있는데 이는 앞서 설명한 바와 같이 정상적인 대사과정에서도 생산된다. 활성산소는 생리적 필요에 의해 생성, 소멸되며, 체내에서 적정 수준을 유지한다. 적정 수준의 활성산소는 백혈구와 함께 체내로 침입하는 세균 및 바이러스에 대한 방어기제로 작용할 뿐 아니라 세포 간 신호전달 분자로서의 역할과 함께 세포의 성장과 분화 촉진 등 유익한 생체기능을 수행한다. 하지만 과도하게 생성된 활성산소는 세포막의 주성분인 지질의 과산화를 유발하고 세포 구성요소들을 공격하여 조직의 손상을 일으키며, 세포내 핵산의 DNA 염기서열에 문제를 일으킨다. 또 필수효소의 무력화와 암등의 악성 신생질환을 유발하는 등 신체에 부정적인 영향을 미친다.

활성산소들은 각각 다른 반응기전으로 다양한 신체적 손상을 발생시킨다(김혜진 등, 2017). 초산화물(superoxide)은 일반적으로 다른 급진적인 활성산소들에 비해 상대적으로 활동성이 없다 여겨지지만, 산화질소와 같은 것들은 주로 생화학적 반응으로 생성된다. 다른 활성산소와 비교했을 때 초산화물은 세포 내 확산에 비교적 긴 반감기를 가지고 있어 잠재적으로 목표물의 수를 증가시킨다. 염증반응이 있는 세포는 침입하는 유기체에 저항하는 과정에서 상대적으로 많은 양의 과산화수소(hydrogen peroxide)를 생성하게 된다. 과산화수소는 반응성 화합물로 상황에 따라 산화적 라디칼과 같은 활성산소를 쉽게 생성해 낼 수 있다. 과산화수소는 막에 스며들 수 있으나 상대적으로 약한 활성산소로 꼽힌다. 직접적으로 DNA 혹은 지질을

산화시킬 수는 없지만 금속 촉매 반응을 통해 또 다른 활성산소를 발생시켜 세포의 손상을 일으킬 수 있다. 수산화 라디칼(hydroxyl radical)은 강한 산화 가능성을 가지고 있으며 반응성이 높기 때문에 발생 부위에 가까운 분자들을 손상시킨다. 수산화 라디칼은 신체에 가장 많은 피해를 일으키는 활성산소이며, 주위에 살아있는 유기체가 존재하는 것이 힘들 정도로 반응성이 높다. 이외에도 확산이 가능하고 막에 스며들 수 있는 일중항 산소(singlet oxygen), 이산화질소를 형성하고 빠른 반응속도로 과산화질소를 생성하는 산화질소(nitric oxide) 등이 있다.

항산화효소는 산화를 지연시키거나 방지하는 어떠한 물질로 정의된다. 항산화 시스템은 활성산소로 인해 발생하는 산화적 스트레스로부터 신체적 손상을 방어하는 체계이다. 항산화 효소에는 초과산 이온을 산소와 과산화수소로 바꾸는 SOD(superoxide dismutase), 카탈라제(catalase), 글루타티온 과산화효소 GPX (glutathione peroxidase) 등이 있다.

SOD는 1969년 McCord와 Fridovich에 의해 발견되었으며, 초과산 이온을 산소와 과산화수소로 바꾸며, 활성산소로 인한 손상을 방어한다. SOD는 3개의 형태로 존재하며, 2개의 SOD는 세포 내에 위치하는 반면, 나머지 하나의 SOD는 세포 외의 공간에서 발견된다. 일부 연구에 따르면 주기적인 운동 훈련이 근육 내부의 SOD를 증가시키지 않는다고 했으나 대부분의 연구에서는 주기적인 운동 훈련을 통해 근육 내의 SOD1과 SOD2의 농도를 20-112% 정도 증가시켰다는 결과가 나타났다(Scott & Malcome, 2008). GPX(glutathione peroxidase)는 포유류에서 총 5개의 효소가 확인되는데(GPX1-GPX5) 이 모든 효소는 각각 유기수산화물의 감소를 촉진하며, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>에서부터 복합 유기 수산화물까지 광범위한 수산화물을 감소시키는데, 이는 GPX가 막지질, 단백질, 핵산에 활성산소가 일으키는 손상으로부터 신체를 방어할 수 있는 중요한 항산화 물질의 역할을 한다는 것을 의미한다. 카탈라제(catalase, CAT)의 주된 목적은 과산화수소를 산소와 물로 분해하는 것이다. CAT는 산화성이 높은 근섬유에서 높은 수치를 보이고, 산화능력이 낮은 섬유에서 가장 낮은 수치를 보인다.

전용균과 이기홍(2014)의 연구에 의하면 고강도 유산소 운동 후 스트레칭 정리운동을 처치했을 때 SOD의 수치가 증가했으며, SOD 이외의 항산화 효소인 CAT와 GPX 또한 유의하게 증가했다는 결과가 나타났다. 방현석과 백운호(2013)의 연구에서는 중년여성들을 대상으로 웨이트 트레이닝 후 정적으로 휴식했을 때보다 스트레칭으로 정리운동을 실시했을 때 SOD의 수치가 유의하게 높았다는 결과가 나타났다. 또 20대 남성들을 대상으로 웨이트 트레이닝 후 스트레칭 처치를 적용했을 때 SOD 수치가 유의하게 증가했다는 연구결과(박진국, 2009)도 존재한다.

저항성 운동 후 항산화 효소계의 활성도를 높이기 위해 항산화 비타민인 비타민 C, 비타민E, 타우린 등 항산화제를 섭취해도 긍정적인 결과가 나타난다는 연구(이왕록, 2003)가 존재하지만 이 연구에서는 보드를 이용한 스트레칭 처치와 같이 운동학적인 접근이 항산화효소의 발현과 산화적 스트레스 감소에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

## 6. 스트레칭 처치와 혈중 피로물질

운동피로의 원인은 대사 작용을 통한 에너지원의 소모, 대사 부산물의 농도 증가로 인한 피로물질의 축적, 고강도의 운동 혹은 장기적인 운동으로 인한 중추신경의 피로 등이 있다. 운동 중 조직에서의 산소의 공급이 부족하여 무산소성 해당과정을 통해 에너지를 얻는 비율이 높아지면서 젖산이 축적되어 피로가 발생한다(Costill et al., 1983). 혈중 젖산은 강산성의 물질로서 축적되면 조식세포와 혈액을 산성화시키기 때문에 대표적인 근피로 발생의 원인 물질이다. 또 젖산과 암모니아와 같은 대사물질의 국부적 축적은 체내 pH농도의 변화를 가져온다. 이와 같은 현상들은 근수축의 효율성을 감소시키고 근피로를 유발한다(박기범 등, 2009). 신속한 피로물질의 제거 및 근피로 회복방법에 대한 연구들이 꾸준히 진행되고 있으나 회복방법에 일관성이 부족한 것으로 판단된다(김재구, 2019).

김중혁과 김도진(2018)에 의하면 자연성 근육통 유발 후 수동적 스트레칭 처치 방법이 젖산을 피루부산으로 환원시켜 근육 내 적정 pH농도유지 및 에너지 대사를 원활하게 하여 피로물질 제거에 효과적이었고, 김대경 등(2012)에 따르면 격렬한 운동 후 완전한 휴식으로 갑작스러운 전환보다는 스트레칭 처치를 시행함에 따라 근기능의 정상회복 및 체내 축적된 젖산제거를 촉진하는데 긍정적인 영향을 가져온다는 사실을 알 수 있다. 또 고강도 운동 후 젖산이 과도하게 축적되고 신체에 부정적인 영향을 미치는 상황에서 스트레칭 처치방법을 적용하는 것이 근육의 신장력을 증진시키며, 가벼운 근수축 효과를 일으키고 이를 통해 혈액순환을 원활하게 하는 효과가 있다는 결과(송민수, 2012)도 존재한다. 김주애 등(2018)에 의하면 태권도 겨루기 직후 스트레칭 적용이 혈중 피로물질인 젖산과 암모니아의 농도를 감소시켜 경기력 향상과 피로회복에 도움을 준다는 결과가 나타났다. 이를 미루어 볼 때 스트레칭이 혈중 피로물질 제거에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

스트레칭을 통한 처치방법이 피로회복 및 피로물질 제거에 영향을 미친다는 많은 선행연구들이 존재하지만 스트레칭 보드와 같이 도구를 이용한 스트레칭 방법이 혈중피로물질 제거에 미치는 영향 대한 선행연구들은 많지 않은 실정이다. 따라서 체육활동에 참여한 후 피로물질 제거 및 피로회복을 위해 스트레칭 보드를 이용한 체계적이고 적절한 스트레칭 프로그램을 제공하기 위해 이에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 연구 대상

이 연구는 대상자를 선정하기 위하여 온라인 및 오프라인으로 모집공고를 냈으며, 연구 목적 및 선정조건에 맞게 선정하였다. U시에 거주 중인 건강한 성인남녀 24명(남성 12명, 여성 12명)을 연구 대상으로 선정하였다. 대상자는 6개월 이상 전문적이거나 규칙적으로 운동프로그램에 참여한 경험이 없으며, 의학적으로 특별한 질환이 없는 자들로 구성하였다.

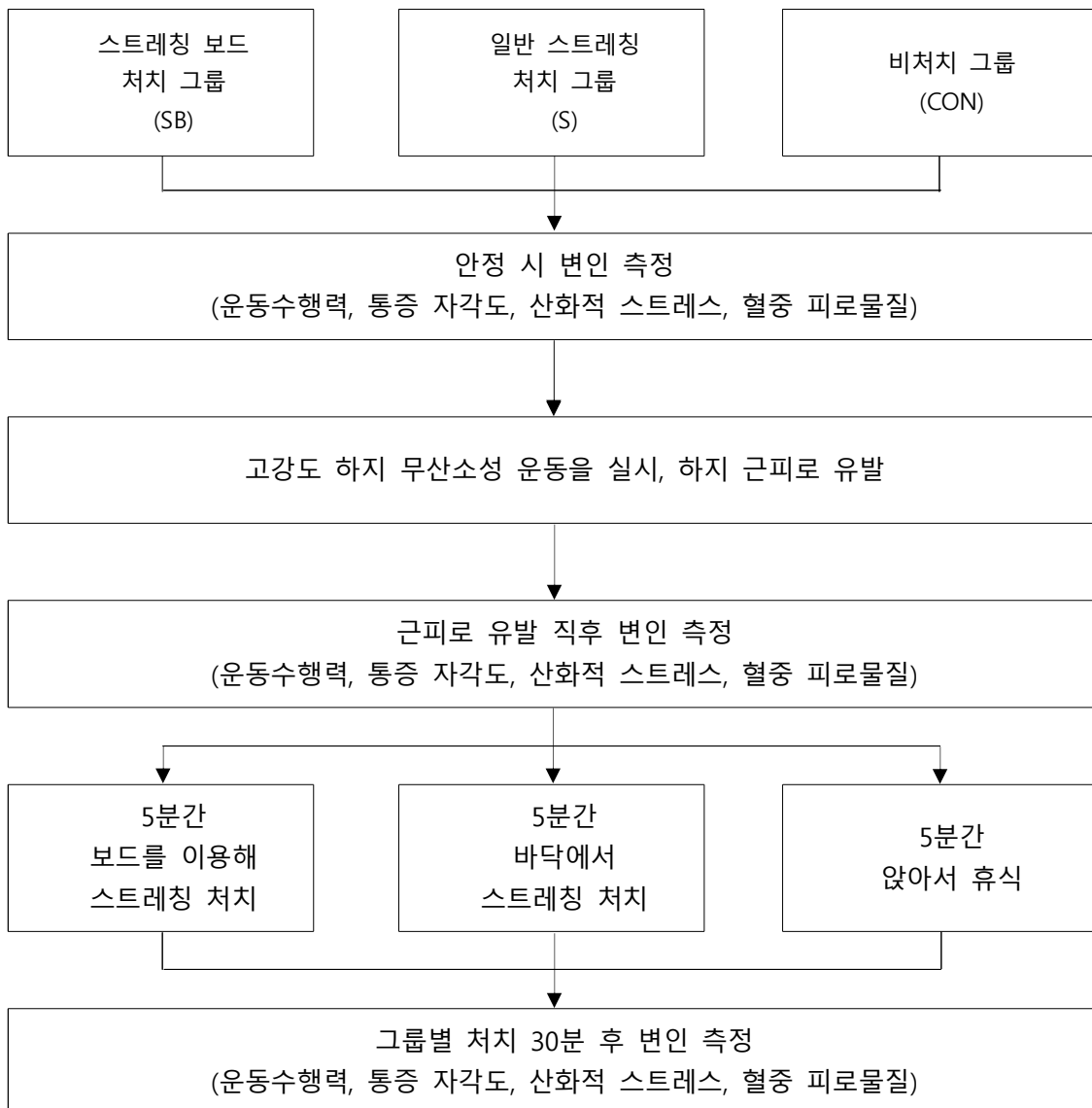
실험 참여 전 모든 대상자를 소집한 후 연구 대상자에게 연구동의 및 설명서를 제공하여 연구의 목적과 절차를 충분히 설명하였으며, 연구에 자발적으로 참여하고자 하는 지원자로부터 U대학의 생명윤리위원회에서 승인된 연구 동의서를 작성하게 한 후 연구에 참여 시켰다. 연구 대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

<표 1> 연구 대상자의 신체적 특성

	스트레칭 보드 처치그룹 (n=8)	일반 스트레칭 처치그룹 (n=8)	비처치 그룹 (n=8)
연령 (세)	26.00±1.69	25.75±2.96	26.25±1.98
신장 (cm)	164.00±7.39	165.63±7.50	172.13±7.68
체중 (kg)	69.24±16.58	71.83±14.95	68.69±14.89
근육량 (kg)	26.68±6.97	26.23±6.35	27.51±6.50
체지방률 (%)	29.90±5.34	33.83±5.39	27.26±7.40

## 2. 연구 설계

이 연구에서의 모든 연구 대상자들은 세 개의 그룹으로 나뉘어 각각 특정한 회복 처치방법(보드 스트레칭 처치, 일반 스트레칭 처치, 비처치)을 시행하였다. 실험은 일회성으로 모든 과정을 1일 내에 진행하였다. 하지의 근피로를 유발하기 위해 자전거 에르고미터에 앉아 부하가 없는 상태(0kpm)에서 페달링 회전수를 55-60rpm으로 유지하도록 한 뒤 2분단위로 0.5 → 1 → 1.5 → 2.5 → 3.6 → 4kpm 순으로 부하를 증가시켰다. 하지 근피로 유발 후 그룹별로 특정 회복 처치방법을 실시하였다. 모든 변인들은 안정 시, 처치 전, 처치 후에 측정하였으며, 변인으로는 운동수행력(등속성 근력, 밸런스, 유연성, 순발력), 통증 자각도, 산화적 스트레스(MDA, SOD) 및 피로물질(혈중 젖산 농도, 혈중 암모니아, LDH)이 있다. 이 연구의 설계는 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 연구 설계



### 3. 처치 방법

고강도 하지 저항성 운동을 통해 하지 근피로를 유발한 후 각각의 처치방법이 운동수행력, 통증 자각도, 산화적 스트레스, 피로물질에 미치는 영향을 알아보기 위해 다음과 같은 처치방법을 적용하였다.

#### 1) 하지 고강도 무산소성 운동

이 연구에서는 스트레칭 처치방법을 적용하기 전 하지근피로 유발을 위해 자전거 에르고미터를 이용하여 하지 고강도 무산소성 운동을 실시하였다. 하지 근피로 유발 프로토콜은 조기행과 김성수(2010)의 연구를 참고하였다.

자전거 에르고미터에 앉아 부하가 없는 상태(0kpm)에서 페달링 회전수를 55-60rpm으로 유지하도록 한 뒤 2분마다 0.5 → 1 → 1.5 → 2.5 → 3.6 → 4kpm 순으로 부하를 증가시켰다. 이후 페달링 회전수가 30rpm 이하로 떨어졌을 때 30초 내로 30rpm이상으로 되돌아가지 못할 경우 피로하다고 정의하였으며, 대상자가 정해진 페달링 회전수를 의지적으로 유지하지 못하는 상태까지 수행하도록 하였다. 이 때 자전거 에르고미터 안장에서 엉덩이를 떼지 않도록 대상자에게 미리 설명하였다.



[그림 2] 하지 고강도 무산소성 운동

## 2) 스트레칭 처치

### (1) 스트레칭 보드를 이용한 스트레칭 처치

근피로 유발 후 각 변인 측정 직후부터 5분간 보드를 이용하여 스트레칭을 실시하였다. 스트레칭 동작 진행 중 10초간 숨을 들이쉬고, 10초간 숨을 내쉬는 호흡법을 실시하는데, 이 때 호흡법은 대상자의 호흡상태에 맞추어 조절하였다. 스트레칭 보드에는 [그림 3]과 같이 3개의 단계가 존재하는데, 대상자별 단계는 더벨런스코리아에서 제공하는 프로그램에 따라 알맞게 적용하였다. 스트레칭은 한 동작 당 20초씩 유지하였으며, 동작 변경 시 소요되는 시간은 3초 이내로 설정하였다. 동작은 크게 10가지, 세부적으로는 14가지로 구성된다. 스트레칭 프로그램은 <표 2>와 같다. 스트레칭 보드 처치 시 주의사항은 다음과 같다.

첫째, 통증이 느껴지기 직전 까지만 시행할 것

둘째, 반동을 주지 말 것

셋째, 정확한 동작을 시행할 것

이와 같은 주의사항은 스트레칭 처치 전 대상자에게 미리 설명하였다. 보드 스트레칭 처치 진행 중 동작을 유지하지 못할 경우 옆에서 실험자가 보조하였다.



[그림 3] 스트레칭 보드의 단계

### (2) 일반 스트레칭 처치

하지 근피로 유발 후 각 변인 측정 직후부터 5분간 실시하였다. 호흡법과 스트레칭 동작은 보드 스트레칭 처치그룹과 동일하다. 일반 스트레칭 처치는 <표 2>과 같은 스트레칭 동작을 보드 없이 실시하였으며, 주의사항 또한 스트레칭 보드를 이용한 처치 그룹과 동일하다.

### (3) 비처치

고강도 하지 저항성 운동 직후 대상자는 앉은 자세로 5분간 아무런 처치 없이 휴식을 취하도록 하였다.

<표 2> 스트레칭 프로그램

스트레칭 동작	스트레칭 방법	시간
	<p>보드 위에 올라서서 바른 자세로 선 다음 앞서 제시한 호흡법을 실시한다.</p>	<p>동작 당 20초간 유지 3초간 휴식</p>
	<p>보드 위에 올라서서 바른 자세로 선 다음 손을 깍지 끼고 위로 내밀어 뻗는다.</p>	<p>동작 당 20초간 유지 3초간 휴식</p>
	<p>보드 위에 올라서서 바른 자세로 선 다음 손을 깍지 끼고 정면을 향해 내밀어 뻗는다.</p>	<p>동작 당 20초간 유지 3초간 휴식</p>
	<p>보드 위에 올라서서 바른 자세로 선 다음 손을 깍지 끼고 아래를 향해 내밀어 뻗는다.</p>	<p>동작 당 20초간 유지 3초간 휴식</p>
	<p>보드 위에 올라서서 바른 자세로 선 다음 오른손은 왼발방향으로 뻗고 남은 손은 위로 뻗는다. 이때 시선은 왼쪽을 향한다. 반대 방향도 같은 방법으로 시행한다.</p>	<p>동작 당 20초간 유지 3초간 휴식</p>

<표 2> 스트레칭 프로그램

스트레칭 동작	스트레칭 방법	시간
	<p>보드 위에 올라서서 바른 자세로 선 다음 등 뒤로 깍지 끼고 무릎과 허리를 굽힌다.</p>	<p>동작 당 20초간 유지 3초간 휴식</p>
	<p>보드 위에 올라서서 바른 자세로 선 다음 손을 깍지 끼고 머리 뒤로 둔다.</p>	<p>동작 당 20초간 유지 3초간 휴식</p>
	<p>보드 위에 올라서서 바른 자세로 선 다음 손을 깍지 끼고 머리 뒤에 두는데 이 때 고개를 아래로 당긴다.</p>	<p>동작 당 20초간 유지 3초간 휴식</p>
	<p>보드 위에 올라서서 바른 자세로 선 다음 턱 아래에 두 손을 받치고 고개를 뒤로 젖힌다.</p>	<p>동작 당 20초간 유지 3초간 휴식</p>
	<p>보드 위에 올라서서 바른 자세로 선 다음 왼손을 반대편 관자놀이에 댄 후 고개를 오른쪽으로 젖힌다. 반대 방향도 같은 방법으로 시행한다.</p>	<p>동작 당 20초간 유지 3초간 휴식</p>

#### 4. 측정도구

이 연구에서 측정한 항목과 도구는 <표 3>과 같다.

<표 3> 측정도구

측정항목	측정 변인	기구명	모델명
신체구성	근육량, 체중 체지방률	생체 전기저항 분석기	InBody 230
운동 수행력	등속성 근력	등속성 운동기구	Cybox
	유연성	체전굴 측정기구	FT-7350
	밸런스	Y-Balance	Professional YBT
	순발력	제자리멀리뛰기	KP-350C
통증 자각도	통증 자각도	시각아날로그 평가척도	VAS (visual analog scale)
혈액검사	MDA	Microplate Reader	VERSA Max
	SOD		
	혈중 암모니아	Cobas 8000	c702
	LDH		
	혈중 젖산 농도	혈중 젖산 농도 측정기	Accutrend lactate

## 5. 측정방법

### 1) 신체구성

생체 전기저항 분석기(InBody230)를 이용하여 체중, 근육량 및 체지방률을 측정하였다. 측정방법은 생체 전기저항 분석기의 전극판 위에 올라서게 한 뒤 신장과 나이를 입력한 후 양손으로 각각의 전극을 잡도록 한 후 측정하였다.

### 2) 운동수행력

운동수행력은 등속성 근력, 유연성, 하지 밸런스, 순발력 총 4가지를 측정하였다. 안정 시, 처치 전, 처치 후, 총 3회 측정하였으며, 모든 측정은 측정가능한 장비가 있는 장소에서 측정하였다.

등속성 근력을 측정하기 위하여 Cybex를 이용하였다. 하지 등속성 근력 변화를 보기 위해 각속도  $60^{\circ}/s$  와  $180^{\circ}/s$ 으로 각각 5회, 15회씩 안정 시, 처치 전, 처치 후 측정하였다. 대상자들이 주로 사용하는 우세측 다리를 측정한 후 자료를 분석하였다. 구체적인 하지 근 파워 변인은 평균파워와 체중의 비율을 토대로 분석했다. 측정 절차는 대상자를 슬관절의 신전 및 굴곡을 측정할 수 있도록 설정된 장치의 의자에 상체를 고정하고 앉게 한 후, 대퇴 또한 벨트로 고정시키고 기계의 운동 축과 무릎관절 운동축이 일치하도록 설정하여 각속도  $60^{\circ}/s$  와  $180^{\circ}/s$  각각 5회, 15회씩 측정하였다. 최대의 운동능력이 나타날 수 있도록 검사운동속도에서 최대 능력으로 각각 2회, 4회 연습시킨 뒤 측정을 실시하였다.

유연성을 측정하기 위하여 유연성 측정기를 이용하였다. 앉아서 윗몸 앞으로 굽히기(Sit and Reach test)방법을 이용하는데 바닥에 앉아서 다리를 곧게 펴고 발은 상자에 펴서 붙인 후 가능한 한 팔을 쭉 뻗어 상자위로 도달하는 길이(cm)로 안정 시, 처치 전, 처치 후에 유연성을 측정하였다.

하지 밸런스를 측정하기 위하여 Y-Balance test를 이용하였다. 측정방식은 김태호와 양명주(2020)의 연구를 참고하였다. 측정값은 Y-balance를 측정하기 위해 바닥에 표시한 테이프 모양을 이용하여 평가했다. 대상자가 Y-balance를 측정하기 위해 표시해놓은 바닥의 표시 중앙에 서서 전방, 후내측, 후외측 각 방향으로 최대한 뻗으면서 균형을 유지하는 지점을 cm 단위로 측정했다. 한 방향 당 2회씩 실시 후 높게 나온 값을 측정값으로 기록하였으며, 동작 중 뻗은 발이 제자리로 돌아오지 못하거나 지지하는 발이 Y-balance를 측정하기 위해 표시해놓은 바닥의 표시에서 떨어질 경우 다시 측정하였다. 대상자들의 다리길이 차이는 composite score의 계산 공식을 이용하여 계산하였다. 공식은 <표 3>과 같다. 다리길이는 대상자의 위 앞 엉덩뼈가 시에서 안쪽 복사뼈까지의 길이를 다리 길이로 설정하였다.

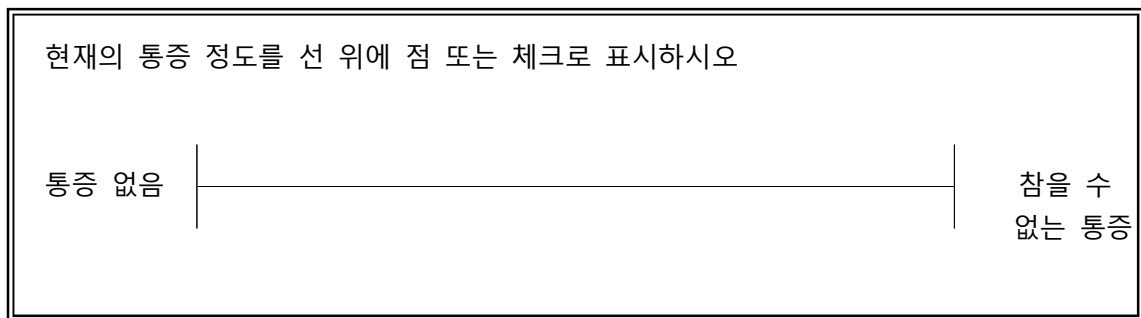
순발력을 측정하기 위하여 제자리멀리뛰기를 실시하였다. 순발력은 안정 시, 처치 전, 처치 후 측정하였다. 출발선을 넘지 않도록 주의를 준 후 출발지점에서 착지했을 때 발뒤꿈치까지의 거리를 cm 단위로 측정하였으며, 총 2회 측정하여 높은 값을 측정치로 사용하였다.

<표 4> 대상자 다리길이 차이 계산 공식 composite score

$$\frac{\text{Anterior} + \text{Posteriomedial} + \text{Posterolateral}}{3 \times \text{Limb length}} \times 100$$

### 3) 통증 자각도(visual analog scale, VAS)

통증 자각도를 검증하기 위해 안정 시, 처치 전, 처치 후에 visual analog scale (VAS) 방법을 사용하였다. [그림 4]과 같은 검사지를 사용하였으며, 이 때 VAS의 측정에 사용될 검사지는 숫자에 대한 선입견을 배제하기 위하여 숫자는 표시하지 않았다. 통증 자각도는 가로로 되어있는 100mm의 눈금이 없는 실선 위에 직접 점 또는 이외의 표식으로 표시하게 하였으며, 왼쪽으로 갈수록 통증이 없는 상태, 반대쪽 끝으로 갈수록 대상자가 생각하는 가장 심한 정도의 통증으로 정의하였다.



[그림 4] 통증 자각도 검사지

### 4) 혈액 검사

연구 대상자가 10시 경 검사실 도착하고 난 후 30분간 안정을 취하게 하였다. 이후 상완 정맥에서 1회용 주사기를 이용하여 채혈하였다. 채혈은 U시 J병원에서 근무 중인 K간호사가 안정 시, 처치 전, 처치 후에 4cc의 혈액을 채취하였으며, 총 3회에 걸쳐 채혈하였다. 각 분석항목에 따라 항응고 처리 및 처리되지 않은 튜브에 넣어 3,000rpm으로 10분간 원심분리 시킨 후 혈장 및 혈청을 뽑아 각각의 보관튜브에 넣어 (주)GCCL 검사 기관에 의뢰하였다.

#### (1) 산화적 스트레스

산화적 스트레스를 측정하기 위해 대상자는 이 실험이 시작되기 10시간 전부터 금식, 금연, 금주하도록 하여 시험 당일 공복상태로 실험실에 도착하면 10분간 휴식을 취하게 하였다. 운동 전 안정 시 혈액을 전완정맥에서 1회용 주사기를 이용하여 4CC의 혈액을 채혈하였으며, 튜브에 넣어 3,000rpm으로 10분간 원심분리처리 후 혈장 및 혈청을 뽑아 각각의 보관튜브에 넣어 검사 기관에 의뢰하였다. 근피로가 유

발되었음을 객관적으로 판단하기 위해서 근피로 유발 직후 채혈하였으며, 마지막으로 각 처치방법 적용 30분 후 안정 시와 같은 방법으로 채혈하였다. 그룹별 산화적 스트레스 지표의 변화량을 측정하였으며, 이 때 활성산소(reactive oxygen species, ROS)로 인한 세포손상정도를 평가하기 위해 과산화지질 (malondialdehyde, MDA)의 수치를 측정하고 이에 대한 항산화효소의 발현을 알아보기 위해 항산화효소 (super oxide dismutase, SOD)의 수치를 측정하였다.

## (2) 피로물질

피로물질을 측정하기 위해 대상자는 이 실험이 시작되기 10시간 전부터 금식, 금연, 금주하도록 하여 시험 당일 공복상태로 실험실에 도착하면 10분간 휴식을 취하게 하였다. 운동 전 안정 시 혈액을 전완정맥에서 1회용 주사기를 이용하여 4CC의 혈액을 채혈하였으며, 튜브에 넣어 3,000rpm으로 10분간 원심분리처리 후 혈장 및 혈청을 뽑아 각각의 보관튜브에 넣어 검사 기관에 의뢰하였다. 운동 전, 근피로 유발 직후, 각 처치방법 적용 30분 후 안정 시와 같은 방법으로 채혈하였다. 근피로 발생유무를 보기위해 젖산 탈수 효소 (lactate dehydrogenase, LDH), 혈중 암모니아의 수치를 측정하였다.

## 5) 혈중 젖산 농도

혈중 젖산 농도 분석을 위하여 안정 시, 처치 전, 처치 후에 finger-tip 방법을 이용하여 채혈을 실시하였으며, 젖산 분석기(Accutrend Lactate)를 이용하여 분석하였다. 알코올 솜으로 채혈 부위를 소독한 후 알코올이 완전히 마를 때까지 기다린 후 손가락 끝부분을 채혈침이 조립된 채혈기로 채혈하였다.

## 6. 자료처리

이 연구를 통해 수집된 모든 자료는 SPSS PC+ for windows(version 23.0) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 각 변인들에 대한 기술 통계량을 알아보기 위해 평균(mean: M)과 표준편차(standard deviation: SD)를 산출하였다. 그룹별로 운동수행력, 통증 자각도, 산화적 스트레스, 피로물질의 근피로 유발 직후와 그룹별 처치 후의 변화를 알아보기 위해 근피로 유발 직후의 값을 공변인으로 한 공분산 분석 ANCOVA를 이용하여 분석하였다. 모든 통계분석의 유의수준( $\alpha$ )은 .05로 설정하였다.



## IV. 연구 결과

### 1. 운동수행력

#### 1) 체중 당 등속성 신근력

건강한 성인 남녀에 각각의 처치방법을 실시한 후 운동수행력 중 체중 당 등속성 신근력의 차이를 검정하기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 세 그룹의 근피로 유발 직후 값에 유의한 차이가 나타났고( $p<.001$ ), 처치 전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 그룹 간 체중 당 등속성 신근력의 변화 (단위: Nm/kg)

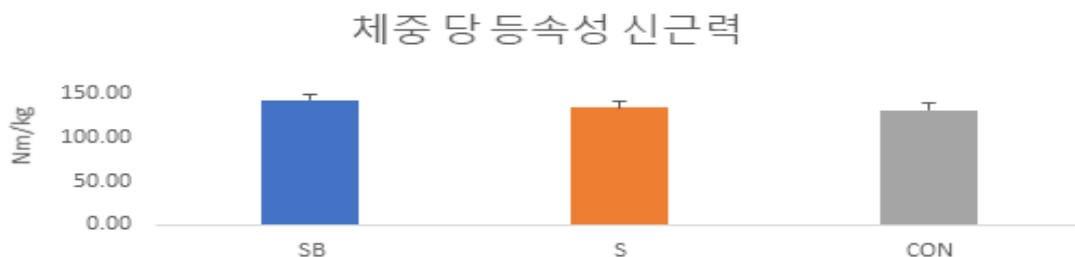
그룹	스트레칭 보드 처치 (SB) (n=8)	일반 스트레칭 처치 (S) (n=8)	비처치 (CON) (n=8)
안정 시	159.00±48.47	142.63±43.40	150.00±41.99
근피로 유발 직후	126.88±37.88	132.13±20.78	129.50±18.21
그룹별 처치 30분 후	140.38±31.15	136.25±38.41	131.38±13.46
조정평균	142.53±7.11	134.10±7.11	131.38±7.10

소스	SS	df	MS	F	p	Post-Hoc
pre	10341.26	1	10341.26	25.70	.000	
그룹	538.85	2	269.42	.67	.523	
오차	8047.99	20	402.40			
합계	18714.00	23				

스트레칭 보드 처치 그룹의 안정 시는 159.00±48.47Nm/kg으로, 근피로 유발 직후는 126.88 ±37.88Nm/kg으로, 그룹별 처치 30분 후는 140.38±31.15Nm/kg로 나타났고, 일반 스트레칭 처치그룹의 안정 시는 142.63±43.40Nm/kg으로, 근피로 유발 직후는 132.13±20.78Nm/kg으로, 그룹별 처치 30분 후는 136.25±38.41Nm/kg로 나타났으며, 비처치 집단의 안정 시는 150.00±41.99 Nm/kg으로, 근피로 유발 직후는 129.50±18.21Nm/kg으로, 그룹별 처치 30분 후는 131.38±13.46Nm/kg으로 나타났다.

이들의 조정평균값의 경우 스트레칭 보드 처치 그룹은 142.53±7.11Nm/kg으로, 일반 스트레칭 처치 그룹은 134.10±7.11Nm/kg으로, 비처치 그룹은 131.38±7.10Nm/kg으로 나타났으며, 운동수행력 중 체중 당 등속성 신근력의 변화를 알아보기 위한 공분산 분석결과 유의수준은 .523으로 세 그룹 간 차이가 없었다.



[그림 5] 그룹 간 체중 당 등속성 신근력의 조정평균

## 2) 체중 당 등속성 굴근력

건강한 성인 남녀에 각각의 처치방법을 실시한 후 운동수행력 중 체중 당 등속성 굴근력의 차이를 검정하기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 세 그룹의 근피로 유발 직후 값에 유의한 차이가 나타났고( $p < .01$ ), 근피로 유발 직후 값을 공변인으로서 한 공분산 분석결과는 <표 6>과 같다.

<표 6> 그룹 간 체중 당 등속성 굴근력의 변화 (단위: Nm/kg)

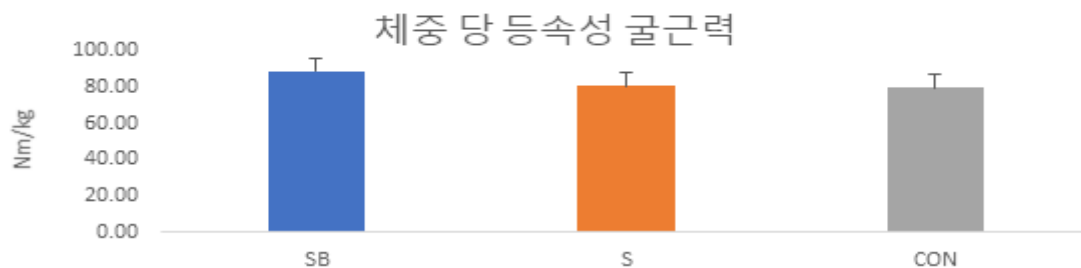
그룹	스트레칭 보드 처치 (SB) (n=8)	일반 스트레칭 처치 (S) (n=8)	비처치 (CON) (n=8)
안정 시	79.25±22.36	52.00±22.26	66.88±30.20
근피로 유발 직후	72.13±30.39	72.13±25.55	75.63±24.54
그룹별 처치 30분 후	88.88±13.63	79.75±20.42	80.25±14.68
조정평균	88.81±4.42	80.51±4.43	79.56±4.43

소스	SS	df	MS	F	p	Post-Hoc
pre	2599.49	1	2599.49	16.62	.001	
그룹	413.94	2	206.97	1.32	.289	
오차	3128.39	20	156.42			
합계	6148.96	23				

스트레칭 보드 처치 그룹의 안정 시는 79.25±22.36Nm/kg으로, 근피로 유발 직후는 72.13±30.39Nm/kg으로, 그룹별 처치 30분 후는 88.88±13.63Nm/kg로 나타났고, 일반 스트레칭 처치그룹의 안정 시는 52.00±22.26Nm/kg으로, 근피로 유발 직후는 72.13±25.55Nm/kg으로, 그룹별 처치 30분 후는 79.75±20.42Nm/kg로 나타났으며, 비처치 집단의 안정 시는 66.88±30.20Nm/kg으로, 근피로 유발 직후는 75.63±24.54Nm/kg으로, 그룹별 처치 30분 후는 80.25±14.68Nm/kg으로 나타났다. 이들의 조정평균값의 경우 스트레칭 보드 처치 그룹은 88.81±4.42Nm/kg으로, 일반 스트레칭 처치 그룹은 80.51±4.43Nm/kg으로, 비처치 그룹은 79.56±4.43Nm/kg으로 나타났다.

운동수행력 중 체중 당 등속성 굴근력의 변화를 알아보기 위한 공분산 분석결과 유의수준은 .289로 세 그룹 간 차이가 없었다.



[그림 6] 그룹 간 체중 당 등속성 굴근력의 조정평균

### 3) 유연성

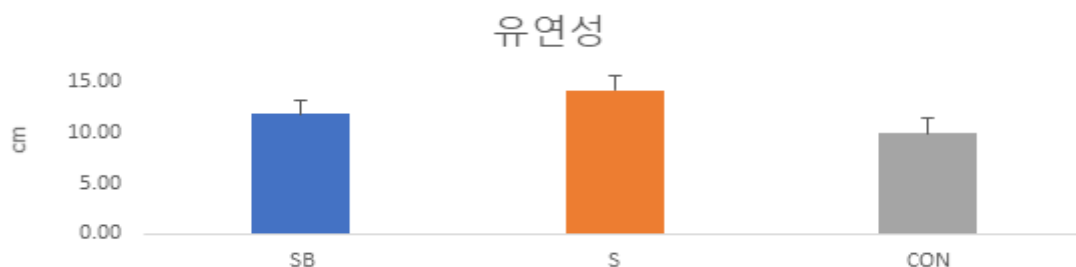
건강한 성인 남녀에 각각의 처치방법을 실시한 후 운동수행력 중 유연성의 차이를 검정하기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 세 그룹의 근피로 유발 직후 값에 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ), 근피로 유발 직후 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> 그룹 간 유연성의 변화 (단위: cm)

그룹	스트레칭 보드 처치 (SB) (n=8)		일반 스트레칭 처치 (S) (n=8)		비처치 (CON) (n=8)	
안정 시	10.69±7.59		13.23±15.57		3.42±15.23	
근피로 유발 직후	12.63±8.28		13.62±14.02		5.10±13.65	
그룹별 처치 30분 후	13.47±7.78		16.65±9.68		5.78±12.77	
조정평균	11.77±1.41		14.18±1.42		9.93±1.45	
소스	SS	df	MS	F	p	Post-Hoc
pre	1905.99	1	1905.99	120.94	.000	
그룹	67.03	2	33.52	2.13	.145	
오차	315.20	20	15.76			
합계	2720.79	23				

스트레칭 보드 처치 그룹의 안정 시는 10.69±7.59cm로, 근피로 유발 직후는 12.63±8.28 cm로, 그룹별 처치 30분 후는 13.47±7.78cm로 나타났고, 일반 스트레칭 처치그룹의 안정 시는 13.23±15.57cm로, 근피로 유발 직후는 13.62±14.02cm로, 그룹별 처치 30분 후는 16.65±9.68cm로 나타났으며, 비처치 집단의 안정 시는 3.42±15.23cm로, 근피로 유발 직후는 5.10±13.65cm로, 그룹별 처치 30분 후는 5.78±12.77cm로 나타났다. 이들의 조정평균값의 경우 스트레칭 보드 처치 그룹은 11.77±1.41cm로, 일반 스트레칭 처치 그룹은 14.18±1.42cm로, 비처치 그룹은 9.93±1.45cm로 나타났다.

운동수행력 중 유연성의 변화를 알아보기 위한 공분산 분석결과 유의수준은 .145로 세 그룹 간 차이가 없었다.



[그림 7] 그룹 간 유연성의 조정평균

#### 4) 좌측 밸런스

건강한 성인 남녀에 각각의 처치방법을 실시한 후 운동수행력 중 좌측 밸런스의 차이를 검정하기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 세 그룹의 근피로 유발 직후 값에 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ), 근피로 유발 직후 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> 그룹 간 좌측 밸런스의 변화 (단위: cm)

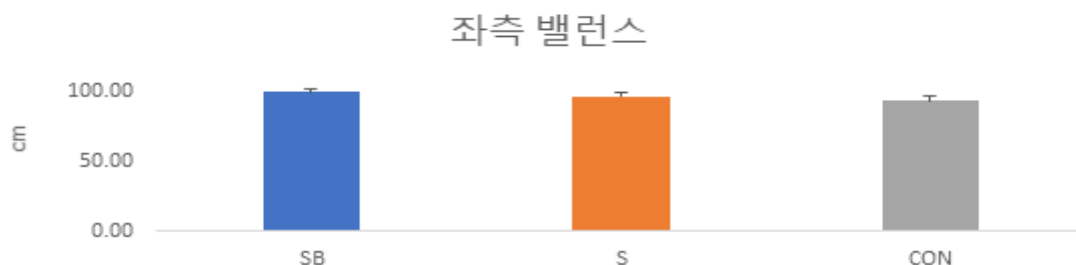
그룹	스트레칭 보드 처치 (SB) (n=8)	일반 스트레칭 처치 (S) (n=8)	비처치 (CON) (n=8)
안정 시	96.52±12.08	94.98±3.70	82.86±10.96
근피로 유발 직후	98.83±12.57	96.26±7.88	85.23±7.62
그룹별 처치 30분 후	104.27±13.92	98.95±7.47	86.80±9.30
조정평균	99.69±2.57	96.56±2.47	93.78±2.75

소스	SS	df	MS	F	p	Post-Hoc
pre	1407.46	1	1407.46	29.77	.000	
그룹	103.76	2	51.88	1.10	.353	
오차	945.62	20	47.28			
합계	3636.59	23				

스트레칭 보드 처치 그룹의 안정 시는 96.52±12.08cm로, 근피로 유발 직후는 98.83±12.57cm로, 그룹별 처치 30분 후는 104.27±13.92cm로 나타났고, 일반 스트레칭 처치그룹의 안정 시는 94.98±3.70cm로, 근피로 유발 직후는 96.26±7.88cm로, 그룹별 처치 30분 후는 98.95±7.47cm로 나타났으며, 비처치 집단의 안정 시는 82.86±10.96cm로, 근피로 유발 직후는 85.23±7.62cm로, 그룹별 처치 30분 후는 86.80±9.30cm로 나타났다. 이들의 조정평균값의 경우 스트레칭 보드 처치 그룹은 99.69±2.57cm로, 일반 스트레칭 처치 그룹은 96.56±2.47cm로, 비처치 그룹은 93.78±2.75cm로 나타났다.

운동수행력 중 좌측 밸런스의 변화를 알아보기 위한 공분산 분석결과 유의수준은 .353으로 세 그룹 간 차이가 없었다.



[그림 8] 그룹 간 좌측 밸런스의 조정평균

### 5) 우측 밸런스

건강한 성인 남녀에 각각의 처치방법을 실시한 후 운동수행력 중 우측 밸런스의 차이를 검정하기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 세 그룹의 근피로 유발 직후 값에 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ), 근피로 유발 직후 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 9>와 같다.

<표 9> 그룹 간 우측 밸런스의 변화 (단위: cm)

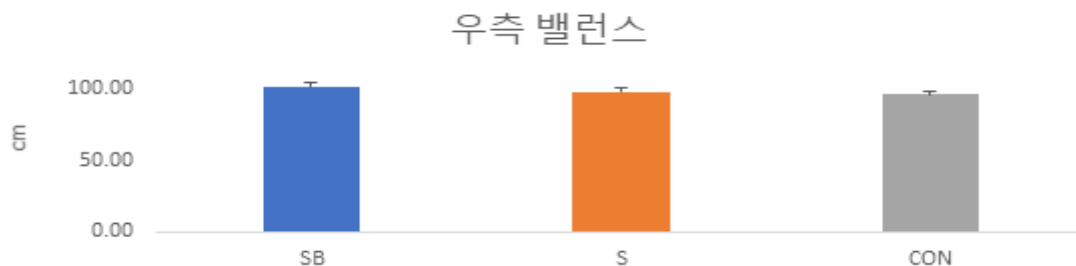
그룹	스트레칭 보드 처치 (SB) (n=8)	일반 스트레칭 처치 (S) (n=8)	비처치 (CON) (n=8)
안정 시	97.19±14.42	94.69±4.91	83.68±13.97
근피로 유발 직후	100.10±13.59	96.64±6.27	84.70±11.32
그룹별 처치 30분 후	106.56±14.43	99.69±9.42	87.53±8.89
조정평균	101.18±2.42	97.54±2.30	95.32±2.56

소스	SS	df	MS	F	p	Post-Hoc
pre	1802.91	1	1802.91	43.54	.000	
그룹	106.01	2	53.00	1.28	.300	
오차	828.14	20	41.41			
합계	4125.48	23				

스트레칭 보드 처치 그룹의 안정 시는 97.19±14.42cm로, 근피로 유발 직후는 100.10±13.59cm로, 그룹별 처치 30분 후는 106.56±14.43cm로 나타났고, 일반 스트레칭 처치그룹의 안정 시는 94.69±4.91cm로, 근피로 유발 직후는 96.64±6.27cm로, 그룹별 처치 30분 후는 99.69±9.42cm로 나타났으며, 비처치 집단의 안정 시는 83.68±13.97cm로, 근피로 유발 직후는 84.70±11.32cm로, 그룹별 처치 30분 후는 87.53±8.89cm로 나타났다. 이들의 조정평균값의 경우 스트레칭 보드 처치 그룹은 101.18±2.42cm로, 일반 스트레칭 처치 그룹은 97.54±2.30cm로, 비처치 그룹은 95.32±2.56cm로 나타났다.

운동수행력 중 우측 밸런스의 변화를 알아보기 위한 공분산 분석결과 유의수준은 .300으로 세 그룹 간 차이가 없었다.



[그림 9] 그룹 간 우측 밸런스의 조정평균

## 6) 순발력

건강한 성인 남녀에 각각의 처치방법을 실시한 후 운동수행력 중 순발력의 차이를 검정하기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 세 그룹의 근피로 유발 직후 값에 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ), 근피로 유발 직후 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 10>과 같다.

<표 10> 그룹 간 순발력의 변화

(단위: cm)

그룹	스트레칭 보드 처치 (SB) (n=8)	일반 스트레칭 처치 (S) (n=8)	비처치 (CON) (n=8)
안정 시	194.38±31.69	178.38±40.84	195.75±26.30
근피로 유발 직후	187.25±29.69	172.13±46.01	185.38±30.58
그룹별 처치 30분 후	192.38±27.93	175.13±44.04	191.75±24.42
조정평균	187.23±1.87	183.71±1.89	188.31±1.87

소스	SS	df	MS	F	p	Post-Hoc
pre	22660.83	1	22660.83	815.98	.000	
그룹	89.71	2	44.86	1.615	.224	
오차	555.43	20	27.77			
합계	24747.83	23				

스트레칭 보드 처치 그룹의 안정 시는  $159.00 \pm 48.47$ cm로, 근피로 유발 직후는  $126.88 \pm 37.88$ cm로, 그룹별 처치 30분 후는  $140.38 \pm 31.15$ cm로 나타났고, 일반 스트레칭 처치 그룹의 안정 시는  $142.63 \pm 43.40$ cm로, 근피로 유발 직후는  $132.13 \pm 20.78$ cm로, 그룹별 처치 30분 후는  $136.25 \pm 38.41$ cm로 나타났으며, 비처치 집단의 안정 시는  $150.00 \pm 41.99$  cm로, 근피로 유발 직후는  $129.50 \pm 18.21$ cm로, 그룹별 처치 30분 후는  $131.38 \pm 13.46$ cm로 나타났다. 이들의 조정평균값의 경우 스트레칭 보드 처치 그룹은  $142.53 \pm 7.11$ cm로, 일반 스트레칭 처치 그룹은  $134.10 \pm 7.11$ cm로, 비처치 그룹은  $131.38 \pm 7.10$ cm로 나타났다.

운동수행력 중 순발력의 변화를 알아보기 위한 공분산 분석결과 유의수준은 .224로 세 그룹 간 차이가 없었다.



[그림 10] 그룹 간 순발력의 조정평균

## 2. 통증 자각도

건강한 성인 남녀에 각각의 처치방법을 실시한 후 통증 자각도의 차이를 검정하기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 세 그룹의 근피로 유발 직후 값에 유의한 차이가 나타났고( $p < .05$ ), 근피로 유발 직후 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 11>과 같다.

<표 11> 그룹 간 통증 자각도의 변화 (단위: mm)

그룹	스트레칭 보드 처치 (SB) (n=8)	일반 스트레칭 처치 (S) (n=8)	비처치 (CON) (n=8)
안정 시	4.00±7.69	1.38±3.89	0.38±0.74
근피로 유발 직후	70.13±29.19	90.25±6.65	69.63±17.23
그룹별 처치 30분 후	19.25±15.97	26.88±25.24	33.13±26.24
조정평균	22.96±7.38	19.18±7.85	37.12±7.41

소스	SS	df	MS	F	p	Post-Hoc
pre	2683.63	1	2683.63	6.41	.020	
그룹	1292.83	2	646.42	1.54	.238	
오차	8379.63	20	418.98			
합계	11835.83	23				

스트레칭 보드 처치 그룹의 안정 시는  $4.00 \pm 7.69\text{mm}$ 로, 근피로 유발 직후는  $70.13 \pm 29.19\text{mm}$ 로, 그룹별 처치 30분 후는  $19.25 \pm 15.97\text{mm}$ 로 나타났고, 일반 스트레칭 처치 그룹의 안정 시는  $1.38 \pm 3.89\text{mm}$ 로, 근피로 유발 직후는  $90.25 \pm 6.65\text{mm}$ 로, 그룹별 처치 30분 후는  $26.88 \pm 25.24\text{mm}$ 로 나타났으며, 비처치 집단의 안정 시는  $0.38 \pm 0.74\text{mm}$ 로, 근피로 유발 직후는  $69.63 \pm 17.23\text{mm}$ 로, 그룹별 처치 30분 후는  $33.13 \pm 26.24\text{mm}$ 로 나타났다. 이들의 조정평균값의 경우 스트레칭 보드 처치 그룹은  $22.96 \pm 7.38\text{mm}$ 로, 일반 스트레칭 처치 그룹은  $19.18 \pm 7.85\text{mm}$ 로, 비처치 그룹은  $37.12 \pm 7.41\text{mm}$ 로 나타났다.

통증 자각도의 변화를 알아보기 위한 공분산 분석결과 유의수준은 .238로 세 그룹 간 차이가 없었다.



[그림 11] 그룹 간 통증 자각도의 조정평균

### 3. 산화적 스트레스

#### 1) MDA

건강한 성인 남녀에 각각의 처치방법을 실시한 후 산화적 스트레스 중 MDA의 차이를 검정하기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 세 그룹의 근피로 유발 직후 값에 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ), 근피로 유발 직후 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 12>와 같다.

<표 12> 그룹 간 MDA의 변화 (단위: pmol/mL)

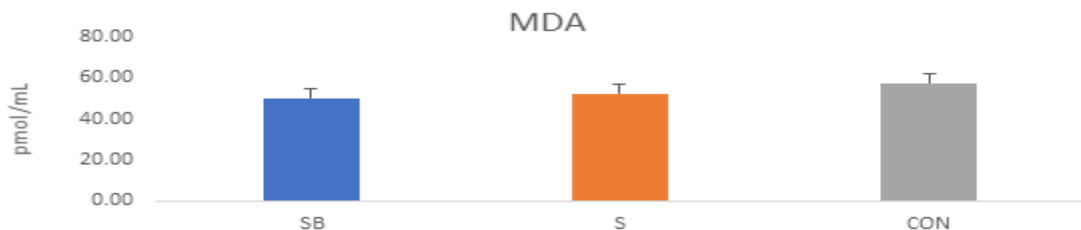
그룹	스트레칭 보드 처치 (SB) (n=8)	일반 스트레칭 처치 (S) (n=8)	비처치 (CON) (n=8)
안정 시	42.42±16.50	52.69±26.38	58.53±18.73
근피로 유발 직후	43.85±16.85	50.67±18.91	65.05±22.91
그룹별 처치 30분 후	43.11±16.39	50.37±14.81	65.87±24.10
조정평균	50.27±4.91	52.52±4.43	57.45±4.70

소스	SS	df	MS	F	p	Post-Hoc
pre	4256.48	1	4256.48	27.35	.000	
그룹	167.68	2	83.84	.539	.592	
오차	2957.31	20	155.65			
합계	9273.32	23				

스트레칭 보드 처치 그룹의 안정 시는 42.42±16.50pmol/mL로, 근피로 유발 직후는 43.85±16.85pmol/mL로, 그룹별 처치 30분 후는 43.11±16.39pmol/mL로 나타났고, 일반 스트레칭 처치 그룹의 안정 시는 52.69±26.38pmol/mL로, 근피로 유발 직후는 50.67±18.91pmol/mL로, 그룹별 처치 30분 후는 50.37±14.81pmol/mL로 나타났으며, 비처치 집단의 안정 시는 58.53±18.73pmol/mL로, 근피로 유발 직후는 65.05±22.91pmol/mL로, 그룹별 처치 30분 후는 65.87±24.10 pmol/mL로 나타났다. 이들의 조정평균값의 경우 스트레칭 보드 처치 그룹은 50.27±4.91pmol/mL로, 일반 스트레칭 처치 그룹은 52.52±4.43pmol/mL로, 비처치 그룹은 57.45±4.70pmol/mL로 나타났다.

산화적 스트레스 중 MDA의 변화를 알아보기 위한 공분산 분석결과 유의수준은 .592로 세 그룹 간 차이가 없었다.



[그림 12] 그룹 간 MDA의 조정평균



## 2) SOD

건강한 성인 남녀에 각각의 처치방법을 실시한 후 산화적 스트레스 중 SOD의 차이를 검정하기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 세 그룹의 근피로 유발 직후 값에 유의한 차이가 나타났고( $p < .001$ ), 근피로 유발 직후 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 13>과 같다.

<표 13> 그룹 간 SOD의 변화 (단위: U/mL)

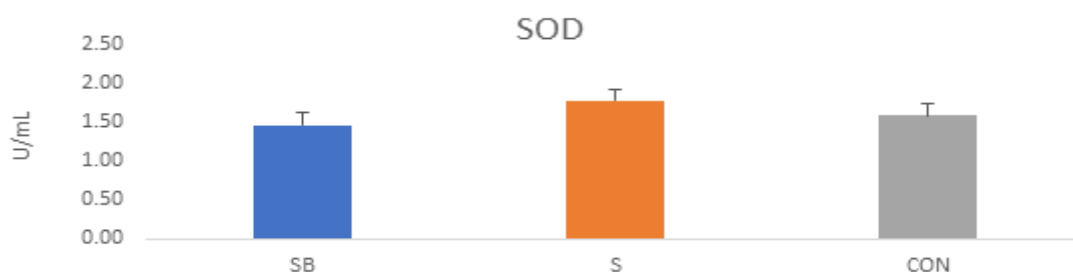
그룹	스트레칭 보드 처치 (SB) (n=8)	일반 스트레칭 처치 (S) (n=8)	비처치 (CON) (n=8)
안정 시	1.44±1.12	1.15±0.93	1.81±1.06
근피로 유발 직후	1.62±1.19	1.24±1.01	2.18±1.25
그룹별 처치 30분 후	1.41±0.94	1.36±0.98	2.05±1.45
조정평균	1.47±0.15	1.77±0.15	1.59±0.15

소스	SS	df	MS	F	p	Post-Hoc
pre	24.21	1	24.21	138.32	.000	
그룹	.37	2	.18	1.05	.367	
오차	3.50	20	.18			
합계	30.08	23				

스트레칭 보드 처치 그룹의 안정 시는 1.44±1.12U/mL로, 근피로 유발 직후는 1.62±1.19U/mL로, 그룹별 처치 30분 후는 1.41±0.94U/mL로 나타났고, 일반 스트레칭 처치그룹의 안정 시는 1.15±0.93U/mL로, 근피로 유발 직후는 1.24±1.01U/mL로, 그룹별 처치 30분 후는 1.36±0.98U/mL로 나타났으며, 비처치 집단의 안정 시는 1.81±1.06U/mL로, 근피로 유발 직후는 2.18±1.25U/mL로, 그룹별 처치 30분 후는 2.05±1.45U/mL로 나타났다. 이들의 조정평균값의 경우 스트레칭 보드 처치 그룹은 1.47±0.15U/mL로, 일반 스트레칭 처치 그룹은 1.77±0.15U/mL로, 비처치 그룹은 1.59±0.15U/mL로 나타났다.

산화적 스트레스 중 SOD의 변화를 알아보기 위한 공분산 분석결과 유의수준은 .367로 세 그룹 간 차이가 없었다.



[그림 13] 그룹 간 SOD의 조정평균

#### 4. 피로물질

##### 1) 혈중 젖산 농도

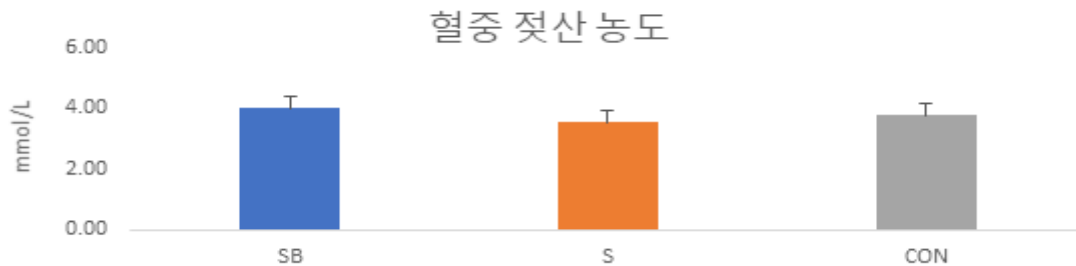
건강한 성인 남녀에 각각의 처치방법을 실시한 후 피로물질 중 혈중 젖산 농도의 차이를 검정하기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 세 그룹의 근피로 유발 직후 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 14>와 같다.

<표 14> 그룹 간 혈중 젖산 농도의 변화 (단위: mmol/L)

그룹	스트레칭 보드 처치 (SB) (n=8)		일반 스트레칭 처치 (S) (n=8)		비처치 (CON) (n=8)	
안정 시	1.46±0.52		2.36±0.80		1.61±0.51	
근피로 유발 직후	9.35±2.59		9.40±3.16		9.19±3.69	
그룹별 처치 30분 후	3.99±1.32		3.55±0.78		3.75±1.18	
조정평균	3.99±.40		3.55±.40		3.76±.40	
소스	SS	df	MS	F	p	Post-Hoc
pre	.49	1	.49	.38	.547	
그룹	.77	2	.39	.30	.774	
오차	25.76	20	1.29			
합계	27.02	23				

스트레칭 보드 처치 그룹의 안정 시는 1.46±0.52mmol/L로, 근피로 유발 직후는 9.35±2.59mmol/L로, 그룹별 처치 30분 후는 3.99±1.32mmol/L로 나타났고, 일반 스트레칭 처치그룹의 안정 시는 2.36±0.80mmol/L로, 근피로 유발 직후는 9.40±3.16mmol/L로, 그룹별 처치 30분 후는 3.55±0.78mmol/L로 나타났으며, 비처치 집단의 안정 시는 1.61±0.51mmol/L로, 근피로 유발 직후는 9.19±3.69mmol/L로, 그룹별 처치 30분 후는 3.75±1.18mmol/L로 나타났다. 이들의 조정평균값의 경우 스트레칭 보드 처치 그룹은 3.99±.40mmol/L로, 일반 스트레칭 처치 그룹은 3.55±.40mmol/L로, 비처치 그룹은 3.76±.40mmol/L로 나타났다.

피로물질 중 혈중 젖산 농도의 변화를 알아보기 위한 공분산 분석결과 유의수준은 .774로 세 그룹 간 차이가 없었다.



[그림 14] 그룹 간 혈중 젖산 농도의 조정평균

## 2) 혈중 암모니아

건강한 성인 남녀에 각각의 처치방법을 실시한 후 피로물질 중 혈중 암모니아의 차이를 검정하기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 세 그룹의 근피로 유발 직후 값에 유의한 차이가 나타났고( $p < .05$ ), 근피로 유발 직후 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 15>와 같다.

<표 15> 그룹 간 혈중 암모니아의 변화 (단위:  $\mu\text{g/dL}$ )

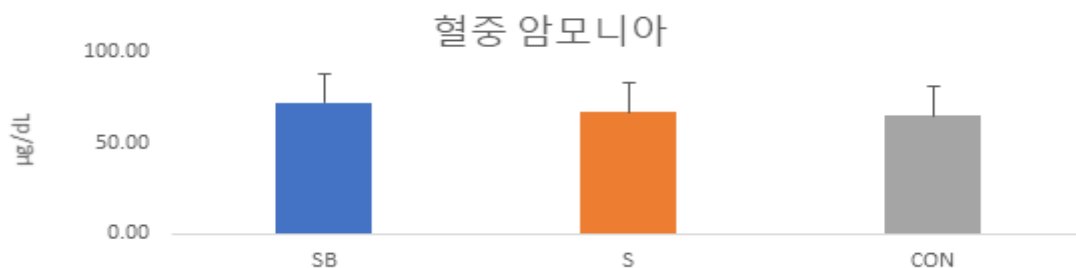
그룹	스트레칭 보드 처치 (SB) (n=8)	일반 스트레칭 처치 (S) (n=8)	비처치 (CON) (n=8)
안정 시	59.13±15.73	46.13±13.22	59.63±10.39
근피로 유발 직후	229.88±96.30	166.63±204.00	204.00±106.60
그룹별 처치 30분 후	78.75±64.07	58.88±34.29	65.75±38.80
조정평균	71.94±15.80	66.56±15.89	64.87±15.49

소스	SS	df	MS	F	p	Post-Hoc
pre	9116.72	1	9116.72	4.75	.041	
그룹	210.07	2	105.03	.06	.947	
오차	38385.16	20	1919.26			
합계	49131.96	23				

스트레칭 보드 처치 그룹의 안정 시는  $59.13 \pm 15.73 \mu\text{g/dL}$ 로, 근피로 유발 직후는  $229.88 \pm 96.30 \mu\text{g/dL}$ 로, 그룹별 처치 30분 후는  $78.75 \pm 64.07 \mu\text{g/dL}$ 로 나타났고, 일반 스트레칭 처치 그룹의 안정 시는  $46.13 \pm 13.22 \mu\text{g/dL}$ 로, 근피로 유발 직후는  $166.63 \pm 204.00 \mu\text{g/dL}$ 로, 그룹별 처치 30분 후는  $58.88 \pm 34.29 \mu\text{g/dL}$ 로 나타났으며, 비처치 집단의 안정 시는  $59.63 \pm 10.39 \mu\text{g/dL}$ 로, 근피로 유발 직후는  $204.00 \pm 106.60 \mu\text{g/dL}$ 로, 그룹별 처치 30분 후는  $65.75 \pm 38.80 \mu\text{g/dL}$ 로 나타났다. 이들의 조정평균 값의 경우 스트레칭 보드 처치 그룹은  $71.94 \pm 15.80 \mu\text{g/dL}$ 로, 일반 스트레칭 처치 그룹은  $66.56 \pm 15.89 \mu\text{g/dL}$ 로, 비처치 그룹은  $64.87 \pm 15.49 \mu\text{g/dL}$ 로 나타났다.

피로물질 중 혈중 암모니아의 변화를 알아보기 위한 공분산 분석결과 유의수준은 .947으로 세 그룹 간 차이가 없었다.



[그림 15] 그룹 간 혈중 암모니아의 조정평균

### 3) LDH

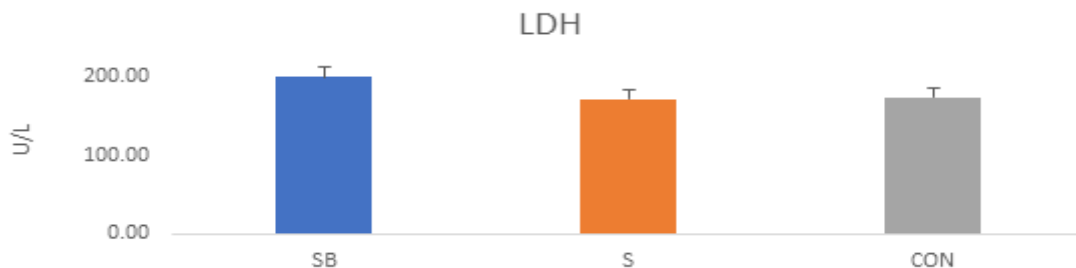
건강한 성인 남녀에 각각의 처치방법을 실시한 후 피로물질 중 LDH의 차이를 검증하기 위하여 공분산 분석을 실시하였다. 세 그룹의 근피로 유발 직후 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 16>과 같다.

<표 16> 그룹 간 LDH의 변화 (단위: U/L)

그룹	스트레칭 보드 처치 (SB) (n=8)		일반 스트레칭 처치 (S) (n=8)		비처치 (CON) (n=8)	
안정 시	186.13±36.01		174.25±26.38		174.00±28.34	
근피로 유발 직후	203.38±50.56		216.13±94.26		188.14±28.70	
그룹별 처치 30분 후	197.75±48.65		170.38±28.54		175.38±23.19	
조정평균	198.99±12.62		171.19±12.57		173.32±12.76	
소스	SS	df	MS	F	p	Post-Hoc
pre	906.54	1	906.54	.722	.406	
그룹	3769.94	2	1884.97	1.500	.247	
오차	25126.71	20	1256.34			
합계	29433.33	23				

스트레칭 보드 처치 그룹의 안정 시는 186.13±36.01U/L로, 근피로 유발 직후는 203.38±50.56U/L로, 그룹별 처치 30분 후는 197.75±48.65U/L로 나타났고, 일반 스트레칭 처치그룹의 안정 시는 174.25±26.38U/L로, 근피로 유발 직후는 216.13±94.26U/L로, 그룹별 처치 30분 후는 170.38±28.54U/L로 나타났으며, 비처치 집단의 안정 시는 174.00±28.34U/L로, 근피로 유발 직후는 188.14±28.70U/L로, 그룹별 처치 30분 후는 175.38±23.19U/L로 나타났다. 이들의 조정평균값의 경우 스트레칭 보드 처치 그룹은 198.99±12.62U/L로, 일반 스트레칭 처치 그룹은 171.19±12.57U/L로, 비처치 그룹은 173.32±12.76U/L로 나타났다.

피로물질 중 LDH의 변화를 알아보기 위한 공분산 분석결과 유의수준은 .247로 세 그룹 간 차이가 없었다.



[그림 16] 그룹 간 LDH의 조정평균

## V. 논의

이 연구는 근피로 유발 후 보드를 이용한 스트레칭 처치 방법이 운동수행력, 통증 자각도, 산화적 스트레스, 피로물질에 미치는 영향을 알아보기 위해 U시에 거주 중인 24명의 건강한 성인 남녀를 대상으로 각각의 처치방법(스트레칭 보드 처치, 일반 스트레칭 처치, 비처치)을 시행하였다. 운동수행력(등속성 근력, 유연성, 밸런스, 순발력)과 통증 자각도, 산화적 스트레스(MDA, SOD), 피로물질(혈중 젖산, 혈중 암모니아, LDH)의 변화에 대한 논의는 다음과 같다.

### 1. 운동수행력의 변화

#### 1) 등속성 근력

이 연구에서는 하지에 근피로를 유발시킨 후 스트레칭 처치방법이 운동수행력 중 등속성 근력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 안정 시, 근피로 유발 직후, 그룹별 처치 후에 측정하였다. 그 결과 그룹 간에 차이가 나타나지 않았다.

등속성 근력이란 동일한 속도로 움직이는 근육조직에서 발생하는 힘으로(Adams, 1998) 이를 통해 얻어진 최대근력은 힘이 가해진 축의 범위, 힘의 크기로 구해지며(Kemp & Anderson, 1988), 발생한 최대근력을 체중으로 나눌 경우 근육의 최대운동능력을 평가하는데 유용한 자료로 활용될 수 있다(Perrine, 1993).

일반적으로 스트레칭은 부상방지뿐만 아니라 길항작용을 하는 대퇴사두의 근력까지 조절해 역학적 균형을 조절할 수 있다. 스트레칭은 신체 부위의 근육, 건, 인대와 같은 연부조직을 늘려줌으로써 근육의 유착 방지 및 근 저항을 감소시킨다(박영훈과 이영모, 2017). 스트레칭 처치가 등속성 근력에 미치는 영향에 대한 연구들을 살펴보면, 트레이닝의 형태로 장기간 실시하는 정적 스트레칭은 근력향상에 긍정적인 영향을 끼친다는 연구와(박상서 등, 2016). 정적 스트레칭이 슬관절 굴근과 신근의 등속성 근력이 시기별로 향상하는 경향을 보였다는 연구(고태성과 정호발, 2006)가 있다. Handel et al.(1997)은 육상선수 16명에게 8주 동안 등척성 수축운동 후 수동적 스트레칭을 적용한 결과, 등속성 근력이 최고 21.6% 향상되었다고 보고하였다. 또 Ce et al.(2008)에 따르면 스트레칭이 근육의 열 발생 및 대사활동의 증가를 통해 근과워를 향상시킨다는 사실을 알 수 있다. 이러한 결과들은 이 연구가 예상했던 결과들을 지지하고 있다.

이 연구에서는 근피로 발생 시 보드 스트레칭 처치를 시행하였을 때, 그룹과 시기 간에 차이는 없었으나 체중에 대한 등속성 신진 및 굴곡근에서 처치 전보다 처치 후 근력이 상승하는 경향이 나타났다. 이는 스트레칭 보드 처치가 근피로 발생

후 회복방법으로써 등속성 근력에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 가능성을 제기한다.

하지만 최근에는 스트레칭이 근력에 부정적인 영향을 끼친다는 연구결과가 보고되고 있다. 임우택(2019)은 근조직에 발생한 과도한 신장 스트레스는 통증을 일으킬 수 있으며, 최대근력 감소가 나타난다는 결과를 보고하였다. 또 Herda et al.(2008)의 햄스트링의 등척성 토크발현에 대한 스트레칭의 급성효과 연구에서는 정적 스트레칭을 실시한 집단이 근육길이와 가장 짧아진 특정한 슬관절 각도에서 최대 토크가 유의하게 감소한 것으로 보고하였다. 이외의 연구들에서도 스트레칭이 근절의 수축 속도에 영향을 주거나 근육의 길이와 장력의 관계를 변화시켜 근절의 안정 시 길이가 증가하여 근력 감소를 유발시킨다고 보고하고 있다(Cramer et al., 2007; Herda et al., 2008). 그 이유는 과도한 정적스트레칭 적용 시 근절의 과도한 신전으로 액틴-마이오신 근세사의 결합부위가 최대근력 발휘 범위 이상으로 길어지며, 근방추 수용체의 민감성 감소로 인해 최대근력 감소에 영향을 미쳤기 때문인 것으로 보인다(임우택, 2019).

이외의 연구들에서도 대상자가 일반인인 경우 스트레칭 적용 시 등척성 근력, 등속성 최대 근력과 근지구력이 감소하였으며, 운동선수들의 경우도 수직점프와 단거리 스피드의 감소가 나타나 스트레칭 실시하는 것은 운동수행력의 저하를 나타낸다고 보고하고 있으며(Behm et al., 2001; Cramer et al., 2007; Nelson et al., 2005), 스트레칭의 부정적인 영향에 대해 연구가 진행되고 있다.

이와 같이 최근에 이루어지는 스트레칭과 근력에 대한 연구에서 정적 스트레칭은 근수행력의 저하를 초래하여 전반적인 운동수행력의 감소로 이어지는 부정적인 측면이 존재하는 것으로 볼 수 있다.

이 연구에서는 고강도 무산소성 운동으로 하지에 근피로를 유발 시킨 후 스트레칭 보드 처치가 등속성 근력에 통계적으로 유의한 차이를 가져올 것으로 예상했다. 실험을 통해 등속성 근력의 변화를 살펴본 결과 체중 당 등속성 신근력은 근피로 유발 직후 전반적으로 낮아지는 경향을 보였으며, 스트레칭 보드 처치를 진행하였을 때 높아지는 경향을 보였지만 그룹 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또 체중 당 등속성 굴근력에서는 일반 스트레칭 처치그룹과 비처치 그룹은 시간이 흐름에 따라 점점 증가하는 경향을 보였으며, 스트레칭 보드 처치그룹은 오히려 감소하는 경향을 보였다.

그 이유는 앞서 스트레칭의 부정적 영향에 대한 연구들과 같이 스트레칭 보드의 경사로 인해 일반 바닥보다 과도한 뒤넙적다리 근육의 이완이 발생했고, 이러한 상황이 오히려 근력 감소에 영향을 미쳤기 때문으로 보인다. 결론적으로 이 연구에서 통계적인 차이가 나타나지 않은 이유는 연구 대상자가 건강한 성인이라는 하나 평소 전혀 운동을 하지 않는 사람이기 때문에 1회성으로 진행하는 연구로 인해 스트레칭 처치가 등속성 근력에 미치는 효과를 보기가 힘들었으며, 대퇴근육의 전면부와 후면부의 다른 스트레칭 정도가 원인이라 생각된다. 따라서 이 연구에서의 스트레칭 보드 처치방법이 등속성 근력에 미치는 영향은 적다고 볼 수 있다. 추후 연구

에서는 보다 확실한 효과검증을 위해 하지의 전면부와 후면부가 동일한 정도로 스트레칭 될 수 있도록 적절한 시간과 강도로 설정된 스트레칭 보드 처치 프로그램을 적용하여 연구를 수행할 필요성이 있다고 판단된다.

## 2) 유연성

이 연구에서는 하지에 근피로를 유발시킨 후 스트레칭 처치방법이 운동수행력 중 유연성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 안정 시, 근피로 유발 직후, 그룹별 처치 후에 측정하였다. 그 결과 그룹별로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

스트레칭과 유연성에 대한 연구들을 살펴보면 대부분의 연구에서 스트레칭이 관절의 가동범위 및 유연성에 효과적이라는 결과를 제시하였다. Safren et al.(1988)에 연구에 의하면 스트레칭이 근섬유와 건 접합부와 결합조직의 신장성 증대의 변화를 일으키고, 유연성 증가에 긍정적인 영향을 미친다는 사실을 알 수 있다. 또 스트레칭은 근육과 관절의 장애를 예방할 뿐만 아니라 신체의 유연성을 증가시켜 최상의 동작을 할 수 있도록 도와준다는 것을 알 수 있다는 연구결과도 존재한다(Shellock & Prentice, 1985).

김원경 등(2021)에 의하면 좌식생활자들을 대상으로 햄스트링의 스트레칭을 적용했을 때 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만 유연성에 있어서 사전 8.15cm에서 사후 9.49cm로 1cm 이상의 차이를 보였다. 또 권영애 등(2020)에 의하면 편측 정적스트레칭은 보행 비대칭자의 하지 유연성을 개선시킨다는 결과가 나타났다. 햄스트링 부위의 정적 스트레칭을 30초간 적용한 결과, 스트레칭 전보다 후에 유연성이 유의하게 증가하였다는 결과도 존재한다(O'Hora et al., 2011).

Kokkonen et al.(2007)는 10주간 하지에 정적 스트레칭을 규칙적으로 적용한 결과, 앉아 엎몸 앞으로 굽히기가 유의하게 증가하였다고 보고하고 있다. 이진석 등(2020)에 의하면 정적 스트레칭이 유연성에 효과적이라는 사실을 알 수 있다. 많은 연구자들이 스트레칭 운동 실시가 유연성 증진과 연부조직 손상의 최소화 및 근육통 완화된다고 보고하였다(Anderson & Burke, 1991; Agre, 1985; Wiktorsson-Moller et al., 1983; James & Glick, 1980; Hubley et al., 1984).

이외에도 이강윤(2000)은 아동을 대상으로 스트레칭 운동 프로그램을 적용했을 때 유연성 발달이 전반적으로 높아졌음을 제시하여 스트레칭 운동이 단기적인 훈련으로도 유연성에 효과가 있다는 결과를 보고했다. 한경임과 홍창운(2003)의 연구에서는 정신지체 학생을 대상으로 스트레칭 프로그램을 실시했을 때 유연성 기록의 증가를 가져와 유연성 향상에 효과적이었다는 결과를 제시하였다. 또 청소년 64명을 대상으로 12주간 10분간 스트레칭을 실시했을 때 유연성이 유의한 차이로 증가한 것을 알 수 있으며(조현준과 고재옥, 2011), 천우광과 조철현(2014)은 8주간의 스트레칭 프로그램을 스트레칭 운동 경험이 없는 노인 남녀 30명을 대상으로 적용했을 때 유연성에서 운동 전보다 운동 후 유의한 효과가 있다는 결과를 보고했다. 조상근 등(2006)의 연구에서 12주간 노인여성들을 대상으로 스트레칭 운동을 실시하였을

때 사전  $6.3 \pm 6.9\text{cm}$ 에서 사후  $15.0 \pm 7.6\text{cm}$ 로 유연성이 유의하게 증가한 것을 알 수 있다. 최희권 등(2010)의 연구에서도 스트레칭 운동 적용 후 상지와 하지의 유연성을 본 결과 오른쪽과 왼쪽 상지, 하지의 유연성이 모두 증가하였다. 앞선 선행연구들을 고찰해 보았을 때 근피로 발생 시 스트레칭 처치가 유연성을 회복시키는데 효과적일 것으로 예상된다.

이 연구에서는 그룹별로 처치방법을 적용하였을 때, 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 시간이 점점 흘러감에 따라 유연성이 점점 증가하는 경향을 보였다. 이 연구에서 유연성이 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않은 이유는 근피로 유발 후 운동수행력이 낮아졌을 것이라는 예상과 달리 근피로 유발 및 변인측정을 진행함에 따라 체온이 상승하고, 유연성이 덩달아 높아졌기 때문이라고 예상된다. 또 연구의 진행에 따라 단한번의 짧은 스트레칭 처치 적용으로 인해 유연성에 미치는 정확한 영향을 규명할 수 없었기 때문인 것으로 보인다. 따라서 추후 후속 연구에서는 스트레칭 보드가 유연성에 미치는 급성효과에 대한 연구보다는 보다 장기적, 주기적으로 스트레칭 보드 처치를 적용하여 효과를 검증할 필요가 있으며, 실험장소의 일관적인 환경 및 대상자 통제가 이루어진 환경에서 근피로 발생 후 스트레칭을 적용하였을 때 유연성에 미치는 영향에 관한 연구가 수행될 필요성이 있다.

### 3) 밸런스

이 연구에서는 하지에 근피로를 유발시킨 후 스트레칭 처치방법이 운동수행력 중 밸런스에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전, 사후, 처치 30분 후에 측정하였다. 그 결과 그룹별로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이 연구에서는 밸런스를 측정하기 위해 Y-balance test를 사용하였는데 이는 동적 균형을 평가하기 위한 중요한 테스트 중 하나이며, 신경근 조절, 안정성, 관절 가동 범위 등의 수행능력이 필요한 테스트로 높은 신뢰성을 가지고 있다(Shamsi et al., 2020).

권일수 등(2020)에 의하면 보드를 이용하여 하지를 스트레칭 하였을 때 우측 다리는 사전  $81.57 \pm 10.71\text{cm}$ 에서  $85.44 \pm 9.59\text{cm}$ 로, 좌측 다리는 사전  $82.01 \pm 7.41\text{cm}$ 에서 사후  $86.44 \pm 9.62\text{cm}$ 로 증가하는 경향을 보였으며, 통계적으로도 유의하게 증가했다는 결과가 나타났다. 또 박정민 등(2016)의 연구에서는 12주간 주 3회, 60분의 스트레칭 트레이닝이 밸런스 기능 향상에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. Shamsi et al.(2020)는 햄스트링 단축이 있는 45명의 대상자들에게 주 3회씩 4주간 정적 스트레칭을 진행했을 때 운동 참여자들이 대조군보다 균형에서 더 많은 개선( $\beta=9.58$ ,  $p=0.014$ )을 보였다는 결과를 제시했다. Özer & Soslu (2019)의 연구에서는 체조선수들을 대상으로 12주 동안, 주 2회, 회당 90분 동안 스트레칭을 실시하였을 때 밸런스에서 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 긍정적으로 증가했다는 결과를 보고했다. 앞선 선행연구들을 고찰해보았을 때 정적 스트레



칭은 동적 균형 및 밸런스에 효과적이며, 이러한 결과들은 이 연구와 유사한 결과를 제시하였다.

하지만 조상근 등(2006)의 연구에서는 10주간 노인들을 대상으로 스트레칭 처치를 진행했을 때 동적 평형능력은 통계적으로는 유의한 차이가 없었으나 사전보다 사후에 감소하는 경향을 보였으며, Behm et al.(2004)의 연구에서는 건강한 남자대학생들을 16명을 대상으로 자전거 에르고미터를 이용하여 5분간 1kpm의 저항을 부여해 70rpm을 유지하게 하여 근피로를 유발시킨 후 20분의 스트레칭 처치를 진행하였을 때 밸런스가 사후 스트레칭 처치에서 2.2%정도 유의미한 감소를 보였다. 이와 같은 결과는 본 연구와 반대되는 결과를 나타내고 있다.

이 연구에서 스트레칭 보드를 이용해 스트레칭 하였을 때 밸런스는 모든 시기 간에 증가하는 경향을 보였으나 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그 이유는 스트레칭 처치 프로그램의 진행시간이 5분으로 설정되어 충분한 스트레칭이 힘들었기 때문인 것으로 보이며, 1회성 실험진행으로 인해 스트레칭 보드 처치방법이 유연성에 미치는 영향을 규명하기 힘들었기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 추후 연구에서는 스트레칭의 적용시간을 늘려 충분히 근육이 이완됨에 따른 스트레칭의 효과를 얻을 수 있도록 설정하고, 장기적으로 또는 주기적으로 스트레칭 보드 처치를 처치하였을 때 밸런스에 미치는 영향에 대해 알아볼 필요성이 제기된다.

#### 4) 순발력

이 연구에서는 하지에 근피로를 유발시킨 후 스트레칭 처치방법이 운동수행력 중 순발력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전, 사후, 처치 30분 후에 측정하였다. 그 결과 그룹별로 시기 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

고강도 운동을 통해 근피로가 유발되었을 경우 운동수행력 즉 근력 및 근 순발력이 감소한다는 사실은 이미 많은 연구들을 통해 입증되어 왔다(Fitts, 2008; Ruiter et al., 2005; Allen et al., 2008; 김지원 등 2017). 운동 수행 후 근피로가 유발되거나 운동수행력이 감소하였을 때 스트레칭이 순발력에 긍정적인 영향을 미친다는 연구결과도 상당수 존재한다(김덕훈, 2008; 박종향, 2003; 이강운, 2000; 이현희, 2005).

최공집(2013)에 의하면 8주간 정적 스트레칭을 적용하였을 때 점프수행능력이 사전  $46.17 \pm 3.25\text{cm}$ 에서 사후  $49.01 \pm 2.89\text{cm}$ 로 향상해 유의하게 좋은 차이를 가져왔다는 결과를 확인할 수 있다. 양대중과 정용식(2013)은 건강한 20대 성인 남성들을 대상으로 15분간 정적 스트레칭을 적용했을 때 점프높이가  $46.10 \pm 3.02\text{cm}$ 에서  $49.65 \pm 3.57\text{cm}$ 로 높이 변화가 나타났다는 결과를 제시하였다. 또 다른 연구에서는 아동을 대상으로 한 스트레칭 프로그램이 순발력 발달에 효과가 있음을 제시했으며(이강운, 2000), 정신지체 학생에게 스트레칭 프로그램을 적용한 후 제자리 높이뛰기, 제자리 멀리뛰기를 측정하였을 때 기록향상의 변화가 나타났으며, 통계적으로도 유의한 차이를 보였다는 사실도 알 수 있다(한경임과 홍창운, 2003). 청소년을 대상

으로 12주간의 스트레칭 운동 프로그램을 실시하였을 때 순발력에서 유의한 수준으로 증가하였다는 연구결과도 있으며(조현준과 고재욱, 2011), 20대 남녀 30명을 대상으로 하지 스트레칭의 즉각적인 효과를 보고자 하는 연구를 실시하였을 때 제자리 높이뛰기의 경우 사전  $191.53 \pm 39.22\text{cm}$ 에서 사후  $198.47 \pm 39.74\text{cm}$ ,  $p=.01$ 로 통계적으로 유의하게 상승한 결과를 보인 연구도 존재한다(김경미 등, 2010). 편미영 등(2010)은 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 16주간 정적 스트레칭을 적용했을 때 제자리 멀리뛰기의 사전기록은  $142.4 \pm 13.3\text{cm}$ , 사후기록은  $155.7 \pm 17.1\text{cm}$ 로 유의하게 증가했다는 결과를 보고하였다. 이승엽과 임강일(2014)의 연구결과에 따르면 15-17세 유소년 농구 선수 30명을 대상으로 하지 스트레칭을 40분간 진행하였을 때 제자리 높이뛰기가 사전  $51.00 \pm 7.50\text{cm}$ 에서 사후  $61.50 \pm 7.30\text{cm}$ ,  $p<.001$ 로 통계적으로 유의하게 증가하였다는 사실을 알 수 있다. 이와 같은 연구 결과들은 이 연구의 결과를 지지하고 있다.

김지혁 등(2006)의 연구에서는 성인 남녀 30명을 대상으로 하지의 정적 스트레칭을 적용했을 때 제자리 멀리뛰기의 결과는 처치 직후에는 오히려 처음보다 감소, 3분, 5분, 8분 간격으로 측정하였을 때는 시간이 증가함에 따라 거리도 비례하게 증가한다는 결과가 나타났다. 이와 같은 결과가 나타난 이유는 다른 선행연구들과 마찬가지로 정적 스트레칭이 순발력을 수행에 긍정적인 영향을 미치지 못하기 때문으로 사료된다.

하지만 Cornwell et al.(2002)는 하퇴삼두근의 정적 스트레칭이 반동점프결과에 부정적인 영향을 끼친다는 연구결과를 제시했다. 또 정철수 등(2006)에 의하면 건강한 대학생 12명을 대상으로 정적 스트레칭을 적용했을 때 제자리 멀리뛰기에서 통계적으로 유의하지 않았다. Young & Elliott(2001)의 연구와 Young & Behm(2003)의 연구에서도 스트레칭 직후 반동점프가 감소한다고 보고하였다. 이는 스트레칭이 근수행력에 부정적인 영향을 미친다는 선행연구들과 같은 결과로 과도한 스트레칭으로 인한 근육의 경직 또는 근육 활성도의 감소가 원인일 것이라고 추측된다(Cornwell et al., 2001).

이 연구에서는 스트레칭 보드 처치를 적용하였을 때 순발력에서 시기 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 스트레칭 처치방법 적용시간이 충분하지 못했으며, 보드를 이용한 스트레칭을 처치하였을 때 대상자별 적정 강도를 설정함에 따라 일관적이지 못한 스트레칭 처치 강도로 인해 정확한 처치효과를 얻지 못하였고 스트레칭 처치의 시간이 짧아 충분한 스트레칭 적용 및 근이완이 일어나지 않았기 때문인 것이 그 원인인 것으로 사료된다. 또 앞선 선행연구들과 마찬가지로 정적 스트레칭 처치가 근수행력의 감소와 같은 부정적인 영향을 미쳤던 것으로 사료된다. 따라서 추후 후속 연구에서는 대상자들에게 동일한 강도의 스트레칭 보드 처치를 적용하여 일관성 있는 결과를 얻을 필요가 있으며, 충분한 근육의 이완 및 스트레칭 효과의 발생을 위해 스트레칭 프로그램의 시간을 늘려 스트레칭 처치가 순발력에 미치는 효과에 대해 규명하는 연구를 수행할 필요성이 있다.

## 2. 통증 자각도의 변화

이 연구에서는 하지에 근피로를 유발시킨 후 스트레칭 처치방법이 통증 자각도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전, 사후, 처치 30분 후에 측정하였다. 그 결과 그룹별로 시기 간에 유의한 차이가 나타났다.

근육의 불균형이나 경직, 근력의 약화 등이 발생했을 때 스트레칭 처치는 신경근육계의 협응 능력을 증가시키고 동시에 근육의 과도한 사용으로 인한 통증 발생 시기를 감소시키는데 큰 효과가 있다(선우섭과 박성진, 1997).

근피로 유발 후에 근피로 발생유무를 객관화하기 위한 측정방법들도 존재하지만 VAS와 같이 주관적으로 느끼는 통증을 시각적으로 기록할 수 있는 측정방법도 있다. VAS는 100mm의 눈금이 없는 직선의 형태로 좌측에 가까울수록 통증이 없는 상태, 우측에 가까울수록 통증이 심한 상태를 나타내며, 대상자가 느끼는 통증의 정도를 점 또는 이외의 표식으로 표기하여 주관적인 통증 자각도를 수치화 할 수 있다. 이와 같은 측정방법은 대상자가 느끼는 주관적인 통증의 정도 수치화하기 위한 항목으로 많은 연구에서 사용하고 있다. 하지만 통증 자각도는 주관적인 느낌에 의존하고 운동 강도 및 피로유발 방법에 따라 정도가 달라질 수 있으므로 주의할 필요가 있다.

최희권 등(2010)의 연구에서는 25명의 골관절염 여성을 대상으로 8주간 스트레칭 운동을 적용하였을 때 사전  $5.56 \pm 2.25$ score에서 사후  $3.75 \pm 1.57$ score로 통증 자각도가 유의하게 감소했다는 결과를 제시했다. 김종균과 이승주(2004)는 평소 요통에 대한 자각증상이 있는 대상자들에게 4주간 총 20회의 스트레칭을 실시하였을 때 통증지수가 유의하게 감소했으며, 통증정도가 호전되었다는 결과를 보고하였다. 또 김태홍(2008)의 연구에 따르면 견관절에 근골격계 질환을 가진 자동차 작업장 근로자들에게 스트레칭 운동 프로그램을 적용하였을 때 통증 자각도가 운동 전에 비하여 통계적으로 유의미하게 완화되었다는 사실을 알 수 있다. 중소규모 사업장에서 근무하는 근막통증증후군을 가진 근로자 108명을 대상으로 스트레칭 운동을 처방하였을 때 스트레칭 실시 전 통증지수는 처치 전  $4.47 \pm 1.16$ mm에서 처치 후  $3.29 \pm 1.55$ mm,  $p < .05$ 로 유의하게 감소했다는 결과도 존재하며(임정욱 등, 2010), 20대 남자대학생 20명을 대상으로 지연성근육통 유발 후 스트레칭 처치를 실시하였을 때 사전  $55.28 \pm 10.29$ mm에서 사후  $37.76 \pm 8.52$ mm로 확연하게 감소했다는 연구 결과도 보고되었다(김종혁과 김도진, 2018). 강태웅과 박정배(2017)의 연구에서는 건강한 남자대학생 18명을 대상으로 인위적인 지연성 근통증 유발 후 30분간 스트레칭을 실시한 결과 시각적 통증척도에 긍정적인 영향을 주는 것으로 보고하였다. 또 김상훈(2009)의 연구에서는 체육을 전공으로 하는 건강한 남성 28명을 대상으로 6일간 6회의 스트레칭 처치를 시행했으며, 유발 전, 유발 후, 24시간, 48시간, 72시간, 96시간, 120시간 후에 VAS를 측정하였을 때 48시간 후  $5.75 \pm 1.08$ mm로 가장 높았으며, 그 이후 점점 감소하는 경향을 보였으며, 통계적으로도 유의하게 감소했다는 사실을 알 수 있다. 이와 같은 연구 결과들은 이 연구가 예상했던 결과를 지지하고

있다.

하지만 김지태 등(2014)의 연구에서는 고등학교 투수를 대상으로 한 정적 견관절 스트레칭 방법이 통증을 저하, 통증지수 감소에 효과가 없었으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 대상자가 근골격계의 통증이 없었으며, 통증을 유발하기에는 충분한 피로유발과정이 없었기 때문인 것으로 사료되며, 이 연구의 결과를 지지하고 있다.

이 연구에서는 고강도 운동을 통한 근피로 유발 후 보드를 이용해 스트레칭 처치를 적용했을 때 통증 자각도에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 근피로 유발 후 처치를 적용하기전과 비교하였을 때 모든 그룹과 시기에서 처치 후에 통증이 완화되는 경향을 보였다. 위에서 언급한 선행연구들을 고찰해 볼 때 정적 스트레칭은 근골격계 질환 및 근통증 감소에 효과적이거나, 이 연구에서는 긍정적인 결과를 도출하지 못하였다. 그 이유는 단발성 정적 스트레칭의 적용으로 충분한 스트레칭의 효과를 볼 수 없었던 것과 선행연구와는 다르게 가외변인 및 대상자의 통제가 제대로 이루어지지 않아 근피로를 유발하는데 있어서 일괄적인 강도적용이 되지 않았던 것으로 사료된다.

### 3. 산화적 스트레스의 변화

#### 1) MDA

이 연구에서는 하지에 근피로를 유발시킨 후 스트레칭 처치방법이 산화적 스트레스 지표 중 MDA에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전, 사후, 처치 30분 후에 채혈을 통해 측정하였다. 그 결과 그룹별로 시기 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

과산화지질(malondialdehyde, MDA)은 활성산소로 인한 조직손상의 대표적인 지표로 각종 질병 및 노화를 촉진시키는 물질이며, 고강도 운동 후 그 농도가 증가한다(김상두 등, 2001). 과산화지질은 동맥벽이 전반적으로 저산소 상태로 변하면서 산소 부족으로 인해 쌍을 이루지 못한 전자가 발생하고 그 결과 조직 내 활성산소를 증가시켜 농도가 증가하게 된다(주용식 등, 2004). 100%의 고강도 운동 후 MDA가 유의하게 증가하였다는 결과를 보고한 선행연구들(Lovlin et al., 1987; Glodfarb et al., 2005)에 따라 이 연구에서는 근피로 유발 프로그램을 통해 발생한 근손상의 객관적인 지표로 MDA를 사용하였다. 김상두 등(2001)은 MDA의 농도차이가 훈련 상태와 운동 강도, 운동시간에 따라 변화할 수 있음을 보고하였으며, 이를 토대로 효과적인 스트레칭 처치 방법의 적용이 MDA의 농도변화에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

박진국(2009)의 연구에서는 건강한 성인 남성을 대상으로 12주간 저항성 운동을 실시한 후 정리운동으로 스트레칭을 15분간 실시하였을 때 MDA의 수치가 사전  $3.18 \pm 0.68 \text{U}/\mu\text{mol}$ 에서  $2.77 \pm 0.36 \text{U}/\mu\text{mol}$ 로 감소하였으며, 12.57%의 감소율로 통계적

으로도 유의하게 감소하였다는 결과를 보고했다. Nix(2010)의 연구에 따르면 18-35세 남성을 대상으로 스트레칭 처치를 시행했을 때 MDA의 수준은 통계적으로 유의하지는 않았으나 운동 직후에 증가하여 3시간에 최고로 높았으며, 그 이후로 96시간동안 천천히 사전의 기록으로 돌아왔다. 또 Kato et al.(2017)의 연구에서는 50명의 만성심부전증을 가진 노인 남성들을 대상으로 4주간 스트레칭 운동을 수행하였을 때 MDA의 농도가 유의하게 감소했다는 사실을 알 수 있다. 이처럼 스트레칭 처치방법이 근피로 유발 후 MDA에 미치는 영향에 대한 연구들은 지속적으로 진행되고 있으며, 다양한 선행연구들을 종합해 볼 때 정적 스트레칭 처치가 MDA농도 감소에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다.

이 연구에서는 스트레칭 보드 처치 적용 시 MDA에서 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과가 나타난 이유는 MDA와 같은 항목 측정의 경우 대부분의 선행연구들은 장기적인 실험진행과 최소 3시간에서 최대 24시간까지 충분한 시간의 차이를 통해 MDA의 농도 변화를 확인하였는데 반해 이 연구는 스트레칭의 급성효과를 보기위해 MDA의 측정을 위한 채혈주기의 간격이 짧았기 때문인 것으로 보인다. 또 피로유발 프로그램 적용에 있어서 대상자를 통제하지 못해 MDA의 농도가 상승할 만큼의 피로가 유발되지 않았던 것이 그 이유인 것으로 사료된다. 따라서 추후 후속연구에서는 급성효과를 보기보다 장기적으로 연구를 진행하며, 스트레칭 보드를 이용해 스트레칭을 실시하였을 때 MDA 농도에 미치는 영향을 연구할 필요성이 제기되며, 채혈시기 간의 시간차를 충분히 두어 연구를 정확한 효과를 검증할 필요성이 있다고 본다.

## 2) SOD

이 연구에서는 하지에 근피로를 유발시킨 후 스트레칭 처치방법이 산화적 스트레스 지표 중 SOD에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전, 사후, 처치 30분 후에 채혈을 통해 측정하였다. 그 결과 그룹별로 시기 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

운동 중 발생하는 활성산소는 그 농도가 증가할 경우 지질과산화물을 유도하며, 세포막을 파괴하거나 단백질 손상, DNA 구조 변이 촉진, 암과 같은 악성 질환 유발, 노화촉진 및 심혈관계 성인병을 유발하는 등 신체에 부정적인 영향을 끼친다(방현석과 백운효, 2013). 이러한 산화적 스트레스에 대응하기 위해 생성되는 물질이 항산화 효소이며, 그 예로는 SOD, GPX등이 있다.

스트레칭 처치와 SOD의 발현에 대한 연구들을 살펴보면 방현석과 백운효(2013)의 웨이트 트레이닝 후 정리운동 방법의 차이가 중년 여성의 SOD 지표에 미치는 영향에 대한 연구에서는 건강에 이상이 없는 중년 여성 30명을 대상으로 저항성 운동을 실시하여 피로를 유발시킨 후 20분간 스트레칭 방법을 적용하였을 때 사전 1050.81 178.24U/gHb에서 사후 1104.40 233.63U/gHb로 증가하는 경향을 보였으며, 통계적으로도 유의하게 증가했다는 결과가 나타났다. 또 박진국(2009)의 연구에서는 건강한

성인 남성 24명을 대상으로 12주간 스트레칭 처치방법을 적용하였을 때 SOD 수치가 유의하게 증가했으며, 전용균과 이기홍(2014)의 연구에서는 건강한 20대 남성 27명을 대상으로 고강도 유산소 운동을 실시하여 피로를 유발시킨 후 회복방법으로 스트레칭 처치를 15분간 시행하였을 때 처치 전  $1125.34 \pm 198.62 \text{U/gHb}$ 에서 처치 후  $1284.06 \pm 53.31 \text{U/gHb}$ ( $p < .01$ )로 시기별 유의한 차이가 나타났다. 이와 같은 선행연구를 미루어 볼 때 활성산소가 발생할 수 있는 높은 강도의 운동 진행 후 효과적인 스트레칭 처치방법을 실시한다면 신체 산화 방지에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것이다. 근피로 발생 시 정적 스트레칭 처치 방법이 SOD 농도를 증가시키는데 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

이 연구에서는 스트레칭 보드 처치 적용이 SOD 농도에 영향을 미치지 못하였다. 이는 이 연구가 스트레칭의 급성효과를 알아보기 위한 단일연구로써 주기적, 장기적인 프로그램 적용 및 효과규명을 위한 채혈시기가 최소 3시간에서 최대 24시간으로 이루어진 선행연구들과는 달리 모든 채혈이 3시간 내에 진행되어 그 주기가 짧았으며, 피로유발 운동프로그램 진행 시 대상자를 통제하지 못해 피로유발의 강도가 활성산소에 대항하기 위한 항산화 효소가 발현될 만큼 충분하지 않았던 것이 이유인 것으로 사료된다. 따라서 추후 후속연구에서는 보다 장기적인 스트레칭 보드 처치방법 적용과 대상자 및 가외변인이 통제되는 상황에서 충분한 근피로를 유발시켜 보다 확실한 효과를 규명할 수 있는 연구가 진행될 필요가 있다.

#### 4. 피로물질의 변화

##### 1) 혈중 젖산 농도

이 연구에서는 하지에 근피로를 유발시킨 후 스트레칭 처치방법이 피로물질 중 혈중 젖산 농도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전, 사후, 처치 30분 후에 측정하였다. 그 결과 모든 변인에서 그룹과 시기 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 모든 그룹에서 처치를 진행함에 따라 피로물질이 감소하는 경향을 보였다.

고강도로 단시간 진행하는 운동의 근피로의 원인은 무산소성 대사과정으로 인해 발생하는 혈중 젖산으로 알려져 있으며, 혈중 젖산 농도가 증가할 경우 에너지 대사과정을 둔화시키면서 결과적으로는 운동수행능력의 저하를 유발하게 된다(정일규, 1997; Hermansen & Osnees, 1988). 젖산은 고강도의 운동 시 주로 생성되는데 이때 유산소성 해당과정을 통한 젖산 제거율보다 축적속도가 빠를 경우 체내 혈중 젖산 농도가 증가하게 된다(Brooks et al., 1999). 많은 선행연구들이 근피로 발생 후 생성되는 젖산을 빠르게 제거하기 위한 연구를 진행하였다.

스트레칭과 젖산에 대한 연구들은 다음과 같다. 임종국 등(2020)의 연구에서는 대학생 남녀 28명(여14명, 남14명)을 대상으로 8주간 주 3회, 100분간 정적 스트레칭 운동을 정리운동으로 적용하였을 때 남학생 그룹에서는  $P=.052$ 로 통계적으로 유의

하지는 않았으나 사전  $12.18 \pm 1.73$ 에서 사후  $7.75 \pm 1.46$ 으로 감소하는 경향을 보였으며, 여학생 그룹에서는 사전  $13.64 \pm 1.37$ 에서 사후  $6.34 \pm 1.53$ ,  $P=.029$ 로 통계적으로 유의하게 차이가 나타났다. 남학생의 경우 이 연구와 같은 결과를 나타내는데 이는 정적 스트레칭 운동이 젖산제거에 긍정적으로 감소시킬 수 있다는 결과를 제시한다.

차지현 등(2015)의 연구에서는 대한볼링협회에 선수로 등록되어있는 고등학생 볼링선수 24명을 대상으로 6게임의 볼링경기를 진행한 후 매 게임 휴식시간에 스트레칭을 처치하였을 때 2게임 종료 후, 휴식기 5분에서 통제그룹보다 스트레칭 처치그룹이 빠른 젖산 제거 속도를 보였다. 김재구(2019)는 건강한 20대 남성 8명을 대상으로 고강도 하지 저항성 운동을 반복 실시하였으며, 세트 사이 휴식시간과 회복기 5분간 하지의 정적 스트레칭을 적용하였다. 그 결과 혈중 젖산 농도 측정 시기 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

한은상과 구민(2019)의 연구에서는 주기적으로 고강도 운동을 참여하는 2030 성인 남성 10명을 대상으로 20분간 고강도 운동을 진행해 근피로와 젖산 축적을 유발한 후 15분간의 정적 스트레칭 cool-down을 적용하였다. 이 때 혈중 젖산 농도는 사전  $2.86 \pm 0.54$ mM, 사후  $14.64 \pm 3.85$ mM, 종료 15분 후  $7.02 \pm 0.7$ mM로 아무것도 하지 않고 안정을 취했던 통제그룹의 마지막 시기의 젖산농도  $10.06 \pm 1.5$ mM보다 빠르게 제거되는 모습을 보였으며, 통계적으로도 유의한 차이가 있다는 결과를 제시했다. 이와 같은 연구결과들은 이 연구의 결과를 지지하고 있으며, 고강도 운동 및 근피로가 발생했을 때 적절한 정적 스트레칭을 적용하는 것이 혈중 젖산 농도를 감소시키는데 효과적이라는 결과를 제시하고 있지만 이 연구와는 반대되는 결과이다.

이 연구에서는 근피로 유발 후 보드를 이용한 정적 스트레칭 처치방법 적용에 따른 혈중 젖산 농도의 변화를 살펴본 결과 그룹과 시기 간에 유의한 차이는 나타나지 않았으나 모든 그룹에서 처치 전과 비교해 처치 후의 피로물질이 감소하는 경향을 보였다. 그 이유는 피로유발운동 프로그램을 이용하여 근피로를 유발한 후 운동 후 피로물질이 증가하는 경향을 보였으나 처치방법에 있어 그 시간이 충분하지 못해 처치방법으로 인한 효과를 보지 못했던 것과 그룹별 대상자의 수가 적어 통계적으로 유의한 수치가 나올 수가 없었던 것으로 사료된다.

근피로 유발 후 피로물질의 빠른 감소를 위해서는 정적인 상태로 휴식을 취하는 것보다는 정적 스트레칭과 같은 적절한 회복방법을 적용하여 혈중 젖산 농도와 같은 피로물질을 빠르게 제거하는 것이 중요할 것이다. 추후 후속연구들에서는 주기적으로 운동에 참여하는 일반인 혹은 운동선수들을 대상으로 보드를 이용한 정적 스트레칭을 적용이 혈중 젖산 농도에 미치는 효과에 관한 연구가 수행될 필요성이 있으며, 대상자의 수를 늘려야 연구를 진행했을 때 나타나는 결과를 일반화할 수 있을 것이다. 또 처치를 진행할 때의 시간을 충분히 늘려 좀 더 정확한 효과를 알아볼 필요가 있다.

## 2) 혈중 암모니아 농도

이 연구에서는 하지에 근피로를 유발시킨 후 스트레칭 처치방법이 피로물질 중 혈중 암모니아 농도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전, 사후, 처치 30분 후에 측정하였다. 그 결과 그룹별로 시기 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

일반적으로 혈중 암모니아는 구심성 신경과 근통증 감지와 관련이 있으며, 세포 내 pH의 변화, 신경전달 물질 농도변화, glutamine과 gultamate에 따른 피로유발로 인해 운동수행능력을 감소시키게 된다(Mitchell, 1990). 단시간 고강도 운동의 진행은 혈중 암모니아의 농도를 증가시키고 근신경계에 영향을 주어 근수축에 제한을 가져온다(Wagenmakers, 1992).

스트레칭과 혈중 암모니아 농도에 대한 연구들을 살펴보면 임주애 등(2018)의 회복방법이 겨루기 시합 후 처치방법이 미치는 영향에 연구에서는 엘리트 겨루기 선수 12명을 대상으로 모의 겨루기 시합을 2분 동안 3회 실시하여 근피로를 유발한 후 정적 스트레칭을 15분간 수행하였다. 그 결과 스트레칭 적용 전  $63.50 \pm 8.83$  mmol/L, 운동 직후  $164.33 \pm 49.36$  mmol/L, 회복 15분 후  $80.50 \pm 12.03$  mmol/L, ( $P < 0.01$ )로 통계적으로 유의하게 낮아졌으며, 아무 처치도 하지 않은 대조군과 비교하였을 때도 스트레칭 그룹이 회복 15분 후에 더 낮아졌다는 결과를 보고하였다.

김리나(2003)는 발레를 전공 남자 대학생 7명을 대상으로 4시간의 발레수업 진행 후 발레동작 수행 시 주로 이용하는 근육을 중심으로 9개의 부위를 선정 후 부위별로 30-45초간, 총 15분간 정적 스트레칭을 실시하였다. 그 결과 혈중 암모니아의 농도는 통계적으로 유의하지는 않았으나 안정 시  $21.71 \pm 4.31$  mmol/L, 종료 직후  $83.00 \pm 16.47$  mmol/L, 회복 15분 후  $27.43 \pm 14.63$  mmol/L, 회복 30분 후  $23.57 \pm 11.01$  mmol/L, 회복 60분 후  $18.00 \pm 10.92$  mmol/L 로 회복 시간이 진행함에 따라 감소하여 안정 시로 돌아가려는 형태를 보였다.

이 연구에서는 고강도 하지운동으로 근피로를 유발시킨 후 스트레칭 보드를 이용해 정적 스트레칭을 적용하였을 때 그룹 간에 통계적으로 유의하지는 않았으나 처치 후 암모니아의 수치가 감소하는 경향을 나타냈다. 선행연구들로 미루어 보았을 때, 스트레칭 보드 처치가 혈중 암모니아에 영향을 미칠 것으로 예상했으나 이 연구에서는 그룹 간에 차이가 나타나지 않았다. 그 이유는 대상자의 수가 통계수치에 영향을 미칠 수 있을 만큼 충분하지 않았으며 짧은 스트레칭 처치 시간과 1회성 처치로 인해 그 효과를 볼 수 없었기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 추후 연구에서는 좀 더 다양한 대상자(연령, 직업군, 운동 상태), 혹은 좀 더 많은 수의 대상자에게 정적 스트레칭 보드 처치 적용했을 때 혈중 암모니아에 미치는 효과에 관한 연구가 수행될 필요성이 제기된다.



### 3) LDH 농도

이 연구에서는 하지에 근피로를 유발시킨 후 스트레칭 처치방법이 피로물질 중 LDH에 미치는 영향을 알아보기 위하여 사전, 사후, 처치 30분 후에 측정하였다. 그 결과 그룹별로 시기 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

젖산탈수소효소(Lactate dehydrogenase, LDH)는 골격근의 손상을 나타내는 지표로 알려져 있으며, 고강도 운동 시 농도가 상승하는 것으로 알려져 있다. 이러한 연유로 인해 근피로 및 지연성 근육통과 관련된 연구들에서 피로 유발유무와 그 정도를 알기위한 객관적인 지표로 LDH의 활성도를 측정한다. LDH는 평상 시 적혈구와 근세포 내에 존재하고 있으므로 낮은 활성도를 보인다(김상훈, 2009).

스트레칭이 LDH에 미치는 영향에 대한 연구에 대해 살펴보면 방현석과 백운효(2013)연구에서는 중년여성을 대상으로 웨이트 트레이닝 실시를 통한 피로가 유발되었을 때 정리운동의 방법으로 스트레칭 처치를 적용하였고, 그 결과 LDH의 수치에는 통계적으로 유의한 변화가 나타나지 않았다.

김상훈(2009)은 체육을 전공하고 있는 남자 대학생 28명을 대상으로 개인별로 설정된 운동 강도로 지연성 근육통을 유발시켰다. 이후에 근피로 유발직후, 근피로 유발 24시간 후 간격으로 6회의 스트레칭을 실시하였을 때 LDH의 농도는 유발 전  $410.71 \pm 51.05 \text{IU/L}$ 에서 유발 직후  $500.14 \pm 56.94 \text{IU/L}$ , 24시간 후  $578.14 \pm 70.36 \text{IU/L}$ , 48시간 후  $690.14 \pm 70.36 \text{IU/L}$ , 72시간 후  $709.14 \pm 63.80 \text{IU/L}$ , 96시간 후  $710.71 \pm 88.10 \text{IU/L}$ , 120시간 후  $598.14 \pm 95.17 \text{IU/L}$  로 일정한 경향을 보이지 않았으며 통계적으로도 유의하지 않다는 결과를 보고하였다. 이러한 결과는 이 연구와 반대의 결과를 제시하였다.

반면 김훈과 김종호(2005)의 연구에서는 마라톤 출발 전 준비운동으로 10분간 스트레칭을 처치했을 때 6일간 LDH 농도의 변화를 살펴보았을 때 마라톤 종료 후 1일에서  $2686.75 \pm 142.91 \mu\text{l}$ , 2일에서  $5374.88 \pm 1086.05 \mu\text{l}$ , 3일  $2547.88 \pm 62.76 \mu\text{l}$ , 4일  $2426.75 \pm 301.13 \mu\text{l}$ , 5일  $1807.50 \pm 151.92 \mu\text{l}$ , 6일  $1559.88 \pm 182.79 \mu\text{l}$ 로 종료 후 1일과 2일, 1일과 5일, 1일과 6일 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과는 피로예방을 위한 warming-up 혹은 근피로 유발 후 스트레칭 처치가 근손상의 지표인 LDH 감소에 긍정적인 영향을 미친다는 사실을 보여주고 있다.

이 연구에서는 고강도 하지운동을 통해 근피로를 유발하였을 때 스트레칭 보드를 이용한 정적 스트레칭이 LDH에 미치는 효과에 대해 알아보고자 하였다. 통계적으로는 유의한 차이가 나타나지 않았지만 사전  $186.13 \pm 36.01 \text{IU/L}$ , 피로 유발 직후  $203.38 \pm 50.56 \text{IU/L}$ , 처치 30분 후  $197.75 \pm 48.65 \text{IU/L}$ 로 근손상의 지표인 LDH가 감소하는 경향을 보였다. 이 연구는 피로유발 및 스트레칭 처치가 하지에 국한되어 있고 스트레칭의 급성효과를 보기 위해 스트레칭 처치 적용시간이 짧았으며, 급성효과를 보고자 1회성 보드 스트레칭 처치를 적용하였기 때문에 그 효과를 볼 수 없었던 것이 이유로 사료된다. 따라서 추후 연구에서는 하지뿐만 아니라 전신에 위와 같은 피로유발 및 처치방법을 적용하여 적절한 스트레칭 처치방법이 LDH에 미치는 효과

에 대한 연구를 진행할 필요가 있으며, 장기적으로 스트레칭 보드 처치방법을 적용하였을 때의 효과에 관한 연구를 수행할 필요가 있다.

이 연구에서는 근피로 유발 후 스트레칭 보드 처치가 다양한 변인에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다. 근피로 유발을 위해서 조기행과 김성수(2010)의 연구에서 사용한 근피로 유발 프로토콜을 진행하였다. 근피로 유발 후 스포츠 마사지 처치를 진행하여 혈중 젖산 농도에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였던 조기행과 김성수(2010)의 연구에서는 근피로 유발 후 그룹별 처치 프로그램 진행에 있어 스포츠 마사지 처치를 그룹별로 15분, 30분간 진행하였으며, 통제군 또한 30분간 휴식할 수 있도록 진행했다. 이 후 마사지 30분 처치 그룹에서 혈중 젖산 농도가 빠르게 제거되었다는 결과를 보고하였다. 이외의 피로유발 후 처치방법에 따른 효과를 보고자 한 많은 선행 연구들에서도 최소 10분에서 최대 30분가량 그룹별 처치를 진행하였으며(임지연 등, 2016; 백종희, 2001; 구은영, 2015), 실험진행을 최소 3일에서 8주간 처치 프로그램을 주기적, 장기적으로 진행하였다(한정규와 박승보, 2013; 박세준, 2014; 김민아, 2019). 또 이 연구와 달리 피로유발을 진행함에 있어 가외변인과 대상자들을 충분히 통제하였다.

반면 이 연구에서는 그룹별 처치방법을 5분간 진행하였으며, 스트레칭 보드 처치의 급성효과를 보고자하였기 때문에 1회성으로 연구를 진행하였다. 그 결과 모든 변인에서 통제군과 비교하였을 때 스트레칭 처치를 진행한 그룹들에서 통계적으로 어떠한 차이도 나타나지 않았다.

이 연구에서 그룹 간에 통계적으로 차이가 나타나지 않았던 이유는 근피로 유발 프로토콜을 진행하는 과정에서 대상자들을 완벽하게 통제하지 못해 피로가 제대로 유발되지 않았으며, 앞서 제시한 선행연구들과는 달리 그룹별로 적용하였던 처치시간이 짧고, 일회성 스트레칭 처치로 인해 스트레칭 보드 처치의 효과가 충분히 나타날 수 없었기 때문인 것으로 사료된다.

## VI. 결론 및 제언

이 연구에서는 건강한 성인남녀 24명을 대상으로 하여 하지에 근피로를 유발하고 난 후 적용한 각각의 처치방법(보드를 이용한 스트레칭 처치, 일반 스트레칭 처치, 비처치)이 운동수행력(등속성 근력, 유연성, 밸런스, 순발력)과 통증 자각도, 산화적 스트레스(MDA, SOD), 피로물질(혈중 젖산 농도, 혈중 암모니아, LDH)에 미치는 영향을 알아보려고 하였으며, 이 연구에서의 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 내렸다.

첫째, 근피로 유발 후, 보드를 이용한 스트레칭 처치방법이 운동수행력(등속성 근력, 유연성, 밸런스, 순발력)에 영향을 미치지 못하였다.

둘째, 근피로 유발 후, 보드를 이용한 스트레칭 처치방법이 통증 자각도에 영향을 미치지 못하였다.

셋째, 근피로 유발 후, 보드를 이용한 스트레칭 처치방법이 산화적 스트레스 지표(MDA, SOD)에 영향을 미치지 못하였다.

넷째, 근피로 유발 후, 보드를 이용한 스트레칭 처치방법이 피로물질(혈중 젖산 농도, 혈중 암모니아, LDH)에 영향을 미치지 못하였다.

근피로 유발 후 스트레칭 보드를 이용해 정적인 스트레칭을 처치했을 때 대부분의 변인에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 운동수행력과 통증 자각도, 피로물질에서 그룹별로 시기 간 좋아지는 경향을 보였다.

이 연구를 통해 얻어진 결과와 논의를 바탕으로 후속 연구를 위해 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 대상자를 특정군으로 제한하지 않고 대상자의 수를 늘리거나, 연령이나 계층, 직업군, 건강 등 다양한 상태의 대상자들에게 스트레칭 보드 처치를 적용하였을 때의 효과를 규명하고자 하는 연구가 수행되어야 할 필요가 있다. 둘째, 이 연구에서는 하지의 피로만을 유발했지만 이후 후속 연구에서는 제한적으로 피로를 유발하는 것이 아니라 신체 전반적으로 피로를 유발 시킨 후 스트레칭 보드가 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구를 수행할 필요성이 제기된다. 셋째, 스트레칭 보드 처치 적용에 대한 급성 효과를 보고자 했기 때문에, 다양한 변인에서 예상했던 결과를 얻지 못했다. 급성 효과 확인 이외에도 연구기간을 증가시켜 지속적으로 스트레칭 보드를 통해 처치했을 때의 효과를 규명하고자 하는 연구가 후속적으로 수행되어야 할 필요가 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 강태웅, 박정배 (2017). 인위적 지연성 근통증 유발 후 스트레칭과 저온침수 스트레칭이 근통증 지표 및 운동기능에 미치는 영향. **한국엔터테인먼트산업학회 학술대회 논문집**. 115-118.
- 고광준 (2017). 기능성 스포츠 압박의류 착용이 운동수행능력, 무릎 등속성 근력 및 체온 변화에 미치는 영향. **스포츠사이언스**. 35(1), 1-7.
- 고태성, 정호발 (2006). 정적인 스트레칭과 Evjenth-Hamberg 스트레칭이 슬관절 등속성 근력에 미치는 효과. **대한물리치료학회지**. 18(5), 43-51.
- 구은영 (2015). **최대운동 후 스포츠 마사지 처치시간이 20대 남성의 혈중 피로물질에 미치는 영향**. 경희대학교 대학원 석사학위 논문.
- 권영애, 유경태, 이호성 (2020). 편측 정적스트레칭이 보행 비대칭자의 하지 유연성과 대칭성 및 시간적 보행 변인에 미치는 영향. **대한물리의학회지**. 15(3), 89-98.
- 권원안, 김동대, 이재홍 (2010). 마사지 및 정적 스트레칭이 20대 저상 성인의 경부관절가동범위에 미치는 효과. **한국산학기술학회지**. 11(11), 4346-4353.
- 권일수, 김태규, 박규량, 이윤희, 오재근 (2020). 스트레칭 밸런스 보드 장비가 젊은 여성의 하지둘레, 유연성 및 균형능력에 미치는 급성 효과. **스포츠사이언스**. 38(2), 201-207.
- 권정현, 김아람, 이호성 (2015). 6주간의 연속적인 정적 스트레칭이 청소년기의 유연성 및 기능수행능력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**. 24(4), 1347-1355.
- 김경, 한진태, 유재웅 (2008). 슬릭근 스트레칭 운동방법이 성인의 허리 유연성 증가에 미치는 영향. **운동과학**. 17(2), 243-250.
- 김경미, 김민주, 김선아, 김성태, 남현이, 박준용, 양승민, 이형찬, 남택길, 최병욱 (2010). 정형화된 하지의 스트레칭이 순발력에 미치는 즉각적인 효과. **정형스포츠물리치료학회지**. 6(1), 7-14.
- 김난수 (2005). 탄력밴드 스트레칭이 견관절 유연성에 미치는 효과. **대한물리치료학회지**. 17(4), 477-484.
- 김대경, 육조영, Hao sun (2012). 운동 후 스트레칭이 혈중 젖산농도에 미치는 효과. **한국스포츠리서치**. 23(3), 51-60.
- 김덕훈 (2008). **탁구 스트레칭 훈련 프로그램이 지적장애 학생의 체력 향상에 미치는 효과**. 대북대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김리나 (2003). 무용수행 후 회복 형태가 피로요인의 변화에 미치는 영향. **한국무용과학회지**. 7(0), 1-9.
- 김민아 (2019). **하지 스트레칭과 두경부 마사지가 긴장형 두통 환자의 통증, 근육 특성, 신체 수행능력 및 정서 상태에 미치는 영향**. 남서울대학교 대학원 박사

학위 논문.

- 김상두, 박상용, 김창균 (2001). 점증부하 운동후 60%HRmax에서 항산화제 섭취기간이 지질 과산화물 MDA와 근세포 손상지표 LDH에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**. 16, 251-259.
- 김상수 (2013). **운동치료학 총론**. 서울: 범문에듀케이션.
- 김상훈 (2009). 운동 후 스트레칭 방법이 지연성 근육통 관련변인과 운동기능에 미치는 영향. **운동과학**. 18(4), 527-538.
- 김선호 (2010). 단기간의 크레아틴 섭취가 태권도 선수의 운동수행력, 체중, 혈장효소 및 무산소성 파워에 미치는 영향. **코칭능력개발지**. 12(1), 127-137.
- 김영재, 허원석 (2015). 테니스 선수의 스트레칭 유형이 서비스속도에 미치는 영향. **코칭능력개발지**. 17(3), 93-100.
- 김원경, 김남익, 김상진 (2021). 햄스트링 스트레칭이 허리통증과 유연성에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**. 29(1), 63-66.
- 김재구 (2019). 고강도 웨이트트레이닝 시 정적회복 및 스트레칭 적용에 따른 생리적 반응의 비교. **코칭능력개발지**. 21(2), 64-70.
- 김정호 (2008). 산화 스트레스와 항산화 시스템의 진단. **대한임상노인의학회 춘계학술대회**.
- 김종균, 이승주 (2004). 업무관련 근골격계 질환 중 목과 어깨의 통증에 대한 스트레칭 운동 효과 분석. **한국체육학회지**. 43(3), 655-662.
- 김종원, 김도연, 양찬호 (2011). 생활체육 배드민턴 동호인들의 참여 실태와 운동손상 조사연구. **한국사회체육학회지**. 44(2), 761-778.
- 김종혁, 김도진 (2018). 지연성근육통 유발 후 수동적 스트레칭이 혈중피로물질 및 VAS에 미치는 융합연구. **융합정보논문지**. 8(6), 93-99.
- 김주애, 하수민, 김도연, 김민정, 이신영 (2018). 태권도 겨루기 직후 스트레칭이 남자 대학 엘리트 선수의 혈중 피로물질에 미치는 영향. **한국레저사이언스학회지**. 9(1), 35-42.
- 김지원, 김현동, 신민정, 유석호, 이상열, 임예지, 최상아, 손호희 (2017). 넓다리네갈래근 고강도 운동 시 키네시오 테이핑과 러시아 전류의 적용이 근피로도에 미치는 영향. **대한신경치료학회지**. 21(3), 21-26.
- 김지태, 이상섭, 류현승 (2014). 견관절 정적 스트레칭이 고등학교 투수의 피칭속도, 유연성, 근골격계 통증 및 신경근 피로에 미치는 영향. **운동학학술지**. 16(1), 63-73.
- 김지혁, 이건철, 장철, 김숙영, 김운정, 신은옥, 이기란, 최수홍, 하경진, 하해정 (2006). 비복근과 대퇴직근의 정적 스트레칭이 제자리멀리뛰기에 미치는 효과. **대한건강과학학회지**. 3(2), 21-32.
- 김창선, 김지연, 김효진, 김지원, 민석기, 박동호 (2017). 유산소성 및 무산소성 최대운동 후 혈중 젖산 생성 및 제거율 비교. **운동과학**. 26(4), 239-247.

- 김태호, 양명주 (2020). 종목별 대학 운동선수들의 Y-balance test 비교 및 체성분과의 상관관계. **한국웰니스학회지**. 15(2), 575-585.
- 김태홍 (2008). 견관절 부위의 근골격계질환을 가진 자동차 작업장 근로자를 위한 스트레칭 운동 개발 및 효과 검증. **한국체육과학회지**. 17(2), 981-992.
- 김혜진, 이원준 (2017). 운동과 활성산소. **생명과학회지**. 27(9), 1078-1085.
- 김훈, 김종호 (2005). 마라톤 전 스트레칭이 DOMS 유발에 미치는 영향. **한국체육과학회지**. 14(1), 547-557.
- 문종일, 김선호, 유종상, 운영복 (2012). 12주간의 복합운동이 고령 여성의 활성산소, 항산화능력 및 혈관 탄성도에 미치는 영향. **한국웰니스학회지**. 7(4), 141-154.
- 박세준 (2014). **요추 굴곡 유연성 향상에 대한 스트레칭 운동과 폼롤러 운동의 효과 비교**. 국민대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박정민, 현광석, 김상두 (2016). 밸런스 트레이닝과 스트레칭 트레이닝이 Bowlers의 평형력 및 발란스 향상에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**. 63, 703-711.
- 박종석, 김상호 (2010). 산소수 및 수소수의 섭취가 운동수행력, 피로회복 및 산화스트레스에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**. 41(2), 997-1011.
- 박종향 (2003). **스케이트 운동이 뇌성마비 청소년의 하지 근력과 동적 균형 능력 향상에 미치는 영향**. 한양대학교 대학원 박사학위 논문.
- 박진국 (2009). 웨이트 트레이닝 후 정리운동의 형태가 SOD, CAT 및 MDA에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**. 35(2), 815-824.
- 박혜상, 박태섭 (2004). 스트레칭 유형에 따른 노인의 관절가동범위 비교. **한국발육발달학회지**. 12(3), 63-69.
- 방현석, 백운효 (2013). 웨이트트레이닝 후 정리운동 방법차이가 중년여성의 SOD와 근 손상지표에 미치는 영향. **한국엔터테인먼트산업학회논문지**. 7(4), 179-186.
- 선우섭, 박성진 (1997). **지도자를 위한 기초지식 Fitness Q&A**. 서울: 흥경출판사.
- 송민수 (2012). **대퇴부의 인위적 근피로 유발 후 스트레칭유형이 근기능에 미치는 영향**. 전주대학교 대학원 석사학위 논문.
- 신영호, 강호율 (2014). 운동 중 혈액젖산 측정 방법의 비교. **운동과학**. 23(2), 149-157.
- 양대중, 정용식 (2013). 동적 및 정적스트레칭이 점프높이와 근활성도에 미치는 급성 효과. **디지털융복합연구**. 11(8), 265-272.
- 양승훈 (2015). 스트레칭 방식에 따른 하지 근 수행능력 변화에 대한 연구. **한국엔터테인먼트산업학회 학술대회 논문집**. 141-150.
- 양윤권 (2004). 점증적 최대 운동 부하 시 혈중 암모니아와 젖산농도의 상관성 연구. **한국체육과학회지**. 13(1), 534-550.
- 오봉석 (2018). 소도구를 이용한 목 스트레칭 및 복부 운동이 통증, 스트레스, 혈액순환 변인에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**. 74, 565-577.
- 유덕수, 박훈영, 김형준, 이만균 (2015). 태권도 경기 간 다양한 회복방법과 글루코

- 스 섭취가 체력에 미치는 영향. **대한무도학회지**. 17(2), 33-44.
- 유주인, 조명현, 서태범 (2020). 피로회복 처치가 스포츠 클라이머의 최대근력, 젖산 회복 및 경기력에 미치는 영향. **한국웰니스학회지**. 15(3), 535-546.
- 이강운 (2000). **스트레칭이 어린이 유연성과 순발력 발달에 관한 연구**. 공주대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이승엽, 임강일 (2014). 복합 하지 스트레칭이 유소년 농구선수들의 관절가동범위, 기능성 체력과 등속성 근력에 미치는 영향. **코칭능력개발지**. 16(2), 129-137.
- 이연중, 민정욱 (2018). 키네시오 테이핑 적용이 복합 트레이닝 후 운동수행력 및 피로물질에 미치는 영향. **한국스포츠학회지**. 16(4), 795-804.
- 이왕록 (2003). 탈지적 운동과 항산화제섭취가 산화적 손상과 항산화효소의 활성 및 항산화효소의 유전자 발현에 미치는 영향. **운동과학**. 12(4), 679-692.
- 이용진 (2003). 근피로 유발 후 냉요법이 혈중암모니아의 변화에 미치는 영향. **한국체육학회지**. 42(5), 697-705.
- 이운용, 김명화, 변재중 (2004). 온도 차이가 지구성 운동 시 피부온과 운동수행력 변화에 미치는 영향. **코칭능력개발지**. 6(3), 337-344.
- 이진석, 안지영, 김도현, 김은숙, 김지웅, 윤성진 (2020). 정적 스트레칭이 성인 남성의 유연성, 점프수행능력 및 근기능(tensiomyography)에 미치는 영향. **대한스포츠융합학회지**. 18(2), 229-237.
- 이충주 (2006). **고강도 웨이트 트레이닝 시 스트레칭 회복적용이 생리적 피로변인에 미치는 영향**. 계명대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이현희 (2005). **스케이팅 운동이 뇌성마비 청소년의 하지 근력과 동적 균형 능력 향상에 미치는 영향**. 대구대학교 대학원 석사학위 논문.
- 임우택 (2019). 스트레칭 후 발생한 통증의 남녀 차이 및 시간에 따른 감소. **스트레스研究**. 27(2), 146-151.
- 임재형, 지용석 (2005). 근방추와 신전반사. **코칭능력개발지**. 7(1), 3-13.
- 임정욱, 권영준, 장태원, 이종현, 유상철, 노재훈, 원종욱, 차봉석, 이철호 (2010). 중소기업 사업장의 근막통증증후군 관리를 위한 스트레칭 운동의 효과. **대한직업환경의학학회지**. 22(4), 307-315.
- 임종국, 박혜민, 이상덕 (2020). 8주 복합운동 후 신체구성, 건강체력 요인과 정리운동 적용방법에 따른 혈중 피로물질 변화에 관한 연구. **한국체육과학회지**, 29(4), 1205-1218.
- 임지연 (2016). **최대부하운동 후 스포츠 마사지 처치가 엘리트 태권도 선수의 무산소성과워 및 혈중젖산에 미치는 영향**. 우석대학교 대학원 석사학위 논문.
- 장홍영, 이미현 (2019). 씨름선수의 최대운동 후 스포츠마사지 처치가 회복기 심박수, 산소섭취량 및 혈중젖산에 미치는 영향. **한국융합학회지**. 10(6), 317-324.
- 전용균, 이기홍 (2014). 고강도 유산소 운동 후 회복방법의 차이가 항산화 효소에 미치는 효과. **한국체육과학회지**. 23(2), 1127-1135.

- 정덕조, 정성태, 전태원, 최명동, 이왕록 (2000). 최대운동 시 항산화제 투여와 운동 처치가 대사 및 근피로도에 미치는 영향. **운동과학**. 9(1), 137-148.
- 정일규 (1997). **최신운동영양학**. 서울: 대경출판사.
- 정철수, 최지선, 김용운, 이세용 (2006). 반동점프 동작 시 수동적 스트레칭으로 인한 수행 능력 감소 이후 회복시간에 따른 하지의 운동역학적 변화. **체육과학 연구**. 17(3), 45-57.
- 조기행, 김성수 (2010). 최대운동 후 회복기 스포츠마사지 처치시간에 따른 혈중 젖산 및 암모니아 농도의 변화. **대한무도학회지**. 12(1), 225-234.
- 조상근, 이정필, 오재근, 김호성 (2006). 12주간의 근력 및 스트레칭 병합운동이 노인여성들의 평형능력에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**. 30(1), 53-64.
- 조현준, 고재욱 (2011). 스트레칭 및 저항성 운동프로그램이 청소년들의 체력 및 자세조절 기능에 미치는 영향. **한국웰니스학회지**. 6(3), 391-399.
- 주용식, 이상우, 서해근, 김준모, 정종윤, 강신범 (2004). 근 저항트레이닝이 혈중 과산화지질 및 항산화효소 농도에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**. 22, 603-613.
- 차지현, 엄성흙, 정연도, 전용균 (2015). 볼링 경기 후 회복방법의 차이가 근 피로회복에 미치는 영향. **한국웰니스학회지**, 10(4), 369-380.
- 천우광, 조철현 (2014). 8주간의 스트레칭 운동이 농촌지역 노인들의 신체구성, 기초체력, 혈압 및 혈중지질 성분에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**. 22(2), 195-201.
- 최공집 (2013). 정적 스트레칭과 PNF 스트레칭이 태권도 선수의 관절가동범위와 점프수행능력에 미치는 영향. **한국전자통신학회지**. 8(11), 1771-1776.
- 최대원, 정성환 (2010). 복합 스트레칭 운동이 아마추어 골프 동호인의 드라이버 비거리 및 정확성에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**. 42(2), 1127-1135.
- 최재현, 김종원, 김수진 (2005). 고강도 달리기 훈련 후 피로회복방법에 따른 피로물질의 비교분석. **한국사회체육학회지**. 23, 411-420.
- 최희권, 조경숙, 김종임 (2010). 골관절염 관리를 위한 스트레칭운동과 수중운동 프로그램의 효과 비교. **근관절건강학회지**. 17(1), 5-13.
- 편미영, 광이섭, 김현준 (2010). 체력강화 준비운동이 아동의 신체조성과 체력에 미치는 영향. **한국자료분석학회지**. 12(6), 3477-3491.
- 한경임, 홍창운 (2003). 스트레칭 훈련 프로그램이 정신지체 학생의 체력 향상에 미치는 효과. **특수교육저널:이론과 실천**. 4(3), 57-85.
- 한은상, 구민 (2019). 정적스트레칭 Cool-Down이 고강도 단시간 운동에 의한 혈중 Lactate 축적 변화에 미치는 효과. **한국발육발달학회지**. 27(2), 87-91.
- 한정규 (2012). 저항운동 후 정리운동형태에 따른 신체조성 및 혈중젖산농도에 미치는 영향. **한국체육교육학회지**. 17(30), 159-169.
- 한정규, 박승보 (2013). 남자 대학테니스선수의 스트레칭 유형에 따른 서전트 점프



및 등속성 슬관절 최대근력에 미치는 영향. *한국체육교육학회지*. 18(1), 237-247.

- Adams M (1998). *Exercise Physiology. Laboratory Manual*. Boston, MA: Mcgraw-hill.
- Agre C (1985). Hamstring injuries. *Sports Medicine*. 2, 21-33.
- Allen G, Lamb D, Westerblad H (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiology Review*. 88(1), 287-332.
- Anderson B, Burke E (1991). Scientific medical and practical aspects of stretching. *Clinics in Sports Medicine*. 10(1), 63-86.
- Behm G, Bambury A, Cahill F, Power K (2004). Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 36(8), 1397-1402.
- Behm G, Button C, Butt C (2001). Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Canadian Journal of Applied Physiology*. 26(3), 262-272.
- Bigland-Ritchie B, Woods J (1984). Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle & Nerve*. 7(9), 691-699.
- Brooks A, Dubouchaud H, Brown M, Sicurello P, Butz E (1999). Role of mitochondrial lactate dehydrogenase and lactate oxidation in the intracellular lactate shuttle. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 96(3), 1129-1134.
- Ce E, Margonato V, Casasco M, Veicsteinas A (2008). Effects of stretching on maximal anaerobic power: the roles of active and passive warm-ups. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 22(3), 794-800.
- Clarkson M, Newham J (1995). Associations between muscle soreness, damage, and fatigue. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 384, 457-469.
- Cornwell A, Nelson A, Heise G, Sidaway B (2001). Acute effects of passive muscle stretching on vertical jump performance. *Journal of Human Movement Studies*. 40(4), 307-324.
- Cornwell A, Nelson A, Sidaway B (2002). Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 86(5), 428-434.
- Costill L, Barnett A, Sharp R, Fink W, Katz, A (1983). Leg muscle pH following sprint running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 15(4), 325-329.
- Cramer T, Housh J, Johnson O, Weir P, Beck W, Coburn W (2007). An acute bout of static stretching does not affect maximal eccentric isokinetic peak torque, the joint angle at peak torque, mean power, electromyography, or mechanomyography. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*,

- 37(3), 130-139.
- Curry S, Chengkalath D, Crouch J, Romance M, Manns J (2009). Acute effects of dynamic stretching, static stretching, and light aerobic activity on muscular performance in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 23(6), 1811-1819.
- Danny M, Josef M, Brian H, Dean T (2006). Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 20(3), 492-499.
- Dawson J, Gadian DG, Wilkie R (1978). Muscular fatigue investigated by phosphorus nuclear magnetic resonance. *Nature*. 274, 861-866.
- De Ruiter C, Elzinga H, Verdijk L, Van Mechelen W, De Haan A (2005). Changes in force, surface and motor unit EMG during post-exercise development of low frequency fatigue in vastus lateralis muscle. *European journal of applied physiology*. 94(5), 659-669.
- Dimitris C, Christos G, Dimitrios P, Christos K (2014). Acute effects of static and dynamic stretching on balance, agility, reaction time and movement time. *Journal of Sports Science & Medicine*. 13(2), 403-409.
- Fitts R (2008). The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*. 104, 551-558.
- Gajdosik L (1991). Effect of static stretching on the maximal length and resistance to passive stretch of short hamstring muscles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 14(6), 250-255.
- Handel M, Horstmann T, Dickhuth H, Gulch W (1997). Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 76(5), 400-408.
- Hemming B, Smith M, Graydon J, Dyson R (2000). Effects of massage on physiological restoration, perceived recovery, and repeated sports performance. *British Journal of Sports Medicine*. 34(2), 109-114.
- Herda J, Cramer T, Ryan D, McHugh P, Stout R (2008). Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 22(3), 809-817.
- Hermansen L, Osnees B (1988). Blood and pH on pHi and lactic acid generation in exhaustive forearm exercise. *American Journal of Physiology*. 255(24), 479-485.
- Hubley L, Kozey J, Stanish W (1984). The effects of static stretching exercises and stationary cycling on range of motion at the hip joint. *Journal of*

- Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 6(2), 104-109.
- James M, Glick M (1980). Muscle strain, prevent and treatment. *The Physician and Sportsmedicine*. 8(11), 73-77.
- Kato M, Masuda T, Ogano M, Hotta K, Takagi H, Tanaka S, Kamada Y, Akiyama A, Kamekawa D, Shimizu R, Tabata M, Tanabe J, Umemoto T (2017). Stretching exercises improve vascular endothelial dysfunction through attenuation of oxidative stress in chronic heart failure patients with an implantable cardioverter defibrillator. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 37(2), 130-138.
- Kemp L, Anderson T (1988). Measurement of knee extension torque at angular velocities ranging form 60 to 600 per second. *An abstract*.
- Kisner C, Colby A, Borstad J (2017). *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. Philadelphia : Davis company.
- Kokkonen J, Nelson A, Eldredge C, Winchester J (2007). Chronic static stretching improves exercise performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 39(10), 1825-1831.
- Langley G, Sheppard H (1985). The visual analogue scale: Its use in pain measurement. *Rheumatology International*. 5, 145-148.
- Lovlin R, Cottle W, Pyke L, Kavanagh M, Belcastro N (1987). Are induces of free radical damage related to exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 56(3), 313-316.
- Matthew G, James H, Hernández A, Bruce L (2007). Blood lactate measurements and analysis during exercise: a guide for clinicians. *Journal of Diabetes Science and Technology*. 1(4), 558-569.
- Maxwell C (1978). Sensitivity and accuracy of the visual analog scale: a psycho-physical classroom experiment. *British Journal of Clinical Pharmacology*. 6(1), 15-24.
- Mitchell H (1990). Neural control of the circulation during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 22(2), 141-154.
- 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.
- Mutch J, Banister W (1983). Ammonia metabolism in exercise and fatigue. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 15(1), 41-50.
- Nelson G, Driscoll M, Landin K, Young A, Schexnayder C (2005). Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *Journal of Sports Sciences*. 23(5), 449-454.

- Nix M (2010). *Comparison of post-exercise recovery strategies on physiological and biochemical markers of exercise-induced muscle damage*. Baylor University, Master's thesis.
- O'Hara, J, Cartwright A, Wade D, Hough D, Shum L (2011). Efficacy of static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation stretch on hamstrings length after a single session. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 25(6), 1586-1591.
- Özer O, Soslu R (2019). The effects of specific stretching exercises on flexibility and balance parameters in gymnastics. *Journal of Education and Learning*. 8(5), 136-141.
- Perrin H (1993). *Interpreting an isokinetic evaluation*. *Isokinetic exercise and assessment*. UK: Human Kinetics Publishers.
- Safren M, Garrett W, Seaber A, Glisson R, Ribbeck B (1988). The role of warmup in muscular injury prevention. *The American Journal of Sports Medicine*. 16(2), 123-129.
- Scott k, Malcolm J (2008). Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiological Reviews*. 88(4), 1243-1276.
- Serban M (1979). Psychological aspect of peaking. *Education Fitness of Sports*, 6, 38-46.
- Shamsi M, Mirzaei M, Shahsavari S, Safari A, Saeb M (2020). Modeling the effect of static stretching and strengthening exercise in lengthened position on balance in low back pain subject with shortened hamstring: a randomized controlled clinical trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 21(1), 1-9.
- Sharkey M, Eastman I (2002). Melatonin phase shifts human circadian rhythms in a placebo-controlled simulated night-work study. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 282(2), 454-463.
- Shellock F, Prentice W (1985). Warming-Up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Medicine*. 2, 267-278.
- Wagenmakers J (1992). Role of amino acids and ammonia in mechanisms of fatigue. *In Muscle fatigue mechanisms in exercise and training*. 34, 69-86.
- Wiktorsson-Moller M, Oberg B, Ekstrand J, Gillquist J (1983). Effects of warming up, massage, and stretching on range of motion and muscle strength in the lower extremity. *The American Journal of Sports Medicine*. 11(4), 249-252.
- Young W, Behm D (2003). Effects of running, static stretching and practice jumps

on explosive force production and jumping performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 43(1), 21-27.

Young W, Elliott S (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 72(3), 273-279.

## Abstract

# Effects of Stretching with a Board after Exercise-Induced Muscle Fatigue on Exercise Performance, Pain Perception, Oxidative Stress and Fatigue Substances.

Lee, Ji-Hee

Graduate School, University of Ulsan

Major in Physical Education

The purpose of this study is to find out the effects of using stretching board treatment after causing muscle fatigue on motor performance (lower balance, flexibility, quickness, constant-property muscle), pain perception, oxidative stress (SOD, MDA) and fatigue substances (lactate, Ammonia, LDH). In this study, 24 healthy adult men and women who live in Ulsan were treated with using board stretching, general stretching and non-treatment after muscle fatigue. All the variables were measured stable, before and after 30 minutes the treatment. A bicycle ergometer was performed to induce muscle fatigue, and all the data collected from this study were analyzed using the SPSS PC++ for Windows (version 23.0) statistical program. To find out the descriptive statistics for each variable, we calculated mean (mean: M) and standard deviation (SD). After checking the normal distribution for each group. We conducted a ANCOVA to check the difference between the group. The significance level ( $\alpha$ ) for all the statistics was set at .05. The results are as follows: First, in the case of motor performance, there was no significant difference between the time periods when each treatment method was applied to each group after muscle fatigue. Second, in the case of pain perception, there was no significant difference between the time periods when each treatment method was applied to each group after muscle fatigue. Third, in the case of oxidative stress, there was no significant difference at all times when each treatment was applied after muscle fatigue. Fourth, in the case of fatigue substances, there was no significant difference between the time periods when each treatment method was applied to each group after muscle fatigue. In conclusion, each treatment method did not affect motor performance, pain perception, oxidative stress and fatigue substances. As a result of synthesizing the results, in this study, when stretching treatment using boards for healthy adult men and women, there was no effect in any treatment group compared to the control group. However, if the stretching board exercise program with appropriate strength and time is regularly implemented, it is thought that it will have a positive effect on various variables.

Key word: muscle fatigue, static stretching, stretching board, exercise performance, pain perception, oxidative stress, fatigue substance

# PAR - Q 설문지

규칙적인 운동은 우리를 재미있고 건강하게 해줍니다. 그리고 더 많은 사람들이 매일 더 활동적으로 되기 위해서 운동을 시작하고 있습니다. 더 활동적이 되는 것은 대부분의 사람들에게 매우 안전합니다. 그러나 어떤 분들은 신체적으로 활동적이 되기 전에 의사의 검진을 받아야만 합니다.

만일 여러분이 지금보다 훨씬 더 활동적이 되기를 계획하고 있다면 다음의 7가지 사항에 대해서 응답해 주시기 바랍니다. 만일 나이가 15~69세사이라면 PAR-Q 설문지는 귀하가 운동을 시작하기 전에 의사와 상담을 해야 하는지에 대해 점검해 줄 것입니다. 만일 69세 이상이고 대단히 활동적이지 않으셨다면 지금 당장 운동을 시작하지 말고 먼저 의사와 상담을 하시기 바랍니다.

다음 질문에 대한 대답을 하실 때는 상식적으로 생각하셔서 하시는 것이 제일 좋습니다. 질문을 잘 읽으시고, ‘예’, ‘아니오’로 정직하게 답해 주시기 바랍니다.

예 아니오	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1. 의사로부터 심장에 이상이 있고 의사의 권고에 따라서만 운동을 하라는 말을 들은 적이 있습니까?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 2. 운동을 할 때 가슴에 통증을 느낀 적이 있습니까?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 3. 지난 달에 운동을 하지 않았는데 가슴에 통증을 느낀 적이 있습니까?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 4. 현기증 때문에 몸의 균형을 잃거나 의식을 잃은 적이 있습니까?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 5. 신체활동의 변화로 인해 더 나빠질 수 있는 뼈나 관절의 문제 (예:허리, 무릎, 엉덩이)를 가지고 있습니까?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 6. 현재 혈압이나 심장관계로 의사로부터 약을 처방 받고 있습니까?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 7. 운동을 하지 말아야 하는 다른 이유를 아시고 계시는 것이 있습니까?

만약 당신이	한 가지 이상의 문항에서 ‘예’라고 대답했다면
	<p>신체활동을 더 활발하게 시작하거나 체력 평가를 받기 전에 반드시 전화 또는 의사와 상담을 하십시오. 의사에게 PAR-Q 설문지에서 ‘예’라고 응답한 문항에 대해 이야기하시기 바랍니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 서서히 그리고 점진적으로 체력을 증진시키려고 하는 한 당신이 원하는 어떤 활동도 할 수 있습니다. 만일 그렇지 않다면 당신에게 안전한 활동으로 제한할 필요가 있습니다. 의사와 상담을 한 후에 어떤 종류의 운동을 할 것인지를 결정하시기 바랍니다.</li> <li>- 어떤 운동프로그램이 당신에게 안전하고 적합한지 문의하시기 바랍니다.</li> </ul>

만약 당신이 ‘아니오’라고 대답했다면	⇒
<p>모든 문항에 대해서 정직하게 ‘아니오’라고 대답했다면 귀하는</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 서서히 그리고 점진적으로 운동을 더 많이 시작하실 수 있습니다. 이것이 가장 안전하고 쉬운 방법입니다.</li> <li>- 체력평가를 받으십시오. 이것은 당신의 기본체력을 결정하여 적극적으로 운동을 할 수 있는 가장 바람직한 방법입니다.</li> </ul>	<p>다음의 경우에는 운동량을 늘리는 것을 연기하시기 바랍니다.</p> <p>감기나 고열 등의 질환으로 몸 상태가 좋지 않을 경우에는 회복될 때 까지 기다리시기 바랍니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 임신 중일 경우에는 운동량을 늘리기 전에 의사와 상담하시기 바랍니다.</li> </ul> <p>주의 : 위의 문항 중에서 어느 하나라도 ‘예’라고 답한 경우에는 개인운동지도자에게 운동프로그램을 변경해야 하는지에 대해 문의하시기 바랍니다.</p>

<주의> 만일 PAR-Q 설문지가 운동프로그램이나 체력평가에 참가하기 전에 주어졌다면 이 부분은 법적 또는 행정적인 목적으로 사용될 수 있습니다. “나는 읽고 이해했으며, 설문지에 대답하였습니다. 내가 했던 질문들은 모두 만족스런 답변을 받았습니다.”

## 인체유래물 연구 동의서

<b>동의서 관리번호</b>			(앞쪽)
<b>인체유래물 기증자</b>	성명	생년월일	
	주소		
	전화번호	성별	
<b>법정대리인</b>	성명	관계	
	전화번호		
<b>연구책임자</b>	성명 이 지 희		
	전화번호 010 - 6807 - 4825		

이 동의서는 귀하로부터 수집된 인체유래물등(인체유래물과 그로부터 얻은 유전정보를 말합니다)을 질병의 진단 및 치료법 개발 등의 연구에 활용하기 위한 것입니다. 동의는 자발적으로 이루어지므로 아래의 내용을 읽고 궁금한 사항은 상담자에게 묻고 질문할 기회를 가지고 충분히 생각한 후 결정하시기 바라며, 이 동의서에 대한 동의 여부는 귀하의 향후 검사 및 치료 등에 어떤 영향도 미치지 않습니다.

1. 인체유래물이란 인체로부터 수집하거나 채취한 조직·세포·혈액·체액 등 인체 구성물 또는 이들로부터 분리된 혈청, 혈장, 염색체, DNA, RNA, 단백질 등을 말하며, 귀하의 인체유래물을 채취하기 전에 채취 방법 및 과정에 관한 설명을 충분히 들어야 합니다.
2. 귀하가 귀하의 인체유래물등을 아래의 연구 목적에 이용하도록 동의하는 경우, 귀하의 인체유래물등의 보존기간, 다른 사람 또는 다른 연구 목적에 대한 제공 여부, 제공 시 개인정보 처리에 관한 사항 및 폐기 등을 결정할 수 있습니다. 또한 동의한 사항에 대해 언제든지 동의를 철회할 수 있습니다. 이 경우 연구의 특성에 따라 철회 전까지 수집된 귀하의 인체유래물등과 기록 및 정보 등의 처리방법이 달라질 수 있으므로 연구자로부터 별도의 설명문 등을 통해 정보를 받으실 것입니다.
3. 귀하는 이 연구 참여와 관련하여 귀하의 동의서 및 귀하의 인체유래물등의 제공 및 폐기 등에 관한 기록을 본인 또는 법정대리인을 통하여 언제든지 열람할 수 있습니다.
4. 귀하가 결정한 보존기간이 지난 인체유래물은 「폐기물관리법」 제13조에 따른 기준 및 방법에 따라 폐기되며, 해당 기관의 휴업·폐업 등 해당 연구가 비정상적으로 종료될 때에는 법에서 정한 절차에 따라 인체유래물등을 이관할 것입니다.
5. 귀하의 인체유래물등을 이용하는 연구는 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」에 따라 해당 기관의 기관생명윤리위원회의 승인 후 진행될 것이며, 해당 기관 및 연구자는 귀하의 개인정보 보호를 위하여 필요한 조치를 취할 것입니다.
6. 귀하의 인체유래물등을 이용한 연구결과에 따른 새로운 약품이나 진단도구 등 상품개발 및 특허출원 등에 대해서는 귀하의 권리를 주장할 수 없으며, 귀하가 제공한 인체유래물등을 이용한 연구는 학회와 학술지에 연구자의 이름으로 발표되고 귀하의 개인정보는 드러나지 않을 것입니다.

※ 위의 모든 사항에 대해 충분한 설명을 듣고, 작성된 동의서 사본을 1부 받아야 합니다.

<b>동의 내용</b>	연구 목적	울산 시에 거주중인 건강한 20대 성인 남녀 30명을 대상으로 고강도 하지 무산소성 운동을 실시하여 피로를 유발시킨 후 스트레칭 보드를 이용한 스트레칭 처치 방법이 운동수행력, 통증 자각도, 산화적 스트레스지표와 피로물질에 미치는 영향을 분석
	인체유래물 종류 및 수량	혈액 총 12cc
	인체유래물 보존기간	1. 영구보존 [    ] 2. 동의 후 [ 3 ] 년
	보존 기간 내 2차적 사용을 위한 제공 여부	1. 유사한 연구 범위 안에서만 제공하는 것에 동의합니다. [    ] 2. 포괄적 연구 목적으로 제공하는 것에 동의합니다 [    ] 3. 동의하지 않습니다. [ <input checked="" type="checkbox"/> ]
	2차적 사용을 위한 제공 시 개인정보 포함 여부	1. 개인식별정보 포함 [ <input checked="" type="checkbox"/> ] 2. 개인식별정보 불포함 [    ]



본인은 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」 제37조 및 같은 법 시행규칙 제34조에 따라 해당 인체유래  
물연구의 목적 등 연구 참여와 관련하여 인체유래물 채취 방법 및 과정 등에 대한 동의서의 내용에 대하  
여 충분한 설명을 들어 이해하였으므로 위와 같이 본인의 인체유래물등을 기증하는 것에 자발적인 의사로  
동의합니다.

동의서 작성일

년 월 일

인체유래물 기증자

(서명 또는 인)

법정대리인

(서명 또는 인)

상담자

(서명 또는 인)

구비서류

법정대리인의 경우 법정대리인임을 증명하는 서류



울산대학교 생명윤리위원회  
University of Ulsan Institutional Review Board

심의서식 10호 (VER.2.1, 2014.03.28)

## 연구대상자 동의서

연구과제명 : 근피로 유발 후 보드를 이용한 스트레칭이 운동 수행력, 주관적 통증지수, 산화적 스트레스 및 피로물질에 미치는 영향  
IRB 승인번호 : 1040968-A-2021-009

• 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.

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

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

(연구대상자와의 관계) \_\_\_\_\_

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

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

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

**VALID DURATION**

2021. 05. 12 - 2021. 10. 31