

Effects of Short Term Weight Loss on Physiological Variables in Weight Category Sports

Hyunseung Rhyu*

Jungwon University

This study aims to suggest the guide line for weight category sports(Taekwondo, Judo, Wrestling, Weightlifting, and Boxing) who have to lose weight to pass weigh-in before games. Reference data was collected from RISS, Medline, PubMed, SciELO and effects of short term weight loss on physiological variables(body composition, physical fitness, blood components, oxidative stress and hormone, immune function) were analyzed. Also, weight loss procedures for weight category sports athletes were analyzed in details. The results of the research are as follows: weight category sports athletes prefer short term (3~5 days) weight loss methods (3~5%) with dietary control, sweating and exercise. Physical changes caused by the loss in body weight, fat-free mass, and BMI, however, do not affect body fat percentage. Different changes of physical strength element depend on weight reduction period. In short term weight loss method, anaerobic exercise capacity, muscular strength, and reaction time partially decrease and affect staying power. In contrast, long term weight loss method do not affect aerobic and anaerobic exercise capacity. Furthermore, most of previous studies show that blood component change has negative effect on body water balance, stress-related hormone, and immune function.

In conclusion, short term weight loss method negatively affects athletic performance of weight class competition athletic. Therefore, careful long term weight loss methods are recommended with dietetic consideration to prevent dehydration during weight loss period. Excessive weight loss on lightweight athlete should be prevented by institutional basis as well.

Key Words: Weight loss, Physiological variables, Weight division athlete 

서 론

우리나라의 올림픽 참여는 1932년 제 10회 로스앤젤레스 올림픽에 2종목에서 3명의 선수를 파견한 것이 시초가 되었고, 1936년 베를린 올림픽에서는 4종목에서 7명의 선수가 참가하여 마라톤 종목에서 손기정 선수는 금메달 남승룡 선수는 동메달을 획득하였으나 가슴에 일

장기를 달고 있는 가슴 아픈 역사를 지켜볼 수밖에 없었다. 그로부터 12년이 지난 제 14회 런던올림픽 대회부터는 대한민국의 이름으로 대회에 첫 참가가 이루어졌고, 1976년 제 21회 몬트리올 올림픽에서 레슬링의 양정모 선수가 우리나라에 최초의 금메달을 안겨주었다. 그 후에도 유도, 레슬링, 복싱, 태권도, 역도 등의 체급 경기에서 뛰어난 성적을 올려 우리나라가 올림픽에 참가하여 획득한 총 243개의 메달 중 120개(49%) 메달을 체급경기에서 획득하였다. 금년에는 브라질 리우데자네이루에서 제 31회 올림픽이 개최되는데 총 308개의 금메달 중 68개(유도 14개, 레슬링 18개, 복싱 13개, 태

논문 투고일 : 2016. 06. 09.

논문 수정일 : 2016. 06. 21.

게재 확정일 : 2016. 06. 22.

* 저자 연락처 : 류현승(rhyuhs@naver.com).

권도 8개, 역도 15개)의 금메달이 체급경기에 배정되어 있다. 우리나라에서도 전통적 전락종목인 유도, 레슬링, 태권도 역도 등에서 메달을 기대하고 있는 실정이지만, 전락종목인 체급경기는 뛰어난 경기력과 함께 체중조절은 간과해서는 안 될 중요한 요소일 것이다. 체급의 분류는 경기에 출전하는 선수들이 동일한 신체조건 하에서 대등한 경기를 진행하게 하여 페어플레이와 부상을 예방하기 위해 분류된다(Horswill et al., 1992). 그러나 체급경기에 참가하는 대부분의 선수들은 시합에 출전할 때 자신보다 체격조건이나 체력적으로 열세한 상대를 만나서 경기를 진행하기 위해 본인의 체중보다 낮은 체급으로 출전 할 목적으로 체중감량을 실시한다(Artioli et al., 2010). 이렇듯 경기 참여 전 실시하는 체중감량은 체력요소에 나쁜 영향을 미치게 되며, 특히 단기간(7일 이내)의 선수자신 체중의 5% 이상을 감량하는 경우 경기력 저하와 함께 생리학적 능력 저하, 그리고 심리학적인 요인들에도 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Franchini et al., 2012).

체급경기 선수들은 자신의 체중을 감량하기 위하여 다양한 방법의 감량법을 사용하는데, 일반적으로 운동, 땀복 착용, 식이조절, 사우나, 수분제한, 단식 등의 방법을 택하여 실시한다(Kim et al., 2001). 이외에도 극한 방법을 선택하는 선수들은 다이어트 약 복용이나 완하제, 이뇨제 등의 방법을 사용하는 선수들도 있는데, 이뇨제는 세계 반도핑 기구에서 주요 금지약물로 지정되어 있다(Franchini et al., 2012). 이와 같이 체급경기 선수들은 효율적이고 과학적인 체중감량을 통해 경기력을 유지한 채 경기에 참가해야 되기 때문에 여러 선행 연구를 통해 제시되고 있는 이상적인 체중감량 방안을 고찰해보는 것은 매우 큰 의미를 지닐 수 있다. 이에 본 연구에서는 체급경기 선수들의 체중감량에 대한 자료수집을 위해 국내자료 수집은 RISS(학술연구정보 서비스)를 이용하였고, 국외 자료는 Medline, PubMed, SciELO를 이용하여 자료를 수집하였다. 따라서 본고는 체급종목 선수들의 체급분류, 체중감량 참여율, 체중감량 정도, 그리고 체중감량으로 나타나는 신체구성, 체력, 혈액성분, 산화적 스트레스 및 호르몬, 그리고 면역기능의 변화를 알아보고 이러한 결과를 토대로 효율적인 체중감량 방법에 대한 대안을 제시하고자 한다.

체급경기 선수의 체급분류와 단기간 체중감량 참여

체급경기는 경기에 참가하는 선수들이 전반적인 체격과 체중, 즉 신체의 기본적인 스펙에 차이가 나타나 체중이 차이가 발생하면 무거운 쪽이 대부분 유리해 진다. 특히 체중이 많이 나가게 되면 우월한 근력을 앞세워 파워와 내구력이 높아져 실제 경기에서 체중이 무거운 쪽이 좋은 결과가 나오는 경우가 많이 발생한다.

이로 인해 대부분의 체급경기에 참여하는 선수들은 상대방 보다 체격과 체력이 뛰어난 상태에서 보다 신체조건상 약한 상대를 만나 경기하기를 희망하게 된다. 이를 위해 대부분의 선수들은 본인의 체중보다 1~2체급 낮추어 참가하기 위해 체중감량을 실시하게 된다. <Table 1>에 제시된 바와 같이 종목별 체급 간 체중구분은 레슬링(남 : 7~32kg/ 여 : 5~6kg), 복싱(남 : 3~10kg/ 여 : 3~6kg), 유도(남 : 6~10kg/ 여 : 4~8kg), 태권도(남 : 10~12kg/ 여 : 8~10kg), 역도(남 : 6~11kg/ 여 : 5~6kg)와 같이 나누어지며, 이것은 경량급 체급의 범위는 작게 되어있고, 중량급과 헤비급에서는 체급의 범위가 크게 되어있는 것을 확인할 수가 있었다.

Table 1. Weight division of weight category sports in Rio Olympic (Unit : kg)

Wrestling		Boxing	Judo	Tawkwon -do	Weight lifter	
Greco man	Freestyle					
~59	~57	~49	~60	~58	~56	
59~66	58~65	50~52	61~66	59~68	57~62	
67~75	66~74	53~56	67~73	69~80	63~69	
76~85	75~86	57~60	74~81	80~	70~77	
M 86~98	87~97	61~64	82~90		78~85	
A 99~130	98~125	65~69	91~100		86~94	
N 130~	125~	70~75	100~		95~105	
		76~81			105~	
		82~91				
		91~				
		~48	48~51	~48	~49	~48
W	49~53	56~60	49~52	50~57	49~53	
O	54~58	69~75	53~57	58~67	54~58	
M	59~63		58~63	67~	59~63	
A	64~69		64~70		64~69	
N	70~75		71~78		70~75	
	75~		78~		75~	

특히 복싱경기는 다른 체급경기에 비해 체급 간 범위가 작게 분류되기 때문에 적게는 1체급 많게는 3체급 까지도 자신의 체중보다 낮은 체급으로 출전하는 선수들이 많은 점을 고려해볼 때 복싱 종목 선수들에게는 체중감량에 대한 교육이나 지침 제공이 필요할 것으로 보인다.

레슬링 선수를 대상으로 실시한 연구에서는 대회에 출전하는 고등학교, 대학교, 실업 선수들의 60~90%가 경기 전 단기간에 과도한 체중감량을 시행한다고 보고하였다(Steen & Brownell, 1990; Oppliger et al., 2003; Alderman et al., 2004). 유도 종목에서도 유사한 경향이 나타났는데, 헤비급을 제외한 약 90% 이상

이 경기 바로직전 단기간 체중감량을 하였다고 보고하였다(Artoli et al., 2010). <Table 2>에서 보는 바와 같이 브라질 유도선수와 태권도 선수들은 각각 62.8% (5.6±2.2kg), 63.3%(4.3±3.2kg)가 단기간 체중감량을 실시한다고 보고되었고(Brito et al., 2012), 브라질 유도 선수 헤비급을 제외한 89%의 선수가 단기간 체중 감량을 실시하였고, 평균적으로 체중의 2~5%의 체중감량을 하였다고 보고되었다(Artoli et al., 2010). 또한 브라질 남자 복싱 올림픽 대표팀을 조사한 연구에서는 참가한 대상자 전원이 단기간 체중 감량을 실시한다고 보고하였다(Peron et al., 2009).

우리나라와 같은 아시아권인 이란의 남자 레슬링 선수를 대상으로 살펴본 연구에서는 62%의 선수가 단기간 체중감량을 실시하였고, 3.3±1.8kg(5.0±2.6%)의 체중감량을 하였다고 보고하였다(Kordi et al., 2011). 북미지역 연구에서는 캐나다 남자 태권도 선수 대상으로 살펴본 연구에서는 53%의 선수가 단기간 체중감량을 실시하였다고 보고하였고(Kazemi et al., 2005), 미국 남자 고등학교, 대학교 레슬링선수 대상 연구에서 62%(2.9kg), 89%(5kg)의 선수들이 단기간 체중감량을 하였다고 보고하였다(Kiningham & Gorenflo, 2007).

국내 연구에서는(Lee et al., 2002) 성장기 태권도 선수를 대상으로 실시한 체중감량 실태조사에서 남자 경량급은 89.6%(4.9±2.6kg), 중량급은 84.4%(3.5±1.7kg), 헤비급은 36.7%(2.7±2.3kg)가 경기 전 단기간 체중감량을 실시하였다고 보고하였고, 여자선수는 경량급은 82.1%(4.3±1.7kg), 중량급은 70.5%(1.9±1.68kg), 헤비급은 22.6% (2.2±1.06kg)가 경기 전 단기간 체중감량을 실시하였다고 보고 하였다. Kim et al.(2001)의 연구에서도 체급경기 5종목 선수들을 대상으로 살펴본 연구에서 80.6%의 선수들이 체중의 6.5±3.22% 수준으로 단기간 체중감량을 실시한다고 보고하였다.

Table 2. Participation rate and weight reduction of short term weight loss in weight division athletes

Subject	Prevalence	Magnitude	Author
Brazil Judo(n=145)	M : 62.8%	5.6±2.2kg(8.5±4.2% of the weight)	Brito et al.(2012)
Brazil TKD(n=150)	M : 63.3%	3.2±1.2kg(4.3±3.2% of the weight)	
Brazil Judo(n=145)	86%(All) 89%(Heavyweight excluded)	2~5% of the weight	Artoli et al.(2010)
Brazil Boxing(n=10)	M : 100%	5.8kg	Peron et al.(2009)
Iran Wrestling(n=463)	M : 62%	3.3±1.8kg(5.0±2.6% of the weight)	Kordi et al.(2011)
Canada TKD(n=28)	M : 53%		Kazemi et al.(2005)
USA High School Wrestling(n=2352)	M : 62%	2.9±1.3kg(4.3±2.3% of the weight)	Kiningham et al.(2007)
USA College Wrestling(n=63)	M : 89%	5kg	
Korea TKD lightweight (M=48, F=28)	M : 89.6%, F : 82.1%	4.9±2.6, 4.3±1.7kg	Lee et al.(2002)
Middleweight(M=96, F=44)	M : 84.4%, F : 70.5%	3.5±1.7, 2.9±1.6kg	
Heavyweight(M=60, F=31)	M : 36.7%, F : 22.6%	2.7±2.3, 2.2±1.0kg	
Korea Weight division Athletes(n=500)	M-F : 80.6%	6.5±3.22% of the weight	Kim et al.(2001)

M: male, F: female, TKD: Taekwondo

Fabrini et al.(2010)은 브라질 체급경기 선수 대상 연구에서 남성선수(77.1%)가 여성선수(55.0%)에 비해 단기간 체중감량을 더 많이 실시한다고 보고하였다. 이러한 결과들을 기초로 살펴볼 때 남자 선수들이 여자 선수 보다 더 많은 체중감량을 하는 것으로 확인할 수 있었고, 경량급 선수들이 중량급 이상 선수들에 비해 과도한 체중감량을 실시하는 것을 확인할 수 있었다.

단기간 체중감량에 따른 체성분요소의 변화

단기간 체중감량으로 나타나는 체성분의 변화는 체지방의 감소보다는 체수분과 체지방의 감소가 대부분이다.

Oh et al.(2007)은 대학 레슬링 남자선수를 대상으로 7일간 체중의 5.2%의 체중감량을 식이요법과 훈련을 통해 실시한 결과 체지방에 대한 감소보다 체수분에 대한 감소가 현저하게 나타났다고 보고하였고, Cheon & Kim(2004)은 대학 태권도 남자선수를 대상으로 3일간 5%의 체중감량을 훈련과 식이제한, 그리고 사우나를 통해 실시한 결과 체지방에는 변화가 없이 근육량과 체지방 체중, 에너지원 저장량이 감소되었는데, 이것은 탈수에 의한 수분 손실로 인해 전해질의 불균형을 초래하여 피로물질이 축적되어 경기력에 부정적인 영향을 미친다고 보고하였다. Oh et al.(2015)의 연구에서도 고등학교 태권도 남자선수를 대상으로 5% 이상과 이하의 체중감량을 식이제한과 운동을 통해 실시한 결과 체중, 체수분, 체지방량, 체지방량, BMI에서 모두 감소하였으나 체지방률에서는 5% 미만 감량그룹에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다. Kim & Lee(2009)은 고등학교 태권도 남자 선수를 대상으로 4일간 체중의 5%이상 감량을 식이요법과 운동요법으로 실시한 결과 체중과 체지방률에는 유의한 감소가 나타났으나 체지방량과 체지방률에는 유의한 차이가 없다고 보고하였다.

Yoo et al.(2007)은 대학 복싱 남자선수를 대상으로 7일간 체중의 5.24%의 체중감량 그룹과 3일간 체중의 4.76% 체중감량그룹을 운동과 식이조절을 통해 살펴본 연구에서 7일간 집단에서는 체지방률은 체중감량 후 유의한 감소가 나타나지 않았고, 3일간 감량집단에서는 유의한 감소가 타나났으며, 두 집단 모두 체중감량 후 체지방과 체수분이 유의하게 감소한 것으로 보고되었다.

Kim & Hur(2014)의 연구에서도 아마추어 대학복싱선수 10명을 대상으로 1차로 5~7일 5kg 이상 감량을 사우나와 운동으로 실시하고, 2차로 1달이 지난 후 2주간 3kg 감량을 운동을 통해 실시한 결과 1차 감량에서는 체지방 체중, 체중, 체지방률, BMI 모두 유의하게 감소하였고, 2차 감량에서도 체지방 체중, 체중, BMI가 유의하게 감소하였으나 체지방률은 유의한 차이를 나타내지 않았다. 유도선수를 대상으로 동일방법의 실험을 실시한 Park & Yang(2011)의 연구에서도 Kim & Hur(2014)의 연구결과와 동일한 결과를 보고하였다. 그러나 Chun & Oh(2003)의 연구에서는 복싱선수를 대상으로 단기감량(5일)과, 장기감량(30일)을 살펴본 결과 체중, 체지방률, 체지방량에서 두 집단 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이상의 연구들에서 단기간 체중의 5% 이상 체중 감량에서는 체중과 체지방량, 체지방률, 체지방량, 체수분량, BMI가 모두 유의하게 감소되는 것으로 보고되는데, 이러한 단기간 급격한 체중감량은 식이조절과 운동, 그리고 사우나 등으로 탈수와 함께 체내 골격근에 저장되어 있는 ATP-PC와 글리코겐의 저장량을 감소시키는 결과로 나타나게 된다(Lim & Park, 2008). 이렇게 감소된 골격근 내 ATP-PC와 글리코겐의 저장량 감소는 무산소성대사과정이나 유산소성 대사과정에 필요한 글루코스의 이용 감소와 FFA(유리지방산)의 증가에 따른 해당과정의 억제를 나타내게 된다. 이와 함께 해당과정과 유산소성 대사과정에 참여하는 효소의 감소를 일으켜 운동수행능력에도 영향을 미치게 된다(Webster et al., 1990). Lee(1998)은 탈수로 인한 체수분량의 감소는 혈액의 농축을 발생시켜 혈액세포와 혈장량의 변화를 일으키게 되어 혈류순환 및 활동근의 혈류감소로 인하여 근피로 현상을 발생시킨다고 하였다.

단기간 체중감량에 따른 체력요소의 변화

체급경기 선수들에게 체중감량으로 나타나는 체력적인 변화는 체중감량 방법과 그 기간에 따라 다양하게 나타난다. 태권도선수를 대상으로 실시한 연구에서 Lim & Park(2008)은 7일간 체중의 5% 체중감량 후 살펴본 체력변화에서 근력, 근지구력, 유연성, 순발력, 민첩

Table 3-a. Change of Body composition, Fitness, and Physiology aspect in weight category sports according to weight reduction time and method

Subject	Weight reduction period and method	Body composition	Fitness	Physiology	Author
College Taekwondo Male(n=10) lightweight	7Days 5% Diet restriction, exercise, sauna		Muscle strength(-), muscle endurance(-), flexibility(-), power(-), agility(-), balance(-), reaction time(-)	MDA(-) SOD (-)	Lim, Wan-ki et al.(2008)
College Taekwondo Male(n=18) lightweight (12) middleweight (6)	3Days 5%(n=18) Diet restriction, sauna	Lightweight, Middleweight % bodyfat (-) Middleweight : girth of Waist, Hip, Thigh, and Chest(↓) Lightweight : girth of Waist(↓)			Cheon, Wookwang et al.(2004)
High school Taekwondo male(n=12)	4Days ① 5%↑(n=6) ② 5%↓(n=6) Diet restriction, exercise	①/② Body fat, %Body fat, Body water, Lean body mass, BMI(↓) ① > ②		Cortisol : ①, ② (↑) IgA, IgM : ①(-), ②(↑) IgG : ①(-), ②(-) RBC, WBC : ①, ② (-) Hct, Hb : ①(-), ② (↑)	Oh, Su-il et al.(2015)
High school Taekwondo male(n=18)	4days 5% ① ②(n=9) Diet restriction, exercise control (n=9)	%body fat(↓) body fat, Lean body mass(-)	Physical fitness(-) Only Left grip strength(↓) Isokinetic leg strength(-)	Total Protine, Ca ²⁺ , FFA, Mg+(↑), ionized calcium(↓)	Kim, Yong-Gyu et al.(2009)
High school Taekwondo male(n=24)	5Days 3~5% ①Sauna(n=11) ②Diet restriction(n=13)		Muscle strength, flexibility(-) Muscle endurance, Power(↓) Agility ①(↓)②(↑) Peak power, Mean Power(↓) Fatigue index(↑)		Lee, Dongki et al.(2006)
High school Wrestling male(n=7)	4Days 5%(n=7) Diet restriction, exercise, sauna			CPK, LDH(↑) Epinephrine(↓) Norepinephrine(↑)	Kim kyeonglar et al.(2013)
College Wrestling male(n=6)	7Days 5.2% Diet restriction, exercise	body water(↓) %body fat(↓)		Aldosterone(↑), MDA(↑) MVC(↓), Hb(↑), Hct(↑), %ΔPV(↓)	Oh, Myung-jin et al.(2007)

Table 3-b. Change of Body composition, Fitness, and Physiology aspect in weight category sports according to weight reduction time and method

Subject	Weight reduction period and method	Body composition	Fitness	Physiology	Author
College Judo male (n=16)	4Days 5%(n=8) Control 0%(n=8) Exercise, Diet restriction, sauna, jogging	Body fat, %Body fat, Body water, Lean body mass, BMI(↓)		IgA, IgG, IgM(↑) Cortisol, Norepinephrine(↑) Epinephrine(↓) Neutroph(↓) Lymphocyte, Monocyte(↑)	Yang, Sanghoon (2010)
College Judo Female (n=8)	1 st 5Days 5% ↑ 2 nd 14Days 5% ↑ Exercise, Diet restriction, jogging, Tubing exercise	1 st %Body fat, Body water, Lean body mass, BMI(↓) 2 nd %Body fat(-), Body water, Lean body mass, BMI(↓)		1 st NH3, Insulin, Norepinephrine(↓), aldosterone(↑) 2 nd LDH(↑), NH3, Glucagon(↓) Lactate acid, Renin, Cortisol, Epinephrine(-)	Park, Heesuk et al.(2011)
Amateur Boxing male (n=10)	1 st 5~7Days 5kg ↑ (Sauna, Exercise) 2 nd 14 Days 3kg - (Exercise)	1 st Lean body mass, %Body fat, BMI (↓) 2 nd Lean body mass, BMI (↓), %Body fat(-)	1 st Squat, Peak power, Average Power(↓) Bench press, Total work, Fatigue index(-) 2 nd Squat, Peak power, Average Power, Bench press, Total work, Fatigue index(-)	1 st Total urea, Urine rH2, Urine conductivity, Vitamin C(↓) 2 nd Saliva conductivity, Saliva rH2(↓)	Kim, Kwangjun et al.(2014)
College Boxing male (n=14)	①3Days 4.76% (Sauna, Exercise) ②7Days 5.24% (Exercise)	① Lean body mass, %Body fat, BMI (↓) ② Lean body mass, BMI (↓), %Body fat(-)	①VO2max, Exercise time(-) Peak Power, Fatigue index(-), Mean Power(↓) ②VO2max(-), Exercise time(↓) Peak Power, Fatigue index, Mean Power(-)	① Hb, HCT, Mg, Na(↑) K(-) Cl, Glucose(↓) ② Hb, HCT, Mg, Na, K(↑) Cl, Glucose(↓)	Yoo, Jongman et al.(2007)
Elite Boxing male (n=14)	30Days ① 5% ↑ (n=7) 5Days ② 5% ↓ (n=7) ① Exercise ② Diet restriction, exercise	① ② Lean body mass, %Body fat(-)	① VO2max, Watt, Mean Power(-) ② VO2max, Watt, Mean Power(↓)	RBC, Ht, Hb, Neutroph, Lymphocyte, Monocyte(-)	Chun, kilyoung et al.(2003)

성, 평형성, 반응시간에 감소하는 경향은 나타났으나 유의한 차이는 없다고 하였고, Kim & Lee(2009)은 4일간 5% 감량 후 살펴본 체력변화에서 좌측 악력을 제외한 전 요소에서 유의한 차이가 나타나지 않았고, 무릎관절 등속성 근기능 검사에서도 유의한 차이가 나타나지

않았다. 반면, Lee et al.(2006)은 사우나그룹과 다이어트그룹으로 5일간 체중의 3~5%를 감량 후 살펴본 체력변화에서 근지구력과 순발력이 유의하게 감소함을 보고하였고, 무산소성 운동능력을 확인하기 위해 윙게이트 테스트를 실시한 결과 최고파워, 평균파워 모두 유의

한 감소를 보였다고 하였다. 또한 피로지수는 증가한 것으로 나타났으며 유산소성 운동능력에서는 최대산소섭취량과 운동지속시간, 그리고 최대심박수에서 유의한 감소가 나타났다고 보고하였다. 복싱 선수를 대상으로 실시한 연구에서 Kim & Hur(2014)은 단기간(5~7일, 체중의 5% 감량) 체중감량 시 등장성 최대근력을 측정 한 스쿼트에서 유의한 감소를 나타냈고, 윙게이트 테스트를 실시한 결과 최고파워와 평균파워에서 유의한 감소를 나타냈으나, 장기간(14일, 체중의 5% 감량) 체중감량 시 등장성 최대근력과 윙게이트 테스트 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다고 보고하였다. Yoo et al.(2007)의 연구에서도 3일간 체중의 4.76% 감량한 집단에서 유산소운동능력을 운동부하검사(Bruce Protocol)로 살펴본 결과 최대산소섭취량은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 지속시간은 유의하게 감소하였고, 무산소성 운동능력을 측정한 윙게이트 테스트 결과 평균 파워도 유의한 감소 현상을 보였지만, 7일간 체중의 5.24% 감량한 집단에서는 유산소 운동능력과 무산소 운동능력 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. Chun & Oh(2003)의 연구에서는 장기간 감량(30일, 체중의 5% 감량)과 단기간 감량(5일간, 체중의 5% 감량)에 따른 유·무산소 운동능력을 분석한 결과 단기간 감량 집단에서는 최대산소섭취량과, 운동지속시간에서 유의한 감소가 나타났고, 평균파워도 유의한 감소가 나타났다. 그러나 장기간 감량 집단은 최대산소섭취량, 운동지속시간, 평균파워 모두에서 유의한 변화가 나타나지 않았다. 이상의 연구결과를 종합해 보면 단기간 과도한 체중감량은 제지방량과 체수분량의 감소로 인해 근육 내 저장된 ATP-PC와 해당과정의 에너지원인 글루코스가 고갈되어 근력과 순발력, 무산소성 운동능력은 물론 유산소 운동능력 까지도 부정적인 영향을 미치게 됨을 확인할 수 있었다. 반면에, 장기간의 체중감량은 이와는 상반되게 체력요소에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다.

단기간 체중감량에 따른 혈액성분의 변화

Oh et al.(2015)은 레슬링선수를 대상으로 7일간 체중의 5.2%의 체중감량을 식이제한과 운동을 통하여 실시한 연구에서 단기간 체중감량의 결과로 나타난 탈수

로 인하여 혈장량이 감소하고 혈액 농축이 진행되어 헤마토크리치(Hct), 헤모글로빈(Hb)이 증가 하였으며, 알데스테론과 MDA에서는 감량 후 안정시와 운동 후 증가한 것으로 나타났고, 삼투질 농도도 유의하지는 않으나 증가하는 경향이 나타났는데, 이러한 현상은 체중감량으로 인해 탈수가 상당 수준 진행되고 있음을 보여준다고 보고 하였다. 이러한 연구결과는 Hickner et al.(1991)이 진행한 3일간 체중의 4.5% 감량시의 연구결과와도 일치하였다.

그러나 이러한 결과와는 상반되게 Chun & Oh(2003)은 30일과 5일간 5% 감량에 따른 적혈구, 헤마토크리치(Hct), 헤모글로빈(Hb)이 장, 단기 감량 모두에서 유의한 차이가 없다고 보고하였고, Choma et al.(1998), Horswill et al.(1990)의 연구결과도 헤마토크리치(Hct), 헤모글로빈(Hb)이 차이를 보이지 않는다고 보고하였다.

Jung(2011)은 체내 혈액성분은 다양한 항상성 조절 기전에 의해 생물학적으로 안정되고 유지되지만 고강도 운동이나 수분섭취 감소에 의한 탈수현상으로 그 균형이 깨질 수 있다고 하였다. 탈수에 의한 체액과 전해질의 손실은 삼투압에 의해 세포외에서 세포내로 수분 이동이 일어나 세포가 팽창되어 파괴되는 삼투성 용혈이 발생된다. 또한 혈액 농축에 의해 혈액세포와 혈장량의 변화를 초래하여 인체 순환 및 체온조절의 부담을 가중시키고 활동근의 혈류감소로 인한 근피로 현상이 나타나거나 피부혈류 감소로 인해 체온의 과도한 상승이 일어날 수도 있다. Kim & Lee(2009)은 또 다른 탈수의 증거로 총 단백질량의 증가가 체액 수분의 감소효과로 수반되는 전해질의 증가현상과 동일하다고 보고하였다.

단기간 체중감량에 따른 산화적 스트레스 및 호르몬의 변화

체중감량에 따른 산화적 스트레스와 관련해서는 태권도 선수를 대상으로 살펴본 Lim & Park(2008)의 연구에서 단기간 체중감량시의 SOD(superoxide dismutase)와 MDA(malondialdehyde)의 변화를 관찰하였으나 유의한 차이는 나타나지 않았고, SOD는 감소경향이 나타났고, MDA는 증가하는 경향이 나타났다. Ji(1995)

는 운동은 체내 항산화능력을 증가시켜 혈중 MDA의 농도를 감소시키나 운동강도와 개인차에 따라 효과가 다르게 나타난다고 보고하였다. Shirreffs et al.(1996)은 체중감량을 위한 운동은 기능적으로 심각한 산화적 스트레스를 겪지 않으며, 훈련된 선수들이므로 운동 자체를 통한 혈중 지질과산화물의 변화가 미미하다고 보고하였다. 그러나 체중감량 후 나타나는 MDA의 증가는 급격한 체중감량 시 산화적인 스트레스가 작용하여 조직손상을 발생시키고, 미토콘드리아의 근형질세망과 내형질세망 등을 손상시켜 지질과산화를 증가시키는 원인이 된다고 하였다.

Park & Yang(2011)은 장, 단기 체중감량에 따른 피로물질과 호르몬들을 분석한 결과 피로물질인 젖산 탈수소 효소는 장기간에 유의한 증가가 나타났고, 암모니아의 경우 장, 단기 감량 집단 모두에서 유의한 감소가 나타났으며, 체수분 조절 호르몬인 알도스테론은 단기간에 유의하게 증가한 것으로 나타났고, 스트레스 호르몬인 노르에피네프린은 단기간에서 유의하게 감소하였다고 보고하였다. 이러한 결과는 단기간 감량이 장기간 감량 보다 피로물질과 대사관련 호르몬에 변화를 초래하였기 때문이라고 보고하였는데, 체수분 조절 호르몬은 체내 수분조절변화에 반응하며, 신장에서 체액 및 전해질 조절에 관련되어 분비되는 호르몬으로 알도스테론, 레닌이 대표적인데, 체중감량으로 인한 탈수와 영양섭취 부족시에는 근피로와 근수축과 관련된 전해질의 하나인 칼슘농도를 증가시킨다고 보고하였다. Oh et al.(2015)은 태권도 선수를 대상으로 4일간 체중의 5% 이상과 미만으로 체중감량을 실시한 결과 코티졸에 유의한 증가를 보였는데, 코티졸은 근육세포로부터 저장된 지방, 글리코겐, 아미노산을 이용하여 훈련 시 평균 혈당을 유지하는 기능을 하는데, 체중감량을 병행하고 있어 인체 내 혈당공급이 원활하지 못한 상황이 발생됨에 따라 혈중 코티졸 농도가 높게 나타났다고 보고하였다. Na(2002)은 고강도 탈진적인 운동과 단기간 체중감량은 카테콜라민(에피네프린, 노르에피네프린), 코티졸 등과 같은 스트레스 호르몬이 증가함으로써 운동선수의 상기도 감염에 대한 위험성을 증가시킨다고 보고하였고, Yang(2010)은 단기간 체중감량 후 에피네프린이 유의하지 않은 경미한 감소가 나타났으며, 노르에피네프린은 유의하게 증

가하였다고 보고하였다. Min(2007), Jeon(2008)의 연구에서도 체중감량 후 에피네프린이 경미하지만 감소하는 경향을 보였다고 보고하였다. Kim & Lee(2013)은 체중감량을 위해 실시한 식이제한, 발한 및 훈련 등이 혈장 글루코스 농도의 감소와 관련된 현상으로 볼 수 있고, 체내 글루코스 회복은 에피네프린에 크게 의존하기 때문에 체중감량으로 체내 당원질이 고갈됨에 따라 동원 가능한 글루코스 절대양이 감소함으로써 비례적으로 에피네프린의 농도가 감소된 것이라고 보고하였다.

단기간 체중감량에 따른 면역기능의 변화

체중감량과 관련한 면역기능의 변화는 Oh et al.(2015)의 연구에서 4일간 체중의 5% 이상, 미만 감량군을 나누어 살펴본 연구에서 5% 이상 감량군에서 면역글로블린 IgA와 IgM가 유의하게 증가하였다고 보고하였는데, IgA는 점막상피에 대한 바이러스와 박테리아의 부착을 억제하고 바이러스 복제를 억제하여 상기도 호흡 감염을 예방하는 역할을 하고, IgM은 적혈구 막에서 자연적으로 발생하는 항원의 반응으로, 본 연구에서의 증가는 체중감량으로 인하여 상기도 호흡 감염에 많은 노출이 되었음을 확인한 것이라고 볼 수 있다. 이와 같은 결과는 Jung(2010)의 유도선수 대상 단기간 체중감량 후 면역기능 분석에서 면역글로블린(IgA, IgM, IgG)의 증가 결과와 유사하다고 볼 수 있다.

그러나 이와 상반되게 Ohta et al.(2002)의 연구에서는 남자유도선수의 체중 감량은 경기 전 면역글로블린(IgG, IgM)의 변화를 초래하지 않았다고 보고하였고, Yaegaki et al.(2007)도 여자유도선수를 대상으로 한 연구에서 단기간 급속감량으로 체중의 4.9%를 감량한 결과 대식세포의 활동은 감소하였으나, 혈중 IgG, IgM의 변화는 나타나지 않았음을 보고하였다. 이상과 같이 각기 다른 연구 결과의 이유는 체중감량 시 시행하는 운동프로그램의 방법에 따라 면역글로블린의 변화에도 차이가 나타나는 것으로 판단되어진다.

Na(2002)의 연구에 의하면 격심한 운동은 IL-1 β , IL-6, TNF- α 와 같은 염증에 관여하는 몇 가지 염증성 사이토카인에 영향을 준다고 보고하였다. 이와 함께 Yang & Park(2010)의 연구에서는 단기간 체중감량

이 염증성 사이토카인인 IL-1 β , IL-6, TNF- α 에 영향을 주지는 않았다고 보고하였으나, 단기간 체중감량이 지속적으로 이루어진다면 과도한 식이제한에 의한 단백질 섭취부족으로 입파구의 아형인 B세포의 생합성을 저하하여 면역글로부린 생성 결핍을 유발하여 면역기능의 저하를 가져올 수 있다고 하였다. 이러한 결과로 인해 세포내의 병원균에 대한 신체 방어 기능을 감소시키게 되면 염증을 유발할 가능성이 높을 것이라고 보고하였다.

결론

체급경기에 참가하는 선수들은 누구나 자신의 체격보다 외소하고 상대적으로 근력이나 파워가 약한 대상을 만나 경기하기를 희망한다. 이로 인해 체중종목 선수들은 시합에 참가하기 전 급격한 체중감량을 실시하는데, 앞에서 언급된 내용들과 같이 단기간 체중감량은 다양한 생리학적인 변인에 부정적인 영향을 주는 문제점들이 노출되기 때문에 선수들과 지도자들은 체중감량에 대한 올바른 지침을 인식해야 할 것이다. 이에 대해 미국 대학스포츠의학회(ACSM, 1996)에서는 단기간 체중감량이 경기력뿐만 아니라 성장과 발달, 인지기능, 내분비계, 그리고 장기에 해로운 영향을 미치므로 체지방을 5% 이상 감소시키지 못하도록 규정하고 있으나, 체중을 감량하는 체급경기 선수들은 이러한 체중감소가 경기력과 인체에 미치는 영향에 대해서는 크게 염두하지 못하고 있는 것이 현실이다.

마지막으로 효율적인 체중감량을 위한 지침을 다음과 같이 언급해보고자 한다.

첫째, 단기간(3~5일) 체중의 5% 이상의 체중감량은 피하고, 1주일에 0.5~1kg 이하의 감량을 권장한다. 둘째, 탈수에 의한 체중감량은 전해질과 근 피로를 유발하므로 과도한 수분 손실을 일으키는 사우나와 땀복을 입고 운동을 하는 행동과 같은 탈수 유발방법 보다는 유산소 운동과 함께 섭취 칼로리를 30% 가량 줄이고, 고탄수화물 식이를 실시하는 방법의 체중 감량을 권장한다. 셋째, 중량급과 헤비급 선수들에 비해 경량급 선수의 경우 자신의 체급 보다 낮은 체급에 출전할 경우 단기간 체중감량으로 인해 탈수 및 영양실조와 같은 증상이

나타날 수 있으므로 기존 연구들에서 나타난 장기간 감량(2주 이상)과 단기간 감량(5일 이내)을 혼합 사용하여 체중감량으로 인하여 나타나는 위험을 줄이는 방향을 모색해야 할 것이다.

참고문헌

- American College of Sports Medicine. (1996). Position Stand On Weight Loss in Wrestlers. *Medicine Science in Sports & Exercise*, 8, 11-13.
- Alderman, B. L., Landers, D. M., Carlson, J., & Scott, J. R. (2004). Factors related to rapid weight loss practices among international-style wrestlers. *Medicine Science in Sports & Exercise*, 36, 249-252.
- Artioli, G. G., Gualano, B., Franchini, E., Scagliusi, F. B., Takesian, M., Fuchs, M., & Lancha, A. H. Jr. (2010). Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Medicine Science in Sports & Exercise*, 42, 436-442.
- Brito, C. J., Roas, A. F., Brito, I. S., Marins, J. C., Cordova, C., & Franchini, E. (2012). Methods of body mass reduction by combat sport athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 22, 89-97.
- Cheon, W. K., & Kim K. J. (2004). Change of Body Composition after Rapid Weight Loss as Different Body Weight of Taekwondo Players. *Journal of exercise nutrition & biochemistry*, 8(3), 289-294.
- Choma, C. W., Sforzo, G. A., & Keller, B. A. (1998). Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers. *Medicine Science in Sports & Exercise*, 30(4), 746-749.
- Chun, K. Y., & Oh, I. S. (2003). The effect of different weight reduction period on cell blood count and anaerobic capacity in boxing athletics. *The Korea Journal of Sports Science*, 12(2), 589-597.
- Fabrini, S. P., Brito, C. J., Mendes, E. L., Sabarense, C. M., Marins, J. C. B., & Franchini, E. (2010). Práticas de redução de massa corporal em judocas nos períodos pré-competitivos. *Revista Brasileira de Educação Física Esporte*, 24, 165-177.
- Franchini, M., Brito, C. J., & Artioli, G. G. (2012). Weight loss in combat sports: physiological, psychological and

- performance effects. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 52.
- Hickner, R. C., Horswill, C. A., Welker, J. M., Scott, J., Roemmich, J. N., & Costill, D. L. (1991). Test development for the study of physical performance in wrestlers following weight loss. *International Journal of Sports Medicine*, 12, 557-562.
- Horswill, C. A., Park, S. H., & Roemmich, J. N. (1990). Changes in the protein nutritional status of adolescent wrestlers. *Medicine Science in Sports & Exercise*, 22, 599-604.
- Jeon, M. C. (2008). *The Performance and Stress Hormones of Middle School Taekwondo Player in Accordance with Weight Reduction*. MS. Dissertation, Kangwon National University.
- Jung, I. K. (2011). *Human Performance & Exercise Physiology*. Seoul: Daekyung books.
- Jung, Y. H. (2010). *Judo and weight loss over a short time afterwards the electrolyte, enzyme activity and effects on immune function*. Ph.D. Dissertation, Keimyung University.
- Kazemi, M., Shearer, H., & Choung, Y. S. (2005). Pre-competition habits and injuries in Taekwondo athletes. *BioMed Central musculoskeletal disorders*, 27(6), 26.
- Kim, C. H., Kim, C., Ji, J. W., Pyo, J. H., Oh, H. S., & Choi, Y. E. (2001). Weight Loss Patterns of Weight-Classed Athletes in Korea: A Descriptive Study. *The Korean Journal of Sports Medicine*, 19(1), 49-61.
- Kim, K. J., & Hur, K. J. (2014). Effects on Electro-Chemical Screen and Anaerobic Exercise Capacity Caused by Short-Term Weight Loss in Amateur Boxing Players. *Korean Journal of Sport Science*, 25(2), 215-226.
- Kim, K. L., & Lee, J. H. (2013). *The effect of rapid weight reduction on serum enzyme and stress hormone in high school wrestlers*. *The Journal of Institute of School Physical Education*, 20(2), 191-202.
- Kim, Y. G., & Lee, M. G. (2009). Effects of short-term weight loss on physical fitness, isokinetic leg strength, and blood variables in male high school Taekwondo players. *The Journal of Taekwondo Science*, 2(1), 31-41.
- Kiningham, R. B., & Gorenflo, D. W. (2001). Weight loss methods of high school wrestlers. *Medicine Science in Sports & Exercise*, 33, 810-813.
- Kordi, R., Ziaee, V., Rostami, M., & Wallace, W. A. (2011). Patterns of weight loss and supplement consumption of male wrestlers in Tehran. *Sports medicine arthroscopy rehabilitation therapy & technology*, 3(1), 4.
- Lee, D. K., Uom, W. S., & Park, S. T. (2006). The change of physical fitness level, aerobic and anaerobic capacity by short-term weight loss methods of high school taekwondo players. *Exercise Science*, 15(2), 155-162
- Lee, J. K., Kim, C., Kim, C. H., Kwon, Y. W., & Kim, J. H. (2002). Weight loss patterns of the young Taekwondo athletes in Korea : A descriptive study. *Korean Journal of Sport Science*, 13(2), 81-90.
- Lee, S. Y. (1998). *Effect of Weight Reduction Period on Physical Fitness, Electrolyte and Hormone Concentration*. Ph.D. Dissertation, Kookmin University.
- Lim, W. K., & Park, I. R. (2008). Change of Physical fitness, MDA and SOD by short-term weight reduction of Taekwondo players. *International Journal of Contents*, 8(10), 301-308.
- Min, J. A. (2007). *A study of body composition and muscle strength caused by athlete's rapid weight reduction*. Ph.D. Kyungpook National University.
- Na, J. C. (2002). The Effects of Long-term Circuit Weight Training on Lymphocyte Subpopulations in Middle-Aged Women. *Journal of Exercise Nutrition*, 6(2), 127-131.
- Oh, M. J., Kang, S. H., Kim, J. O., Seo, T. B., Kim, J. J., Yoon, J. H., & Jeong, I. K. (2007). The effects of acute weight Loss on body water balance and Lipid peroxidation index in collegiate wrestling athletes. *The Korean journal of Physical Education*, 46(3), 453-460.
- Oh, S. I., Hwang, Y. S., Yang, W. J., & Lee, W. B. (2015). The effect of weight loss of Taekwondo players before competition on the body composition, cortisol, immunoglobulin, and blood components. *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, 17(4), 1-12.
- Ohta, S., Nakaji, K., Totsuka, M., Umeda, T., & Sugavara, K. (2002). Depressed humoral immunity after weight reduction in competitive judoists. *Luminescence*, 17(3), 150-157.
- Oppliger, R. A., Steen, S. A., & Scott, J. R. (2003). Weight loss practices of college wrestlers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13, 29-46.
- Park, H. S., & Yang, S. H. (2011). Effects of weight loss on fatigue and metabolic hormone in weight classification athletes. *The Korean Journal of Physical Education*, 50(3), 533-550.
- Perón, A. P. O. N., Zampronha, F. W., Garcia, L., Silva, A.W.,

- & Alvarez, J. F. G. (2009). Perfil nutricional de boxeadores olímpicos e avaliação do impacto da intervenção nutricional no ajuste de peso para as categorias de lutas. *Mundo Saúde*, 33, 352-357.
- 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), 1260-1271.
- Steen, S. N., & Brownell, K. D. (1990). Patterns of weight loss and regain in wrestlers: has the tradition changed? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 762-768.
- Webster, S., Rutt, R., & Weltman, A. (1990). Physiological effects of a weight loss regimen practiced by college wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 229-234.
- Yaegaki, M., Umeda, T., Takahashi, I., Matsuzaka, M., Sugawara, N., Shimya, S., Tanabe, M., Kojima, Mochida, N., Yamamoto, Y., & Nakaji, S. (2007). Chang in the capability of reactive oxygen species production by neutrophils following weight reduction in female judoists. *British Journal of Sports Medicine*, 41(5), 322-327.
- Yang, S. H., & Park, H. S. (2010). Effects of Weight Loss on Immune Function and Inflammatory Cytokines in Judo Players. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 42(2), 873-889.
- Yang, S. H. (2010). Effects of short-term weight loss on stress hormone and immune function in Judo players. *Exercise Science*, 19(3), 289-300.
- Yoo, J. M., Shin, J. K., Park, Y. S., Park, S. Y., Cho, J. Y., & Cho, I. H. (2007). The effect of rapid weight loss on serum and urine biochemical component and aerobic · anaerobic performance in elite amateur boxer. *International Journal of Coaching Science*, 9(4), 179-188.

체급경기 선수들의 단기간 체중감량이 생리학적 변인에 미치는 영향

류현승(중원대학교)

본 연구는 시합 전 체중을 통과해야 하는 체급종목(태권도, 유도, 레슬링, 복싱, 역도) 선수들에게 효과적인 체중감량에 대한 가이드라인을 제시하기 위하여 진행되었다. 본 연구의 국내자료 수집은 RISS(학술연구정보 서비스)를 이용하였고, 국외 자료는 Medline, PubMed, SciELO에서 자료를 수집하여 단기간 체중감량으로 인한 생리학적 변인(신체구성, 체력, 혈액성분, 산화적 스트레스와 호르몬, 그리고 면역기능)에 대하여 분석하였고, 또한 체급경기 선수들의 체중감량방법에 대해서도 살펴보았다. 본 연구에서 살펴본 결과 체급경기에 참여하는 선수들 대부분은 단기간(3~5일) 체중감량방법(체중대비 3~5%)을 선호하였고, 감량방법은 식이조절과 발한, 운동 등의 순으로 나타났다. 체중감량으로 나타나는 신체조성의 변화는 체중, 체지방량, BMI에는 감소가 나타나고, 체지방에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 체력요소의 변화는 감량기간에 따라 차이가 나타났는데, 단기간 체중감량의 경우 무산소성 운동능력과 근력과 순발력이 일부 감소하였고, 지구력 요소에도 변화가 나타났다. 그러나 장기간 체중 감량 시에는 유산소운동능력과 무산소 운동능력, 그리고 다른 체력요소에도 유의한 변화가 나타나지 않았다. 또한 혈액성분의 변화에서 체수분 관련 변인들과 스트레스 호르몬, 그리고 면역기능에는 부정적인 영향을 미치는 것으로 대부분의 연구에서 보고하였다. 이러한 결과를 종합해볼 때 단기간의 체중감량은 체급경기선수들의 경기력에 부정적인 영향을 주기 때문에 보다 장기적인 체중감량방법을 권장해야 하고, 체중감량 시 탈수를 최소화시키기 위한 영양학적 접근이 이루어져야 하고, 경량급 선수의 과도한 체중 인하를 방지토록 제도화를 하여야 할 것이다.

주요어: 체중감량, 생리학적 변인, 체급경기선수