

단기간 체중감량이 아마추어 복싱 선수들의 체성분 및 무산소성 운동능력에 미치는 영향

김광준(한국스포츠개발원) · 허기주* (한국체육대학교)

이 연구의 목적은 아마추어 복싱 선수들을 대상으로 단기간 체중감량이 선수들의 체성분 및 무산소성 운동능력에 미치는 영향을 알아보는 것으로써 10명의 대학 복싱선수들을 두 가지 형태의(5-7일 5kg 이상 감량 vs 2주간 3kg 이내 감량) 체중감량 방법에 참여시킨 후 체중감량 전후에 각각 체성분 및 무산소성 운동능력을 평가하였다. 무산소성 운동능력은 1회 최대로 들어 올릴 수 있는 벤치프레스와 스쿼트 무게를 측정하였으며, 자전거에르고미터를 이용한 윙게이트 테스트 통해 근파워와 파워지구력을 평가하였다. 체성분 분석을 위해서는 기상 후 공복 시 중간소변과 타액을 채취하여 비교분석하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다. 첫째, 무산소성 운동능력은 1차 체중감량기에서는 스쿼트에 대한 최대근력($p=.003$)과 윙게이트 테스트에 의한 최고파워($p=.023$), 평균파워($p=.015$) 모두 유의하게 감소한 결과를 보였으며, 2차 체중감량기에서는 전과 후 측정에서 유의한 차이는 나타나지 않았다. 둘째, 체성분 분석 요인 중에서는 1차 체중감량기에는 단백질 이용도($p=.015$) 에너지 생성력($p=.017$), 전기전도율($p=.003$), 비타민 이용도($p=.005$)에서 유의한 차이를 보이며 감소한 결과를 보였으며, 2차 체중감량기에서는 전기전도율($p=.038$)과 산화스트레스($p=.028$)만 유의하게 증가한 결과를 나타냈다. 결론적으로 단기간 무리한 체중감량은 아마추어 복싱선수들의 체성분과 무산소성 운동능력에 부정적인 영향을 미치게 되며, 최적의 컨디셔닝을 발휘하기 위해서는 적정량의 체계적인 체중감량이 필요하다고 사료된다.

주요어: 복싱 선수, 체중감량, 체성분, 무산소성 운동능력

서 론

복싱은 3분 3라운드 동안 격렬하게 움직이며 상대와 경쟁하는 투기 종목으로서 라운드 사이 1분이라는 휴식 시간으로 인해 충분한 회복을 이루지 못한 채 고강도로 경기를 펼치는 종목이다(El-Ashker & Nasr, 2012).

복싱경기를 효율적으로 운영하기 위한 트레이닝에 적응해 나가는 과정에서 다양한 생리학적인 변화가 긍정적으로 나타날 때 경기력은 진보할 수 있다(El-Ashker, 2004). 운동선수의 경기능력은 우수한 체력이 기본적으로 갖춰줘야 발휘될 수 있으며, 종목별로 요구되는 체

력요인 분석과 체력을 향상시키기 위한 방법을 모색하는 것은 경기 기술 향상에 긍정적인 결과를 가져오게 된다(Malina et al., 2004). 이에 격투종목에서 활동하는 대부분의 전문가들은 경기 및 훈련 상황에서의 생리학적인 변화를 연구하는 것은 매우 중요하다는 것을 강조하고 있다(Ghosh, 2010; Chatterjee et al., 2006).

유·무산소성 에너지대사는 운동 강도와 운동 지속시간에 의존하게 되는데(Kraemer et al., 2011), 복싱 종목은 유·무산소성 운동 능력이 종합적으로 요구되는 종목이다. 복싱은 3회전을 매우 격렬하게 움직이는 종목이기 때문에 혈중 젖산이 증가하게 되며(Khanna & Manna, 2006), 이러한 젖산 축적을 이겨낼 수 있는 내성을 키우고 젖산을 또 다른 에너지원으로 전환시킬 수 있는 무산소성 운동 능력이 경기결과에 직접적인 영향을 미치게 된다. 무산소성 파워는 짧은 시간 폭발적인

논문 투고일: 2014. 02. 12.

논문 수정일: 2014. 03. 11.

게재 확정일: 2014. 04. 28.

* 저자 연락처: 허기주(fdsafdsa@hitel.net).

움직임을 요구하는 스포츠종목에서 경기력에 직접적인 영향을 주는 중요한 요인이지만(Horswill et al., 1992; Horswill et al., 1989), 복싱 종목과 같이 엄격한 식이제한에 의한 체중감량은 무산소성 운동능력을 유의하게 감소시키는 원인이 될 수 있다(Rankin et al., 1996).

복싱 종목에서 체중감량 기간은 개인차에 따라 차이가 날 수 있는데, 문제는 이 시기에 국내 복싱선수들은 체계적인 훈련을 실시하지 않고 식이도 매우 제한적으로 섭취하며 많은 양의 체중감량을 실시하기 때문에 이로 인해 이전에 축적된 우수한 체력요인을 잃거나 운동 손상을 유발하기도 한다. 이러한 체력의 감소 및 운동손상은 실제 경기에서 치명적인 결과를 초래하기도 하는데, Smith et al.(2000)은 아마추어 복싱 선수들을 대상으로 체중의 3~4% 정도를 급속 감량시켰을 경우 경기력이 26.8% 정도 감소하는 것으로 보고하였으며, Hall & Lane (2001)도 복싱선수들의 급속한 체중감량은 체력 및 경기력 감소라는 결과와 함께 피로와 분노까지 유발시킨다고 보고하여 과학적인 체중감량 방법을 강조하였다.

남자 유도 선수를 대상으로 한 연구(Degoutte et al., 2006)에서도 에너지 섭취를 제한하고 강하게 훈련하면서 체중을 감소시키는 것은 피로와 긴장감의 증가, 체력 감소 및 대사과 내분비계에 악영향을 초래해 경기력 저하라는 결과를 나타낸다고 보고하였다. 이에 본 연구에서도 체중감량 정도에 따른 복싱선수들의 세포환경의 변화를 알아보기 위해 체성분 검사(Electro-Chemical Screen, ECS)를 실시하였다. ECS 검사는 건강의 가장 원초적 단계인 세포의 환경을 검사함으로써 개인의 호르몬 균형, 영양상태, 대사상태, 독소노출상태, 중금속 축적상태, 스트레스 등을 알아보는 통합적인 검사이다.

복싱 선수들의 신체조성, 체력, 내분비계와 영양상태를 모두 포함하는 최적의 컨디셔닝을 위한 과학적이고 체계적인 체중감량 방법을 연구하는 것은 현장에서 매우 요구되는 사항이지만 국내에서 이러한 연구 활동은 매우 미흡하게 이루어지고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 대학과 복싱 선수들을 대상으로 단기간의 무리한 체중감량이 선수들의 체성분과 무산소성 운동능력에 미치는 영향을 알아보는 것으로써 더 나아가서는 복싱선수들에게 이상적인 체중감량법을 제시하는 데 있다.

연구 방법

연구 대상

본 연구의 대상자는 K대학교 복싱 선수 10명으로 선정하였으며, 연구대상자들은 신체적 특성, 부상여부, 선수경력 등을 파악하고 특별한 질환을 지니지 않은 건강한 선수들로 선정하였다. 복싱 선수들은 플라이급(-51kg)부터 라이트헤비급(-81kg) 체급까지 총 10명으로 선정하였다. 모든 피험자는 연구의 목적과 절차를 잘 이해하고 실험에 참여할 것을 서면 동의하였다. 연구 대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자의 신체적 특성 Mean ± SD

인원 (num.)	연령 (year)	신장 (cm)	체중 (kg)	선수경력 (year)
10	26.23 ±2.65	175.49 ±6.16	71.18 ±9.88	11.21 ±3.16

Fly(-51kg) 1, Bantam(-56kg) 2, Light(-60kg) 2, Light welter(-64kg) 1, Welter(-69kg) 2, Middle(-75kg) 1, Light Heavy(-81kg) 1

체중감량 방법

본 연구는 복싱 선수를 대상으로 2차에 걸친 체중감량에 따른 체성분 및 무산소성 운동능력의 변화를 비교 분석하였다. 1차 체중감량은 고전적으로 실시해온 방법으로서 단기간 많은 체중을 급속 감량하는 방법이며, 2차 체중감량은 2주 동안 3kg 이내를 감량하는 방법이다. 1차와 2차 체중감량 사이의 기간은 한 달 이상의 기간을 두어 두 실험간에 다른 변인 개입이 이루어지지 않도록 하였다.

복싱 선수들의 고전적인 체중감량법으로서 1차 체중감량은 일반적으로 아마추어 복싱선수들이 많이 활용하는 방법으로 평상시 자신의 체급을 고려하지 않은 채 평균 6~8kg 정도를 초과하여 체중을 유지하다 시합 전 단기간(5~7일)에 급속으로 감량하는 방법이다. 감량방법은 두터운 땀복을 착용한 후 고강도의 운동에 지속적으로 참여하거나 사우나를 이용하면서 땀을 과다하게 배출시키는 방법을 이용하였다. 또한 타액도 지속적으로 배출하고, 영양섭취도 매우 제한적으로 실시하거나 음식과 같은 비과학적인 방식에 의해 이루어졌다.

2차 체중감량법은 적정수준의 체중감량을 위해 기간은 2주(14일)로 정하였으며, 체중감량의 목표는 선행연구(박익렬, 2004; 송종일 등, 1996)를 통해 주당 1~1.5kg으로 2주 동안 총 3kg 이내로 정하였다. 이를 위해 선수들의 평상 시 체중을 자신의 체급보다 최대 3kg이 초과하지 않도록 지도자들과 트레이너에 의해 통제되었으며, 선수들의 체중관리를 위해서 지도자들이 오전과 오후에 지속적으로 선수들의 체중을 체크하였다. 1차와 2차 체중감량 기간 동안에 이루어진 체력훈련은 본 운동 전 준비운동과 정리운동으로 정적과 동적 스트레칭을 15분씩 실시하도록 하였으며, 본 운동은 스쿼트, 데드리프트, 파워클린, 인클라인 시트업, 바벨바 편칭의 5가지 운동으로 구성된 씨킷 트레이닝을 적용(70~80%1RM, 12~15회, 3세트, 90분, 주 3회)하였다. 오전에는 체력훈련장에서 씨킷 트레이닝을 실시하였고 오후에는 복싱장에서 기술 트레이닝(주 3회) 및 스파링(주 1회)을 실시하였다. 2차 체중감량 기간에는 음식과 같은 방법을 지양하고 주로식이섬유, 복합 탄수화물, 단백질 위주의 음식을 5가지 색 이상으로 섭취할 수 있도록 권장하였다.

무산소성 운동능력 측정

무산소성 운동능력 중 등장성 최대근력은 Bench press와 Squat를 측정하였으며, 측정 방법은 ACE-2000 Multi-Function(Ariel Dynamics INC., USA)을 이용하여 측정하였다. 먼저 상지와 하지에 대한 충분한 준비운동 이후 선수가 가볍게 들 수 있는 무게로 측정 자세를 연습시켰다. 휴식을 취한 후 기자재의 세팅이 완료되면 1회 최대로 들어 올릴 수 있는 bench press와 squat 무게를 구한 후 상대근력으로써 체중당 무게로 환산하였다. 최대근력 측정 이후 완전한 회복이 이루어질 수 있도록 휴식을 취한 후 근파워와 파워지구력 평가를 위해 자전거에르고미터(Monak 828E, Sweden)를 이용하여 윙게이트 테스트를 실시하였다. 하지와 코어의 준비운동 이후 자전거에르고미터에서 페달링을 위한 편한 자세를 취하도록 하고 2분간 가벼운 페달링 연습을 실시하였다. 설정된 부하(선수체중 \times 0.075KP)에서 최고 속도가 되었을 때부터 '시작'이란 신호와 함께 30초간 전력으로 페달링을 실시하였으며, 체중당 최고파워(W/kg)와 평균파워(W/kg), 그리고 총일량(KPM), 피로지수(%)를 측정하였다.

체성분 검사(Electro-Chemical Screen, ECS)

ECS 검사는 세포 환경을 분석함으로써 개인의 호르몬 균형, 영양상태, 대사상태, 독소노출상태, 중금속 축적상태, 스트레스 등을 알아볼 수 있다. 복싱 선수들의 체성분 분석을 위해서 타액과 소변을 채취하였으며, 2차에 걸친 체중감량 시기 전과 후 모두 4회에 걸쳐 타액과 소변을 채취하였다. 기상할 때 공복 시 중간소변을 채취하고 이후 20분 후에 타액을 채취하였으며, 소변은 소변 튜브에 30ml 이상을 채취하고, 타액은 타액튜브에 5ml 이상 채취하도록 하였다. 체성분 상태를 분석하기 위한 타액과 소변채취는 모두 자의적으로 실시하였으며, 본 연구자가 일률적으로 수거하여 분석기관으로 전달하였다. 소변과 타액 채취를 통해 실시되는 ECS 분석은 현재 많은 병원에서 영양 불균형 및 호르몬 이상 정도를 평가하고 처방을 진단해 주기 위한 방법으로 이용되고 있다. 소변과 타액 검사를 통해 알아볼 수 있는 체성분 분석항목은 <표 2>와 같다.

표 2. 타액과 소변을 통한 체성분 분석항목

분석항목	내 용
Urine pH, Saliva pH	산-염기 균형
Brix	복합당 이용도
Total urea	단백질 이용도
Surface Tension	대사 속도
Urine rH2	에너지 생성력
Urine conductivity, Saliva conductivity	전기전도율
Saliva rH2	산화 스트레스
Vitamin C	비타민 이용도

자료처리 방법

모든 자료는 Window용 SPSS/PC. Ver 21.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 1차와 2차 체중감량 전, 후에 따른 신체조성, 체성분 및 무산소성 운동능력의 유의한 차이를 검증하기 위하여 paired t-test를 이용하여 분석하였다. 또한 1차와 2차 체중감량 기간 전, 후의 모든 측정시기간에 체성분과 무산소성 운동능력 변화의 유의한 차이를 검증하기 위하여 일원 변량 분석(one-way repeated ANOVA)을 실시하였고, 유의한 결과에 대한 사후 검증으로 LSD를 사용하였다. 모든

표 3. 1차 체중감량에 따른 신체조성 변화 결과 Mean±SD

	1차 체중감량 전	1차 체중감량 후	t	P
제지방체중	59.49±6.63	57.11±7.11	3.015	.023*
체중	71.18±9.88	66.14±9.35	6.378	.001**
체지방율	17.11±3.09	12.88±3.01	5.112	.003**
BMI	19.67±2.88	17.62±1.34	3.315	.016*

*=p<.05, **=p<.01

표 4. 2차 체중감량에 따른 신체조성 변화 결과 Mean±SD

	2차 체중감량 전	2차 체중감량 후	t	P
제지방체중	59.11±6.69	58.79±7.11	2.886	.028*
체중	66.76±9.84	65.45±9.11	2.987	.027*
체지방율	10.39±2.88	10.11±2.83	-.814	.442
BMI	19.31±2.77	18.87±1.93	3.875	.008**

*=p<.05, **=p<.01

분석의 통계적 유의수준(significance level)은 p<.05로 하였다.

표 5. 1차 체중감량에 따른 무산소성 운동능력 변화

항 목		1차 체중감량 전	1차 체중감량 후	t	P
등장성 최대근력	벤치프레스(kg/bw)	1.25±0.15	1.21±0.13	1.354	.213
	스쿼트(kg/bw)	2.30±0.21	2.04±0.22	4.281	.003**
근파워 및 파워지구력	최고파워(watts/bw)	9.17±1.69	8.72±1.35	2.800	.023*
	총일량(KPM)	1401.22±202.78	1292.311±188.39	2.188	.093
	평균파워(watts/bw)	7.09±0.88	6.54±0.86	3.079	.015*
	피로지수(%)	45.30±7.04	53.99±8.55	-2.342	.123

*=p<.05, **=p<.01, bw: body weight

표 6. 2차 체중감량에 따른 무산소성 운동능력 변화

항 목		2차 체중감량 전	2차 체중감량 후	t	P
등장성 최대근력	벤치프레스(kg/bw)	1.24±0.14	1.22±0.15	.538	.605
	스쿼트(kg/bw)	2.38±0.13	2.41±0.16	-.387	.709
근파워 및 파워지구력	최고파워(watts/bw)	9.41±1.38	9.34±1.60	.367	.723
	총일량(KPM)	1445.99±197.18	1409.43±158.74	1.432	.277
	평균파워(watts/bw)	7.23±0.56	7.14±0.64	1.354	.213
	피로지수(%)	44.71±6.77	43.97±6.93	.318	.611

*=p<.05, bw: body weight

연구 결과

신체조성 변화

복싱 선수들의 1차 체중감량기(5~7일, 5kg이상 감량)와 2차 체중감량기(14일, 3kg 이내 감량) 전·후 신체조성 변화를 분석한 결과는 다음과 같다.

복싱 선수들의 1차 체중감량기에서는 제지방체중(p<.05), 체중(p<.01), 체지방률(p<.01), BMI(p<.05) 모두 체중감량 전에 비해 체중감량 후에 유의하게 감소하였으며, 2차 체중감량기에서도 제지방체중(p<.05), 체중(p<.05), BMI(p<.01)가 체중감량 전에 비해 체중감량 후에 유의하게 감소하였다. 특히 1차 체중감량기의 체중과 체지방율의 감소폭은 2차 체중감량기에 비해 크게 나타났다(표 3, 4).

무산소성 운동능력

복싱 선수들의 1차와 2차 체중감량기 전·후 무산소성 운동능력 변화를 분석한 결과는 다음과 같다.

벤치프레스를 통한 최대근력은 1차 체중감량기 전에 비해 후에 감소현상을 보였지만 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 스쿼트를 통한 최대근력은 유의하게 감소한 결과를 보였다($p < .05$). 2차 체중감량기에서는 벤치프레스 최대근력은 소폭 감소현상을 보인 반면, 스쿼드 최대근력은 소폭 증가한 현상을 보였지만 유의한 차이는 나타나지 않았다. 근파워 및 파워지구력은 복싱 선수들의 1차 체중감량기 전에 비해 후에 최고파워($p < .05$)와 평균파워($p < .05$)가 유의하게 감소한 결과를 나타냈다. 총일량과 피로지수 모두 감소한 현상을 보였지만 유의한 차이는 나타나지 않았다. 2차 체중감량기에서는 체중감량 전에 비해 후에 최고파워, 총일량, 평균파워 모두 소폭 감소하고 피로지수는 소폭 향상된 현상을 보였지만 모두 유의한 차이는 나타나지 않았다(표 5, 6).

1차 및 2차 체중감량 전, 후 모든 측정시간의 비교에서는 스쿼트 최대근력($p < 0.1$)에서 유의한 차이를 보였으며, 사후검증 결과 1차 체중감량 전과 후($p < .05$), 1차 체중감량 후와 2차 체중감량 전($p < .05$), 그리고 1차 체중감량 후와 2차 체중감량 후($p < .05$) 간에 유의한 차이가 나타났다. 또한 모든 측정시간의 차이에서 피로지수($p < .05$)도 유의한 차이가 나타났으며, 사후검증 결과 1차 체중감량 전과 후($p < .01$), 1차 체중감량 후와 2차 체중감량 전($p < .01$), 1차 체중감량 후와 2차 체중감량 후($p < .01$) 간에 유의한 차이가 나타났다(표 7).

체성분 변화

복싱 선수들의 1차와 2차 체중감량기 전·후 체성분 변화를 분석한 결과는 다음과 같다.

복싱 선수들의 1차 체중감량기에서는 체중감량 전에 비해 후에 체성분 변인 중 total urea($p < .05$), urine rH2($p < .05$), urine conductivity($p < .01$), vitamin C 이용도($p < .01$)가 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 2차 체중감량기에서는 urine conductivity($p < .05$)와 saliva rH2($p < .05$)만 유의하게 증가한 것으로 나타났다(표 8, 9).

1차 및 2차 체중감량 전, 후 모든 측정시간의 차이에서는 Brix, total urea, surface tension에서 유의한 차이의 경향을 보였으며, urine rH2($p < .01$), urine conductivity($p < .05$), saliva rH2($p < .05$), 그리고 vitamin C 이용도($p < .05$)에서는 유의한 차이를 나타냈

다. 이에 대한 사후검증 결과 urine rH2는 1차 체중감량기 전과 후 ($p < .01$), 1차 체중감량기 전과 2차 체중감량기 후($p < .01$), 1차 체중감량기 후와 2차 체중감량기 전($p < .01$), 그리고 1차 체중감량기 후와 2차 체중감량기 후($p < .01$) 간에 유의한 차이가 나타났다. Urine conductivity는 1차 체중감량기 전과 후($p < .05$), 1차 체중감량기 전과 2차 체중감량기 전($p < .05$) 간에 유의한 차이가 나타났다. Saliva rH2는 1차 체중감량기 전과 후($p < .05$), 1차 체중감량기 전과 2차 체중감량기 후($p < .05$), 1차 체중감량기 후와 2차 체중감량기 전($p < .01$), 그리고 2차 체중감량기 전과 후($p < .05$) 간에 유의한 차이가 나타났다. 마지막으로 vitamin C 이용도는 1차 체중감량기 전과 후($p < .01$), 1차 체중감량기 후와 2차 체중감량기 후($p < .01$) 간에 유의한 차이가 나타났다(표 10).

논 의

신체조성의 변화

복싱경기는 체급종목이라는 특성 때문에 선수들의 체중관리는 무엇보다도 중요하고 어려운 과제이다. 아마추어 복싱 선수들의 대표적인 체중감량 방법은 단기간에 많은 체중을 감소시키는 것이 일반적이는데, 시합에 참가하기 전 엄격하게 식이를 제한하면서 급속하게 체중을 감량하는 이러한 체중감량은 체력적인 문제점을 야기시켜 부정적인 경기결과를 초래한다(Hall & Lane, 2001). 즉, 단기간의 급격한 체중 감량은 급격한 에너지원의 고갈과 수분량의 감소를 유발함으로써 체내 혈액량 및 혈장량의 감소는 물론 최대하 운동수행 중 심박수의 증가와 심박출량 및 혈중 헤모글로빈, 필수 아미노산 등의 감소를 일으켜 운동능력 저하요인으로 작용하게 된다(Horswill et al., 1990). 특히 성장기에 있는 청소년들이 급속한 감량을 할 경우 발육발달을 저해할 수 있는데, 고등학교 선수들은 체중의 7-8%(주당 1.8kg) 이상의 감량은 금해야 하며, 적절한 감량정도의 기본은 주당 체중의 5%이하로 권장되고 있다(민경선, 1995).

신체조성 변화에 대한 본 연구결과를 보게 되면 1차 체중감량기간 동안에 선수들은 평균 5kg 정도의 체중감소와 4% 정도의 체지방율이 감소한 것으로 나타났지만

표 7. 모든 측정시기에 따른 무산소성 운동능력 변화

Mean±SD

항 목	1차 체중감량 전	1차 체중감량 후	2차 체중감량 전	2차 체중감량 후	F(sig.)	post-hoc.	
등장성 벤치프레스(kg)	1.25±0.15	1.21±0.13	1.24±0.14	1.22±0.15	.176(.912)		
최대근력 스쿼트(kg)	2.30±0.21	2.04±0.22	2.38±0.13	2.41±0.16	7.041(.001**)	A, D, E	
근파워 및 파워지구력	최고파워(Watts)	9.17±1.69	8.72±1.35	9.41±1.38	9.34±1.60	.384(.765)	
	총일량(KPM)	1401.22±202.78	1292.311±188.39	1445.99±197.18	1409.43±158.74	1.754(.212)	
	평균파워(Watts)	7.09±0.88	6.54±0.86	7.23±0.56	7.14±0.64	1.568(.216)	
	피로지수(%)	45.30±7.04	53.99±8.55	44.71±6.77	43.97±6.93	4.274(.015*)	A, D, E

A: 1차 체중감량 전vs1차 체중감량 후, B: 1차 체중감량 전vs2차 체중감량 전, C: 1차 체중감량 전vs2차 체중감량 후, D: 1차 체중감량 후vs2차 체중감량 전, E: 1차 체중감량 후vs2차 체중감량 후, F: 2차 체중감량 전vs2차 체중감량 후(*=p<.05, **=p<.01)

표 8. 1차 체중감량에 따른 체성분 변화 결과

Mean±SD

항 목	1차 체중감량 전	1차 체중감량 후	t	P	
산-염기 균형	Urine pH	5.60±0.19	5.45±0.20	1.526	.171
	Saliva pH	6.95±0.45	6.73±0.69	1.160	.284
복합당 이용도	Brix(%)	7.51±0.99	7.74±1.38	-.472	.651
단백질 이용도	Total urea	21.63±1.77	18.25±3.24	3.211	.015*
대사 속도	Surface Tension(N/m)	66.63±0.92	66.00±2.14	.706	.503
에너지 생성력	Urine rH2(mV)	18.83±0.97	17.65±0.90	3.110	.017*
전기전도율	Urine conductivity(S/m)	21.09±4.37	15.99±3.86	4.462	.003**
	Saliva conductivity(S/m)	3.54±1.56	2.83±1.13	1.632	.147
산화스트레스	Saliva rH2(mV)	21.24±0.88	22.43±0.71	-2.319	.054
비타민 이용도	Vitamin C(drop)	3.50±0.53	2.25±0.46	3.989	.005**

*=p<.05, **=p<.01

표 9. 2차 체중감량에 따른 체성분 변화 결과

Mean±SD

항 목	2차 체중감량 전	2차 체중감량 후	t	P	
산-염기 균형	Urine pH	5.77±0.53	5.67±0.23	.526	.615
	Saliva pH	6.37±1.15	7.09±1.08	-2.165	.067
복합당 이용도	Brix(%)	6.14±1.45	6.45±1.53	-.563	.591
단백질 이용도	Total urea	18.88±3.04	19.88±1.89	-1.080	.316
대사 속도	Surface Tension(N/m)	68.13±1.89	67.63±1.19	.798	.451
에너지 생성력	Urine rH2(mV)	19.49±0.85	20.09±0.34	-1.472	.184
전기전도율	Urine conductivity(S/m)	16.79±3.76	20.14±4.33	-2.545	.038*
	Saliva conductivity(S/m)	3.80±1.48	3.76±1.69	.145	.889
산화스트레스	Saliva rH2(mV)	20.99±1.27	22.29±0.99	-2.767	.028*
비타민 이용도	Vitamin C(drop)	2.75±1.16	3.38±0.74	-1.106	.305

*=p<.05

표 10. 모든 측정시기에 따른 체성분 변화 결과

						Mean±SD	
항목		1차 체중감량 전	1차 체중감량 후	2차 체중감량 전	2차 체중감량 후	F (sig.)	post-hoc.
산-염기 균형	Urine pH	5.60±0.19	5.45±0.20	5.77±0.53	5.67±0.23	1.409 (.261)	
	Saliva pH	6.95±0.45	6.73±0.69	6.37±1.15	7.09±1.08	.994 (.410)	
복합당 이용도	Brix(%)	7.51±0.99	7.74±1.38	6.14±1.45	6.45±1.53	2.693 (.065)	D
단백질 이용도	Total urea	21.63±1.77	18.25±3.24	18.88±3.04	19.88±1.89	2.626 (.070)	A, B
대사 속도	Surface Tension(N/m)	66.63±0.92	66.00±2.14	68.13±1.89	67.63±1.19	2.839 (.056)	D
에너지 생성력	Urine rH2(mV)	18.83±0.97	17.65±0.90	19.49±0.85	20.09±0.34	13.537 (.000 ^{**})	A, C, D, E
	Urine conductivity(S/m)	21.09±4.37	15.99±3.86	16.79±3.76	20.14±4.33	2.968 (.049 [*])	A, B
전기전도율	Saliva conductivity(S/m)	3.54±1.56	2.83±1.13	3.80±1.48	3.76±1.69	.751 (.531)	
	Saliva rH2(mV)	21.24±0.88	22.43±0.71	20.99±1.27	22.29±0.99	4.369 (.012 [*])	A, C, D, F
산화 스트레스							
비타민 이용도	Vitamin C(drop)	3.50±0.53	2.25±0.46	2.75±1.16	3.38±0.74	4.477 (.011 [*])	A, E

A:1차 체중감량 전vs1차 체중감량 후, B: 1차 체중감량 전vs2차 체중감량 전, C: 1차 체중감량 전vs2차 체중감량 후, D: 1차 체중감량 후vs2차 체중감량 전, E: 1차 체중감량 후vs2차 체중감량 후, F: 2차 체중감량 전vs2차 체중감량 후(*=p<.05, **=p<.01)

실제 몇몇 선수들은 이보다 훨씬 많은 양의 체중을 감소하였다. 선수들의 체중감량 기간이 5~7일임을 감안했을 때 선수들의 체중과 체지방율의 급속한 감량은 선수들의 신체의리듬에 문제를 일으킬 수 있다. 또한 이러한 신체 상태에서 또 다시 고강도의 훈련 및 시합을 하게 되면 선수에게 큰 문제를 일으킬 수도 있는 것이다. 다량의 체액손실을 유발하는 체중감량 상태에서의 고강도 운동은 활성산소의 생성량 증가를 유발하고 인체의 항산화능력을 감소시킬 수 있으며(Balakrishnan & Anuradha, 1998), 과도한 식이제한과 탈수에 의한 체중조절은 체내 혈류순환에 대한 부담을 가중시키고, 지질과산화물 생성 등 부정적 영향을 미칠 수도 있다(오명진 등, 2007). 복싱 선수들의 평균 체지방율은 경기력이 우수한 선수를 기준으로 11% 정도의 수준(천인호 등, 2007)을 나타내는 것을 고려해 본다면 1차 체중감량 전 선수들의 체지방율은 적정수준에서 크게 벗어나 있는 것을 알 수 있다. 이는 선수들이 평상 시 체중조절을 신경 쓰지 않는 폭식과

징크푸드(junk food), 야식 등의 섭취로 인해 나타나는 것으로서 이러한 현상은 체중감량을 실시할 때 선수 스스로에게 어려운 과제로 돌아오게 된다.

무산소성 운동능력의 변화

복싱 같은 투기종목 선수들이 우수한 경기력을 발휘하기 위해서는 기술요인과 함께 신체적인 능력이 우수해야 함을 강조한 것(Mouelhi Guizani et al., 2006)처럼 복싱선수들의 체력적인 특성을 평가하고 비교하는 것은 선수들의 경기력 향상을 위해 의미가 있는 것이다.

등장성 최대근력 변화에서 2차 체중감량기에서는 체중감량 전과 후의 벤치프레스와 스쿼트에서 들어 올린 무게는 큰 변화 없는 수준을 유지하였으나, 1차 체중감량기에서는 스쿼트와 벤치프레스 모두 감소한 경향을 보였으며, 특히 스쿼트는 유의하게 감소를 하였다. 또한 모든 측정시기간의 비교에서 보듯이 1차 체중감량 후 벤

치프레스와 스쿼트 들어 올린 무게가 가장 낮게 나타남을 알 수 있으며, 스쿼트 들어 올린 무게는 1차 체중감량 후 결과가 1차 체중감량 전, 2차 체중감량 전과 후의 결과 값과 유의한 차이가 날 정도로 감소되어 있다. 이러한 결과는 상체와 하체 모두 최대근력의 감소라는 현상을 초래한 것으로서 무리한 체중감량과 영양섭취의 불균형에 기인한 결과라 여겨진다. 근육기능은 선수의 경기력 향상과 관련된 체력요인 개선의 핵심적인 내용에 해당하기 때문에 복싱선수들의 근력이 감소했다는 것은 모든 체력요인의 손실을 의미하기도 한다. 더욱이 복싱경기는 지속적으로 풋워크와 펀치를 뺏어야 하는데 상체와 하체 모두 최대근력이 감소했다는 것은 엘리트 복싱 선수들에게는 치명적인 손실이라 할 수 있다. 8명의 아마추어 복싱선수를 대상으로 5일 동안 음식물과 음료섭취를 엄격히 제한하면서 체중을 감소한 결과 유의한 차이는 아니지만 펀치력이 감소하는 결과를 나타냈다는 연구도 발표되었다(Smith et al., 2001).

근파위와 파워지구력에서는 2차 체중감량기에서는 체중감량 전과 후의 최고파위, 총일량, 평균파위 및 피로지수 모두 큰 변화 없이 동일한 수준을 유지하였으나, 1차 체중감량기에서는 감량 후에 최고파위, 총일량, 평균파위 및 피로지수 모두 감소한 경향을 보였으며, 특히 최고파위와 평균파위에서는 유의하게 감소하는 결과를 나타냈다. 모든 측정시기간의 비교에서도 피로지수가 측정시간 유의한 차이가 나타났으며, 특히 1차 체중감량 이후 결과 값이 가장 낮게 평가되어 다른 시기와의 유의한 차이를 보였다. 이는 무리한 체중감량은 복싱선수들의 피로도를 증가시켜 결국에 무산소성 운동능력에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 것을 의미하는 것이다. 또한 2차 체중감량 기간에서도 무산소성 능력이 소폭 감소된 현상을 보여 추후 훈련프로그램을 적용할 경우에는 이러한 무산소성 체력요인이 감소되지 않도록 하기 위한 방안이 모색되어야 할 것이다. Ghosh et al.(1995)은 복싱선수들은 최고젓산농도가 9.0mmol/l 수준과 최고 심박수가 190beat/min 이상 나타나는 트레이닝이 요구된다고 하였기 때문에 복싱선수들을 위한 무산소성 훈련은 강도 높은 훈련이 요구되지만 체중감량기간에는 트레이닝의 효율성을 높이기 위해 적절한 수준으로 적용되어야 할 것으로 보인다.

체성분의 변화

국내에서는 아직까지 연구가 잘 이루어지지 않고 있지만 국외에서는 각종 스포츠에서 경기력을 평가하기 위한 방법으로 혈액대신 타액을 많이 이용하여 조정(Jurimae et al., 2002), 축구(Filaire et al., 2001), 핸드볼(Filaire E & Lac G, 2000) 종목 등 다양한 스포츠 종목에서 선수들의 경기력 또는 컨디션을 알아보는 연구가 이루어졌다.

복싱선수들의 타액과 소변을 이용한 체성분(ECS)을 비교 분석한 결과 체장효소의 정상 분비능력과 소장, 대장의 세균분포 이상을 평가하기 위한 urine pH와 saliva pH에서는 1차 체중감량기와 2차 체중감량기 전과 후에 모두 정상수준(saliva pH: 6.29~7.76, urine pH: 4.6~8.0)에 포함되어 있기 때문에 문제점을 제기할 순 없다. 인체 내 많은 효소들은 고유의 적정 pH가 있으며, 지나치게 정상수준을 벗어나게 되면 효소 등 인체 내 물질들의 변성이 나타나게 되어 제 기능을 발휘할 수 없게 된다. Wright(2002)는 섭취하는 음식물에 의해 인체의 pH 수준이 변화될 수 있다고 하였으며, 과일과 야채 섭취가 바디빌더들의 인체 화학적인 요인들에 미치는 영향을 평가하기 위한 연구에서 소변과 타액의 pH 수준을 평가하는 것은 인체의 pH 밸런스를 개선하고 산도를 감소시키는데 도움을 줄 것이라고 하였다. 또한 체액의 pH에 따라서 영양소의 흡수도 달라질 수 있기 때문에 현재의 수준이 더욱 악화되지 않도록 산-염기 균형(Acid-base homeostasis) 상태를 정기적으로 살펴보는 것이 중요하다. 저혈당 및 고혈당 위험성을 평가하기 위한 Brix 평가에서는 1차 체중감량기 전과 후의 결과 값이 고혈당군으로 갈 위험성이 높은 수준(6.5~8.49%)을 나타냈으며, 2차 체중감량기 전과 후의 값은 정상수준에 속해있지만 여전히 높은 수준을 유지하고 있으므로 복싱선수들의 식단에서 당분섭취의 조절이 요구된다. Chavan 등(2014)은 음식물과 Brix와의 관련성을 알아본 연구에서 칼로리가 적으면서도 달콤함을 유지할 수 있는 음식물을 평가하고 제안해주기 위해서 Brix 개념이 활용된다고 하였기 때문에 선수들은 Brix의 의미를 이해하는 것이 필요하다. 고혈당은 당뇨 발생율을 높이며 여러 가지 대사증후군(고혈압, 고지혈증 등)을 유발할 가능성이 높기 때문에 선수들은 지속적인 관심을 기울여야 한다.

인체 내에서 흡수되어 대사에 이용되고 배출되는 질소의 양을 측정하여 단백질 이용정도를 반영하는 total urea는 1차 체중감량 전의 결과 값이 가장 높게 나타났으며, 정상수준(12~19; mol/L 농도를 점수화한 값)을 벗어나 있다. 1차 체중감량 전에는 선수들의 체중이 가장 많이 나가는 시기이고 이때 과도한 단백질 섭취로 인해 인체 내에서 단백질 이용도가 높아진 것으로 여겨지며, 이러한 증상이 더욱 악화된다면 인체 내 질소 독성이 증가하여 심혈관계 스트레스를 증가시킬 위험이 발생하게 된다. 또한 단백질 과잉 섭취는 질소를 요소로 전환시키는 간의 기능에 문제를 유발할 수 있으며, 총 에너지 섭취량의 35%를 초과하는 과잉 단백질 섭취의 위험성으로는 아미노산과잉증, 고암모니아혈증, 고인슐린혈증 등을 유발할 수 있다. 이에 가장 이상적인 단백질 섭취는 일일 체중당 2~2.5g 정도를 권장하는 바이다(Bilsborough & Mann, 2006). 2차 체중감량을 거치면서는 정상수준으로 돌아왔지만 스포츠 선수들의 특성상 단백질 섭취를 즐기게 되는데 적절한 섭취의 필요성이 제기되는 것이다. 세포내 에너지 대사속도를 평가하기 위한 surface tension은 1차 체중감량 전과 후의 값이 모두 정상수준인 67~69N/m 범위를 벗어나 catabolic state(이화작용-빠른 대사형)로 되어 있는 것을 알 수 있다. Catabolic state는 인체 내에서 여러 가지 물질들의 합성작용보다 분해작용이 우세하기 때문에 여러 가지 물질의 이동이 쉬워지고 세포가 쉽게 산화되어 여러 가지 독소들로 감염될 가능성이 커지기 때문에 엘리트 운동선수들에게는 좋지 않은 신체리듬을 제공할 수밖에 없다. 그러나 2차 체중감량 전과 후의 결과 값은 모두 정상범위 수준에 들어가 있는 것을 알 수 있기 때문에 선수들의 인체 대사속도가 개선되었다는 것을 알 수 있다.

에너지(ATP) 생성력을 알아보기 위한 urine rH2는 세포내 에너지 생성능력을 평가하는 것으로 에너지 생성력이 과부하가 되면 과도한 산화작용으로 인해 활성산소가 발생할 수 있으며, 에너지 생성력이 저하되면 미토콘드리아에서의 에너지 생성능력이 저하되어 만성피로를 일으키게 된다. 1차 체중감량기 전과 후, 2차 체중감량기 전과 후의 결과 값 모두 정상 수준인 22.5~24.5mV 범위 내에 속해 있진 않지만 2차 체중감량기에 비해 1차 체중감량기 전과 후의 값이 저하되어 있으며, 특히 1차 체중감량기 후의 값은 가장 저하되어 있는 결과를 보였

다. 1차 체중감량기 이후 선수들이 극도로 피로감을 느끼는 큰 요인도 바로 여기에 있는 것으로 여겨진다. 2차 체중감량기에서는 1차 체중감량시기에 비해 상승된 수준을 보였지만 여전히 정상수준에 도달하지 못한 결과를 보여 선수들의 에너지 생성을 증가시키기 위한 세밀한 영양지침이 요구된다고 보인다. Shirreffs et al.(1998)은 더운환경에서 선수들의 탈수정도를 알아보기 위해서는 선수들의 urine을 채집하여 분석하는 것이 간편하면서도 신뢰성 있는 정보를 얻을 수 있다고 하였으며, 복싱선수들과 같이 체중조절을 하는 선수들의 urine 삼투압이 높다고 보고하여 선수들의 컨디션에 점검하기 위한 방법으로 urine 검사를 권장하였다.

급성과 만성 부신 스트레스를 평가하기 위한 urine conductivity는 정상범위가 17~25S/m이며, 수치가 정상범위보다 높아지면 부신의 급성스트레스로 평가되고, 정상범위보다 낮아지면 부신의 만성스트레스로 평가된다. 복싱선수들의 결과를 살펴보면 1차 체중감량 후에는 결과 값이 정상범위 수준보다 낮게 나타나 부신의 만성스트레스라 평가할 수 있다. 이후 2차 체중감량기 전에는 거의 정상수준으로 변화하였고 2차 체중을 감량한 후에는 정상수준으로 결과 값이 상승하였다. 소변을 통한 전기전도도 검사는 혈액을 여과한 것이므로 혈액의 무기질 양을 유추할 수 있다, 즉, urine conductivity 검사를 통해 나타나는 부신의 만성스트레스는 혈액에 무기질 양이 적다는 것을 의미하는 것으로 부족한 영양섭취, 전해질 부족이 주요한 원인이 된다. 이러한 현상은 심혈관 질환과 면역력 감소라는 부가적인 악영향을 초래할 수 있기 때문에 복싱선수들은 체중감량 시기에서도 균형적인 영양섭취가 더욱 필요한 것이다. 또한 Kutlu & Guler(2006)도 태권도 선수들의 시합전 훈련 상황에서의 탈수상태를 평가하기 위해 urine 삼투압, conductivity 등을 분석하고 제시하여 운동선수들을 위한 urine 검사의 중요성을 제시하였다. 림프계(간, 림프선)의 전기적 과부하 및 면역상태를 평가하기 위한 saliva conductivity에서는 모든 측정시간에 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 4차에 걸친 측정시기의 결과 값 중 1차 체중감량 후의 값만이 정상수준인 3~5S/m 범위에 들어가지 못하는 결과를 보였다. 타액의 경우 림프액, 타액선 등의 무기질 양을 나타내는 것으로 전기전도도가 낮아진 것은 간, 림프계의 영양부족과 위 효소기능 저하, 피로 등을 유발할 수 있는 원인이 된다. 그러므

로 복싱선수들은 체중감량 기간 중에도 인체 내의 전해질 균형을 향상시키기 위해 칼슘 및 미네랄 등이 풍부한 음식물 섭취의 증가가 고려되어야 한다.

활성산소 및 림프계 과부하 정도를 평가하기 위한 saliva rH2는 측정 시기간에 유의한 차이가 나타났지만 모든 시기의 결과 값이 정상수준인 21~23.5mV 사이에서 큰 변화 없이 유지되어 산화 스트레스는 문제가 없는 것으로 나타났다. 산화 스트레스가 과잉으로 나타나면 만성피로를 초래하고 면역성 질환을 발생시킬 수 있기 때문에 적정수준을 유지하는 노력이 지속적으로 이루어져야 한다. 비타민 C 부족여부 및 체내 항산화 정도를 반영하는 vitamin C 이용도 평가에서는 모든 측정 시기에서 정상수준인 1~5drop에 포함되어 있는 것을 알 수 있다. Vitamin C의 가장 좋은 공급원은 과일과 야채이며, 과일과 야채만으로도 하루 300mg 이상의 vitamin C를 제공받을 수 있기 때문에(Kundrat, 2013) 복싱선수들에게 이상적인 vitamin C 보충 방안이 권장되는 바이다. Sánchez et al.(2008)도 엘리트 운동선수들의 컨디션 관리를 위해 이상적인 vitamin C 보충이 이루어져야 한다고 하였다. 그러나 본 연구에 참가한 복싱선수들 대부분이 불균형한 영양섭취를 보완하기 위해 비타민 보충제를 섭취하고 있었으며, 이에 체내 적절한 항산화 수준을 나타내고 있는 것으로 사료된다.

종합적으로 볼 때 대부분의 체성분 분석과 무산소성 운동 능력에서 복싱 선수들이 가장 체중이 많이 나갔던 1차 체중감량 전과 무리한 체중감량을 실시한 후에 부정적인 변화를 보였으며, 2차 체중감량기에서는 긍정적인 결과로 전환된 것을 알 수 있다. 그러므로 복싱선수들의 무산소성 운동능력과 인체 내 체성분 변인들의 항상성을 유지하기 위해서는 효율적인 체중감량이 적용되어야 한다.

결론

이 연구의 목적은 대학교 복싱 선수들을 대상으로 단기간의 무리한 체중감량이 선수들의 체성분과 무산소성 운동능력에 미치는 영향을 알아보고 아마추어 복싱선수들에게 이상적인 체중감량법을 제시하는 데 있으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 무산소성 운동능력은 단기간 많은 체중을 감량한 1차 체중감량기에서 체중감량 이후 스쿼트에 대한 최

대근력과 윙게이트 테스트에 의한 최고과워, 평균과워 모두 유의하게 감소한 결과를 보였으며, 2주간 적정량을 감량한 2차 체중감량기에서는 체중감량 전과 후 유지 또는 소폭 감소한 현상을 보였지만 유의한 차이는 나타나지 않았다.

둘째, 체성분 분석 요인은 1차 체중감량기에서 체중감량 이후 단백질 이용도, 에너지 생성력, 전기전도율, 비타민 이용도에서 유의한 차이를 보이며 감소한 결과를 나타냈으며, 2차 체중감량기에서는 전기전도율과 산화 스트레스만 유의하게 증가한 결과를 보였다.

결론적으로 단기간에 급속으로 많은 체중을 감량하는 아마추어 복싱 선수들은 컨디션에 문제점을 일으킬 수 있으며, 신체조성, 체력, 체성분을 모두 포함하는 최적의 컨디셔닝을 유지하기 위해서는 체계적인 체중감량법이 적용되어야 할 것으로 보인다.

참고문헌

- 민경선(1995). 운동선수의 단기간 체중감량이 체력, 에너지 대사 및 호르몬 농도에 미치는 영향. 박사학위 논문. 동아대학교 대학원.
- 박익렬(2004). 체중감량이 태권도 선수의 유·무산소성 운동 능력, 면역반응, 호르몬 농도 변화에 미치는 영향. 박사학위 논문. 서울대학교 대학원.
- 송종일, 정승모, 임성빈(1996). 운동선수의 체중조절 및 감량에 따른 임상적 변인에 관한 고찰. 체육과학연구과제종합 보고서, 1-21
- 오명진, 강석훈, 김종오, 서태범, 김재진, 윤진환, 정일규(2007). 대학 레슬링선수의 급성 체중감량이 운동 후 체내 수분조절과 지질과산화물에 미치는 영향. 한국체육학회지, 46(3), 453-460.
- 천인호, 김광준, 박동호(2008). 국가대표 복싱 선수의 경기력 수준에 따른 전문 및 정밀체력 비교 분석. 체육과학연구, 19(2), 161-169.
- Balakrishnan, S. D., & Anuradha, C. V. (1998). Exercise depletion of antioxidants and antioxidant manipulation. *Cell biochemistry and function*, 16(4), 269-275.
- Bilsborough, S., & Mann, N. (2006). A Review of Issues of Dietary Protein Intake in Humans. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab*, 16(2), 129.
- Chatterjee, P., Banerjee, A. K., Majumdar, P., & Chatterjee, P. (2006). Changes in Physiological Profile of Indian Women

- Boxers During a Six Week Training Camp. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 18(2), 39-49.
- Chavan, R. S., Prajapati, P. S., Chavan, S. R., & Jana, A. (2014). Technology for the Manufacture of Diabetic Rosogolla. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 54(7), 863.
- Degoutte, F., Jouanel, P., Bègue, R. J., Colombier, M., Lac, G., Pequignot, J. M., & Filaire, E. (2006). Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. *Int. J. Sports Med.*, 27(1), 9-18.
- El-Ashker, S. (2004). Effect of developing specific endurance on some physiological responses and technical performance effectiveness for youth boxers 'comparative study'. *Mansoura University, Egypt. (In Arabic: English abstract)*.
- El-Ashker, S. (2011). Technical and tactical aspects that differentiate winning and losing performances in boxing. *International Journal of Performance. Analysis in Sport*, 11(2), 356-364.
- El-Ashker, S., & Nasr, M. (2012). Effect of boxing exercises on physiological and biochemical responses of Egyptian elite boxers. *Journal of Physical Education & Sport*, 12(1), 111-116.
- Filaire, E., & Lac, G. (2000). Dehydroepiandrosterone(DHEA) rather than testosterone shows saliva androgen responses to exercise in elite female handball players. *Int. J. Sports Med.*, 21(1), 17-20.
- Filaire, E., Bernain, X., Sagnol, M., & Lac, G. (2001). Preliminary results on mood state, salivary testosterone: cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *Eur. J. Appl. Physiol*, 86(2), 179-84.
- Ghosh, A. K. (2010). Heart Rate, Oxygen Consumption and Blood Lactate Responses During Specific Training in Amateur Boxing. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 22(1), 1-12.
- Ghosh, A. K., Goswami, A., & Ahuja, A. (1995). Heart rate & blood lactate response in amateur competitive boxing. *Indian J. Med. Res*, 102, 179-83.
- Hall, C. J., & Lane, A. M. (2001). Effects of rapid weight loss on mood and performance among amateur boxers. *Br. J. Sports Med.*, 35(6), 390-5.
- Horswill, C. A., Miller, J. E., Scott, J. R., Smith, C. M., Welk, G., & Van Handel, P. (1992). Anaerobic and aerobic power in arms and legs of elite senior wrestlers. *Int. J. Sports Med.*, 13, 558-561.
- Horswill, C. A., Park, S., & Roemmich, J. N. (1990). Changes in protein nutritional status of adolescent wrestlers. *Med. Sci. Sports Exer*, 22, 599-604.
- Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Jürimäe, T., & Sööt, T. (2002). Relations among heavy training stress, mood state, and performance for male junior rowers. *Percept Mot. Skills*, 95(2), 520-6.
- Khanna, G. L., & Manna, I. (2006). Study of physiological profile of Indian boxers. *Journal of sports science and medicine*, 5, 90-98.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., & Deschenes, M. R. (2011). *Exercise physiology : integrating theory and application*. Philadelphia, United States: Lippincott Williams & Wilkins.
- Kundrat, S. (2013). Antioxidants, Exercise, and Vitamin C. *Texas Coach*, 57(7), 22.
- Kutlu, M., & Guler, G. (2006). Assessment of hydration status by urinary analysis of elite junior taekwon-do athletes in preparing for competition. *Journal of Sports Sciences*, 24(8), 869.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, Maturation and Physical Activity*. Human Kinetics, Champaign: IL.
- Rankin, J. W., Ocel, J. V., & Craft, L. L. (1996). Effect of weight loss and refeeding diet composition on anaerobic performance in wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc*, 28, 1292-1299.
- Sánchez, M. C., Kimler, V. A., Cordts, F. L., Cady, J. A., Weller, M. A., Dumper, J. W., Williams, P., Pink, F. E., Rasmussen, H. M., Jiménez, E. A., Martin, A., Joseph, J. A., & Marks, C. R. (2008). Effect of a blueberry nutritional supplement on macronutrients, food group intake, and plasma vitamin E and vitamin C in US athletes. *International Journal of Food Sciences & Nutrition*, 59(4), 327.
- Shirreffs, S. M. & Maughan, R. J. (1998). Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(11), 1598-1602.
- Smith, M. S., Dyson, R., Hale, T., Harrison, J. H., & McManus, P. (2000). The effects in humans of rapid loss of body mass on a boxing-related task. *Eur. J. Appl. Physiol*, 83(1), 34-9.
- Smith, M., Dyson, R., Hale, T., Hamilton, M., Kelly, J., & Wellington, P. (2001). The effects of restricted energy and fluid intake on simulated amateur boxing performance. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab*, 11(2), 238-47.
- Wright, J. (2002). The Delicate Balance. *Flex*, 20(7), 304.

Effects on Electro-Chemical Screen and Anaerobic Exercise Capacity Caused by Short-Term Weight Loss in Amateur Boxing Players

Kwang-Jun Kim¹, & Ki-Joo Hur²

¹Korea Institute of Sport Science, & ²Korea National Sport University

The purpose of this study was to examine the effect on Electro-chemical screen and anaerobic exercise capacity caused by short-term weight loss in amateur boxing players. Subjects of this study were 10 male university boxing player who conducted to weight loss methods. In 1st weight loss, boxing players took rapid weight loss during 5-7days, In 2nd weight loss, boxing players took weight loss 3kg during 2 weeks. The change of ECS and anaerobic exercise capacity were measured before and after weight loss period. Anaerobic exercise capacity was measured by 1RM of bench press and squat. In addition, using the wing-gate test muscle power and power endurance was evaluated. To find out the changes in ECS, urine and saliva was collected after waking up were analyzed. The results were as follow. First, 1RM of squat($p=.003$), peak power($p=.023$) and mean power($p=.015$) showed significant decrease after 1st weight loss method. However in 2nd weight loss method, no factor of ECS and anaerobic exercise capacity were significantly decreased. Second, total urea($p=.015$), urine rH2($p=.017$), urine conductivity($p=.003$), and utilization of vitamin($p=.005$) showed significant decrease after 1st weight loss method. However in 2nd weight loss method, urine conductivity($p=.038$) and saliva rH2($p=.028$) showed significant increase after weight loss. In conclusion, amateur boxing players need a systematic weight loss to maintain optimal conditioning.

Key Words: Boxing Player, Weight Loss, Ecs, Anaerobic Exercise Capacity 