



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](#)

양 윤 권 교수지도
석사학위 청구논문

여자 태권도 선수의 경기 전·후
이온음료 섭취가 피로물질과 근
손상에 미치는 효과

2021

성신여자대학교 대학원
체육학과
이 은 우

여자 태권도 선수의 경기 전·후
이온음료 섭취가 피로물질과 근 손상에
미치는 효과

양 윤 권 교수지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2020년 11월

성신여자대학교 대학원

체육학과

이 은 우

인 준 서

이은우의 석사학위 논문으로 인준함.

2020년 11월

심사위원 최 승 욱 인

심사위원 백 승 희 인

심사위원 양 윤 권 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

성신여자대학교 대학원

논문개요

본 연구는 고등학교 여자 태권도 선수 12명을 대상으로 태권도 경기 전·후 이온음료를 섭취하여 피로물질(젖산, 코티졸)과 근 손상물질(CK, LDH)에 미치는 효과를 알아보고자 실시하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 태권도 경기 전 이온음료 섭취는 선수의 심박수 변화에 영향을 미치지 않았다.
2. 태권도 경기 전·후 이온음료 섭취는 피로물질인 코티졸 농도를 감소시키지 못하였으나, 반면 젖산농도를 빠르게 감소시키는 결과가 나타났다.
3. 태권도 경기 전·후 이온음료 섭취는 근 손상물질인 CK 농도를 감소시키지 못하였으나, LDH 농도 감소에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

결론적으로, 경기 전·후 이온음료 섭취는 선수의 피로물질 감소에 효과적이고, 근 손상물질 감소에 부분적으로 기여하며, 이는 경기 중 부족한 수분손실을 방지하여 신체의 항상성에 기여하였다. 또한 강도 높은 운동으로 인한 탈수를 저지하여 운동수행능력 향상을 기대할 수 있다. 따라서 향후 후속연구에서는 선수들이 가장 선호하는 음료를 선정하고 참가인원 대상을 확대하여 스포츠 경기현장에서 선수들의 경기력 향상을 위해 섭취하는 이온음료에 대한 기본 정보를 제공할 것으로 사료된다.

목 차

논문 개요

I. 서론

1. 연구의 필요성	1
2. 연구목적	4
3. 연구가설	4
4. 연구의 제한점	4
5. 용어 정의	5

II. 이론적 배경

1. 태권도 경기	6
2. 운동과 피로	9
1) 피로의 개념	10
2) 피로의 원인	12
3. 운동과 수분	14
1) 수분손실 및 보충	15
(1) 이온음료	16

III. 연구 방법

1. 연구대상	18
2. 실험설계	18
3. 측정도구	19
4. 실험절차	20
1) 신체조성 측정	20
2) 이온음료 섭취 방법	21

3) 태권도 경기 심박수 측정	22
4) 채혈방법 및 시기	22
5. 자료처리	22

IV. 연구 결과

1. 태권도 경기 심박수 변화 비교	23
2. 피로물질 변화 비교	25
1) 젖산(Lactate) 변화	25
2) 코티졸(Cortisol) 변화	27
3. 근 손상물질 변화 비교	29
1) CK 변화	29
2) LDH 변화	30

V. 논의

1. 태권도 경기 심박수 비교	33
2. 태권도 경기 전·후 이온음료 섭취가 피로물질에 미치는 효과	35
2. 태권도 경기 전·후 이온음료 섭취가 근 손상물질에 미치는 효과	37

VI. 결론	40
--------------	----

참고문헌

ABSTRACT

표 목 차

표 1. 신체적 특성	18
표 2. 측정기기의 용도 및 섭취음료	20
표 3. 태권도 경기 심박수 변화	23
표 4. 젖산(Lactate) 변화 비교	25
표 5. 코티졸(Cortisol) 변화 비교	27
표 6. CK 변화 비교	29
표 7. LDH 변화 비교	31

그림 목 차

그림 1. 실험설계	19
그림 2. 태권도 경기 심박수 변화	24
그림 3. 젖산(Lactate) 변화 비교	26
그림 4. 코티졸(Cortisol) 변화 비교	28
그림 5. CK 변화 비교	30
그림 6. LDH 변화 비교	32

I. 서론

1. 연구의 필요성

우리나라의 고유 무술인 태권도는 무도 스포츠로서 인정받아 국기로 지정이 되면서부터 급진적인 발전을 하였으며 2000년 시드니올림픽에서 정식종목으로 채택된 이래 2013년 125차 국제 올림픽위원회 총회에서는 2020년 하계올림픽 핵심종목으로 결정되어 세계인의 스포츠로 자리매김 하였다(육창현, 2004; 유덕수, 2015).

태권도는 매우 빠른 속도로 경기화를 이루었고 무도 스포츠로서의 세계적인 인기를 누리고 있다. 이는 다른나라와 달리 전통 무예가 현대의 스포츠로 탈바꿈하는 과정에서 차별화된 모습을 보여주고 있기 때문이다(양현석, 2006).

Siana, Borum & Kryger (1986)에 의하면 태권도 경기는 특유의 체력과 특수한 기술을 요구하고 있기 때문에 훈련 중 또는 경기시 잦은 운동상해를 일으키기한다고 하였다. 경기 중 선수들의 흥분은 주의력을 감소시켜 상해 발생 위험을 가중시키기 때문에 격투경기 특성상 높은 부상의 위험을 내포하고 있으며 태권도 겨루기 경기는 서로 약속 없이 배운 모든 기술과 기법을 순간적으로 응용하여 공격과 방어를 행하므로 대단히 위험하며 태권도 상해의 95%가 겨루기에서 발생한다고 하였다(김재호, 2000). 태권도 경기는 총 6분간 격렬한 공방이 이루어지는 특성으로 인하여 다량의 에너지 소모가 불가피하며 예선부터 결승까지 단 하루만에 진행되기 때문에 경기 중 축적된 피로물질을 신속히 제거하는 것은 필수적이다. 일반적으로 태권도 선수는 경기 도중 회전 간 휴식시간뿐만 아니라 경기 승리후 다음 경기 전까지 피로를 적절히 회복해야 하며, 이는 경기력에 중대한 영향을 미친다(양윤권, 박은희, 2016).

2분 3회전으로 구성된 태권도 경기는 최대 심박수(maximal heart rate:HRmax)

의 90% 이상을 요구하는 고강도 운동으로 선수의 경기 후 회복은 경기력과도 밀접한 관계가 있다. 최근에는 경기력 향상을 위한 트레이닝 방법뿐만 아니라, 트레이닝 혹은 과도한 운동수행 후 필연적으로 수반되어 나타나는 피로에 대한 회복력을 높이기 위한 회복방법에 대한 연구들도 더불어 이루어지고 있는 현실이다(박수진, 2017).

선수들에게 있어서 피로와 스트레스에 대한 회복시간의 단축은 다음운동을 위한 준비로서 운동수행 능력에 긍정적인 영향을 미치고 피로에 의한 운동상해를 예방하는데 중요한 역할을 한다(최재현 등, 2005). 선수들의 훈련 및 운동수행 과정에서 피로회복 속도를 높이기 위한 연구들을 살펴보면, 운동 후 휴식, 음악청취 및 수면 등의 수동적인 방법과 운동 후 저강도 운동 스트레칭 등의 능동적인 방법이 소개 되었고, 연구결과들 또한 긍정적인 것으로 많이 보고되어 왔다(박수진, 2017; 박종석, 김상호, 2010).

엘리트 운동선수는 격렬하고 활동적인 고강도 운동에 참여하기 때문에 근육에 더 많은 자극을 주어 손상을 야기하고 힘과 파워 등의 감소가 발생하면서 운동수행능력과 경기력에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 이러한 근력감소와 운동수행능력 저하는 경기가 끝난 후 일시적이거나 몇 분의 시간이 걸릴 수 있으며, 장시간 지속될 경우 며칠 간 지속될 수 있다(Barnrtt, 2006).

장시간 및 고강도의 운동은 에너지 공급과정에서 부수적으로 생성된 열을 발산하고 체온을 조절하며 땀의 배출로 인한 탈수 현상이 일어나게 되며(백일영, 2006), 탈수는 수분의 손실로 혈장량을 감소시켜 혈압을 감소시키고, 근육과 피부로의 혈류량을 감소시키는 원인이 된다(Brody,1994). 또한 신체의 열 발산이 원활치 못할 경우 심박수와 체온을 상승시켜 부정적인 영향을 줄 수 있으며, 운동을 하는 동안 신체에서는 산화 대사 작용이 증가함에 따라 수분이 생성되기도 하지만, 땀에 의한 수분의 손실량은 대사적으로 생성되어지는 것 보다 약 10배가 넘는다는 연구결과도 있다(wilmore & Costill, 1999).

Peters(2003)는 수분섭취가 체내 탈수 뿐 아니라 인체 수행능력 저하를 예방한다는 것으로 보고하였으며, 경기 중 물을 마셔서는 안 된다는 기존 통념의 근거가 되었던 복부팽만감, 위통 및 불쾌감 등이 음료섭취를 통해 해소될 수 있음을 과학적으로 증명하였다. 일반 식수와는 달리 이온음료는 탈수예방 뿐 아니라 운동 중에 필요한 에너지를 보충해주는 역할을 하고 또한 체내에 영양성분이 흡수되기 까지 이온음료가 약 4배정도가 빠른 것으로 보고되고 있고(이명천, 2003) 조직에 혈류량을 증가시켜 산소 공급 및 각종 대사산물을 신속히 제거 하며, 한편으로는 발汗을 촉진시켜 체온상승을 억제하는데 도움이 된다고 보고하고 있다(김일성 등, 2005).

스포츠음료는 1960년대 중반 미국에서 미식축구 경기 중 선수들 20여명이 열사병으로 사망하는 사건을 계기로 게이드 박사가 체액과 동등한 삼투압의 등장성 음료를 제조하기 위해 물과 포도당, 그리고 전해질 등을 혼합하여 그 효과를 증명한 후, 1960년대 후반에 스포츠음료로 상품화 되면서 시작되었다. 그 이후 스포츠음료는 제품의 기능성 개선 및 다양화를 통해 미국 뿐 만아니라 전 세계에 급속도로 보급되어 오늘날에 이르고 있다(김철우 등, 2012).

임기원, 최성근(2000)에 따르면 운동 중 과당 섭취는 운동 중의 젖산농도를 감소시키고 지방산화가 저하되지 않아 운동지속시간을 약 16분 증가시킨다고 보고하였고, 상황버섯추출음료(신경아 등, 2007), 오이음료(김대수 등, 2007), 인진쑥 추출음료(박성혜, 2004), 동충하초 추출음료(김우원, 2000)를 이용하여 운동수행과 피로회복과 관련된 연구들이 다각도로 이루어져 왔으나, 현장에서 선수들이 선호하는 대중적인 음료 즉, 이온음료에 대한 연구는 태권도 운동에서는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 태권도 겨루기 경기 전·후 이온음료를 섭취하여 선수들의 피로물질과 근 손상에 미치는 영향을 분석하여 선수들의 효과적인 회복방법을 제시하고 경기력 향상을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구는 K지역에 소재한 H고등학교 여자 태권도 선수 12명을 대상으로 태권도 경기 전·후 이온음료를 섭취하여 피로물질(젖산, 코티졸) 및 근 손상물질(CK, LDH)에 미치는 효과를 과학적으로 분석·규명하는데 목적을 두었다.

3. 연구가설

본 연구의 가설은 다음과 같이 설정하였다.

- 1) 태권도 선수의 경기 전·후 이온음료 섭취가 심박수 감소에 영향을 미칠 것이다.
- 2) 태권도 선수의 경기 전·후 이온음료 섭취가 피로물질인 젖산(Lactate)과 코티졸(Cortisol) 감소에 영향을 미칠 것이다
- 3) 태권도 선수의 경기 전·후 이온음료 섭취가 근 손상물질인 CK와 LDH 감소에 영향을 미칠 것이다.

4. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

- 1) 연구대상은 대상을 고등학교 여자 태권도 선수 12명으로 제한하였다.
- 2) 피험자들의 운동능력 차이를 고려하지 못하였다.
- 3) 피험자들의 식이섭취량과 수면시간, 심리적 측면은 통제하지 못하였다.

5. 용어 정의

- 1) 젖산 (Lactate) : 무산소성 해당 과정의 최종 산물로 고강도 운동에 의해 생성되며 젖산으로 인한 근세포 산성화로 피로가 유발되어 운동능력이 제한된다. 또한, 젖산은 산소의 공급이나 완충제에 의해서 산화 및 분해되어 에너지원으로 이용되기도 한다. 근육에서 생성되어 혈중으로 방출되기 때문에 혈중 젖산 농도는 운동강도, 체내 산성화 등의 지표로 사용된다(최병광, 2016).
- 2) 코티졸 (Cortisol) : 대표적인 스트레스 호르몬으로 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신피질 자극호르몬(ACTH)에 의해서 자극되어 부신피질에서 분비되며, 장기간 공복과 운동 등 다양한 기전에 의해 혈장 포도당 유지에 기여하는 호르몬이다. 코티졸의 분비는 시상하부-뇌하수체-부신피질 축의 회로 작용을 통해 운동에 필요한 에너지 생성과 심리적 스트레스에 관여하며 불안, 긴장, 조직손상, 고강도 운동으로 인한 육체적 스트레스에 관여한다(박은희, 2018).
- 3) CK(Creatine Kinase) : 골격근에 많이 존재하는 효소로 ADP와 포스포 크레아틴 사이에서 고에너지 인산의 전이를 가역적으로 촉매작용을 일으키며 운동에 의한 변동이 클 뿐만 아니라 운동강도와 시간, 훈련량과 밀접한 관련이 있어 운동 시 생화학적인 지표로서 가장 많이 측정되는 비혈장 특이성 효소이다(강민지, 2005).
- 4) LDH(Lactate dehydrogenase): LDH는 세포의 원형질 내에 존재하면서 피루비산과 젖산 반응의 촉매 효소로서 운동 후 근육 손상의 지표인 혈중 LDH 농도의 지속적인 증가현상은 근육 손상에 따른 급성적인 염증 반응 후 식세포의 증가된 활동에 의한 것으로 볼 수 있고 (Faulkner et al,1993), cross-bridge의 근 손상에 따른 구조적 변형에 의한 반응 현상으로 간주되고 있다(Friden et al.,1988).

II. 이론적 배경

1. 태권도 경기

우리나라의 역사와 함께 시대적 배경 속에서 발전해 온 태권도는 전 세계적으로 무도 스포츠로서의 가치와 그 우수성을 인정받아 1988년 서울올림픽과 1992년 바르셀로나 올림픽의 시범종목으로 국제적 스포츠의 기반을 확고히 하여, 마침내 1994년 제 10차 IOC총회에서 2000년 시드니올림픽의 정식종목으로 채택되었다(정찬모 등, 2000). 이 후 2000년 시드니올림픽 정식종목을 시작으로 태권도는 2016년 리우올림픽까지 총 금메달 12개, 은메달 2개, 동메달 5개를 획득하며 정식종목 채택 이후 우리나라 전체 메달의 약 15%를 책임지고 있다. 이는 태권도 종목이 명실상부한 올림픽 효자종목이라는 사실을 누구도 부인할 수 없을 것이다(박은희, 2018).

태권도는 대한민국을 대표하는 문화적 상징이라고 할 수 있으며, 이러한 주장은 태권도를 한글, 아리랑과 함께 우리나라 3대 문화브랜드로 지정하여 한류 확산에 활용하겠다고 발표한 문화체육관광부의 2014년 업무계획보고에 의하여 더욱 힘을 얻고 있다. 태권도는 대한체육회 산하 경기가맹 단체 중 세 번째로 많은 인원을 보유하고 있을 정도로 대중화되어 있음은 물론, 세계적으로도 204개의 가맹국의 약 7000만 이상의 인구가 참여하는 국제적인 스포츠로서 그 명성을 이어가고 있다(World Taekwondo Federation; WTF, 2013). 특히 스포츠 경기로서의 태권도는 16개의 단일 국제대회와 15개의 종합 국제대회에서 채택된 것은 물론, 2000년 시드니 올림픽을 시작으로 2016년 브라질 올림픽까지 5회 연속 정

식종목을 채택되며 전 세계적인 스포츠의 하나로서의 자리를 확고히 하고 있다. (한겨레, 2014).

오늘날 태권도의 발전이 경기화의 성공에 기인한 것임에는 이론의 여지가 없다. 일찍이 가라테와 우슈 등 비슷한 무도 스포츠들이 더 오랜 역사를 가지고도 해내지 못한 비약적인 발전을, 태권도는 경기화의 성공을 통해 올림픽 스포츠로 정착되고 있다. 그러나 태권도는 하나의 경기 스포츠 존재만으로 정의를 내리기에는 너무나 포괄적이고 다양한 복잡한 양태를 띠고 있다. 따라서 이것은 하나의 문화로 인정되어야 하고 여기에는 다양한 성격개념과 특성의 복합적 양태가 분명 함께 어우러져 있다고 하겠다(Capener, 2005).

태권도는 올림픽 정식종목으로서 검증된 대중성과 수련을 통하여 느끼는 자아, 성취감, 예의를 중시하는 태권도 본연의 심미적 위엄은 세계인의 마음속에 한민족의 문화를 전파하는 외교사절단으로서의 기능을 가능케 하고 있으며, 이는 하나의 무도임을 넘어서 그 어떠한 국가경쟁력에 비하여 손색없는 최고의 문화상품임을 반증한다. 이러한 문화상품으로서 또한 세계인의 스포츠로 각광받는 태권도는 세계적 스포츠로서 위상을 뒷받침하는 역사적 배경과 변천과정에 대한 전개과정에 대한 정체성을 확립하기 위한 첫걸음은 태권도의 역사를 총체적으로 파악하는데 있다(안용규, 2006). 올림픽 종목으로서의 태권도 겨루기 경기는 손·발기술로 구성하고 있으며, 빠른 발놀림(step)과 대부분의 기술발휘는 발에 의존하면서 태권도 경기장(court) 내에서 많은 방향전환과 기술 및 전술이 필요한 종목의 경기이다. 태권도 겨루기 경기는 총 6분(2분씩 3회전)간의 짧은 시간동안 격렬한 동작으로 인해 많은 에너지를 필요로 하며, 예선(32강 또는 16강)부터 결승 경기까지 하루에 진행해야 한다(양윤권, 박은희, 2016). 또한 단 시간에 적극적인 공격을 요하는 투기종목으로, 호흡순환기능이 강한 선수는 계속해서 자신의 모든 기술을 발휘하면서 공격적인 자세를 취하는 반면 호흡순환기능이 약한 선수는 시간이 지날수록 기술의 정확성과 빈도가 떨어지면서 소극적인 경기

자세로 패배하는 경우가 많다(김의환, 2004).

태권도 겨루기 경기는 10m x 10m 너비의 정방형 매트(경기장) 위에서 청·홍 두 선수가 일정한 경기 규칙 아래 태권도 기술을 구사, 상대를 제압하고자 하는 격기로써 흔히 무도스포츠라고 명명되고 있다. 경기란 사전적 의미로는 '일정한 규칙아래 기량과 기술을 겨루는 일'으로써 특히 운동경기를 가리키며, 태권도 경기는 태권도의 구성 원리에서 창출되는 각종 공방기술을 구사하여 상대와의 겨루기가 스포츠화 된 것이 특징이다. 오늘날 태권도가 전통무도에서 출발하여 세계적인 스포츠로 발전하여 올림픽 정식종목에까지 이르게 된 것은 한국태권도만이 가지고 있는 고유성과 전통성이 있기 때문이다(정권 2010). 임일혁(2004)은 "태권도 정신에 입각하여 기본자세와 품세에 토대를 두어 상대방과 더불어 공방의 기술을 수련하고, 상대방과 태권도 기술의 우열을 가리는 것이다"라고 주장하였다. 이것은 상대와 근접하여 손과 발로 상대방을 공격하고 방어하는 운동으로써 상대의 움직이는 동작 여하에 따라 자신의 기술을 결정하는 극히 순간적인 운동이므로 빠른 반응과 민첩성, 그리고 순발력을 요구함은 물론 주어진 시간과 공간에서 많은 방향전환과 고도의 기술변화를 필요로 하는 운동이다"라고 정의하고 있으며, 최영렬(1990)은 겨루기는 상대와 근접하여 손과 발로 상대방을 공격하고 방어하는 운동으로써 상대의 움직이는 동작 여하에 따라 자신의 기술을 결정하는 극히 순간적인 운동이므로 빠른 반응과 민첩성, 그리고 순발력을 요구함은 물론 주어진 시간과 공간에서 많은 방향전환과 고도의 기술변화를 필요로 하는 운동이라고 정의하였다.

아울러 태권도와 같은 투기종목에서 점수를 얻기 위해 기술을 발휘할 때 순간 순발력과 큰 파워를 요하는 선수들은 주 에너지 시스템이 유산소 대사과정 뿐만 아니라 무산소 대사과정 모두 요구하는 에너지 연속체계에 속한다(이태현, 2005).

윤공화 등(1999)은 투기종목의 특성상 호흡순환기능 최대산소섭취량이 경기력에 미치는 영향이 크다고 보고하였고, 김기진(2000)은 호흡순환기능의 유용한 지

표로 인식되고 있는 최대산소섭취량은 그 사람이 장기간에 걸쳐 운동을 수행할 수 있는 중요한 요소이며, 최대산소섭취량과 심박수, 환기량, All Out 시점 등을 분석하여 심폐기능을 평가할 수 있다고 보고하였다.

2. 운동과 피로

운동수행력 증진과 관련된 연구는 스포츠 과학 분야에서 가장 중요시되는 과제중의 하나라고 할 수 있으며, 이에 대한 연구는 끊임없이 이루어지고 있다. 특히, 운동생리학에서는 장시간의 운동에 따른 피로를 지연시킴으로써, 운동수행력을 향상시킬 수 있는 방법에 대하여 많은 관심을 가지고 있다(조수연, 2003). 운동 시 근육 내 lactate 생성과 축적은 세포내 pH를 떨어뜨리고, 근육의 수축과 이완 활동을 억제하며, 근형질 세망, 미토콘드리아 및 효소의 활동에 부정적인 영향을 미치게 된다. lactate 축적으로 인한 세포의 산성화가 피로를 유발시킨다는 이론은 lactate 축적과 동반된 수소 이온의 축적으로 신체가 산성화되고 산성화의 결과로 세포에서 인산부가가수분해효소 b(phosphorylase)에서 인산부가가수분해효소 a(phosphorylase a)로의 전환이 늦어질 뿐만 아니라, phosphorylase a의 최대수치도 감소되고, phosphorylase b kinase의 저해가 일어나는 등 해당 작용과 다른 대사에 관련된 효소의 작용을 억제하여 ATP 합성을 피로의 다양한 요인들 중 젖산은 글루코스가 무산소 대사과정을 거쳐서 생성저해하게 되어 결과적으로 피로의 원인이 된다는 기전이다(Luo et al., 1995). 운동시 근육의 피로 정도는 주로 수행하는 운동의 강도와 기간에 따라 달라지는데, 비교적 운동 강도가 강하고 짧은 시간 내에 이루어지는 운동부하에서 lactate가 축적되며, 이는 lactate의 생성과 제거율 사이에서 lactate 생성의 비율이 높아져서 lactate를 제거하는 비율이 더 이상 보조를 맞추지 못하기 때문에 lactate가 축적되기 시작되는 것이다. 그러나 운동 시간이 정지화되고 운동 강도가 적당한 상태에서 충분한 산소가 공급된다면 인체에 축적된 lactate은 혈액에 의해 근육으로 제거되기 시

작하여 lactate는 간에서 당 신생 과정시 전자(precursor)의 하나로 glucose로 전환되어 다시 에너지원으로 사용되게 된다(Van, 2010).

인간이 수행하는 운동을 포함한 신체적 활동은 골격근의 수축을 통해서 이루어지며 이를 위해서는 에너지가 필요하다. 인간의 체내에서 이루어지는 에너지 대사의 작용은 정교하고 복잡하여 극히 순간적으로 이루어지는 폭발적인 운동부터 지속되는 장기간의 운동에 이르기까지 에너지를 공급할 수 있는 형태는 다양하다. 음식물의 분해과정에서 방출되는 에너지는 생리학적 일에 직접 기여하지 않으며, 근세포에 저장되어 있는 ATP(아데노신 3인산)이라는 화학 합성물을 합성하는데 이용되며, 이러한 ATP가 분해를 통하여 방출되는 에너지만이 인체세포가 특정일을 수행하는데 이용될 수 있으므로 직접적으로 사용하는 에너지원은 ATP인 것이다(김병조, 2004). 그러나, 근세포에 저장된 ATP 총량은 한정되어 있으므로 필요에 따라 수시로 재합성 되어야 하며, 이를 위해서는 에너지가 필요하다. 이러한 에너지는 산소의 유·무 정도에 따라 일반적으로 3가지 방법이 있다. 즉, ATP 합성을 위한 3가지 방법은 산소와 관련지어 무산소성 방법인 ATP-PC 시스템 및 젖산시스템과 유산소성 방법으로 구분된다(위승두 등, 2002).

운동강도가 강하고 단시간에 이루어지는 부하에서 젖산의 생성이 제거율에 비하여 높게 이루어지므로 젖산이 축적되는 것이다. 탈진적인 고강도 운동의 경우, PC의 고갈과 함께 젖산의 축적이 피로의 주원인이 되며, pH가 감소되어 해당과정의 주효소인 PFK(phosphofructokinase)의 활성도를 감소시키고, 그 결과 해당작용에 의한 ATP의 생성능력을 감소시키게 된다. 즉, 체내에 젖산이 축적되면 근 피로와 함께 근육 내 pH의 저하를 초래하여 근 수축 작용의 저하가 유발되며, 세포의 산성도를 증가시키는 등 인체의 생화학적 반응에 영향을 주게 된다(Jorfeldt et al., 1978).

1) 피로의 개념

피로는 장기간의 운동이나 계속되는 자극에 의해서 한 기관이나 그 기관 일부가 반응이나 기능 능력이 감소되는 것으로 정의할 수 있다(Mutch et al., 1983). 피로의 정도는 근수축이 연속적이든 간헐적이든 간에 사용되어지는 근육에 따라 달라지는데, 운동 수행에 의해 피로가 유발되는 경우, 중추적인 원천과 말초적인 원천의 기여가 피로에 영향을 미칠 수 있다(진화은, 1999). 더욱이 근피로의 특징과 범위는 운동의 유형, 기간, 운동강도와 근섬유 종류의 구성, 지구성 운동능력의 개인차에 의존한다(ACSM, 2003). 운동 중에는 급격한 산소섭취량으로 인해 유산소성 에너지의 증가가 평가시의 약 10-15배에 달하게 된다. 운동 시 근육에 증가된 산소소모량과 대사는 미토콘드리아(Mitochondria)에서의 반응성 산소화합물 생성을 증폭시켜 조직에 산화적 손상을 야기하게 된다(WEL, 1998). 또한 항산화물질의 다량 생성은 근세포에 손상을 일으키므로 근량이 줄어들고 대사관련 효소의 손상으로 에너지 공급이 원활하게 일어날 수 없게 되며, 1회성 운동은 활성산소와 반응성 산소화합물의 생성을 증가시키므로 인체 내 DNA에 대한 산화적 손상이 나타날 수 있다(김용안, 2001)

생활 속의 운동피로는 급성피로와 만성피로, 신체적 피로와 정신적 피로, 일과성 피로와 축적 피로, 국소피로와 전신피로를 일으켜 일상생활로의 재참여 저해 요인으로 작용한다. (옥정석,1999).

운동의 피로를 측정하는 대표적인 기준은 젖산이며, 젖산은 일반적으로 운동수행을 방해하는 물질로 알려져 오고 있으며, 주로 유산소적 대사에 의해 근육 내 ATP저장이 재 보충될 수 없을 때, 무산소적 해당과정이 촉진되어 젖산의 생성과 축적이 촉진된다고 보고하고 있다(공응대, 1994; 한동엽, 2002).

피로는 중추피로(Central muscle fatigue)와 말초피로(Peripheral fatigue)로 구분된다. 중추피로는 근육에서 발생하는 것이 아니라 뇌와 척추에서 발생하는데 이러한 중추신경은 신경 전달물질과 연관이 있으며, 신체활동을 하면 체온이 상승하여 생화학적인 변화가 일어난다. 중추피로가 생기면 근육의 수축을 유지하

기에 충분한 신경 신호를 보낼 수 없게 되어 운동선수들의 경기력을 저해하는 요소가 될 수 있다(Wan et al., 2017). 피로는 관절이나 건에서 처음으로 느끼게 되고, 독성이 있는 생성물이 축적되는 것은 아니라고 지적했으며, 피로는 아마도 관절이나 건에 있는 말초신경의 장기간의 기계학적 자극의 결과라는 것을 제시하였다. Clark & Carter(1985)는 근 피로란 요구되어지는 힘을 유지할 수 없는 상태라고 제안하였다. 피로의 정도는 근수축이 연속적이든 간헐적이든 간에 사용되어지는 근육에 따라 달라지는데, 운동 수행에 의해 피로가 유발되는 경우, 중추적인 원천과 말초적인 원천의 기여가 피로에 영향을 미칠 수도 있다. (김경화, 2005).

2) 피로의 원인

피로 (fatigue)는 반복적인 근 수축으로 인해 힘이나 파워 발휘를 유지할 능력이 없는 상태, 즉 생체의 기관 및 조직의 흥분을 저하하는 상태를 말하며, 자기를 보호하기 위한 방위적인 반응 또는 작업이 과도하였기 때문에 기관이 기능이 감퇴되고 여기에 병적인 감각을 동반하는 현상이라 할 수 있다(Gibson & Edward, 1985). 또한, 변기범(1996)은 근 피로는 뇌와 척추로부터 근육에 신경 흥분의 개인적 활력이 손실되고 있는 현상과 최근 활동의 결과로 근육의 힘-발생 능력이 감소하는 것이라고 하였다. 근 피로의 발생은 근 수축에 참여하는 근 신경적인 기전(neuromuscular mechanism)의 차이와 근 신경 연결에 실패, 젖산 축적 ATP(adenosine triphosphate)와 PC(phospho creatine) 저장 부족, 근 글리코겐 저장의 부족, 산소의 결핍과 부적절한 혈류에 기인하며, 또한 중추신경계의 피로는 수축 피로의 신호가 뇌에서 운동계에 억제 신호로 보내지는 것에 의한 국부적인 방해의 결과로 발생된다. 운동피로에 중요한 영향을 미치는 피로유발 물질인 젖산(lactic acid), 암모니아(ammonia), 젖산탈수소효소(LDH; lactate dehydrogenase)는 에너지 대사과정을 바탕으로 생리적인 운동능력, 피로양상 분

석의 지표가 된다(Brillon et al., 1986).

근 피로 원인에 대해 운동 과학자들은 한 세기 이상 관심을 가져왔지만, 피로의 정확한 원인은 아직 밝혀내지 못했다. 이러한 문제는 근피로가 근육에서의 해로운 변화(말초피로)와 근육에 대한 신경(중추피로)전달의 변화 결과로 인 한 복합적인 문제이고 더욱이 근피로의 특징과 범위는 운동의 유형, 기간, 운동 강도와 근섬유 종류의 구성, 지구성 운동능력의 개인차에 의존한다(ACSM, 2003).

탄수화물, 지방, 단백질과 같은 영양소는 각기 다른 산화과정을 거쳐 신체 활동에 필요한 에너지를 내게 되는데, 탄수화물 저장 형태인 글리코젠은 해당과정을 통해 산화되어 에너지원으로 쓰이게 된다. 해당과정은 글루코스가 일련의 화학반응을 거쳐 신체에 필요한 에너지의 중간 매체인 ATP를 생성하기 위하여 초성 포도산으로 전환되는 과정이다. 이러한 과정은 대부분의 에너지를 수용하는 미토콘드리아(mitochondria) 내 시트르산 회로와 전자전달계(electron transport system)의 예비단계 역할을 한다(김경화, 2005). 젖산축적으로 인한 세포의 산성화가 피로를 유발시킨다는 이론은 젖산 축적과 동반된 수소 이온의 축적으로 신체가 산성화 되고, 산성화 결과로 세포에서 인산부가가수분해효소에서 인산부가가수분해효소로의 전환이 늦어질 뿐만 아니라, 인산부가가수분해효소 a의 최대 수치도 감소 되고, 인산가수분해효소 베타 키나제(phosphorylase beta kinase)의 저해가 일어나는 등 해당 작용과 다른 대사에 관련된 효소의 작용을 억제하여 ATP 합성을 저해하게 되어 결과적으로 피로의 원인이 된다는 기전이다.

3. 운동과 수분

고강도 운동 시 많은 양의 땀이 분비되고, 또한 기온이 높을 경우 그 양은 더욱 증가하게 된다. 이 때 가장 문제시 되는 것 중 하나가 체온상승이다(김화영 등, 2001). 체온의 상승으로 땀의 생산이 증가하고, 그로 인해 과도한 수분과 전해질의 손실이 발생된다(McARDLE & Jackson, 2000). 따라서 이런 효과를 줄이기 위해 수분을 재보충해 주는 것은 매우 중요한 처방 중 하나이다.

장시간의 격렬한 운동으로 인한 체력 소모가 크므로, 경기 중이나 후에 수분 및 체액의 구성 성분인 각종 무기염류 및 에너지원, 비타민 등의 합리적인 공급이 필요하다. 만일 선수가 수분을 충분히 보충하지 않은 상태에서 계속 땀을 흘리게 되면, 수분이 혈액 내에서 빠져 나오게 되므로 혈액내의 전해질 농도가 높아지게 된다(김창규 등, 1996).

또한 과량의 탈수현상이 일어나면 혈장의 부피가 감소하고 혈액 성분의 농도가 높아지며 무기염류의 손실이 많아, 심한 갈증과 근 무력증, 혼수상태 등이 야기되어 결과적으로 경기수행 능력이 급격히 떨어진다. 이와 같이 수분과 염분의 불균형이 선수에게 발생하면 그 팀의 최대운동수행 능력이 떨어질 뿐 아니라 열병의 위협까지 초래하게 된다(김태운, 1991).

운동 중에는 물의 흡수는 거의 없는 것이나 마찬가지로이기 때문에 액체가 위를 비우고, 장으로 가는 속도와 직접적으로 연관되어 있다(Costill & Saltin, 1974). 운동 중 체내수분 및 전해질 손실의 보충을 위한 음료섭취가 하나의 운동보조물(ergogenic aids)로서 인식되고 있으며 스포츠 산업에서의 주요 관심 사항이 되고 있다. 하지만 음료섭취가 호흡순환계 반응(심박수, 산소 섭취량, 산소맥)에 미치는 효과가 없다(김우원, 2000)라고 보고 되었다. 장시간 지구성 운동 시 오미자 음료 섭취가 혈액성분과 전해질 농도 및 운동수행력에 미치는 영향을 연구한 김기훈, 이상구(2011)는 오미자 음료 섭취 여부에 젖산, 혈중 전해질 농도의 통계적 차이는 확인 할 수 없었다. 반면에 운동지속시간이 증가함에 따라 운동수행능력

차이를 보였다. 이와 같이 수분섭취는 급격히 소모된 체력에 가장 큰 도움이 된다. 때문에 물과 인간은 절대 떨어질 수 없는 필수불가결한 관계이다. 현대 과학 기술이 발달함에 따라 물 뿐만 아니라 다양한 이온음료를 이용할 수 있다. 대개 물과 이온음료 상관없이 보통 시원하게 섭취하는 것이 일반적 상식이다(진영수, 2004).

운동 중 운동 수행력의 향상과 체내 수분손실에 따른 수분보충 및 체내에서 발생할 수 있는 여러 가지 문제점을 방지하기 위한 다양한 노력과 음료섭취 연구가 이루어져 왔고 이러한 연구들이 단지 음료섭취가 운동수행과 인체 생리 기전에 작용하는 영향을 규명하여 음료섭취의 정당성을 입증하는 목적으로 수행되어왔다(이혁중, 1996). 이상의 내용으로 보면 운동 중 수분섭취는 어떠한 형태로든 이루어져야 하며, 시기, 섭취량, 혼합물 등에 대한 연구가 이루어지고 있지만, 수분섭취의 올바른 방법에 대한 연구는 부족한 실정이다. 그러므로 장시간 또는 지속적인 운동 중 수분섭취에 있어 정확한 프로토콜, 또는 수분섭취가 운동 시 인체에 어떠한 효과를 미치는지에 대한 연구들이 필요하다.

1) 수분손실 및 보충

인간의 활동은 환경의 제약을 많이 받는다. 그 중 날씨의 활동을 제한하는 가장 큰 조건이라 해도 과언이 아닐 것이다. 특히 최근에 대중의 인기를 끌고 있는 마라톤, 철인 3종 등의 극한 스포츠의 경우, 선수들의 경기 성적은 더위와 매우 밀접할 뿐만 아니라 선수들의 생명과도 관계가 있다. 더위환경에서 지속적으로 강한 운동을 하면 많은 양의 땀이 배출되어 체수분과 필수 이온들이 과도하게 손실되고, 이로 인한 탈수는 심부온, 심박수, 운동자각 반응을 상승시키기 때문에(Sawka & Coyle, 1999), 운동 수행 능력을 저하 시킨다. 또한 과도한 탈수는 운동 수행 능력뿐만 아니라 생리적 기능에 무리를 주어 인체를 위험한 상황에 놓일 수 있게 한다. 운동 수행 능력을 향상시키기 위해서, 경기 중간 휴식시

간에 각종 스포츠 드링크 음료를 섭취하게 한다. 특히 외부 기온이 높은 하계경기에서 더욱 많은 음료를 섭취하고 있는데, 이는 선수들의 생리적인 적응이 열의 발산문제와 깊은 양수관계를 갖기 때문이다(김창규, 1988). 최대 운동 수행능력 향상을 극대화하기 위한 보조물에 대한 관심이 높아지고 있으며(문흥기, 2004), 특히, 영양학에서는 영양보충제의 직,간접적인 에너지 동원 및 활용에 긍정적인 효과와 스포츠 과학 분야에서 운동수행능력을 향상시키는 요인으로 인식되어 스포츠 음료의 연구가 활발히 이루어져 왔다. 지구성 운동능력 및 피로회복, 경기력 증강을 위해 선택을 하는 스포츠음료는 탄수화물과 전해질의 혼합음료이며, 이는 지구성 운동능력을 개선하는데 초점을 맞추고 있다. 그러나 이외에도 근력증강을 위한 음료구조와 근피로를 억제하기 위한 음료(Skillen et al., 2008)등 다양한 용도의 스포츠 음료의연구가 활발히 이루어지고 있다.

(1) 이온음료

운동 중 수분섭취의 중요성은 이미 잘 알려져 있다. 하지만 아직까지도 스포츠현장에서는 선수들의 탈수와 관련된 고질적인 문제에서 벗어나지 못하고 있다. 특히 체급을 나누어 경기를 하는 태권도, 복싱, 레슬링, 씨름 등의 선수들은 시합 전 체중 감량을 위해 수분섭취를 제한하고 사우나에서 땀을 빼는 등의 방법을 통해 자의적인 탈수를 유발한다. 이러한 무리한 체중 감량은 경기력을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 선수들의 생명을 위협하기도 한다. 또한 마라톤의 경우, 마라톤 대회 참가인 중 5~10% 정도가 탈수, 탈진, 근육통, 두통, 혼수, 호흡곤란, 열사병 등을 경험한 것으로 알려져 있는데(임인수, 2006), 그 주된 원인이 부적절한 수분 공급이었다. 김종국(1988)은 경기 중에 물을 마셔서는 안 된다는 기존 통념의 근거가 되었던 복부 팽만감, 구토, 불쾌감 등이 음료 개선으로 해소될 수 있다고 주장하였으며, 박관균(1990)은 물, 주스, 이온음료 등을 마시게 하였을

때 발생하던 부작용과 함께 경기력 저하를 방지하고, 선수들의 체온상승에 따른 불쾌감, 구토, 현기증 등을 완화시켜 주고 동시에 근 무력증과 근육경련 등을 제거 하여 발한에 의한 경기력 저하를 막아준다고 지적한 바 있다.

이온음료는 각종 전해질 및 글루코스가 저농도로 함유되어 있고 체액과 등장액이면서 알칼리성이기 때문에 흔히 알칼리성 이온음료 또는 전해질 음료라고 한다. 이온음료는 전해질뿐만 아니라 수분, 당질, 회분, 열량을 비롯하여 비타민 B1, B2, B6, 비타민C, 니코틴산, P 등을 대부분 공통된 성분으로 하고 있다. 또한 알칼리성 이온 음료의 삼투압은 당분을 가함으로써 체액과 등장 내지는 저장으로 되어 있으며 당질은 서당, 포도당, 과당 등의 혼합형으로 농도는 제품에 따라 다르다(김종국, 1988).

Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 2020년 대한태권도협회에 등록되어 있는 여자 태권도 선수로 구성하였으며, 실험 전 피험자에게 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명한 후 참가동의를 얻었다. 또한 병력이나 건강 상태에 대한 조사 결과 이상이 없으며, 최근 2개월 이내 근골격계에 상해가 없고 특정 약물 등을 섭취하지 않는 대상으로 통제군($n=6$), 섭취군($n=6$) 총 12명으로 선정하였다. 연구대상자의 신체적 특징은 <표 1>과 같다.

변인 그룹	나이 (yr)	신장 (cm)	체중 (kg)	체질량지수 (kg/m^2)	체지방량 (kg)	체지방률 (%)
통제군(6)	18.2±0.75	164.7±6.68	58.1±7.06	21.4±1.94	13.0±3.98	20.6±6.15
섭취군(6)	18.3±0.82	165.5±5.86	57.1±7.76	20.7±1.41	12.1±3.04	21.1±3.91
<i>p</i>	.721	.823	.808	.523	.681	.866

2. 실험설계

본 연구의 실험설계는 <그림 1>과 같다.

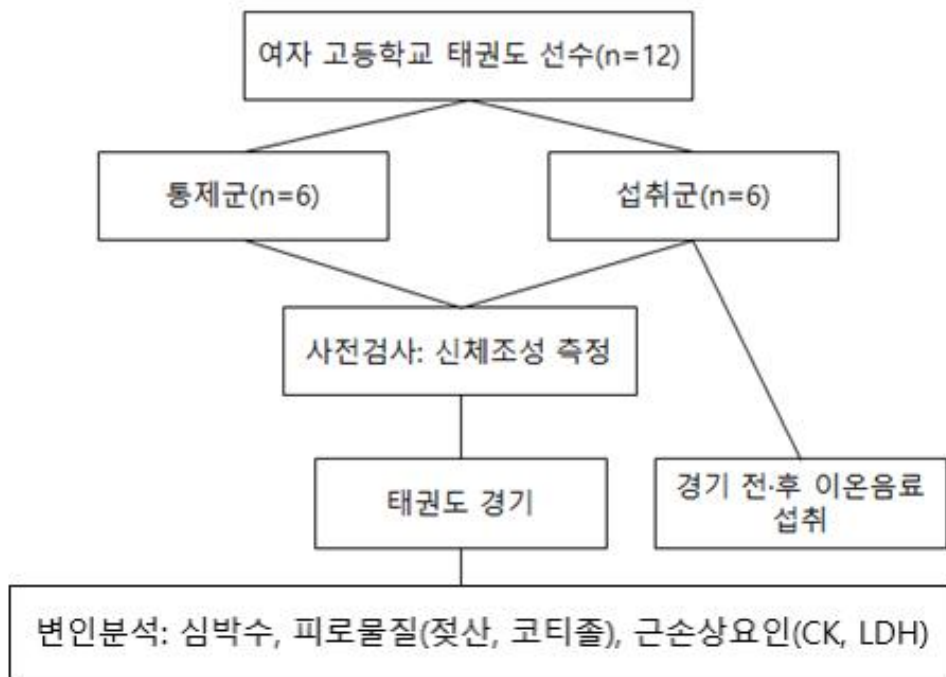


그림 1. 실험설계

3. 측정도구

본 연구에서 사용된 측정기기의 용도 및 섭취음료는 <표 2>와 같다.

측정기기	제품명(생산국가)	용도	구성성분
신체조성	InBody230, KOREA	신장, 체중, BMI, 체지방량, 체지방률	
심박수	Polar FT7 , FINLAND	심박수	
섭취음료	POCARI SWEAT, JAPAN	경기 전·후 섭취	단백질 0g, 탄수화물 30g, 지방 0g, 포화지방 0g 트랜스지방 0g, 나트륨 240g

- 경기 2시간전 POCARI SWEAT 500ml섭취
- 경기 30분전 POCARI SWEAT 200ml섭취
- 경기 직후 POCARI SWEAT 200ml섭취

4. 실험절차

본 연구의 실험은 사전측정(신체조성 측정), 이온음료 섭취(경기 전·후), 태권도 경기 순으로 진행하였다. 피험자는 사전실험 7일 후 오전 9시까지 실험장소에 집결하여 30분간 안정을 취한 후 첫 번째 안정 시 채혈을 실시하였다. 섭취군은 실험시작 2시간 전 첫 번째 이온음료 섭취를 한 후 통제군과 태권도 경기를 실시하였고, 혈액채취를 통해 변인을 측정하였다.

1) 신체조성 측정

사전검사로 피험자의 신체조성을 측정하기 위해 다주파수 생체전기저항 측정 원리를 이용한 Inbody 230을 이용하여 측정하였다. 피험자는 사전검사 8시간 전부터 음식물 섭취를 제한하였으며, 반바지와 반팔을 착용하고 맨발로 전극 발판에 자연스럽게 올라서서 정면을 바라본 후 편안한 자세로 신장(cm), 체중(kg), 체지방량(%), 체질량지수(Body Mass Index; BMI)를 측정하여 기록하였다.

2) 이온음료 섭취 방법

본 연구에서 피험자가 섭취한 이온음료는 국내 시중에서 손쉽게 구할 수 있는 C사의 P제품으로 선정하였으며, 섭취방법은 미국 선수 트레이너 협회(NATA)와 미국 대학 스포츠의학회(ACSM)의 권장방법에 따라 운동 2시간 전 POCARI SWEAT 500ml, 운동 30분 전 POCARI SWEAT 200ml, 운동직후 POCARI SWEAT 200ml 으로 총 3회 섭취하였다. 또한 피험자는 실험 중 다른 기타 음료를 섭취하지 못하도록 통제하였다.

3) 태권도 경기 심박수 측정

태권도 경기 심박수를 측정하기 위해 피험자는 심박수 측정기(Polar FT7, FINLAND)를 착용하였고, 안정시, 태권도 경기 1회전 후, 2회전 후, 3회전 후, 휴식15분후, 휴식30분후에 각각 측정하여 기록하였다.

4) 채혈방법 및 시기

본 연구의 변인인 피로물질(Lactate, Cortisol)과 근 손상물질(CK, LDH)을 측정하기 위해 전문가의 도움을 받아 피험자의 전완정맥에서 안정시, 운동직후, 휴식 15분후, 휴식30분후에 각각 총 4회 측정하였으며, 10ml 주사기로 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 각 변인별로 분류하였고, 젖산(Lactate)은 검체채취용기인 NaF에 분리하여 충분히 Mixing 후 원심분리기로 분리(3,000rpm, 10분)하여 분리된 상층액을 Microtube에 옮겨 보관하였으며, 코티졸(Cortisol), CK, LDH는 검체채취용기인 SST에 분리하여 30분정도 안정 후 원심분리기로 분리(3,000rpm, 10분)하여 분리된 상층액을 Microtube에 옮겨 전문기관에 의뢰하여 분석하였다.

5. 자료처리

본 연구의 자료처리는 SPSS Statistics 21.0(ver)통계 Package를 이용하여 피험자의 신체조성에 대한 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였고, 두 그룹간의 시기별, 그룹×시기별 유의차를 알아보기 위해 반복측정 분산분석(Repeated Measure of ANOVA)을 실시하였다. 또한 그룹 내 시기별 유의차를 알아보기 위해 대응표본 T-검정(Paired T-test)을 실시하였으며, 모든 통계적 유의수준은 $p<.05$ 로 설정하였다.

IV. 연구결과

1. 태권도 경기 시 심박수 변화 비교

여자 태권도 선수의 경기 시 심박수 변화를 비교분석한 결과는 <표 3>, <그림 2>와 같다.

표 3. 태권도 경기 시 심박수 변화 (beats/min)

	안정시 ^a	1회전 후 ^b	2회전 후 ^c	3회전 후 ^d	휴식15 ^e	휴식30 ^f
통계군	71.8±5.67 bcde	161.2±10.32 acde	169.5±4.51 aef	177.2±3.71 abef	86.2±8.23 abcd	79.8±7.65 bcd
섭취군	76.0±5.37 bcde	162.8±13.79 aef	169.3±9.27 aef	176.2±12.94 aef	94.3±4.46 abcd	87.2±6.49 bcd
t	-1.307	-0.237	0.040	0.182	-2.137	-1.790
p	0.220	0.817	0.969	0.859	0.058	0.014

M±SD, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$;

a:안정시, b:1회전후, c:2회전후, d:3회전후, e:휴식15, f:휴식30

여자 태권도 선수의 경기 시 심박수 변화를 비교분석한 결과는 <표 3>, <그림 2>에 제시된 바와 같다. 여자 태권도 선수의 경기 전 안정 시 심박수는 통제군

71.8±5.67beats/min, 섭취군 76.0±5.37beats/min 이며, 3회전 종료 후 통제군 177.2±3.71beats/min, 섭취군 176.2±12.94beats/min으로 통제군이 안정시보다 약 146% 증가하였고, 섭취군은 약 131% 증가하였다. 그러나 휴식15분후 통제군 86.2±8.23beats/min, 섭취군 94.3±4.46beats/min으로 통제군이 경기 종료 후 보다 휴식15분후 약 51% 심박수가 감소하였고, 섭취군은 약 44% 감소하였다. 또한, 휴식30분후 통제군 79.8±7.65beats/min, 섭취군 87.2±6.49beats/min으로 통제군이 휴식15분후 보다 휴식30분후 약 7% 심박수가 감소하였고, 섭취군은 약 8% 감소하는 결과를 나타냈다.

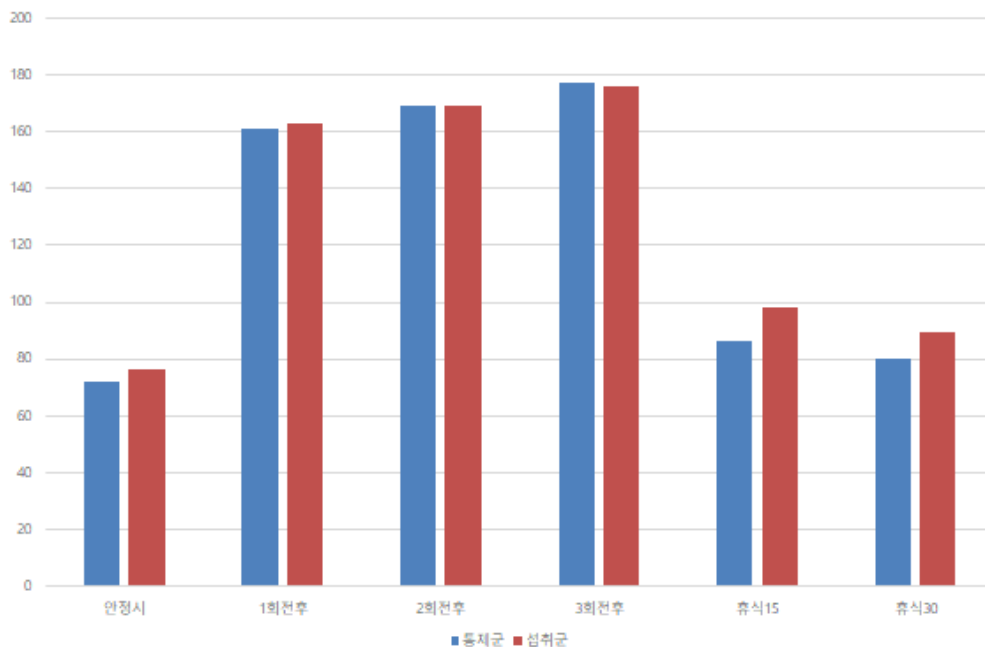


그림 2. 태권도 경기 시 심박수 변화

2. 피로물질의 변화 비교

1) 젖산(Lactate) 변화

여자 태권도 선수의 젖산(Lactate) 변화를 비교분석한 결과는 <표 4>, <그림 3>과 같다.

표 4. 젖산(Lactate) 변화 비교 (mmol/ℓ)

	안정시	경기직후	휴식15	휴식30	F-value	
통제군	2.0±0.31	9.0±0.79	5.3±0.20	3.5±0.30	Group	14.360**
섭취군	2.8±0.63	11.3±0.81	5.9±0.39	3.3±0.25	Time	960.017***
t	-3.035	-4.902	-3.072	1.569		
p	.013*	.001**	.012*	.148	Group×time	22.412***

M±SD, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

여자 태권도 선수의 경기 전·후 이온음료 섭취에 따른 젖산농도를 비교분석한 결과는 <표 4>, <그림 3>과 같고 그 결과 측정시기 간에서 매우 유의한 차이를 나타냈으며($F=960.017$, $p<.001$), 그룹×시기간 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다($F=22.412$, $p<.001$). 또한 두 그룹간 차이에서도 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다($F=14.360$, $p<.01$). 두 그룹간 젖산농도를 비교한 결과 경기직후 통제군이 $9.0\pm .79\text{mmol}/\ell$, 섭취군이 $11.3\pm .81\text{mmol}/\ell$ 이며, 휴식15분후 $5.3\pm$

.20mmol/ℓ, 5.9±.39mmol/ℓ으로 통제군이 경기직후 보다 휴식15분후 약 41% 젖산농도가 감소하였으며, 섭취군은 약 47% 감소하는 것으로 나타났다. 또한 휴식30분후 통제군은 3.5±.30mmol/ℓ, 섭취군 3.3±.25mmol/ℓ으로 통제군이 휴식15분후 보다 휴식30분후 젖산농도가 약 33% 감소하였고, 섭취군은 약 43% 감소하여 더 빨리 회복하는 것으로 나타났다.

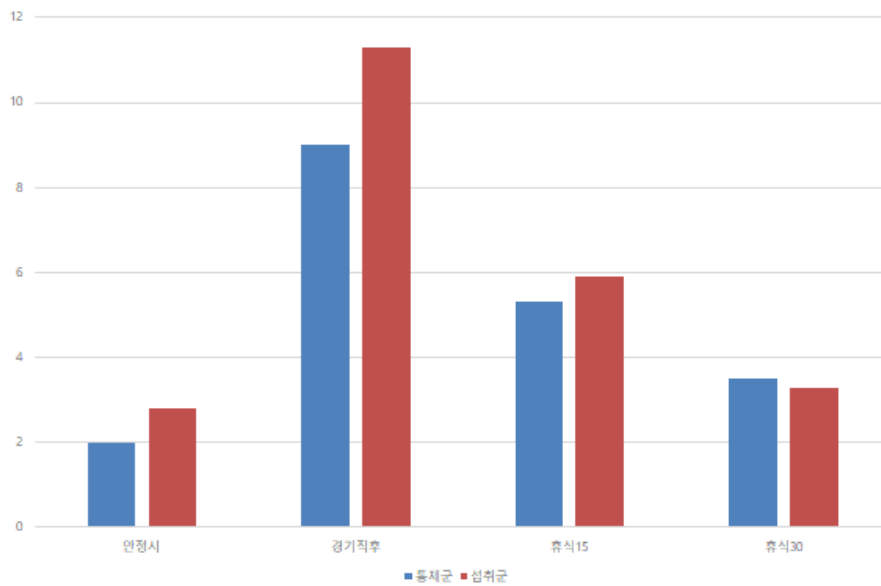


그림 3. 젖산(Lactate) 변화 비교

2) 코티졸(Cortisol) 변화

여자 태권도 선수의 코티졸(Cortisol) 변화를 비교분석한 결과는 <표 5>, <그림 4>와 같다.

표 5. 코티졸(Cortisol) 변화 비교 ($\mu\text{g}/\text{dl}$)

	안정시	경기직후	휴식15	휴식30	F-value	
통제군	8.9±1.43	11.5±.72	12.7±.94	11.1±.96	Group	.117
섭취군	8.7±2.03	13.2±2.98	12.3±1.23	11.1±1.88	Time	48.101***
t	.125	-1.359	.580	.019		
P	.903	.227	.574	.985	Group×time	3.741*

M±SD, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

여자 태권도 선수의 경기 전·후 이온음료 섭취에 따른 코티졸 농도를 비교분석한 결과는 <표 5>, <그림 4>와 같고 그 결과 측정시기 간에서 매우 유의한 차이를 나타냈으며($F=48.101$, $p<.001$), 그룹×시기간 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다($F=3.741$ $p<.05$).

두 그룹간 코티졸 농도를 비교한 결과 경기직후 통제군이 $11.5\pm.72\mu\text{g}/\text{dl}$, 섭취군이 $13.2\pm2.98\mu\text{g}/\text{dl}$ 이며, 휴식15분후 $12.7\pm.94\mu\text{g}/\text{dl}$, $12.2\pm1.23\mu\text{g}/\text{dl}$ 으로 통제군이 경기직후 보다 휴식15분후 약 10% 코티졸 농도가 상승하였으며, 섭취군은 약 6% 감소하는 것으로 나타났다. 또한 휴식30분후 통제군 $11.1\pm.96\mu\text{g}/\text{dl}$, 섭취군

11.1±1.88 μ g/dl으로 통제군이 휴식15분후 보다 휴식30분후 젓산농도가 약 11% 감소하였으며, 섭취군은 약 9% 감소하는 것으로 나타났으나 두 그룹간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

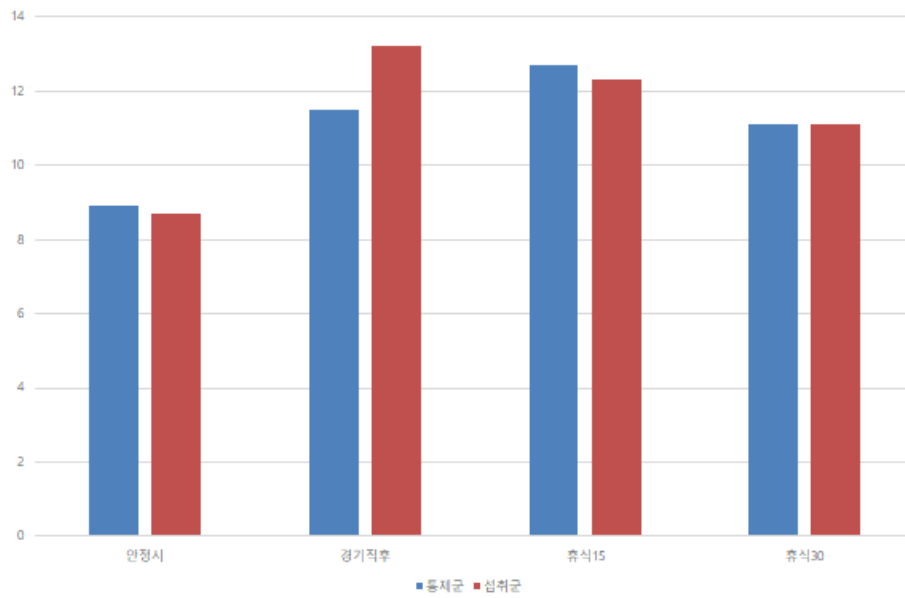


그림 4. 코티졸(Cortisol) 변화 비교

3. 근 손상물질 변화 비교

1) CK 변화

여자 태권도 선수의 CK농도 변화를 비교분석한 결과는 <표 6>, <그림 5>와 같다.

표 6. CK 변화 비교					(mg/ml)	
	안정시	경기직후	휴식15	휴식30	F-value	
통제군 (n=6)	202.5±74.18	235.0±88.83	218.5±80.86	209.8±72.60	Group	1.103
섭취군 (n=6)	256.0±84.58	287.5±98.72	262.0±84.21	262.5±84.43	Time	18.783***
t	-1.165	-.968	-.913	-1.159		
p	.271	.356	.383	.274	Group×time	.549

M±SD, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

여자 태권도 선수의 경기 전·후 이온음료 섭취에 따른 CK 농도를 비교분석한 결과는 <표 6>, <그림 5>와 같고 그 결과 측정시기 간에서 매우 유의한 차이를 나타냈다($F=18.783$, $p<.001$).

두 그룹간 CK 농도를 비교한 결과 경기직후 통제군이 $235.0\pm 88.83\text{mg/ml}$, 섭취군이 $287.5\pm 98.72\text{mg/ml}$ 이며, 휴식15분후 $218.5\pm 80.86\text{mg/ml}$, $262.0\pm 84.21\text{mg/ml}$ 으로 통제군이 경기직후 보다 휴식15분후 약 7% CK 농도가 감소하였으며, 섭취군은 약 8% 감소하는 것으로 나타났다. 또한 휴식30분후 통제군 $209.8\pm 72.60\text{mg/ml}$, 섭취군 $262.5\pm 84.43\text{mg/ml}$ 으로 통제군이 휴식15분후 보다 휴식30분후 CK 농도가

약 3% 감소하였으나, 섭취군은 차이가 나타나지 않았으며, 두 그룹간 차이는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

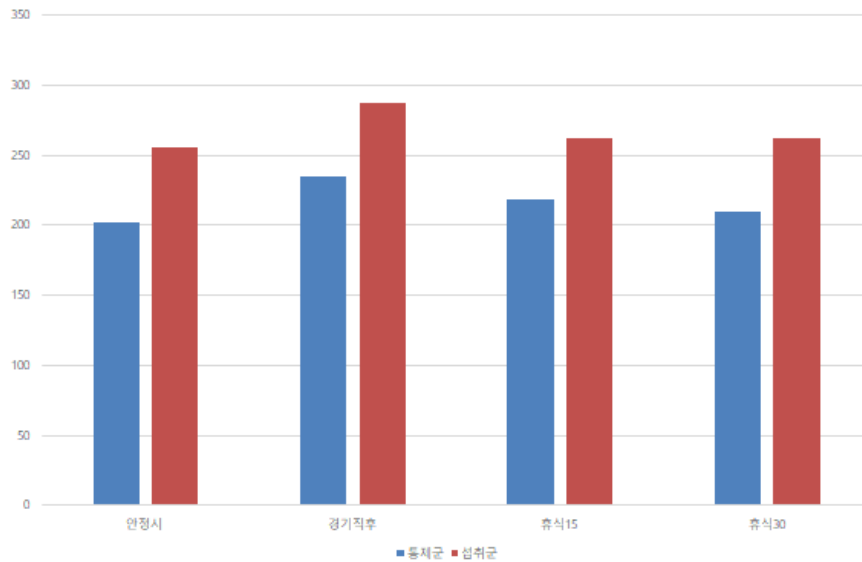


그림 5. CK 변화 비교

2) LDH 변화

여자 태권도 선수의 LDH농도 변화를 비교분석한 결과는 <표 7>, <그림 6>과 같다.

여자 태권도 선수의 경기 전·후 이온음료 섭취에 따른 LDH 농도를 비교분석한 결과는 <표 7>, <그림 6>과 같고 그 결과 측정시기 간에서 매우 유의한 차이를 나타냈다($F=5.734$, $p<.001$).

두 그룹간 LDH 농도를 비교한 결과 경기직후 통제군이 195.2 ± 25.9 IU/L, 섭취군이 213.2 ± 35.43 IU/L이며, 휴식15분후 183.5 ± 24.37 IU/L, 215.5 ± 54.34 IU/L으로

통제군이 경기직후 보다 휴식15분후 약 5% LDH 농도가 감소하였으며, 섭취군은 약 1% 증가하는 것으로 나타났다. 또한 휴식30분후 통제군 180.0±20.75IU/L, 섭취군 205.7±25.38IU/L으로 통제군이 휴식15분후 보다 휴식30분후 LDH 농도가 약 1% 감소하였으며, 섭취군은 약 4% 감소하였다. 그러나 두 그룹간 차이는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

표 7. LDH 변화 비교					(IU/L)	
	안정시	경기직후	휴식15	휴식30		F-value
통제군	169.3±21.60	195.2±25.91	183.5±24.37	180.0±20.75	Group	2.340
섭취군	190.8±20.34	213.2±35.43	215.5±54.34	205.7±25.38	Time	5.734**
t	-1.775	-1.004	-1.316	-1.918		
P	.106	.339	.218	.084	Group×time	.474

M±SD, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

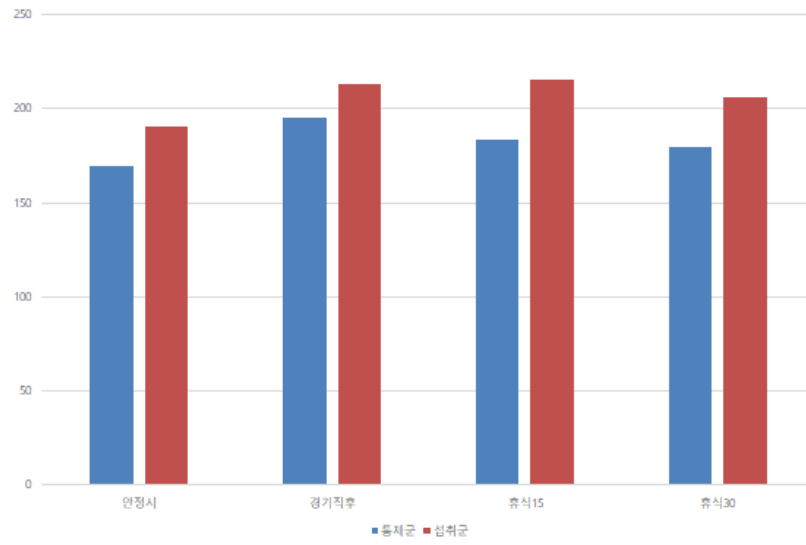


그림 6. LDH 변화 비교

IV. 논 의

1. 태권도 경기 시 심박수 비교

태권도의 경기력을 결정짓는 요소들은 순간적으로 힘을 발휘할 수 있는 순발력과 보다 빠르게 상대를 가격할 수 있는 스피드, 공격과 수비의 전환을 원활하게 신속하게 할 수 있는 민첩성, 보다 반복적으로 동작을 할 수 있는 근지구력 등의 요소들과 아울러 2분씩 3회전을 능동적이고 활발하게 폭발적으로 움직일 수 있는 무산소성 능력 등이라고 볼 수 있다(박정우, 2009). 태권도는 대부분 경기에서 차는 기술은 기타 기술들에 비해 60%이상을 차지할 정도로 높은 빈도를 나타내고 있다. 또한 경기 시 주어진 시간과 공간에서 신속한 방향 전환과 기술 변화가 요구되며 동시에 극대화된 공격성 무산소성 파워가 요구된다(김윤수, 2005).

투기 종목에서 점수를 얻기 위해 기술을 발휘할 때 순간 순발력과 근 파워를 요하는 선수들은 주 에너지 시스템이 무산소 대사과정과 유산소 대사과정을 모두 요하는 에너지 연속체계의 제 3범주에 속한다(이태현, 2005).

에너지 대사적 측면에서 태권도 경기는 1회전부터 3회전까지 평균 HRmax의 85~95%강도로 실시되며, 이로 인해 혈중 글루코스, 그리고 근육과 간에 저장된 글리코젠과 같은 탄수화물을 주 에너지원으로 사용하게 된다(이선장 등, 2001). 따라서 선수는 경기가 지속되는 2분 3회전동안(총 6분) 신체의 움직임에서 일어나는 생리적 현상과 더불어 정신적 스트레스를 갖게 된다. 이러한 신체적·정신적 스트레스에서 기인한 대사적 반응과 심리상태 변화는 신체를 불안정한 상태로 전환시키며 경기력에 지대한 영향을 미치게 된다. 선수의 경기 전 또는 경기 중 운동능력 향상을 위한 다양한 연구방법이 오래전부터 진행되고 있으나 최근에는 다양한 조건과 방법에 의해 지속적으로 연구되고 있으며(박은희, 2018), 운

동 중 체내수분 및 전해질 손실의 보충을 위한 음료섭취가 하나의 운동보조물(ergogenic aids)로서 인식되고 있으며 스포츠 산업에서의 주요 관심 사항이 되고 있다(김우원, 2000).

태권도 경기의 운동강도와 관련한 선행연구를 살펴보면, 박익렬(2004)의 체중 감량이 태권도 선수의 유·무산소성 운동능력, 면역반응, 호르몬 농도 변화에 미치는 영향을 규명한 연구에서 태권도 경기의 평균 심박수가 1회전 180.3beat/min, 2회전 188.6beat/min 3회전 189.6 beat/min으로 나타났다고 보고하였고, 박은희(2018)는 1회전 177.7beat/min, 2회전 184.8beat/min 3회전 195.0 beat/min으로 회전별 최대심박수95%(95%HRmax)의 운동강도를 나타낸다고 보고하였다. 또한 이선장 등(2001)은 태권도 경기가 회전별 평균 최대심박수85~95%(85~95%HRmax)의 강도로 실시된다고 보고하였는데 이는 태권도 경기의 운동강도가 각 연구별로 부분적으로 일치하는 결과를 나타냈다고 할 수 있다.

본 연구에서 여자 태권도 선수의 경기 심박수 변화를 분석한 결과, 3회전 종료 후 통제군 177.2±3.71beats/min, 섭취군 176.2±12.94beats/min으로 나타났고, 휴식15분후 통제군 86.2±8.23beats/min, 섭취군 94.3±4.46beats/min으로 통제군이 경기 종료 후 보다 휴식15분후 약 51% 심박수가 감소하였고, 섭취군은 약 46% 감소하였다. 또한, 휴식30분후 통제군 79.8±7.65beats/min, 섭취군 87.2±6.49beats/min으로 통제군이 휴식15분후 보다 휴식30분후 약 7% 심박수가 감소하였고, 섭취군 또한 약 7% 감소하는 결과를 나타내어 경기 전 이온음료 섭취는 태권도 경기의 심박수 변화에 영향을 미치지 않았다. 그러나 태권도 경기의 회전별 심박수는 선행연구(이선장 등, 2001; 박익렬, 2004; 박은희, 2018)와 부분적으로 일치하는 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 경기 전 선수의 이온음료 섭취가 최대심박수90~95%(90~95%HRmax)의 격렬한 태권도 경기에서 선수의 부족한 수분을 충분히 보충하지 못하였고 심혈관계에 긍정적인 영향을 미치지 못해 심박수의 증가억제에 영향을 주지 못한 결과라고 판단된다.

2. 태권도 경기 전·후 이온음료 섭취가 피로물질에 미치는 효과

운동에 의해 발생된 피로는 체력이 부족한 상태 혹은 고갈된 상태에서 근육기능의 현저한 저하상태를 의미하며, 운동 시 피로의 원인은 젖산과 암모니아 등 부산물의 축적, 글리코겐의 고갈, 근육 내의 생화학적 구성요소 변화 등을 말할 수 있다(Wilmore & Costill, 1999).

고강도 운동 시 반복적이고 강력한 근 수축으로 인한 혈관의 수축과 혈류량의 감소(O'Reilly et al., 1987) 등이 피로를 유발하는 원인이 되기도 하며, 대사물로서 근 ATP와 수소이온의 증가, 암모니아의 생성증가(Pollock et al., 1978), 그리고 젖산생성의 증가로 인해 젖산이 체내에 축적돼 산성증(acidosis)상태가 된다. 이 상태의 특징은 근육통을 일으키는 원인이 될수 있으며, 이럴 경우 신체는 동일한 운동 강도를 유지할 수 없게 된다(윤성원, 2010). 고강도 운동으로 인한 수분결핍과 젖산의 축적으로 인한 신체의 피로상태를 빠르게 회복하기 위해 선택을 하는 스포츠음료는 탄수화물 전해질 음료이다. 탄수화물 전해질 혼합음료의 섭취를 통해 수분손실의 감소 및 흡수의 증가(Shirreffs et al., 1996; Wemple et al., 1997)와 탄수화물의 섭취로 인해 간과 혈중의 글루코스 농도를 유지시켜 줄 뿐만 아니라, 근육에서의 글리코겐 고갈을 막아줌으로써 피로의 연장과 운동 수행에 도움을 주는 것으로 많은 선행연구들에서 보고되고 있다(박상용, 1995).

스포츠음료로서의 탄수화물 전해질 혼합음료에 필요한 주된 기능은 수분과 전해질, 그리고 글리코겐 보충이다(Peters, 2003). 운동전에 탄수화물 전해질 혼합음료를 섭취해야 하는 이유는 첫째, 간과 근육에 제한된 양으로 저장되어 있는 글리코겐을 보충하기 위함이며, 둘째 땀으로 인한 전해질 손실을 보충하고, 셋째 탈수와 관계된 위험성을 예방하는데 있으며, 넷째 조직의 혈류량을 증가시켜 산소공급 및 각종 대사산물을 신속하게 제거시키고, 발汗을 촉진시켜 체온 상승을 억제하기 때문이다(박상용 1995). 또한 운동에 의한 근육의 피로가 유발되었을 때 탄수화물 전해질 혼합음료의 섭취가 하지의 근력회복에 효과적이라고 Coso

등(2008)은 보고하고 있다.

음료섭취와 관련한 선행연구를 살펴보면, 조현철, 김의영(1992)의 구연산 섭취가 운동 후 회복에 미치는 영향을 규명한 연구에서 구연산 섭취는 운동 후 회복 15분에서의 젖산 농도 회복에 긍정적 효과를 가져온다고 보고하였고, 최건우(1992)는 매실 농축액 복용이 All-out 운동 후 회복과 관련한 연구에서 매실 농축액 섭취가 성별에 관계없이 혈중 젖산을 감소시켜 운동 후 피로회복에 긍정적인 효과를 나타냈다고 보고하였다. 그러나, 송춘섭(2002)는 고온 환경에서 운동 시 수분섭취가 젖산, 심박수 및 고막온에 미치는 영향을 규명한 연구에서 이온음료 섭취는 고온 환경에서 젖산농도 변화에 측정시간간 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나, 그룹간 차이는 나타나지 않았다고 보고하였다.

본 연구결과에서 여자 태권도 선수의 경기 전·후 이온음료 섭취에 따른 코티졸 농도에서 측정시간간 매우 유의한 차이를 나타냈으며($F=48.101, p<.001$), 그룹×시간 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다($F=3.741, p<.05$). 또한 젖산농도를 비교분석한 결과 측정시간 간에서 매우 유의한 차이를 나타냈으며($F=960.017, p<.001$), 그룹×시간 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다($F=22.412, p<.001$). 또한 두 그룹간 차이에서도 통계적으로 매우 유의한 차이를 나타냈다($F=14.360, p<.01$).

아울러 두 그룹간 젖산농도를 비교한 결과, 경기직후 통제군이 $9.0\pm 0.79\text{mmol}/\ell$, 섭취군이 $11.3\pm 0.81\text{mmol}/\ell$ 이며, 휴식15분후 $5.3\pm 0.20\text{mmol}/\ell$, $5.9\pm 0.39\text{mmol}/\ell$ 으로 통제군이 경기직후 보다 휴식15분후 약 41% 젖산농도가 감소하였으며, 섭취군은 약 47% 감소하는 것으로 나타났다. 또한 휴식30분후 통제군이 $3.5\pm 0.30\text{mmol}/\ell$, $3.3\pm 0.25\text{mmol}/\ell$ 으로 통제군이 휴식15분후 보다 휴식30분후 젖산농도가 약 33% 감소하였으며, 섭취군은 약 43% 감소하는 것으로 나타났다.

운동전 스포츠 음료 섭취는 인체의 근 수축 및 대사과정에 영향을 미치며 전해질의 농도는 낮으나 에너지원인 포도당이 첨가되어 체내 흡수를 극대화 시킨

다(이정은, 2013).

Nadel(1980)등은 고온에서의 운동 시 수분의 충분한 섭취는 체온조절 기능에 대한 영향은 현저하지 않지만, 심박수의 증가억제에는 중요한 영향을 미치고 운동능력 유지에 도움이 되는 것으로 보고한 바 있다.

본 연구의 태권도 경기 전·후 이온음료 섭취는 피로물질인 젖산과 코티졸 농도 감소에 효과적인 결과를 나타냈으며, 이와 같은 결과는 송준섭(2002), 김희곤(2002)의 연구결과와 부분적으로 일치하였다. 결과적으로 태권도 경기 전·후의 이온음료 섭취는 이온음료에 포함된 당 성분으로 인해 간과 근육의 글리코겐 저장량과 혈중 글루코스의 이용을 증가시키고 체내 산소공급에 긍정적 영향을 미쳐 피로물질 감소에 도움을 준 것으로 사료된다.

3. 태권도 경기 전·후 이온음료 섭취가 근 손상물질에 미치는 효과

운동과 관련된 근 통증은 운동 직후의 근 통증과 지연된 근 통증(Delayed Onset of Muscle Soreness; DOMS)으로 나눌 수 있다. 운동 직후의 근육통은 피로의 시점까지 수행되는 격렬한 운동 중 또는 운동 직후 나타나는데 그 원인은 운동 근육에 젖산과 칼륨 같은 신진대사 산물의 일시적인 생성과 부적절한 혈액의 공급과 산소의 부족으로 인한 피로 때문(Miller et al., 2004)이라는 이론이 있으며, 이것은 운동 후 혈액과 산소의 공급이 충분하면 빠르게 사라진다. 근육 손상과 지연된 근통증 (Delayed Onset of Muscle Soreness; DOMS)에 대한 기전은 아직 밝혀지지 않았지만, 운동 후 근육 손상의 지표인 혈중 CK와 LDH 농도의 지속적인 증가 현상은 아마도 근육 손상에 따른 급성적인 염증 반응 후 식세포의 증가된 활동에 의한 것으로 볼 수 있고(Faulkner et al., 1993) 근 손상에 따른 구조적 변형에 의한 반응 현상으로 간주되고 있다(Friden et al., 1988).

운동 중 피로는 대부분의 근육에서 부정적인 변화와 연관된다. 피로는 인체에서 운동과제수행의 요구에 직면하여 에너지 생성률이 적절하게 유지될 수 없

는 것을 의미하는데 이러한 유지능력의 상실은 적절한 근육에 대한 충분한 자극을 일으키는 중추신경계의 능력부족, 적절한 에너지원의 공급부족, 근육 내에서 에너지원 대사 능력의 감소, 혈류의 양 및 근육으로의 혈류공급 등과 관련된 신체계통의 부적절한 기능으로 인해 근육이 요구하는 수준의 운동 강도를 충분히 유지할 만큼의 ATP를 생성할 수 없거나, 신속하게 이용할 수 없는 것이다(이명천 등, 2003).

이러한 측면에서 운동보조물을 통한 선수의 회복은 경기력과도 상당히 밀접한 관계를 가진다.

선수의 이온음료 섭취에 대하여 Gates 박사는 운동 중 소실되기 쉬운 Na⁺, K⁺ 등의 전해질을 포도당과 함께 체액과 등장액이 되게 한 후 선수들에게 섭취시켰을 때 수분의 흡수가 신속하게 일어나 열사병을 방지함은 물론 운동 기능 유지에 효과가 크다는 사실을 입증하였다(김종국, 1988; 권종원, 1988). 또한 이온음료는 수분을 보통 물보다 신속히 체내에 흡수하므로 탈수증을 예방할 수 있을 뿐만 아니라 구연산염, 중탄산염이 첨가되어 있어 탈수증에서 수반되는 산성증을 예방하기도 한다(김종국, 1988).

이온음료 섭취와 관련한 선행연구를 살펴보면, Shirreffs 등(1991)의 마라톤 운동에 참가하는 선수에게 이온음료를 섭취하여 효과를 분석한 결과, 충분한 이온음료 섭취는 정상적인 수분공급과 나트륨 농도 수준을 유지할 수 있다고 보고하였고, 최종호(2010)의 검도수련자의 운동 전 이온음료 섭취가 무기질 및 근 활성 효소 변화에 미치는 영향을 규명한 연구에서 CK 농도에서는 측정시간에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나, 그룹간 차이가 나타나지 않았고, LDH 농도는 그룹간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다고 보고하였다.

본 연구 결과 태권도 경기 전·후 이온음료 섭취에 따른 CK 농도는 측정시간에서 매우 유의한 차이를 나타냈으며($F=18.783, p<.001$), LDH 농도에서는 측정시간 매우 유의한 차이를 나타냈고($F=5.734, p<.001$), 그룹간 차이에서도

섭취군이 LDH 농도 감소에 효과적이었으나, 그룹간 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않아 최종호(2010)의 연구와 부분적으로 일치하는 결과를 나타냈다. 또한, 운동 후 음료섭취에 따른 CK의 변화에 관한 연구로 Gueznec(1986) 등에 의하면 CK 농도의 활성치는 개인차가 크고, Willmore & Costill(1999)은 운동강도에 따라서 차이가 있다고 보고하여 본 연구결과와 일치한다.

결과적으로 이온음료 섭취는 선행연구(최종호, 2010; Willmore & Costill, 1999; Gueznec, 1986)와 본 연구의 결과와 같이 근 손상물질을 부분적으로 감소시킨 것으로 나타났다. 이는 이온음료가 손실된 수분을 보충하여 갈증을 방지하고, 수분 손실로 인한 신경계통의 상태를 안정적 상태로 유지할 수 있도록 기여하여 근 손상물질에 긍정적인 영향을 미친 것이라고 판단된다.

V. 결 론

본 연구는 고등학교 여자 태권도 선수 12명을 대상으로 태권도 경기 전·후 이온음료를 섭취하여 피로물질(젖산, 코티졸) 및 근 손상물질(CK, LDH)에 미치는 변화를 비교·분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 태권도 경기 전 이온음료 섭취는 심박수 감소에 영향을 미치지 않았다.
2. 태권도 경기 전·후 이온음료 섭취는 피로물질(젖산, 코티졸)에서 각각 측정 시기간 매우 유의한 차이를 나타냈으며, 그룹×시기별 상호작용에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.
 - 1) 젖산(Lactate)은 측정 시기간, 그룹×시기간에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.
 - 2) 코티졸(Cortisol)은 측정 시기간, 그룹×시기간에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으나, 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.
3. 태권도 경기 전·후 이온음료 섭취는 근 손상물질(CK, LDH)에서 각각 측정 시기간 매우 유의한 차이를 나타냈으며, 그룹×시기별 상호작용과 그룹간 에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.
 - 1) CK는 측정 시기간 통계적으로 매우 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으나, 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.
 - 2) LDH는 측정 시기간, 통계적으로 매우 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 섭취군에서 LDH 농도를 감소시켰으나, 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

이상을 종합하여 볼 때, 경기 전·후 이온음료 섭취는 선수의 피로물질 감소에 효과적이고, 근 손상물질 감소에 부분적으로 영향을 미쳤으며, 이는 경기 중 부

족한 수분손실을 방지하여 신체의 항상성에 기여하였다. 또한 강도 높은 운동으로 인한 탈수를 저지하여 운동수행능력의 향상을 기대할 수 있다. 따라서 향후 후속연구에서는 선수들이 가장 선호하는 음료를 선정하고 연구대상자의 인원수를 확대하여 경기현장에서 선수들의 경기력 향상을 위한 기초자료가 추가적으로 필요할것으로 생각된다.

참고문헌

- 강민지(2005). 마라톤 동호인의 운동 경력별혈중 CK 농도 분석. 부산외국어대학교 대학원. 미간행 석사학위논문.
- 공응대(1984). 자연과학편 : 활동성 회복과 비활동성 회복 후의 트레드밀에서의 달리기 운동능력 효과. 한국체육학회지, 23(2), 73-82.
- 권종원(1988). 국내 이온음료의 현황과 전망. 보건신문사. 제5회 학술세미나.
- 김경화(2005). 최대운동 직후 마사지 처치가 혈중 피로물질에 미치는 영향. 용인대학교 체육과학대학원. 미간행 석사학위논문.
- 김기진(2000). 중학교 태권도선수의 단기체중감량시 무산소성 운동능력의 변화. 운동과학, 9(2) 385-391.
- 김대수(2005). 最大 運動時 오이(Cucumis sativus) 攝取가 水分條件 hormon 및 電解質 濃度에 미치는 影響. 충북대학교 대학원. 미간행 박사학위논문.
- 김병조(2004). 고농도 산소가 운동강도에 따른 회복시 심박수 및 혈중 젖산농도에 미치는 영향. 국민대학교 교육대학원. 미간행 석사학위논문.
- 김성미(2006). 지구성 운동에서 운동 전 이온음료 섭취가 전해질 농도에 미치는 영향. 건국대학교 교육대학원. 미간행 석사학위논문.
- 김성현(2009). 남자 태권도 선수의 체급별 겨루기 시 심박수, 에너지 소비량 및 혈중 젖산 농도 비교 분석. 건국대학교 교육대학원. 미간행 석사학위논문.
- 김영민(2013). 다양한 음료의 섭취가 최대운동 후 근력 및 피로회복에 미치는 영

- 향. 경희대학교 교육대학원. 미간행 석사학위논문.
- 김영일, 옥덕필, 조수연(2018). 규칙적인 태권도 운동이 남자 대학생의 뇌파 활성화 및 뇌신경성장인자에 미치는 영향. 한국응용과학기술학회지, 35(2), 412-422.
- 김용안(2001). 비타민 C, E 복합투여가 여자 축구선수의 항산화효소 활성화에 미치는 영향. 단국대학교 대학원. 미간행 석사학위논문.
- 김우원(2000). 운동중 음료섭취 유형에 따른 호흡순환계 반응 및 혈액성분에 미치는 효과. 운동과학, 9(1), 149-160.
- 김우원(2000). 동충하초 음료섭취가 호흡순환계 반응 및 혈액성분에 미치는 영향. 한국운동영양학회, 4(2), 13-25.
- 김윤수(2005). 태권도 선수들의 시합기와 동계훈련기의 트레이닝이 최대무산소성 파워 운동후 혈중 피로내성 및 간의 효소기능에 미치는 영향. 용인대학교 대학원. 미간행 석사학위논문.
- 김원중, 황명훈, 정한상, 전민정, 김성미(2006). 지구성 운동시 운동전 음료섭취 유형이 혈중 전해질 및 비혈장특이성효소에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 15(4), 787-796.
- 김의환, 윤상화, 조동희, 권문석(2004). 태권도 대학선수들의 짝어차기에 대한 운동학적 특성 분석. 한국 스포츠 리서치. 15(3), 1659-1670.
- 김일성, 이광원, 이재철, 정동욱(2005). 영양과 건강. 서울 : 신광문화사.
- 김종국(1988). 알카리성 이온 음료가 인체 대사에 미치는 영향. 보건신문사. 제5회 학술세미나.

- 김재호(2000). 스포츠생리학 : 알파인스키 경기력수준별 슬관절의 등속적 근기능 발달 특성. 한국체육학회지, 39(4), 435-443.
- 김재호, 권대원, 김용안(2003). 크레아틴과 탄수화물의 복합 섭취가 무산소성 능력 및 혈중 피로물질에 미치는 영향. 한국체육교육학회지, 8(1),24-232.
- 김진만(2001). 배드민턴 운동이 여성의 혈중 지질 및 LDH, CPK에 미치는 영향. 서강대학교 교육대학원. 미간행 석사학위논문.
- 김창규, 황수관(1988). 운동생리학. 서울 : 대한교과서.
- 김창규, 이성윤(1996). 전해질 음료 투여가 무산소 역치와 초대 산소 섭취량에 미치는 영향. 국민대학교 스포츠과학연구소, 15, 9-15.
- 김철우, 광이섭, 백영호(2012). 운동 후 스포츠음료 투여가 피로물질과 초과산소 섭취량에 미치는 효과 분석. 코칭능력개발지, 14(4), 134-141.
- 김화영, 조정호, 신말연, 김민정(2001). 발레전공 여대생의 탈수 및 수분섭취 형태가 심폐기능에 미치는 영향. 한국무용과학회지, 3, 1-8.
- 김희곤(2002). 고교축구 선수들의 트레드밀 운동부하시 이온음료 섭취가 심폐지구력 및 젖산 농도에 미치는 영향. 인제대학교 대학원. 미간행 석사학위논문.
- 문흥기(2004). 엘리트 유도선수들의 운동영양 보조물 섭취형태와 실태. 용인대학교 체육과학대학원. 미간행 석사학위논문.
- 박관균(1990). 전해질음료와 자양강장제 투여가 운동후 젖산 생성 및 회복율에 미치는 영향. 서울대학교 대학원. 미간행 석사학위논문.
- 박상용(1995). 스포츠음료 섭취가 최대 운동 후 젖산 및 심박수 변화에 미치는

- 영향. 한국체육학회지, 34(1), 182-191.
- 박수진, 김지현, 하수민, 김정숙, 김도연(2017). 음악템포가 조정선수의 로잉 에르고미터 2,000m 수행 후 회복기 심박수, 카테콜라민 및 코티졸에 미치는 영향. 한국여성체육학회지, 31(4), 187-200.
- 박성혜, 곽준수, 박성진, 한종현(2004). 인진쑈 추출물을 함유한 음료가 대학 운동선수의 피로회복 물질과 심박수 및 혈청지질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 33(5), 839-846.
- 박은희(2001). 태권도 선수의 경기 후 Cold water immersion이 중추신경계 피로와 스트레스호르몬 및 근 손상, 항산화효소에 미치는 효과. 성신여자대학교 대학원. 박사학위논문.
- 박은희, 양윤권(2018). 태권도 선수의 하지부분 냉처치가 중추신경계 피로와 근 손상에 미치는 효과. 국기원태권도연구, 9(4), 223-237.
- 박익렬(2004). 체중감량이 태권도선수의 유·무산소성 운동능력, 면역 반응, 호르몬 농도 변화에 미치는 영향. 서울대학교 대학원. 미간행 박사학위논문.
- 박정우(2009). 태권도 경기력 향상을 위한 훈련프로그램 모형 개발. 한국체육대학교 사회체육대학원. 미간행 석사학위논문.
- 변기범(1996). 최대하운동후 고온침수욕과 사우나가 피로회복에 미치는 영향. 서울대학교 대학원. 미간행 석사학위논문.
- 백일영(2006). 운동과 에너지 대사. 서울 : 대한미디어.
- 송춘섭(2002). 고온 환경에서 운동시 수분섭취가 젖산, 심박수 및 고막온에 미치는 영향. 전주대학교 대학원. 미간행 석사학위논문.

- 신경아, 권대근, 송영주(2007). 상황버섯 추출음료 복용이 20대 남성의 운동능력 및 근피로, 혈액성분변화에 미치는 영향. 한국운동영양학회, 11(2) 117-122.
- 신용철, 김태운, 이상열, 변시명(1991). Posters ; 효소 및 생리활성 물질 ; 토양에서 분리한 *Bacillus sp.* 로부터 두가지 알칼리성 아밀라제의 순수분리와 그 특성. 한국미생물생명공학회, 1991(1), 378-378.
- 안승우, 윤국진, 우상구(2011). 운동선수, 정상인, 그리고 비만인의 인슐린 저항성 지표 및 resistin의 비교분석. 한국운동재활학회, 7(3), 121-131.
- 안용규(2006). 정부의 교육정책과 태권도의 위기 극복. 한국체육철학회, 14(3), 72-82.
- 양윤권, 박은희(2016). 냉·온 처치가 태권도 선수의 혈중피로요인에 미치는 효과. 한국체육과학회지, 25(4), 1053-1061.
- 양현석(2006). 한국 태권도시범 변천사. 체육사학회지, 17(1), 145-159.
- 육정석(1999). 여유심박수 85% 에서의 신체 작업능력. 운동과학, 8(1), 73-82.
- 유덕수, 정원상, 이만균(2014). 태권도 경기 간 회복방법과 글루코스 섭취가 혈중 젖산농도와 피로관련 혈액변인에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 23(5), 1363-1374.
- 윤공화(1999). 스포츠사회학 : 무도 특성에 따른 인성의 변화에 관한 연구. 한국체육학회지, 38(2), 182-199.
- 윤성원(2010). 스포츠 과학 : 운동효과 분석에 활용하는 젖산. 체육과학연구원, 111, 43-52.
- 위승두, 박호윤, 이재현(2000). 스포츠생리학 / Closed kinetic chain 운동과 open

- kinetic chain 운동시 근육활성도와 피로반응. 한국체육학회지, 39(3), 493-502.
- 이명천, 김기진, 김미혜, 박현, 이대택, 조정호, 차광석과 홍성찬(2003). 건강과 운동기능 향상을 위한 스포츠 영양학. 서울 : 라이프사이언스.
- 이선장, 김학렬, 김용영(2001) 성장기 남녀 과체중 아동들의 규칙적인 유산소성 트레이닝이 신체조성과 체력에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 9(2), 31-45.
- 이정은(2013). 지구성 운동전 음료섭취형태에 따른 심부담도, 혈중 젖산 및 혈당 농도에 미치는 영향. 우석대학교 교육대학원. 미간행 석사학위논문.
- 이태현(2005). 민속씨름 선수들의 체급별 유·무산소성 운동능력과 최대운동 후 회복기 산화적 스트레스 차이에 관한 연구. 용인대학교 대학원. 미간행 박사학위논문.
- 임기원, 최성근(1997). 스포츠 영양 생리학. 서울 : 대경.
- 임인수(2006). 자연과학편 : 마라톤 경기에서 탈진선수의 전해질과 체액조절 호르몬 변화 분석. 한국체육학회지, 45(3), 489-499.
- 임일혁(2004). 태권도 미학의 구성원리에 관한 연구. 용인대학교 대학원. 미간행 박사학위논문.
- 장권(2010). 한국 태권도 경기사 연구. 우석대학교 대학원. 미간행 박사학위논문.
- 조현철, 김의영(1992). 구연산 섭취가 운동 후 회복에 미치는 영향. 운동과학회지, 2(1), 17-29.
- 정찬모, 권형수, 전만중(2000). 경기규정 변천사를 통해 본 태권도 경기규정의 개

- 선 방안. 체육사학회지, 6, 27-41.
- 진영수(2004). 스포츠건강의학 : 운동과 수분섭취. 스포츠과학, 88, 83-88.
- 진영수, 김명화, 김재훈, 김용권, 이혁중, 한구석(1996). 운동에 따른 제2형 당뇨병 환자의 글루코스와 인슐린 반응. 대한스포츠의학회지, 14(2), 338-344.
- 진화은(1999). 운동시 근육근동원 형태에 따른 혈중 피로요소의 변화에 관한 연구. 연세대학교 대학원. 석사학위논문.
- 최건우(1992). 매실농축액 복용이 유산소 지구력, 운동 후 유산 회복률에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 31(2), 327-333.
- 최병광(2017). BCAA 투여가 국가대표 경보선수의 경기력과 젖산회복에 미치는 영향. 수원대학교 대학원. 미간행 석사학위논문.
- 최영렬, 선우섭(1990). 자연과학편 : 태권도선수(跆拳道先手)의 급속감량(急速減量)이 호흡순환계(呼吸循環系) 기능(機能)에 미치는 영향(影響)에 관(關)한 연구(研究). 한국체육학회지, 29(2), 349-366.
- 최종호(2010). 검도수련자의 운동 전 이온음료 섭취가 무기질 및 근 활성 효소 변화에 미치는 영향. 용인대학교 대학원. 미간행 석사학위논문.
- 최재현, 김종원, 김수진(2005). 고강도 달리기 훈련 후 피로회복방법에 따른 피로 물질의 비교 분석. 한국사회체육학회지, 23, 411-420.
- 한동엽(2002). 최대운동 후 정리운동 프로그램이 젖산 회복율 및 근력에 미치는 영향. 충남대학교 대학원. 미간행 석사학위논문.
- 한겨레, 전정우(2014). 관람자가 인지하는 태권도 개인·단체경기에 따른 종목이미지와 관람요인의 차이에 관한 연구. 세계태권도문화학회지, 9, 55-74.

- Barnett, A. (2006). Using recovery modalities between training sessions in elite athletes. *Sports medicine*, 36(9), 781-796.
- Brody, G. M. (1994). Hyperthermia and hypothermia in the elderly. *Clinics in geriatric medicine*, 10(1), 213-229.
- Brillon, D., Nabil, N., & Jacobs, L. S. (1986). Cholinergic but not serotonergic mediation of exercise-induced growth hormone secretion. *Endocrine research*, 12(2), 137-146.
- Capener, S. D. (2005). The modern significance of Taekwondo as sport and martial art: Overcoming cultural and historical limitations in traditional thinking. (30), 321-354.
- Clark, G. T., & Carter, M. C. (1985). Electromyographic study of human jaw-closing muscle endurance, fatigue and recovery at various isometric force levels. *Archives of Oral Biology*, 30(7), 563-569.
- Costill, D. L., & Saltin, B. (1974). Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *Journal of Applied Physiology*, 37(5), 679-683.
- Coso, J. D., Estevez, E., Baquero, R. A., & Mora-Rodriguez, R. (2008). Anaerobic performance when rehydrating with water or commercially available sports drinks during prolonged exercise in the heat. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(2), 290-298.
- Faulkner, J. A., Brooks, S. V., & Opitck, J. A. (1993). Injury to skeletal muscle fibers during contractions: conditions of occurrence and prevention. *Physical therapy*, 73(12), 911-921.

- Fridén, J., Seger, J., & Ekblom, B. (1988). Sublethal muscle fibre injuries after high-tension anaerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology and occupational physiology*, 57(3), 360-368.
- Gibson, H., & Edwards, R. H. T. (1985). Muscular exercise and fatigue. *Sports medicine*, 2(2), 120-132.
- Guezennec, C. Y., Giaoui, M., Voignier, J. P., Legrand, H., & Fournier, E. (1986). Evolution des taux plasmatiques des LDH (lactico-déshydrogénase), CPK (créatine phosphokinase) et de la myoglobine à l'issue d'une course de 100 km et d'un triathlon. *Science & Sports*, 1(3), 255-263.
- Jorfeldt, L. E. N. N. A. R. T., Juhlin-Dannfelt, A. N. D. E. R. S., & Karlsson, J. (1978). Lactate release in relation to tissue lactate in human skeletal muscle during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 44(3), 350-352.
- Luo, J., Rizkalla, S. W., Lerer-Metzger, M., Boillot, J., Ardeleanu, A., Bruzzo, F., ... & Slama, G. (1995). A fructose-rich diet decreases insulin-stimulated glucose incorporation into lipids but not glucose transport in adipocytes of normal and diabetic rats. *The Journal of nutrition*, 125(2), 164-171.
- Mahon, A. D., Duncan, G. E., Howe, C. A., & Del Corral, P. E. D. R. O. (1997). Blood lactate and perceived exertion relative to ventilatory threshold: boys versus men. *Medicine and science in sports and exercise*, 29, 1332-1337.
- McARDLE, A. N. N. E., & Jackson, M. J. (2000). Exercise, oxidative stress and

- ageing. *Journal of anatomy*, 197(4), 539-541.
- Miller, P. C., Bailey, S. P., Barnes, M. E., Derr, S. J., & Hall, E. E. (2004). The effects of protease supplementation on skeletal muscle function and DOMS following downhill running. *Journal of sports sciences*, 22(4), 365-372.
- Mutch, B. J., & Banister, E. W. (1983). Ammonia metabolism in exercise and fatigue: a review. *Medicine and science in sports and exercise*, 15(1), 41-50.
- Nadel, E. R., Fortney, S., & Wenger, C. B. (1980). Effect of hydration state of circulatory and thermal regulations. *Journal of Applied Physiology*, 49(4), 715-721.
- O'Reilly, K. P., Warhol, M. J., Fielding, R. A., Frontera, W. R., Meredith, C. N., & Evans, W. J. (1987). Eccentric exercise-induced muscle damage impairs muscle glycogen repletion. *Journal of Applied Physiology*, 63(1), 252-256.
- Peters, E. M. (2003). Nutritional aspects in ultra-endurance exercise. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 6(4), 427-434.
- Pollock, M. L., Foster, C., Rod, J. L., & Wible, G. (1982). Comparison of methods for determining exercise training intensity for cardiac patients and healthy adults. *Adv Cardiol*, 31(2), 129-133.
- Sawka, M. N., & Coyle, E. F. (1999). Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. *Exercise and sport sciences reviews*, 27, 167-218.
- Siana, J. E., Borum, P., & Kryger, H. (1986). Injuries in taekwondo. *British*

- journal of sports medicine, 20(4), 165-166.
- Shirreffs, S. M., Taylor, A. J., Leiper, J. B., & Maughan, R. J. (1996). Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(10), 1260.
- Skillen, R. A., Testa, M., Applegate, E. A., Heiden, E. A., Fascetti, A. J., & Casazza, G. A. (2008). Effects of an amino acid - carbohydrate drink on exercise performance after consecutive-day exercise bouts. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 18(5), 473-492.
- Wan, J. J., Qin, Z., Wang, P. Y., Sun, Y., & Liu, X. (2017). Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & molecular medicine*, 49(10), e384-e384.
- WEI, Y. H., LU, C. Y., LEE, H. C., PANG, C. Y., & MA, Y. S. (1998). Oxidative Damage and Mutation to Mitochondrial DNA and Age dependent Decline of Mitochondrial Respiratory Function a. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 854(1), 155-170.
- Wemple, R. D., Morocco, T. S., & Mack, G. W. (1997). Influence of sodium replacement on fluid ingestion following exercise-induced dehydration. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 7(2), 104-116.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L. (1999). Physiology of Sport and Exercise. *Journal of Athletic Training*, 34(3),298-299.

<http://www.acsm.org>

<http://www.worldtaekwondo.org>

van Hall, G. (2010). Lactate kinetics in human tissues at rest and during exercise. *Acta physiologica*, 199(4), 499-508.

ABSTRACT

The Effect of Ion Drink Intake on Fatigue Substances and Muscle

LEE Eun-Woo

Dept. of Physical Education

(Exercise Physiology)

Graduate school of

SungShin Women's University

This study is to investigate the effects on fatigue substances (lactic acid, cortisol) and muscle damage substances (CK, LDH) in 12 female Taekwondo athletes of high school by having them ingest ionic drinks before and after Taekwondo competition.

1. The intake of ion drink before the Taekwondo competition did not effect the athlete's heart rate chang.
2. Intake of ionic drinks before and after Taekwondo competitions did not reduce the concentration of cortisol, that os a fatigue substance, however showed a result of rapidly decreasing the concentration of lactic acid.
3. In take of ion drinks before and after Taekwondo competitions did not decrease the concentration of CK, that is a muscle damage substance, however it had a positive effect on the decrease of LDH concentration.

In conclusion, the intake of ionic drinks before and after the competition was effective in reducing fatigue substances and partially contributing to the reduction of muscle damage substance, and this contributes to the homeostasis of the body by preventing insufficient water loss during the game.

In addition, it is expected to improve exercise performance by preventing dehydration caused by intense exercise. Therefore, it is considered that additional basic data are required in order to improve the athletes performance in the field by selecting the drink most preferred by athletes and expanding the target.