

단거리 육상선수들의 고강도 훈련 시 카페인을 도포한 기능성 테이핑이 피로물질에 미치는 영향

김상엽
성결대학교 체육교육학과

The Effect of Using the Functional Taping Applied Caffeine on Fatigue Substance during High-Intensity Training in Sprint Runners

Sang-Yeob Kim

Dept. of Physical Education, Sung Kyul University

요약 본 연구는 카페인을 도포한 기능성 테이핑 유무에 따른 고강도 훈련 시 피로물질 향상에 미치는 영향을 알아봄으로써 운동 수행시의 피로 및 경기 수행력 향상을 위한 수단으로서 카페인을 도포한 기능성 테이핑 효과에 대한 기초 자료를 제공하고자 남자 대학생 육상 단거리 선수 10명을 대상으로, 피로물질인 젖산, 혈중젖산탈수소효소(LDH), 무기인산의 3가지 혈중 성분을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹이 고강도 훈련그룹에 비해 젖산은 훈련 직후에 낮은 증가율을 보였다. 둘째, 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹이 고강도 훈련그룹에 비해 혈중젖산탈수소효소(LDH)는 훈련 직후에 낮은 증가율을 보였다. 셋째, 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹이 고강도 훈련그룹에 비해 무기인산은 훈련 직후에 낮은 증가율을 보였다. 이상의 결과와 같이 육상단거리 선수들에게 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹과 고강도훈련이 피로물질인 젖산, 혈중젖산탈수소효소(LDH), 무기인산에 긍정적인 방향으로 변화시킬 수 있는 방법이라는 것을 확인할 수 있었다.

주제어 : 고강도 훈련, 카페인을 도포한 기능성 테이핑, 단거리 육상선수, 피로물질

Abstract The purpose of this study was to suggest the basic information about functional taping applied caffeine which is to improve the fatigue and athletic performance during exercise by examining the effects of the functional taping applied caffeine on fatigue substance during high-intensity training. 10 male university students who are sprint runners were participated for this study and blood lipid components such as lactic acid, LDH, and phosphorous were analyzed. First, a group who used the functional taping applied caffeine showed lower rate of increase in lactic acid than other group who didn't use taping and also lactic acid showed lower rate of increase after the training than before the training. Second, a group who used the functional taping applied caffeine showed lower rate of increase in LDH than other group who didn't use taping and LDH also showed lower rate of increase after the training than before the training. Third, a group who used the functional taping applied caffeine showed lower rate of increase in phosphorous than other group who didn't use taping and phosphorous also showed lower rate of increase after the training than before the training. With this results, a group who used functional taping applied caffeine and perform high-intensity training can be a method which it can change the lactic acid, LDH, and phosphorous in positive way to sprint runners.

Key Words : Applied caffeine, Fatigue substance, Functional taping, High-intensity training, Sprint runners.

Received 15 March 2014, Revised 20 April 2014

Accepted 20 May 2014

Corresponding Author: Sang-Yeob Kim (Sung Kyul University)

Email:100sprinter@hanmail.net

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

1. 서론

1.1 연구의 필요성

일반인들과 다르게 육상을 전문적으로 하는 운동선수들은 건강 유지차원의 운동이 아닌 경기력 향상을 위해 자기 자신과의 치열한 싸움을 하고 있다. 다른 스포츠 종목선수들과 마찬가지로 육상에서도 경기력은 지도자나 선수에게 있어 최대의 관심사이며 누구나 정상의 경기력을 갖기를 원한다. 경기력 향상을 위해서는 육상과 관련된 체력이나 각종 운동기술 등과 같은 신체적인 기능과 전술, 전략 등을 선수와 지도자는 계획하고 훈련 한다[1].

단거리 달리기 폭이 1.22m인 주로를 따라 결승 지점까지의 속도를 겨루는 경기로서 최고의 질주 속도를 유지하기 위해서는 선천적인 소질과 정확한 페이스, 올바른 자세가 효율적으로 수행되어야 한다. 달리기 운동은 힘의 합성에 의하여 일어나는데 단거리 달리의 주된 목적은 규정된 짧은 거리 100m-400m를 최단 시간에 달리는 데 있다.

단거리 달리의 특성으로는 첫째, 가장 격렬한 운동으로 많은 에너지를 필요로 하며, 필히 전력 질주에서는 아주 짧은 시간동안 많은 에너지가 소모된다. 둘째, 많은 에너지 소모로 인하여 산소가 필요하게 되며 이를 극복하기 위해서는 뛰어난 산소 부채 능력이 요구된다. 셋째, 달릴 때 좌·우 다리를 교대로 지면에 반복해서 옮겨야 하는 회전 주기가 빠른 순환운동이다. 넷째, 아주 미세한 기록으로 승부가 가려지는 종목으로 세심한 집중이 요구된다는 심리적인 특성을 갖고 있다[2].

최근 운동선수들이 경기력 및 운동능력 향상을 위해서 보조물들을 사용하고 있으며 그 중 많은 엘리트 선수들과 아마추어 선수들이 운동 기능 보조물로써 카페인을 사용하고 있다[3].

카페인에 스포츠 생리학자, 현장 지도자, 그리고 운동선수들에게 관심을 받는 데에는 지구성 운동능력의 향상에 효과적인 동시에[4,5,6,7,8], 더 이상 국제올림픽 위원회(International Olympic Committee)에서 규정한 금지약물이 아니기 때문이다[9].

카페인에 세계에서 가장 널리 소모하고 있는 약품 중의 하나이며[10], 적정량을 복용한다면 수행능력을 향상시키고, 졸음과 피로를 경감시키며, 각성이 증가되어 신체 반응 시간을 감소시킬 뿐만 아니라 기계적인 에너지

효율도 향상시킨다[11,12]. 반면 카페인을 과량(15mg/kg) 복용하는 것은 신경과민, 불면증, 떨림 등의 부작용을 초래할 수 있다.

일찍이 선수의 신체를 보호하고, 운동 기능을 향상시키기 위해 여러 가지 장비 및 보조물을 적용하여 스포츠의 과학적 접근을 뒷받침해 오고 있다. 테이핑(taping)은 약 20여년 전 일본에서 시작된 것으로 신체의 각 관절부위에 테이프를 감거나 붙여 근육의 신전과 수축을 원활하게 하여 근관절 운동을 돕는 치료방법으로 알려져 있다[13]. 특히, 신체의 근육과 관절의 가동 영역을 고려하지 않고 인체의 움직임을 제어하는 역할을 했던 비신축성 테이프(tape)의 소재와는 달리 최근 근육의 신장과 수축력 그리고 관절의 신전(extension)과 굴곡(flexion)을 고려한 신축성 테이프(tape)가 개발되면서 테이핑(taping)의 효과는 다양해 졌다.

현재 테이핑(taping) 요법은 전문적인 운동선수들에게는 운동능력을 발휘하고 통증완화, 관절보호와 근육부상 예방에 효과를 가져 오며 특별히 우려할만한 부작용 없이 손쉽게 적용할 수 있다는 장점 때문에 일반인들에게는 급성 또는 만성 근·관절계통의 통증 치료법으로 간주되고 있다[14,15,16]. 테이핑(taping)의 효과는 여러 가지가 있겠지만, 스포츠 과학의 입장에서 볼 때, 아무리 훈련에 의해 단련된 신체라고 해도 격렬한 경기 후에는 떨어진 체력을 이기지 못함에 따라 나타나는 연부조직의 상해를 예방할 수 있을 뿐 아니라 특정한 부위의 근관절 기능을 향상시켜 경기력을 향상시킬 수 있다는 이점을 가지고 있어 스포츠 현장에서의 활용도는 점점 높아가고 있으며[17], 이에 본 연구자는 수용성인 카페인과 유기점착제가 원료인 기능성테이프에 용해되는 촉매물질(이소시아네이트)을 이용하여 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 개발하였으며 발명특허를 취득하였다[18].

카페인을 도포한 기능성 테이핑에 대한 선행연구는 [19,20,21]의 연구가 이루어지고 있으나 이와 관련된 연구는 비만효과, 근력 및 통증과 질환자와 중년여성 등을 대상으로 하고 있으며, 선수의 경기력 향상을 위해 실제로 응용할 수 있는 자료나 지침은 극히 미흡한 상태라고 할 수 있다.

이렇듯 많은 연구자와 지도자들은 신체에 무리를 주지 않으면서도 운동 경기력 향상을 위한 컨디션을 갖추기 위해 과학적인 트레이닝 방법뿐만 아니라 수동적 방

법인 스포츠 마사지, 보조물을 이용하는 테이핑 등을 활용하고 있으나, 그 효과에 대해 여러 방면으로 입증하려는 시도가 다각적으로 이루어지고 있음에도 불구하고, 그 결과는 아직 정확한 이론적 근거가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 육상 단거리 선수를 대상으로 고강도 훈련 단계인 300m 이상 달리기 훈련 시 카페인을 도포한 기능성 테이프를 이용하여 대퇴 앞, 뒤 테이핑(taping)을 적용하여 무산소역치 단계에 달리기 훈련 중 피로물질인 젖산, 젖산탈수소효소(LDH), 무기인산(Phosphorus)을 측정해 봄으로써 카페인을 도포한 기능성 테이핑의 효과를 입증하고 운동 수행시의 운동기능 보조물로서의 피로 및 경기 수행력 향상을 위한 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

2. 연구의 방법

2.1 연구대상

본 연구의 피험자는 S대학교 육상 단거리 선수를 대상으로 운동경력이 5년 이상의 선수 10명을 대상으로 피험자의 체격과 운동능력을 고려하여 카페인 테이핑 도포에 따라 2가지 실험그룹으로 무작위로 선정(random sampling)하였으며, 연구대상자는 동일한 내용의 훈련계획에 참여하고 있으며 실험 참가 전 최근 1개월 이내에 약물이나 보약 등의 섭취 경험이 없고 의학적 검진 상 이상이 없는 육상 선수들을 선정하였으며 연구대상자의 신체적 특징은 <Table 1>과 같다.

2.2 운동방법 및 혈액채취방법

2.2.1 기본검사

모든 피험자는 기본 검사로 본 실험 하루 전 신장, 체중, 체지방률을 측정 하였다. 신장과 체중은 자동신체계측기(Fanics FE810)로 측정하였고 체지방률은 전기저항법에 의해서 측정되는 체성분분석기(Inbody 520)를 이용하여 측정 하였다. 정확한 체중과 체지방률 측정을 위하여 측정 2시간 전부터 음료나 음식물을 섭취를 제한하였다.

<Table 1> Physical characteristics of the subjects

Categories	Taping applied Group (n=10)
Age(yrs)	20.33±1.21
Height(cm)	176.20±5.76
Weight(kg)	69.08±5.01
BMI(kg/m ²)	22.26±1.53
Body fat rate(%)	10.90±1.82
Body fat(kg)	7.56±1.96
Exercise career(yr)	11.60±1.14

M±SD(Mean±Standard Deviation)

2.2.2 단거리 육상훈련 프로그램

본 실험은 2011년 10월 제92회 전국체육대회 준비 과정 중 대회 4주 전에 대학 육상 단거리선수 10명을 대상으로 실시하였으며 총 2회[카페인을 도포한 기능성 테이프 부착(1차), 테이프 부착 없이(2차) 고강도 훈련 시]로 나누어서 일주일간격으로 고강도 훈련인 300m 전력 달리를 횡 수당 간격 15분의 회복기를 두고 총 4회 진행하였다.

<Table 2> Sprint running training program (m: Minute)

Division	training program
Warming up	Jogging 20m, Stretching 20m, Basic supporting training 20m
Main Exercise	300m (90%) × 4times (per times 15m Rest)
Cool down	Jogging 10m, Stretching

2.2.3 혈액채취방법

혈액 채취는 전문 임상 병리사에 의해 22 gage needle 을 이용하여 전완정맥(antecubital vein)에서 채취하였으며, 훈련 전 안정 시(Rest), 훈련 직후(After Race)시점으로 총 2회 실시 하였다. 모든 피험자는 안정 시 채혈을 위하여 채혈 하루 전부터 과도한 신체활동을 피하고 저녁 식사 이후 12시간 이상 공복 상태를 유지 하였다. 훈련 직후 및 회복시의 채혈은 임상병리사가 대기하여 피험자가 의자에 앉은 상태에서 실시하였다. 모든 피험자는 일주일 전부터 카페인과 기타약물 복용을 금지하였다.

2.3 카페인 테이핑

2.3.1 카페인을 도포한 기능성 테이핑 부착방법

실험에 사용된 카페인을 도포한 기능성 테이프는 폭 7.5cm를 사용하여, 훈련 1시간 전 테이핑 방법[22]에

<Table 3> 300m permission record per playe
(s: second)

Number	300m Highest record	97%	80%
1	36.3s	37.5	42.8
2	35.1s	36.3	41.4
3	34.4s	35.1	40.1
4	32.9s	34.0	38.8
5	34.1s	35.0	40.0
6	34.4s	38.8	40.8
7	35.1s	36.3	41.4
8	33.6s	34.4	39.3
9	33.8s	34.6	39.5
10	35.3s	36.3	41.4

따라 스포츠 테이핑 1급 자격증을 소지한 숙련자를 통해 피험자의 대퇴 및 하퇴 앞·뒤에 부착하였으며, 카페인을 도포한 기능성테이핑을 훈련 시작 1시간 전에 테이핑을 실시한 이유는 카페인의 피부침투 후 카페인 농도가 최고치에 이르는 시간이 1시간으로 나타났다는 것이 선행연구[23]에서 제시되어 본 연구에서도 1시간 전에 테이핑을 실시하였다.

2.3.2 카페인을 도포한 기능성 테이핑 재료, 제조 및 함량

본 연구의 재료는 이소시아네이트(isothiocyanate), 무수카페인이다. 카페인 테이핑 제조는 S사에서 실시하였다. 제조방법은 파우더 형태의 무수카페인을 미온수에 첨가 후 교반기(공업용 믹서기)를 사용하여 용해시킨 후 아크릴계 솔벤트 점착제에 무수카페인이 용해된 미온수를 첨가 후 교반기(공업용 믹서기)를 사용하여 혼합 하였다. 혼합 시 미온수의 물에 의하여 점착제의 성질변화를 막기 위하여 촉매제(이소시아네이트)를 첨가 하였다. 이때 이소시아네이트(isothiocyanate)의 양은 매우 극소량이며, 이후 콤팩트 코딩 방식을 사용하여 원단 면에 혼합점착제를 약 60마이크론을 도포 후 130도 건조, 지형 이형지와 합지 하였다. 완성된 롤 형식의 테이프를 숙성실(60도)에서 24시간 동안 숙성시켰다. 숙성 후 커팅기를 사용하여 원하는 폭 사이즈로 커팅 하였다. 단위 면적당 카페인 함량은 1m²안에 점착제 양이 60,000mg이며, 이중 60,000mg안에 순수카페인 양은 450mg이다. 또한, 카페인 함량이 1m²안에 450mg인 이유는 사전 실험결과 1m²에

450mg 이상의 카페인을 도포한 경우 점착제의 형질변화가 일어나므로 카페인 도포량을 450mg으로 제한하였다.

3. 자료처리

본 연구결과와 자료처리는 SPSS/WIN 17.0 program을 이용하여 전산처리한 후 자료 분석 목적에 따라 기술통계를 실시하였다. 또한, 단거리 육상선수들을 대상으로 [카페인을 도포한 기능성 테이프 부착(1차), 테이프 부착 없이(2차) 고강도 훈련 시]와 처치시기(운동전·운동직후)간에 따른 피로물질에 대한 유의성은 반복측정에 의한 이원변량분산분석(two-way ANOVA)을 실시하였다. 모든 통계치의 유의수준은 $\alpha=0.05$ 이었다.

4. 결 과

본 연구는 단거리 육상선수들을 대상으로 카페인을 도포한 기능성 테이핑 유·무에 따른 고강도 훈련 시 피로물질에 미치는 영향을 분석한 결과는 다음과 같다.

4.1 젖산

카페인을 도포한 기능성 테이핑 유·무에 따른 고강도 훈련 시 단거리 육상선수들의 젖산에 미치는 영향을 분석한 결과는 <Table 4>, <Table 5>와 같다. 젖산의 기술 통계량은 Group I에서는 안정 시 $12.42 \pm 3.87 \text{mg/dl}$ 에서 고강도 훈련 직후 $239.80 \pm 28.45 \text{mg/dl}$ 로 증가했으며, Group II에서도 안정 시 11.52 ± 2.11 에서 고강도 훈련 직후 $260.80 \pm 11.75 \text{mg/dl}$ 로 증가했다. 젖산의 변량분석 결과를 살펴보면 그룹에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 시기($F=2400.081$, $p=.001$), 시기와 그룹 간에 유의한 상호작용($F=5.066$, $p=.037$)이 있는 것으로 나타났다. 이는 카페인을 도포한 기능성 테이핑의 영향을 받는 것으로 판단된다.

4.2 혈중젖산탈수소효소

카페인을 도포한 기능성 테이핑 유·무에 따른 고강도 훈련 시 단거리 육상선수들의 혈중젖산탈수소효소에 미치는 영향을 분석한 결과는 <Table 4>, <Table 5>와

(Table 4) The result of fatigue substance between using and unused the functional taping applied caffeine during high intensity training. (M±SD)

Categories	Group	Group I	Group II
lactic acid (mg/dl)	Pre	12.42±3.87	11.52±2.11
	Post	239.80±28.45	260.80±11.75
LDH (μl)	Pre	307.20±33.06	330.10±49.46
	Post	392.20±19.80	469.20±49.72
phosphorous (mg/dl)	Pre	3.23±0.18	3.95±0.46
	Post	5.10±0.72	6.63±0.99

Group I: functional taping applied caffeine group + high intensity training

Group II: high intensity training

같다.

혈중젖산탈수소효소의 기술 통계량은 Group I에서는 안정 시 307.20±33.06μl에서 고강도 훈련 직후 392.20±19.80μl로 증가했으며, Group II에서도 안정 시 330.10±49.46μl에서 고강도 훈련 직후 469.20±49.72μl로 증가했다. 혈중젖산탈수소효소의 변량분석 결과를 살펴보면 그룹(F=9.818, p=.006)시기(F=189.856, p=.001), 시기와 그룹 간에 유의한 상호작용(F=11.065, p=.004)이 있는 것으로 나타났다. 이는 카페인을 도포한 기능성 테이핑의 영향을 받는 것으로 판단된다.

4.3 무기인산

카페인을 도포한 기능성 테이핑 유·무에 따른 고강도 훈련 시 단거리 육상선수들의 무기인산에 미치는 영향을 분석한 결과는 <Table 4>, <Table 5>와 같다. 무기인산의 기술 통계량은 Group I에서는 안정 시 307.20±33.06mg/dl에서 고강도 훈련 직후 392.20±19.80mg/dl로 증가했으며, Group II에서도 안정 시 330.10±49.46mg/dl에서 고강도 훈련 직후 469.20±49.72mg/dl로 증가했다. 무기인산의 변량분석 결과를 살펴보면 그룹(F=9.818, p=.006)시기 (F=189.856, p=.001), 시기와 그룹 간에 유의한 상호작용(F=11.065, p=.004)이 있는 것으로 나타났다. 이는 카페인을 도포한 기능성 테이핑의 영향을 받는 것으로 판단된다.

5. 논의

본 연구는 단거리 육상선수들을 대상으로 카페인을 도포한 기능성 테이핑+고강도 훈련그룹과 고강도 훈련

만 한 그룹으로 분류한 뒤 고강도 훈련 전·후의 피로물질 및 근 손상 지표물질변화를 분석하고 카페인을 도포한 기능성 테이핑의 효과를 알아보고 육상선수의 경기력과 훈련 등의 기초자료를 제공하기 위하여 결과를 바탕으로 논의를 하고자 한다.

5.1 젖산의 변화

과도한 신체의 사용에 따른 피로는 운동수행 능력의 일시적인 감소현상을 초래하여 근 수축 활동에 요구되는 힘과 파워를 발현하지 못하는 상태[24]가 되며 특히 활동근에서는 더 많은 혈액 내 젖산의 축적은 근피로 및 통증, 대사적 산증 등을 유발시켜 체내의 항상성(homeostasis) 유지에 역 기능적 요소로 작용하여 경기력을 저하시킨다 [22].

테이핑과 피로물질에 대한 연구를 살펴보면, [25]의 대학생 태권도 선수 20명으로 고강도 장시간 운동 후 테이핑이 근 피로를 중심으로 한 운동피로의 회복양상과 관련하여 젖산농도의 변화에서 테이핑의 효과는 일시적인 혈류 활성화에 의한 단시간의 운동피로회복에 도움을 주는 것으로 보고하였다. [26]의 운동 전, 후 키네시오 테이핑요법이 혈중 젖산농도변화에서 키네시오 테이핑 적용군이 통제군보다 혈중 젖산 농도가 낮게 나타났다는 결과와 본 연구의 결과가 유사한 것으로 판단된다. 또한, [27]의 테이핑 적용이 피로물질의 증가를 다소 억제시켰다고 보고하였으며, [28]의 신축성 테이핑 사용이 피로물질에 영향을 보임으로써 스포츠 경기력 향상에 영향을 미친다고 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 카페인을 도포한 기능성 테이핑 유·무에 따른 고강도 훈련 시 단거리 육상선수들의 고강도 훈련 전에 비해 훈련 직후에 젖산은 모두증가를

(Table 5) The result of the two-way ANOVA fatigue substance between using and unused the functional taping applied caffeine during high intensity training. (M±SD)

Categories		SS	df	MS	F	p
lactic acid (mg/dl)	Group	1010.025	1	1010.025	4.087	.058
	Error	4448.706	18	247.150		
	Time	568011.889	1	568011.889	2400.081	.001***
	Time*Group	1199.025	1	1199.025	5.066	.037*
	Error	4259.946	18	236.664		
LDH (μ l)	Group	24950.025	1	24950.025	9.818	.006**
	Error	45740.250	18	2541.125		
	Time	125552.025	1	125552.025	189.856	.001***
	Time*Group	7317.025	1	7317.025	11.065	.004**
	Error	11903.450	18	661.303		
phosphorous Categories	Group	12.656	1	12.656	22.604	.001***
	Error	10.078	18	.560		
	Time	51.756	1	51.756	159.837	.001***
	Time*Group	1.640	1	1.640	5.066	.037*
	Error	1.204	18	4.630		

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

보였으며 훈련군보다 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹이 젖산의 증가율이 낮게 나타났다. 이러한 결과로 볼 때, 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹이 고강도 훈련에서 혈중 젖산 축적을 저하시키는 효과가 있었다고 볼 수 있으며, 본 연구에서 실시한 카페인을 도포한 기능성 테이핑은 운동 보조물로서 긍정적인 역할을 한 것으로 생각된다. 이러한 이유로는 첫째 카페인을 도포한 기능성 테이핑이 지방의 에너지원 기여를 증진시켜 상대적으로 탄수화물 분해가 줄어들어 젖산의 축적을 감소시킨다는 것을 생각해 볼 수 있으며, 둘째는 빠르게 CP를 재합성함으로써 젖산의 축적을 저하시키는 가능성을 생각해 볼 수 있다 이는 카페인이 CP의 재합성 과정을 가속화시키고, 합성된 CP가 ATP를 재합성하는 과정에서 수소이온의 고정 효과를 가져와 체내의 산성화를 막고 회복 시 젖산과 같은 피로물질 제거에 긍정적인 역할을 한다고 보고한 연구와 일치되는 결과이다[29,30].

따라서 혈중 젖산농도는 카페인을 도포한 기능성 테이핑이 지방의 에너지원 기여를 증진시키고 빠르게 CP를 재합성시킴으로써 고강도 훈련 시 혈중 젖산농도를 저하시키는 효과가 있었다고 사료된다.

5.2 혈중젖산탈수소효소(LDH)의 변화

LDH는 근 활동 중 무산소해당계에 의해 ATP를 생산하는 필수 효소로써 무산소성 해당과정의 최종단계에서

피루브산(pyruvic acid)을 이용하여 당질의 이화 및 동화 작용의 평형을 이루는 역할을 하며, 해당작용에서 젖산(lactic acid)과 피루브산(pyruvic acid) 사이의 반응을 촉매 하는 효소로서 주로 적혈구와 근육 세포내에 존재한다. 평상 시 혈중의 LDH의 활성은 매우 낮으나, 고강도 운동으로 인해 근육 세포가 손상을 입으면 LDH가 세포 밖으로 방출되어 혈중에서 LDH의 활성이 높게 나타나므로 LDH 활성 정도에 따라 근육의 부상정도를 대변해주는 인자로서 이용되고 있다[31].

테이핑과 LDH의 선행연구를 살펴보면, [32]은 남자대학생을 대상으로 키네시오 테이핑 적용에 따른 근력테스트를 실시한 결과 LDH의 감소를 보였으나 유의한 차이는 나타나지 않았다고 보고하였으며, [33]은 남학생을 대상으로 키네시오 테이핑을 적용하여 등속성 운동기기를 이용한 근 피로 유발을 시킨 결과 LDH의 회복속도에 도움을 주지 않는다고 보고하였다.

하지만 본 연구에서는 선행연구와 상반된 연구 결과를 나타냈다. 이러한 원인은 카페인을 도포한 기능성 테이핑이 근육과 관절에 무리가 없는 지지로 인한 근 손상을 줄여주고, 피험자들의 심리적인 부분 등이 복합적으로 작용한 것으로 생각되어지며, 본 연구에서 실시한 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹이 고강도 훈련 시 혈중젖산탈수소효소의 증가율이 낮게 나타난 것으로 보아 근육조직의 손상을 예방할 수 있다고 사료된다. 하지만 운동직후의 효소 활성화 차이는 연구대상, 체

혈시기, 운동종목, 운동형태, 운동 강도, 운동시간, 운동전 회복수준이 효소 활성화에 영향을 주기 때문에 다양한 연구를 통해서 카페인 함량과 운동 강도별, 운동기간, 운동방법 등을 달리한 연구가 다각적으로 이루어져야 할 필요가 있다고 사료된다.

5.3 무기인산의 변화

피로를 유발시키는 무기인산 축적의 역할은 곤충의 날개근육의 움직임에서 처음으로 발견 되었다. 강한 강도의 운동 시 빠른 PC가수분해는 무기인산의 축적을 가져오게 되는데, 이것은 근육의 자극과 수축을 직접적으로 제한하는 것을 보여준다. 무기인산은 독성이 있고, 연소되기 쉬우며, 뼈와 치아에 단단함을 주는 칼슘과 결합된 형태의 화합물인 하이드록시아파타이트(hydroxyapatite; 뼈와 치아 기질 중에 존재하여 그 구조를 견고하게 해주는 작용)와 칼슘 인의 중요한 기능 이외에 인은 고 에너지 화합물 ATP와 PC의 필수적인 구성성분이다. ATP는 생물학적인 모든 형태에 있어 에너지 공급에 중요한 역할을 한다.

강한 강도의 운동 시 빠른 PC가수분해는 무기인산의 축적을 가져오게 되는데, 이것은 근육의 자극과 수축을 직접적으로 제한하는 것을 보여준다. 증가된 무기인산염은 마이오신(myosin)과 액틴(actin)의 친화력을 높이는 단계에서 ATP가 가수분해되면서 방출되는 것으로 볼 수 있는데, 이 단계는 근육의 힘 생성을 위한 십자형교(cross-bridge)전환 과정에서 가장 중요한 부분이라고 할 수 있다[34,35]. 그러나 무기인산염의 증가는 강력히 결합되는 십자형교(cross-bridge)의 비율이 감소되고 약하게 결합된 상태가 증가하기 때문에 힘 생성의 저하를 가져오게 된다. 또한, 장력 발생 시 칼슘에 대한 민감성을 감소시켜 같은 힘 생성을 위해 더 많은 칼슘이 요구된다. 그리고 증가된 무기인산염은 ATPase에 촉매 역할부에 결합되어 ATPase의 촉매 역할을 저해한다. 더구나 강한 운동 시 수소이온의 축적은 산성 형태의 무기인산염으로 형성되기 때문에 힘의 감소가 일어나게 된다.

한 연구에 따르면, 증가된 무기인산(Pi)이 SR Ca^{2+} 조절에 작용하여 피로발전에 영향을 줄 수 있다고 하였다 [36]. 즉, 축적된 무기인산 농도가 증가되어 근형질세망 기능의 변화를 초래하여 Ca^{2+} 이 근형질세망으로부터 방출되지 못하고 결국 근수축에 지장을 받게 된다. 또한, 증가된 무기인산 농도는 cross-bridge force와

myofilaments의 Ca^{2+} 민감성을 감소시키고 조기에 힘생성을 떨어뜨릴 수도 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 카페인을 도포한 기능성 테이핑 유·무에 따른 고강도 훈련 시 단거리 육상선수들의 고강도 훈련 전에 비해 무기인산이 훈련 직후에 모두 증가를 보였으며 훈련군보다 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹이 무기인산의 증가율이 낮게 나타났다. 이러한 결과로 볼 때, 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹이 고강도 훈련에서 무기인산의 축적을 저하시키는 효과가 있었다고 볼 수 있으며, 본 연구에서 실시한 카페인을 도포한 기능성 테이핑은 운동 보조물로서 피로 및 경기력 향상에 긍정적인 역할을 한 것으로 생각된다.

6. 결론

본 연구는 카페인을 도포한 기능성 테이핑 유·무에 따른 고강도 훈련 시 피로물질에 미치는 영향을 알아봄으로써 운동 수행시의 피로 및 경기 수행력 향상을 위한 수단으로서의 카페인을 도포한 기능성 테이핑에 대한 기초 자료를 제공하는데 있으며, 남자 대학생 육상 단거리 선수 10명을 대상으로, 피로물질인 젖산, 혈중젖산탈수소효소(LDH), 무기인산의 3가지 혈중 성분을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹이 고강도 훈련그룹에 비해 젖산은 훈련 직후에 낮은 증가율을 보였다.

둘째, 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹이 고강도 훈련그룹에 비해 혈중젖산탈수소효소(LDH)는 훈련 직후에 낮은 증가율을 보였다.

셋째, 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹이 고강도 훈련그룹에 비해 무기인산은 훈련 직후에 낮은 증가율을 보였다.

이상의 결과와 같이 육상단거리 선수들에게 카페인을 도포한 기능성 테이핑을 적용한 그룹과 고강도훈련이 피로물질인 젖산, 혈중젖산탈수소효소(LDH), 무기인산에 긍정적인 방향으로 변화시킬 수 있는 방법이라는 것을 확인할 수 있었다.

또한, 카페인을 도포한 기능성 테이핑이 육상단거리 선

수들에게 피로물질을 완화시킬 수 있는 예방적인 차원에서 긍정적인 효과가 나타난 것으로 사료되며 향후 카페인을 도포한 기능성 테이핑과 다양한 운동프로그램을 실시하여 그에 따른 변화를 측정해 볼 필요가 있다고 사료되며 카페인을 도포한 기능성 테이핑과 다양한 운동강도, 운동 방법 등을 실시하였을 때 어떠한 영향을 미치는 가는 추후에 더 많은 연구가 진행되어야 할 과제라 하겠다.

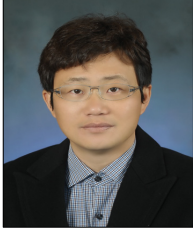
REFERENCES

- [1] Lee Min Bum. A study of the sports injuries and the treatment related to the events of track athletes. Graduate School of Korea National Sport University academic thesis, 2002.
- [2] Jang Young Sub. The relationships between the height of the hip joint and kinematic variables during starting motion in sprint. Graduate School of Korea National Sport University academic thesis, 1999.
- [3] Magkos, F., & Kavouras, S. A. Caffeine use in sports, pharmacokinetics in man, and cellular mechanisms of action. *Critical reviews in food science and nutrition*, Vol, 45, pp. 535-562, 2005.
- [4] Costill, D. L., Dalsky, G. P., & Fink, W. J. Effect of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Medicine and science in sports*, Vol. 10, pp. 155-158, 1978.
- [5] Denadai B. S., & Denadai, M. L.. Effects of caffeine on time to exhaustion in exercise performed below and above the anaerobic threshold. *Brazilian journal of medical and biological research*, Vol. 31, No. 4, pp. 581-585, 1998.
- [6] Bruce, C. R., Naderson, M. E., Fraser, S. F., Stepto, N. K., Klein, R., Hopkins, W. G., & Hawley, J. A. Enhancement of 2000-m rowing performance after caffeine ingestion. *Medicine and science in sports and exercise*, Vol. 32, No. 11, pp. 1958-1963, 2000.
- [7] Kruisselbrink, D., Rosendahl, B., Phillips, W. L., Strokan K. E., & Murphy, R. L. Effects of caffeine and lorazepam on the performance of female soccer players. *Medicine and science in sports and exercise*, Vol.37, No. 5, pp. 179, 2005.
- [8] Moh, H. M., Terry, J. H., Jared, W. C., Travis, W. B., Richard, J. S., Dona, J. H., & Glen, O. J. Effects of eight weeks of caffeine supplementation and endurance training on aerobic fitness and body composition. *Journal of strength and conditioning research*, Vol. 20, No. 4, pp. 751-755, 2006.
- [9] Armstrong, L. E., Casa, D. J., Maresh, C. M., & Ganio, M. S. Caffeine, fluid-electrolyte balance, temperature regulation, and exercise-heat tolerance. *Exercise and sport sciences reviews*, Vol. 35, No. 3, pp. 135-140, 2007.
- [10] Somani, S.M., and Gupta, P. Caffeine: A new look at an age-old drug. *Int. J. Clin. Pharm. Ther. Toxicol.* Vol. 26, pp. 521-533, 1998.
- [11] Curatolo, P. W., and Robertson, D. The health consequences of caffeine. *Ann. Intern. Med.* Vol. 98, pp. 641-553, 1983.
- [12] Powers, S. K., Dodd, S., Woodyard, J., and Mangum, M. Caffeine alters ventilatory and exchange kinetics during exercise. *Med. Sci. Sports Exercise*. No. 18, pp. 101-106, 1986.
- [13] Lee Hae Duk, Lee Soo Young. Balance taping Method. *International Balance Association*. 1999.
- [14] Kim Yong Kwon, Lee Jae Gab. MusculoSkeletal Disorders Taping. *Ace Medi*. 1998
- [15] Uh-Kang. MusculoSkeletal Disorders Taping Method. *Woo Jin Press*, 1999.
- [16] Jang Jung Hoon. The Effect of Taping in Tennis Injury. *The Journal of Korean academy of physical therapist*, Vol. 3, No. 2, pp. 110, 1996.
- [17] Lee Jong Bok, Lee Yong Suk, Kim Hyun Tae. A Study on the Method the Taping for the Moderns. *International Balance Association*, 2000.
- [18] Bae Young Dae, Nam Sang Nam Kim Jong Hyuck, Shin Lee Soo, Jung Bo Sung, Song Nak Hoon. A Diet Caffeine Applied Taping 2011. 4. 28, The Office of Patent Administration, 2011.
- [19] Bae Young Dae, Nam Sang Nam Kim Jong Hyuck. A Study on the Effect of Caffeine Applied

- Functional Taping and Combined Exercise on the Body Composition and Visceral Fat of Middle-aged Abdominal Obese Women . The Korean Society of Living Environmental System, Vol. 18, No.1, pp. 39-48, 2011.
- [20] Bae Young Dae, Nam Sang Nam Kin Jong Hyuck, Lee Jong Bok, Kwon Joong Ho, Kim Hyun Tae, So Lee Yong. Effect of Caffeine Application Function Taping and Lumbar Muscle Strength Exercise for Lumbar Disease Patients in Body Composition, Lumbar Strength and Pain. Korea Journal of Sports Science. Vol. 21, No. 1, pp. 847-861, 2012.
- [21] Bae Young Dae, Nam Sang Nam. A study on the effect of caffeine applied functional taping and combined exercise on the Leptin and Adiponectin of 8 Weeks in Middle-aged abdominal obese women . Korea Journal of Rehabilitation, Vol. 17, No. 2, pp. 123-134, 2011.
- [22] Kim Hyu Tae. The study on change of blood constituents and electrolyte concentration by fatigue recovery method after game. Graduate School of Hanyang University academic thesis, 2011.
- [23] Kim Jung Soo, Kwo Ding Hwan, Lim Do Hyung, Kim Gu Seo, Kang Chin Yang .In vitro Study of Transdermal Delivery System for Caffeine in Slim Patch Type . Journal of Korean pharmaceutical sciences, Vol. 36, No. 2, pp. 97-102, 2006.
- [24] Paik Il Young. A Study of Selected Fatigue Variables Following the Ingestion of Carbohydrate and BCAA Injection . Korean journal of physical education, Vol. 35, No. 5, pp. 3317-3335, 1996.
- [25] Jo Sung Bong, Lee Yong Sik, Lee Soo Young, Jo Gi Jing, Lee Yong Hwa, Seo Jae Myung. Effects of Balance Taping on the Changes of Blood Cpk Activity and Reaction Time after Longterm Exercise. Journal of Sport and Leisure Studies, Vol. 12, No. 1, pp. 891-898, 1999.
- [26] Bae Yang Gyu, Cheon Woo KWang, Kim Ki Jin. The Effect of Pre-Exercise and Post-Exercise Kinesio Taping on Changes of Heart Rate and Blood Lactate after Exercise. Korea Journal of Sports Science. Vol. 13, No. 1, pp. 709-724, 2004.
- [27] Lee Soo Young, Woo Chul Ho, Kim Hyun. Application of Expansible Taping to the Lower Limbs and Changes in Fatiguing Materials. Korea sport research, Vol. 16, No .5 , pp. 813-820, 2005.
- [28] Oh Moon Kyun. The Effect on Change of Fatiguing Materials of Expansible Taping to the Lower Limbs. Hong-ik faculty journal : bulletin of the Institute of Science and Technology. Vol. 16, pp. 271-280, 2006.
- [29] Rossiter, H, B., Cannell, E, R, & Jakdman, P. M. The effect of oral creatine supplementation on the 1000-m performance of competitive rowers. J. Sports. Sci. 14 pp.175-179, 1996.
- [30] Hultman, E. & Sahlin, K. Acid-base balance during exercise. Exercise Sport Science Review, 8, pp. 41, 1980.
- [31] Bae Gi Won. Effects of black garlic intake on exhaust variables in blood, immunoglobulin, liver function and antioxidants after the maximal exercise. Graduate School of Keimyung University academic thesis, 2008.
- [32] Lee Min Sun. Effects of kinesio taping on muscle strength improvement, and the blood markers of muscle fatigue and damage. Graduate School of YonSei University academic thesis, 2007.
- [33] Jeon Sang Eun. Responses of Fatigue Index to Muscle Fatigue Induction during an Application of Kinesio-taping. Graduate School of KookMin University academic thesis, 2010.
- [34] Lamb, D. R. Physiology of Exercise. Response & Adaptation, Macmillan Publishing company, 1984.
- [35] McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. Exercise Physiology; energy, nutrition, and human performance. Baltomor, ML; Williams & Wikins, 1996.
- [36] Allen, R. E. & Boxhorn, L. K. Regulation of skeletal muscle satellite cell proliferation and differentiation by transforming growth factor-beta, insulin-like growth factor and fibroblast growth

factor. J. Cell. Physiol., Vol. 13, pp. 311-315, 1989.

김 상 엽 (Kim, Sang Yeob)



- 1997년 8월 : 서울과학기술대학교
매체공학과 졸업(공학사)
- 2003년 8월: 한국체육대학교 스포츠
인론정보학과 졸업(체육학석사)
- 2008년 8월: 한양대학교 생활스포츠
학과 졸업(체육학박사)
- 관심분야 : 육상, 트레이닝방법론

· E-Mail : 100sprinter@hanmail.net