

단기간의 크레아틴 섭취가 태권도 선수의 운동수행 능력, 혈장요소 및 무산소성 파워에 미치는 영향

Effects of short term creatine loading on performance, plasma components and anaerobic power in taekwondo player

김선호, 구 민, 민범일, 이홍민, 고영호*, 윤영복**
남부대학교, 전북대학교*, 전남과학대학**

Kim Sun-Ho, Ko Young-Ho*, Yoon Young-Bok**,
Ku Min, Min Bome-il*, Lee Hong-Min
Nambu Univ., Chonbuk National Univ.*,
Chonnam Techno College**

요약

본 연구는 Cr 투여가 태권도 선수들에게 운동 수행능력, 혈장요소 및 무산소성 파워에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하기 위하여 수행되었다. 이를 위하여 남자 고등학교 태권도 선수를 대상으로 위약집단, Cr 투여 집단으로 구분하여 Cr을 투여한 후 Cr 투여는 태권도 선수들에게 있어서 효과적인 영양 보조물 방법이고, 단기간의 Cr loading으로도 운동수행력의 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 확인할 수 있었다.

Abstract

The main purpose of the present study was to find the effect of short term creatine loading on repeated bouts of kicking, plasma creatine phosphokinase and anaerobic power in male taekwondo player from high school. Sixteen male were randomly assigned to two groups. They were tested before and after 6 days of placebo(4x5g glucose · d⁻¹, N=11) or Creatine monohydrate loading(consume 0.3g · kg⁻¹, N=11). Repeated bouts of kicking was tested through maximal front kicking continuously for 1 minute and took a rest for 30 seconds, after 30 seconds rest they should have to start kicking again. They repeated it 2 times more(total 3 sets) and the kicking times were measured each sets. Also, body composition, CPK, mean power and peak power were measured before and after experiment. The following results were obtained from this study;

1. The kicking test was significantly increased at 1, 2, 3 sets only in creatine loading group(p<.05, p<.01).
2. Only creatine loading group was significantly increased of plasma creatine phosphokinase(p<.01).
3. Only creatine loading group were significantly increased both of mean power and peak power(p<.05; p<.01).

These results suggest that short creatine loading was effective diet protocol in taekwondo player from male high school.

I. 서론

장기간의 지구적 운동이나 최대 무산소성 운동능력을 향상시키기 위해서는 인체 내에 저장되어 있는 에너지원의 효율적인 이용과 피로 유발 요인들을 최소화 시키는 것이 중요한 요인이라 할 수 있다. 특히, 최근에 에너지 보충제용의 운동보조물에 대한 효과들이 보고 되면서[1], 선수들은 운동기능을 향상시키기 위한 일환으로 운동보조물(ergogenic aids) 사용에 높은 관심을 보이고 있다. 일반적으로 사용되고 있는 운동보조물은 크레아틴(Creatine ; 이하 Cr로 칭함), 카페인, 글루코스, 스테로이드, 비타민 등이다[2]. 운동수행력을 향상시키기 위해 흔히 사용하는 여러 가지 물질이나 처치들을 운동보조물 이라고 하며, 기계적·심리적·약리적·생리적·영양 보조물 등으로 분류할 수 있다. 이 중 흥분제, 마약성 진통제, 심장이완제, 이뇨제 및 아나볼릭 스테로이드와 같은 약리적 보조물이나 생리적 보조물은 인위적으로 수행 능력을 향상시키기 위하여 변칙적으로 섭취되기 때문에 대부분이 IOC의 금지 물질, 즉 도핑물질에 포함되지만 영양물을 섭취하는 영양 보조물(nutritional aids)의 경우는 제외되고 있다[3].

근래에 들어 경쟁 스포츠나 트레이닝 활동에서 피로감 없이 운동발현을 가능케 하고, 특히 반복질주와 스프린트 능력 향상을 위한 운동 보조물로 섭취하고 있는 Cr은 가장 인기 있는 영양 보조물 중의 하나로 인식되고 있다. 무산소성 능력을 증가시키기 위해 사용되는 Cr은 위험성이나 부작용이 적기 때문에 IOC에서도 이의 섭취를 허용하고 있다. Cr은 인산크레아틴(Phosphocreatine ; 이하 Pcr로 칭함)의 합성에 영향을 미쳐 근육의 힘을 증가시키고, 단시간의 고강도 운동 및 간헐적인 운동이나 활동의 수행능력을 증가시키며, 간헐적인 운동에서 운동과 운동 사이에 에너지 회복을 더욱 쉽게 한다고 보고되고 있다[4~5]. 근파워는 근 수축 과정에서 ATP(adenosine triphosphate)의 공급 속도에 의하여 결정되는데, 크레아틴은 주로 단시간의 고강도 무산소 운동에서

creatine phosphate shuttle을 통해 ATP를 공급하고 생성하는 것으로 알려져 있다. 따라서 고-강도의 근수축이 지속될 수 있는 조건은 근육이 단시간에 ADP(adenosine diphosphate)와 Pi를 ATP로 전환하는 능력을 갖는 것인데, 이러한 ATP의 재합성에 필요한 연료로는 글리코젠, 지방, 단백질 등을 들 수 있겠지만, 무엇보다도 가장 빠르게 공급될 수 있는 에너지원은 크레아틴 인산이다. 따라서 근육내 크레아틴 인산 농도가 높다면 ATP 농도 또한 증가되어 근수축력을 향상시킬 수 있다[6].

일련의 선행연구들에서도 Cr 투여가 단시간의 고강도 운동시 골격근의 운동수행력에 영향을 미칠 수 있으며, ATP-PC 시스템에 주로 의존하는 고강도의 단거리 운동선수들 즉, 근력과 순발력이 요구되는 운동선수들에게 유리하게 작용할 수 있다고 보고하고 있다[7]. 이러한 이유로 운동선수들 사이에서 가장 중요한 영양 보조물이 되어가고 있음은 물론 단거리 달리기, 역도, 보디빌더, 높이뛰기 등과 같이 무산소성 운동 종목의 선수들 사이에서는 Cr이 폭넓게 사용되어지고 있는 실정이다.

태권도 경기가 3분 3회전으로 이루어지기 때문에 전적으로 유산소성 운동은 아니지만 연속적인 앞차기, 뒤돌아 차기, 옆차기 등과 순간적인 동작들이 필요한 종목이라고 볼 수 있다. 특히, 다양한 발차기를 이용한 공격과 신체의 움직임이 고강도의 무산소성 대사과정에 의존하는 경기라 할 수 있다[8]. 따라서 태권도 경기는 무산소성 에너지 대사를 충분히 동원하면서도 시합 중에 생성된 피로물질에 대한 내성을 키우거나 신속히 제거할 수 있는 신체적 능력의 여부가 경기력을 결정하는 중요한 요인으로 볼 수 있겠다. 특히, 안재만과 김찬희(2003)[9]는 단기간의 간헐적인 무산소성 운동인 태권도 선수들의 경우는 운동수행력을 증가시킬 수 있는 중요한 대사물질인 크레아틴이 요구되어 진다고 하였다. 그러나 태권도 선수들을 대상으로 한 Cr의 효과에 관한 연구가 활발히 수행되지 못하고 있는 실정이기 때문에, 운동보조물

로써 Cr을 단기간 투여하였을 때의 발차기 횟수, 혈장요소, 신체구성 및 무산소성 파워의 변화양상을 규명하여 Cr의 경기력 향상에 대한 공헌 여부를 진단하는 것도 의미 있는 일이라 하겠다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구의 피험자는 평소에 특정한 약물복용의 경험이 없고, 운동 경력이 3년 이상인 남자 고등학교 테ควัน도 선수들 중 의학적으로 양호한 건강 상태가 확인되고 실험에 동의하는 16명을 대상으로 위약집단 8명, Cr 투여 집단 8명으로 각각 분류하였다. 실험에 참여한 대상자들의 신체적 특성은 <표 1>에 제시된 바와 같다.

[표 1] 대상자들의 신체적 특성 평균±표준편차

| 집단 | 연령 (yrs) | 체중 (kg) | 신장 (cm) | 경력 (yrs) |
|------|------------|------------|-------------|-----------|
| 위약집단 | 17.82±0.62 | 69.84±3.81 | 172.23±3.69 | 4.02±0.23 |
| 투여집단 | 17.39±0.39 | 68.92±2.74 | 173.09±4.02 | 3.87±0.39 |

2. 연구설계

본 실험에서의 독립변인은 집단과 처치로 구분하였다. 집단은 다시 위약집단과 Cr 투여(loading) 집단으로 구분하였고, 처치는 처치 전·후로 구분하였다. 종속변인은 운동수행력(발차기 횟수), 혈장요소 성분(CPK), Wingate test시의 평균파워(Mean Power)와 최대파워(Peak Power) 등으로 정하여 실험을 진행하였다.

3. 실험절차

모든 피험자에게는 실험 전에 실험의 목적과 방법에 대해서 충분히 설명하였으며, 크레아틴 복용 방법과 크레아틴의 인체 내 생리적 역할 및 기능 등에 대해서도 인지하게 하였다. 그리고, 실험 기간 동안 알

콜 섭취는 물론 흡연, 특수약물 등의 복용을 제한하였으나, 그 외 평상시의 생활습관에 대해서는 동일하게 제한하지 못하였으며, 실험 중 일어날 수 있는 위험 요소에 대해서도 자세한 설명과 더불어 실험 중이라도 피험자가 원하지 않을 경우 언제라도 자유롭게 실험에 참여하지 않아도 된다는 실험 동의를 구하였다.

이런 절차를 거친 후 본 연구를 위한 실험은 운동부하 및 측정에 따른 적응을 위하여 1주간의 예비 적응단계를 거친 후 본 실험에 착수하였다. 즉, 본 측정 1시간 전에 실험실에 도착하여 안정을 취한 후 채혈을 Cr 투여 전·후 2회 실시하였다. 또한, 채혈 1시간 후에 Cr 투여의 효과를 비교하기 위해서 Cr 투여 전·후에 발차기 횟수, 혈장요소, Wingate test에서 평균 및 최대파워를 각각 측정하였다.

1) Cr 및 위약 투여

본 실험에서의 Cr 투여는 6일 동안 실시하였으며, Cr monohydrate를 5g의 포도당에 용해시켜 섭취하도록 하였다. 즉, 1일 20g의 Cr monohydrate를 아침, 점심, 저녁 식사 후 및 취침 전 등 4회로 나누어 섭취하였고(5g×4회=20g), 이를 6일 동안 지속하여 총 120g(20g×6일)의 Cr monohydrate를 섭취하도록 하였는데, 1회 투여량 5g은 체중 약 70kg을 기준으로 0.3g·kg⁻¹씩 계산된 하루 투여량(약 21g)을 4회로 나눈 것이다. 모든 투여량은 전자저울을 이용하여 소숫점 2자리까지 측정하여 정량화 하였다. Cr의 종류는 monohydrate와 monophosphate 2가지가 있는데 부작용이 없고, 근 파워 향상에도 효율적인 creatine monohydrate(General Nutrition Corporation, USA)를 사용하였다. 본 연구에서 사용된 크레아틴은 백색 분말로서 분말 상태에서는 피험자들에게 정량적인 투여가 어려워 H제약 품질생산부에 의뢰하여 0.5g씩 캡슐에 충전하여 피험자들에게 투여하였다.

위약집단은 Cr monohydrate 대신 1일 20g의 포도당(glucose)을 Cr 투여집단과 동일한 시기에 섭취하

도록 하였다.

2) 무산소성 능력 측정

각 피험자들은 실험 전 12시간 이상 음식을 섭취하지 않는 상태로 측정 1시간 전에 실험실에 도착하여 충분히 안정을 취한 후 안정시 운동부하 심전도용 전극을 사지와 흉부의 10개 유도지점에 전극을 붙이고 난 뒤 안정시 심전도, 혈압 및 심박수를 출력 심장의 이상유무를 점검한 뒤 wingate test를 실시하였다.

무산소성 파워를 측정하기 위해서 반복 테스트간의 신뢰계수가 $\geq .93$ 이상인 Wingate test를 실시하였다. 무산소성 파워의 측정은 자전거 에르고미터를 이용하여 자전거에 앉기 전에 안장과 핸들의 높이를 조정하고 피험자가 최대 운동을 수행할 수 있도록 완전한 자세를 취하게 한 뒤 실험을 실시하였다. 실험을 실시하기 전에 준비운동으로 약 2분 동안 낮은 부하(2kp)에서 페달링을 실시하게 한 뒤 5분 휴식 후 실험을 실시하였다. 운동시 부하는 각 피험자의 체중에 0.075kp를 곱하여 정한 개인별 운동부하를 가하였으며 이 때 전체 파워는 무산소성 운동시 ATP-PC 대사과정의 동원 정도를 알아볼 수 있는 10초 동안의 테스트로 하였고, 10초 운동→30초 휴식을 연속 5세트 반복 실시하였다.

3) 운동능력(발차기 횟수) 측정

발차기는 양발 연속 앞차기로 하여 피험자의 고관절 높이로 2개의 타겟을 연속으로 1분간 발차기 후 30초 휴식을 취하는 형식으로 3회 반복 실시하였다.

4) 혈액채취 및 분석

Blood sample은 Cr 투여(loading) 전·후 2회에 걸쳐 전완 정맥에서 1회용 주사기를 이용하여 채혈시 마다 10cc의 혈액을 채취하였다. 채혈한 혈액은 채혈 직후 원심분리기(Vision Scientific Co., Korea)를 이용하여 3,000rpm에서 20분간 혈장으로 원심분리하였으며, 분리된 혈장은 Microtube에 담아 분석할

때까지 -70°C 의 Deep freezer에 넣어 냉동 보관한 후 시료로 이용하였다. 본 연구에서 조사한 CPK는 효소법(enzymatic method)으로 분석하였으며, 이들 혈장 요인은 H 의학연구소에서 분석하였다.

4. 자료처리방법

본 실험을 통해서 수집된 모든 자료는 SAS Package에 수록된 통계 프로그램을 이용하여 각 실험 집단과 실험처치 전후에 따른 종속변인의 평균과 표준편차를 산출한 후, 실험집단과 처치에 따른 평균차를 검증하기 위해서 집단내의 변화는 paired t-test를, 집단간의 운동 전·후 차이는 independent t-test를 실시하였다. 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

본 연구는 남자 고등학교 태권도 선수 16명을 대상으로 6일간의 크레아틴 투여가 운동수행력, 혈장요소 및 무산소성 파워에 어떠한 영향을 미치는가를 규명하기 위하여 크레아틴을 투여한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 운동수행력(발차기 횟수)의 변화

집단별 발차기 횟수의 변화는 <표 2>에 제시한 바와 같다. 즉, 표 2에서 보는 바와 같이 1set에서의 발차기 횟수는 위약집단의 경우 투여 전 137.54 ± 24.46 bouts, 투여 후 140.19 ± 20.94 bouts로 증가하는 경향을 보이고 있으나 유의한 차이는 보이지 않았다. Cr 투여 집단에서는 투여 전·후에 각각 139.21 ± 19.84 bouts, 157.44 ± 16.37 bouts로 18.23bouts의 유의한 증가를 보이고 있다($p < .01$). 또한 집단간 비교에서는 Cr을 투여하기 전에는 두 집단간에 유의한 차이가 없었으나, Cr을 투여한 후에는 Cr 투여 집단이 위약집단 보다 유의하게 높은 수치를 나타냈다

[표 2] 발차기 횟수의 변화

M±S · D

| | 1 set(bouts) | | | | 2 set(bouts) | | | | 3 set(bouts) | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|-------|---------|-------------------|-------------------|-------|---------|-------------------|-------------------|-------|---------|
| | 투여 전 | 투여 후 | 차 | T-value | 투여 전 | 투여 후 | 차 | T-value | 투여 전 | 투여 후 | 차 | T-value |
| 위약집단 (n=8) | 137.54 (24.46) | 140.19 (20.94) | 2.65 | 1.03 | 104.22 (10.86) | 110.51 (9.87) | 6.29 | 1.61 | 103.73 (11.37) | 111.25 (13.08) | 7.52 | 1.78 |
| 투여집단 (n=8) | 139.21 (19.84) | 157.44 (16.37) | 18.23 | 2.65** | 107.39 (15.22) | 124.16 (10.32) | 16.77 | 3.09** | 107.79 (13.61) | 123.68 (11.62) | 15.89 | 2.12* |
| T-value | 0.89 | 2.97** | | | 0.71 | 2.36* | | | 0.94 | 1.99* | | |

*: p<.05, **:p<.01

[표 3] 혈장 요소의 변화

M±S · D

| 집단 | 시기 | CPK(IU/L) | | | |
|---------------|----|-------------------|-------------------|-------|---------|
| | | 투여 전 | 투여 후 | 차 | T-value |
| 위약집단 (n=8) | | 132.06 (23.74) | 134.72 (27.89) | 2.66 | 0.72 |
| 투여집단 (n=8) | | 134.68 (22.86) | 191.54 (32.86) | 56.86 | 52.90** |
| T-value | | 0.86 | 47.58** | | |

** : p<0.01

[표 4] 무산소성 파워의 변화

M±S · D

| | 평균파워(watt) | | | | 최대파워(watt) | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|-------|---------|-------------------|-------------------|-------|---------|
| | 투여 전 | 투여 후 | 차 | T-value | 투여 전 | 투여 후 | 차 | T-value |
| 위약집단 (n=8) | 537.76 (50.46) | 542.83 (47.51) | 5.07 | 0.89 | 558.19 (52.64) | 561.73 (49.93) | 3.54 | 0.81 |
| 투여집단 (n=8) | 540.24 (54.91) | 592.40 (60.27) | 52.16 | 2.69** | 560.35 (48.35) | 606.28 (53.75) | 45.93 | 2.39* |
| T-value | 0.68 | 3.80** | | | 0.72 | 2.93** | | |

* : p<0.05, ** : p<0.01

($p < .01$). 또한, 2set에서의 발차기 횟수는 위약집단의 경우 투여 전 104.22 ± 10.86 bouts, 투여 후 110.51 ± 9.87 bouts로 증가하는 경향을 보이고 있으나 유의한 차이는 보이지 않았다. Cr 투여 집단에서는 투여 전·후에 각각 107.39 ± 15.22 bouts, 124.16 ± 10.32 bouts로 16.77 bouts의 유의한 증가를 보이고 있다($p < .01$). 또한 집단간 비교에서는 Cr을 투여하기 전에는 두 집단간에 유의한 차이가 없었으나, Cr을 투여한 후에는 Cr 투여 집단이 위약집단 보다 유의하게 높은 수치를 나타냈다($p < .05$). 3set에서의 발차기 횟수는 위약집단의 경우 투여 전 103.73 ± 11.37 bouts, 투여 후 111.25 ± 13.08 bouts로 증가하는 경향을 보이고 있으나 유의한 차이는 보이지 않았다. Cr 투여 집단에서는 투여 전·후에 각각 107.79 ± 13.61 bouts, 123.68 ± 11.62 bouts로 15.89 bouts의 유의한 증가를 보이고 있다($p < .05$). 또한 집단간 비교에서는 Cr을 투여하기 전에는 두 집단간에 유의한 차이가 없었으나, Cr을 투여한 후에는 Cr 투여 집단이 위약집단 보다 유의하게 높은 수치를 나타냈다($p < .05$).

2. 혈장요소의 변화

집단별 혈장요소의 변화는 <표 3>에 제시한 바와 같다. 즉 표 3에서 보는 바와 같이 CPK는 위약집단의 경우 투여 전, 투여 6일 후 각각 132.06 ± 23.74 IU/L, 134.72 ± 27.89 IU/L로 증가하는 경향을 보이고 있으나 유의한 차이는 보이지 않았다. Cr 투여 집단에서는 투여 전·후에 각각 134.68 ± 22.86 IU/L, 191.54 ± 32.86 IU/L로 56.86 IU/L의 유의한 증가를 보이고 있다($p < .01$). 또한 집단간 비교에서는 Cr을 투여하기 전에는 두 집단간에 유의한 차이가 없었으나, Cr을 투여한 후에는 Cr 투여 집단이 위약집단 보다 유의하게 높은 수치를 나타냈다($p < .01$).

3. 무산소성 파워의 변화

집단별 무산소성 파워 변화는 <표 4>에 제시한 바와 같다. 즉, 평균 파워의 변화는 표 4에서 보는 바와 같이 위약집단의 경우 투여 전·후 각각 537.76 ± 50.46 watt, 542.83 ± 47.51 watt로 증가되는 경향을 보이고 있으나 유의한 차이는 보이지 않았으나, Cr 투여집단에서는 투여 전·후 각각 540.24 ± 54.91 watt, 592.40 ± 60.27 watt로 52.16 watt의 유의한 증가를 보이고 있다($p < .01$). 또한 집단간 비교에서는 Cr을 투여하기 전에는 두 집단간에 유의한 차이가 없었으나, Cr을 투여한 후에는 Cr 투여 집단이 위약집단 보다 유의하게 높은 수치를 나타냈다($p < .01$).

최대파워는 위약집단의 경우 투여 전·후 각각 558.19 ± 52.64 watt, 561.71 ± 49.93 watt로 증가되는 경향을 보이고 있으나 유의한 차이는 보이지 않았다. 한편, Cr 투여집단에서는 투여 전·후에 각각 560.35 ± 48.35 watt, 606.28 ± 53.75 watt로 45.93 watt의 유의한 증가를 보였다($p < .05$). 또한 집단간 비교에서는 Cr을 투여하기 전에는 두 집단간에 유의한 차이가 없었으나, Cr을 투여한 후에는 Cr 투여 집단이 위약집단 보다 유의하게 높은 수치를 나타냈다($p < .01$).

IV. 논의

에너지 보충제용으로 순수한 Cr 정제가 개발되면서, 운동 능력 향상 보조물로써 Cr의 구강 투여 시 근육에서의 Cr 보유량이나 저장량뿐만 아니라 운동 수행에 미치는 영향에 관해서 많은 연구가 진행되고 있다. 운동수행력과 관련하여, Hultman 등(1991)은 [10] 30초 동안 최대 강도의 운동은 크레아틴 인산이 중요한 기질이 된다고 하였으며, Wilmore 등(1994)은 [11] ATP와 크레아틴 인산의 내인성 저장이 3-15초 동안 all-out 스프린트를 할 때 근육의 에너지 요구를 충족시켜 준다고 보고하였다. 특히, Cr의 인위

적 보충은 높은 강도의 간헐적인 운동을 할 때 무산소 에너지 대사의 운동수행력을 향상시킨다고 보고되고 있다. 즉, Cr의 투여로 인하여 근육내 Pcr 함량이 증가[7]되고, 단기간의 고강도 운동에서 수축하는 골격근에서 소비된 ATP를 재보충하는 에너지 보충제 작용에 의해서 운동수행능력의 향상을 가져올 수 있다고 한다[12~13]. 또한 운동 후 회복시 Pcr 농도의 빠른 회복으로 계속되는 반복 운동수행력의 향상을 도모할 수 있다고 하는 결과들도 보고되고 있다[14]. 이와 같은 현상은 근육내의 높은 크레아틴 인산양과 휴식시 크레아틴 인산의 높은 재합성률에 의하여 설명되어 질 수 있는데[15], 크레아틴의 투여는 근육내 총 크레아틴 농도를 50%까지 증가시키고, 크레아틴 인산 농도 또한 35% 정도 증가시키는 것으로 보고되고 있다. 태권도는 다양한 발차기 기술을 이용한 공격으로 대표되는 무산소성 대사과정에 의존하는 경기[16]이며, 본 연구에서는 크레아틴 투여 전·후로 각각 발차기를 1분간 3회 반복으로 각 set 마다 30초씩의 휴식을 두고 양발 연속 앞차기를 실시하여 각 set 마다 발차기 횟수를 측정하였다. Cr 투여가 운동수행에 어떠한 영향을 미치는가를 밝히기 위해서 시행된 본 연구 결과는 Cr을 투여하였을 때 1, 2, 3set에서 각각 발차기 횟수가 유의한 증가를 보였다. 이는 Cr을 투여한 결과 5세트의 벤치 프레스와 점프 스쿼트 동작에서 수행능력이 증가되었다는 보고[17], Cr 공급은 300m와 1000m의 단거리 경주 기록을 크게 향상시켰다는 보고[14], 미식축구 시즌 후 28일의 저항 및 민첩성 훈련기간 동안에 Cr을 공급한 결과 반복적인 단거리 경주 수행능력과 등척성 운동수행능력이 크게 증가하였다는 보고[7] 등의 연구결과와 대상, 기간, 감소폭, 투여량의 차이는 있지만 일치되는 경향을 보이고 있다. 이러한 결과는 Cr의 투여에 따라 전체적으로 근육의 비대와 근육내 Cr pool을 증가시킴으로서 고강도 운동 후 Pcr의 재합성율을 증가시켜, 결국은 단시간의 고강도 운동능력이 향상되었음을 암시해주고 있다. 따라서, 본 연구의 결과와

‘선행연구들의 결과를 종합해 볼 때, 근육내 크레아틴 인산의 부족은 짧은 시간동안 고강도 운동을 할 때 제한적 요소가 될 수 있다는 것을 시사하는 것이기도 하며, 크레아틴의 외적 투여를 통한 근육내 크레아틴 인산 저장량을 증가시키는 것은 반복적인 고강도 운동 수행력을 향상시키고 이러한 운동시 피로를 지연시킬 수 있다고 사료된다.

한편, Cr은 신체의 여러 기관 중 특히 골격근에 주로 존재하는 물질로 인체 내에서는 하루에 2g 정도가 재 보충 된다고 보고되고 있다[18]. Creatine phosphokinase(CPK)는 근 조직에 비하여 혈장에 현저히 낮은 농도로 존재하는 비혈장 특이성 효소로서, 크레아틴의 인산화 과정과 ATP-PC계를 통해 PC의 저장으로부터 수행되는 ATP의 합성에 촉매 역할을 가속화시켜 운동시 ATP의 고갈을 방지하는 작용을 하는 효소이다. CPK는 3개의 서로 다른 isoenzyme 즉 CK-MM, CK-MB, CK-MP가 있는데, 골격근 CK는 대부분 CK-MM이며, 심근에서는 CK-MB가 존재하는 것으로 알려져 있다. 혈청 CK 농도는 급성심근경색증 및 근육질환의 진단에 유용한 자료가 된다고 밝히고 있다. 또한 혈청 CPK는 골격근, 뇌, 심근 등에 많이 함유되어 있는데 특히 운동과 관련이 깊은 골격근에 많이 존재하고 있으며 운동에 의한 변동이 크고, 운동의 시간, 트레이닝의 량과 밀접하게 관련하고 있기 때문에 혈청효소 중에서 운동시 제일 많이 측정되는 효소이다.

그리고, 근 수축 때 직접 에너지원으로서 사용되는 ATP는 크레아틴 인산과 반응시 CPK의 촉매작용에 의해서 즉시 보충되지만 크레아틴 인산이 소량인 관계로 보충된 ATP의 합성량은 적다고 볼 수 있다. 그러나 곧 ATP를 재 합성할 수 있다는 점에서 그 가치는 높고 운동의 개시 때와 수초-10초 정도에서 끝날 듯한 운동 때에 이와 같은 CPK의 작용은 중요하게 작용하게 된다. 또한 운동 후에 CPK는 감소한 크레아틴 인산을 재합성하기 위해서 작용한다. Roti 등(1981)은[19] 운동이 CPK 활성화에 미치는 영향에 대

한 많은 연구에서 무산소 운동뿐만 아니라 유산소 운동에 의해서도 CPK 효소 활성이 증가하며, 골격근의 CPK 효소 활성과 마찬가지로 혈청 CPK 효소 활성도 운동에 의해 증가한다고 보고하고 있다. 본 연구에서는 Cr 투여 집단과 위약집단간에 유의한 차이를 보이고 있어, 1일 약 20g의 Cr을 2일 동안 섭취케 한 결과 외측광근의 Tcr 농도가 20~50%쯤 증가하고, Cr 보충 기간이 최대한 운동에 수반되었을 때 이러한 증가량이 더 컸었다는 보고[14], 또한 1일 20g씩 6일 동안 Cr 보충을 실시한 결과 총 근육 Cr 농도가 20%쯤 향상되었다는 보고[20], 그리고 Cr 투여시 CPK의 활성화는 비투여시에 비해 증가하였다는 보고[21] 등의 연구 결과 등을 뒷받침 해주고 있다. 한편, Odland 등(1994)은[22] 3일 동안 Cr을 보충한 결과 총 근 Cr과 Pcr이 유의하게 증가하지 않았으며, Thomson 등(1996)도[23] 여자 수영선수를 대상으로 6주 동안 1일 2g의 Cr을 투여한 결과 Cr이 증가하지 않았다는 상반된 결과를 보고하기도 하였다. 이와 같은 상이한 결과들은 투여되는 Cr의 양, 연구 대상자, 기간의 차이에서 기인했을 것으로 사료된다.

지금까지 근육내 효소 활성도 즉, CPK 인산화효소, 인산과당 분해효소 등의 증가현상에 대해서는 학자들간에 이견이 없으며, 혈중에서의 효소 활성도도 운동강도에 따라 차이를 나타내고 운동상해와 관련이 높기 때문에 이의 적절한 활용은 무리한 신체훈련으로 인한 부상방지를 가능하도록 해부며 근육상해에 대한 진단에도 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

근 파워는 근 수축 과정에서 ATP의 공급 속도에 의해 좌우된다. 따라서 고강도의 근수축이 계속되기 위해서는 단시간 내 ADP와 Pi를 ATP로 전환시키는 능력을 가져야 하는데, 이 때 최우선적으로 사용될 수 있는 에너지원은 Pcr이다. Pcr은 ATP에 결합되어 있는 것과 비슷한 고에너지 인산기를 가지고 있으므로 CPK의 촉매작용을 통해 쉽게 인산기를 ADP에 제공할 수 있다. Pcr은 또한 ADP를 인산화하는 목적을 위해서만 사용되기 때문에 고강도 운동의 초

기단계 동안 ATP 농도를 높게 유지시켜서 고강도의 근수축을 계속 유지시킨다. 근수축이 끝난 후 근육의 ATP 수요가 감소되는 휴식기 때 Cr은 다시 인산화되어 Pcr이 된다. Pcr은 이와 같이 단시간의 고강도 운동시 ATP의 재생성을 위한 연료로 가장 빨리 공급될 수 있는 에너지원이며 골격근에 저장된 전체 Cr의 50% 이상을 차지하고 있기 때문에[14], 결국 근육내 Pcr의 농도를 높게 유지할 수만 있다면 ATP 농도가 증가되어 근수축력을 향상시킬 수 있다[6].

Cr 투여의 효과를 검증하기 위해 시행된 본 연구 결과 위약집단에서는 변화가 없었고, Cr 투여 집단에서는 투여 후 평균파워와 최대파워가 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 김병로 등(1998)이[6] 17명의 피험자를 Cr 집단(10명)과 위약집단(7명)으로 나누어 5일 동안 하루에 20g을 투여한 후 10초 운동, 30초 휴식의 Wingate test를 5세트 반복 실시한 결과 반복적인 단시간의 고강도 운동시 1세트, 2세트, 3세트 후의 파워와 전체파워가 유의한 증가를 가져왔다는 보고, 이한성 등(1999)이[24] 남자 대학생에게 Cr을 투여한 결과 평균파워가 증가하였다는 연구 결과, Earnest 등(1995)이[25] 8명의 피험자를 Cr 집단(4명)과 위약집단(4명)으로 나누어 Wingate test를 5분간의 휴식을 갖고 3회 실시한 결과 최대 무산소성 파워가 13~18%의 유의한 증가를 나타냈다는 보고, 또한 Greenhaff 등(1993)의[26] 5일 동안 하루에 20g의 Cr 투여후 최대 동속성 무릎 신전 운동시 긍정적인 변화가 나타났다는 보고, Birch 등(1994)의[27] Cr 섭취로 평균파워가 증가하였다는 보고, Ziegenfus(1996)의[28] 단기간의 Cr 투여후 최대파워가 증가했다고 하였다는 결과들과 일치되는 경향을 보이고 있다. 이러한 증가는 Cr 투여로 전체적으로 근육내 Pcr의 농도를 높게 유지시켜 줌으로써 ATP 농도를 증가시켜 무산소성 파워가 향상되었기 때문으로 사료된다. 그러나, Odland 등(1994)은[22] 3일 동안 하루에 20g의 Cr을 섭취한 전과 후에 Wingate anaerobic test를 실시한 결과 평균파워와

최대파워에서 변화가 없었다고 본 연구와 상반된 결과를 보고 하였는데, 이러한 결과는 Cr 섭취 기간, 연구대상, 종목, 연령, 식이습관의 차이에서 야기된 것으로 사료된다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 Cr 투여가 태권도 선수들에게 운동수행 능력, 혈장요소 및 무산소성 파워에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하기 위하여 수행되었다. 이를 위하여 남자 고등학교 태권도 선수 16명을 대상으로 위약 집단(n=8), Cr 투여 집단(n=8)으로 구분하여 Cr을 투여한 후 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 발차기 횟수는 Cr 투여 집단에서 유의하게 증가하는 경향을 보였으며($p < .01$, $p < .05$), Cr 투여 후 두 집단 간에도 유의한 차가 나타났다($p < .01$, $p < .05$).

둘째, CPK는 Cr 투여 집단에서 유의하게 증가하는 경향을 보였으며($p < .01$), Cr 투여 후 두 집단 간에도 유의한 차가 나타났다($p < .01$).

셋째, 평균파워와 최대파워는 Cr 투여 집단에서 각각 유의하게 증가하는 경향을 보였으며($p < .01$, $p < .05$), Cr 투여 후 두 집단 간에도 유의한 차가 나타났다($p < .01$).

이상의 결과들은 Cr 투여는 태권도 선수들에게 있어서 효과적인 영양 보조물 방법이고, 단기간의 Cr loading으로도 운동수행력의 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 암시해 주고 있다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Jeffrey, S., Joan, E., Kyle, E., Geri, M. S., & Ash, B. "Effect of creatine loading on neuromuscular fatigue threshold", *J. Appl. Physiol.*, Vol.88, No.1, pp.109-112, 2000.
- [2] 김병로, 김영길 "크레아틴 글루코스 복합투여가 무산소성 파워 및 피로요인에 미치는 영향", *한국체육학회*, 제40권, 제1호, pp.325-344, 2001.
- [3] Williams, M. H. "Ergogenic and ergolytic substances", *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol.24, pp.S344-S348, 1992.
- [4] Vandenberghe, K., Van Hecke, P., Van Leemputte, M., & Vanstapel, J. "Phosphocreatine resynthesis is not affected by creatine loading", *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol.31, No.2, pp.236-242, 1999.
- [5] Mihic, S., MacDonald, S. R., & Tarnopolsky, M. A. "Acute creatine loading increase fat-free mass but does not affect blood pressure, plasma creatine, or CK activity in men and women", *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol.32, No.2, pp.291-296, 2000.
- [6] 김병로, 조용권, 이동규 "Creatine 투여가 단시간 고강도 운동시 무산소성 파워 및 피로에 미치는 영향", *한국체육학회*, 제37권, 제4호, pp.321-331, 1998.
- [7] Kreider, R., Ferreiral, M., Wilson, M., & Almada, A. "Effects of conjugated linoleic acid (CLA) supplementation during resistance training on bone mineral content, bone mineral density, & markers of immune stress", *FASEB Journal*, Vol.12, pp.A244, 1998.
- [8] 김성수, 이철원, 김난수, 신팔순, 김은경, 정국현, 이장규, 이동희 "크레아틴 투여량이 태권도 선수의 등 속성 하지근력 및 발차기 회수에 미치는 영향", *운동과학*, 제12권, 제2호, pp.341-352, 2003.
- [9] 안재만, 김찬희 "태권도 경기시 스트레스 호르몬과 혈액 성분 변화에 미치는 영향", *한국체육학회*, 제42권, 제4호, pp.621-629, 2003.
- [10] Hultman, E., & Greenhaff, P. L. "Skeletal muscle energy metabolism and fatigue during intense exercise in man", *Sci. Prog.*, Vol.75, pp.361-370, 1991.
- [11] Wilmore, J. H., & Costill, D. L. *Physiology of sports and exercise*. Champaign, IL, Human Kinetics, 98, 1994.
- [12] Kilduff, L. P., Pitsiladis, Y. P., Tasker, L., Attwood, J., Hyslop, P., Daily, A., Dickson, I., & Grant, S. "Effects of creatine on body composition and strength gains after 4 weeks of resistance training in previously nonresistance trained humans", *Int. J Sport Nutr Exerc*

[1] Jeffrey, S., Joan, E., Kyle, E., Geri, M. S., & Ash, B. "Effect of creatine loading on neuromuscular fatigue threshold", *J. Appl.*

- Metab., Vol.13, No.4, pp.504-520, 2003.
- [13] Siafariakas, A., Watts, K., Beye, P., Jones, T. W., Davis, E. A., & Green, D. J. "Lack of effect of oral glucose loading on conduit vessel endothelial function in healthy subjects", Clin. Sci., Vol.34, No.2, pp.24-29, 2004.
- [14] Harris, R., Viru, M., Greenhaff, P., & Hultman, E. "The effect of oral creatine supplementation on running performance during maximal short term exercise in man". Journal of Physiology, Vol.467, 74P(Abstract), 1993.
- [15] Balsom, P., Soderlund, K., Sjodin, B., & Ekblom, B. "Skeletal muscle metabolism during short duration high-intensity exercise: influence of creatine supplementation", Acta Physiologica Scandinavica, Vol.1154, pp.303-310, 1995.
- [16] 이선장, 김학렬, 정국현 "태권도 경기시 심박수 및 혈중 젖산 농도를 이용한 운동강도 산출", 한국사회체육학회, 제15권, pp.685-695, 2001.
- [17] Volek, J., Kraemer, W., Bush, J., Boetes, M., Incledon, T., Clark, K., & Lynch, J. "Creatine supplementation enhances muscular performance during high-intensity resistance exercise", J. Am. Dietetic Association, Vol.97, pp.765-770, 1997.
- [18] Walker, J. B. "Creatine: Biosynthesis, regulation and function", Adv. Enzymol. Relat. Areas Mol. Med. Vol.50, pp.177-242, 1979.
- [19] Roti, S., Iori, E., Guiducci, U., Emanuele, R., Robuschi, G., Bandini, P., & Gnudi, A. "Serum concentrations of myoglobin, creatine phosphokinase and lactic dehydrogenase after exercise in trained and untrained athletes", J. Sports Med. Phys. Fitness. Vol.21, No.2, pp.113-118, 1981.
- [20] Hultman, E., Soderlund, K., Timmons, J., Cederblad, G., & Greenhaff, P. "Muscle creatine loading in man", J. App. Physiol., Vol.81, pp.232-237, 1996.
- [21] 백일영 "Creatine 구강 투여가 반복되는 조정선수의 최대 운동수행과 혈중 피로요소들의 변화에 미치는 영향", 한국체육학회, 제37권, 제3호, pp.216-228, 1998.
- [22] Odland L, MacDougall J, Tarnopolsky M, Elorriage A, Borgmann A, & Atkinson S. "The effect of oral creatine supplementation on muscle phosphocreatine and power output during a short-term maximal cycling task", Med. Sci. Sports Exerc., Vol.26, pp.S23, 1994.
- [23] Thompson, C., Kemp, G., Sanderson, A., Dixon, R., Styles, P., & Taylor, D. "Effect of creatine on aerobic and anaerobic metabolism in skeletal muscle in swimmers", Bri. J. Sports Med., Vol.30, pp.222-225, 1996.
- [24] 이한성, 김귀백, 현송자 "크레아틴 섭취가 무릎관절의 최대등속성 운동 능력에 미치는 영향", 한국영양학회, 제3권, 제1호, pp.53-62, 1999.
- [25] Earnest C., Snell, P., Rodriguez, R., Almada, A., & Mitchell, T. "The effect of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength and body composition", Acta Physiol Scand, Vol.153, pp.207-209, 1995.
- [26] Greenhaff, P., Bodin, K., Harris, R., Hultman, E., Jones, D., & McIntyre, D. "The influence of oral creatine supplementation on muscle phosphocreatine resynthesis following intense contraction in man", Journal of Physiology, Vol. 467: 75P(Abstract), 1993.
- [27] Birch, R., Noble, D., & Greenhaff, P. "The influence of dietary creatine supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling in man", European Journal of Applied Physiology, Vol.69, pp.268-270, 1994.
- [28] Ziegenfuss, T., Lemon, P., Rogers, M., Ross, R., & Yarasheski, K. "Acute creatine ingestion: effects on muscle volume, anaerobic power, fluid volumes, and protein turnover", Med. Sci. Sports Exerc., Vol.29, pp.S127(Abstract), 1997.