

## 중학교 레슬링 선수의 단기간 체중 감량이 신체 구성과 적혈구 Heinz body 형성에 미치는 영향

김종오<sup>1\*</sup> · 김영욱<sup>2</sup> · 윤진환<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한남대학교 스포츠의학연구소, <sup>2</sup>고려대학교 사범대학 체육교육

Received April 15, 2006 / Accepted October 13, 2006

**Effects of Rapid Weight Loss on Body Composition and Heinz Body Formation in Middle-School Wrestlers.** Jong-Oh Kim<sup>1\*</sup>, Young-Uk Kim<sup>2</sup> and Jin-Hwan Yoon<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Research Institute for Sports Medicine, Hannam University, <sup>2</sup>Department of Physical Education, Korea University – The purpose of this study was to examine the changes of body composition and heinz body blood component after 3 days rapid weight loss(5.16% of total body weight) through combined method with total food restriction and dehydration. The result were as follows: The average weight showed a significant difference between before and after rapid weight loss( $p < .05$ ). The percentage of body fat showed some decrease in average with  $12.14 \pm 1.80$  (%) after weight decrement in an average of  $12.68 \pm 1.69$  (%) before rapid weight loss, but the difference that noted did not show. The body fluid showed a significant difference between before and after rapid weight loss( $p < .05$ ). RDW, ESR, and Heinz body formation showed a significant increase after rapid weight loss. It was concluded that rapid weight loss techniques result in deleterious effects on body composition and red blood cell in middle school wrestler.

**Key words** – Rapid weight loss, oxidative damage, Heinz body formation, RDW, ESR,

### 서 론

적혈구의 산화적 손상은 인체 내 산소운반능력을 감소시킨다[22]. 레슬링과 같은 체급경기는 전통적으로 체중에 의존한 스포츠로서 많은 양의 체중을 단기간에 손실시키는 경우가 많다[20]. 레슬링 선수들은 시합을 앞두고 체급에 알맞은 체중을 유지하기 위해서 사우나, 발한 복, 절식, 과도한 운동 등의 다양한 방법을 통해 목표체중을 맞추려 한다[12]. 이러한 단기체중감량(Rapid weight loss ; RWL 48-72 hrs) 방법들은 보통 식이 제한 및 탈수과정이 주된 내용으로 구성되어 있기 때문에 운동지속시간 저하, 운동 시 심장 기능의 저하, 근조직의 손실 및 근력, 근 지구력 감소로 인한 경기력 저하, 상당한 발한 량과 부적절한 식이 섭취에 의해 발생하는 전해질 감소 및 미량원소들의 결핍, 혈장 량 및 혈액량 감소, 체액구성의 변화, 호흡 순환 기능저하, 열 조절 기능의 손상, 신장의 체액 여과 량 감소와 같은 신장기능저하, 심리적 스트레스 가중으로 인한 컨디션 조절 저하 등, 인체 생리적 조절 능력의 손상과 관련한 다양한 문제점을 유발시키는 것으로 지적되어 왔다[3,11,14,15].

선수들의 감량 정도와 문제점에 대해서 Fogelhom 등[14]은 체급경기에서 이상적인 감량의 정도는 자기 체중의 평균 5%이하라고 하였고, 또한, 1개월 내에 2kg정도의 감량을 실시하고자 할 때는 연습량의 증가와 식이 섭취량의 조절을 병

행해야 몸에 무리가 없다고 보고하고 있다. 하지만 생리적 기능을 감안할 경우 체중감량은 자기 체중의 1-4%이고 허용한계는 5-7%라고 하더라도, 단기간에 급속히 감량을 하게 되면 근력, 운동수행능력, 혈장 량 등이 감소하게 되고 최대 하 운동 시 심장기능도 저하되게 된다[3].

현재에는 탈수를 이용한 체중감소는 운동수행력을 감소시키는 것이 분명해졌으며, 절대체중 손실의 정도는 궁극적으로 수행력에 영향을 주는 결정적 요인이 될 수 있다. 또한 단기 체중감량은 경기 후에도 선수들 대부분에게서 심한 탈수 현상을 초래하기도 한다[20]. Hickner 등[19]과 Webster 등[27]의 연구에서 근력과 무산소 능력의 약화가 체중손실 후 레슬러에서 관찰되었는데, 선수들이 72시간 내 4.9% 체중감량으로도 상체의 근력이 유의하게 감소되는 것으로 나타났다. Oopik 등[25]도 잘 훈련된 레슬링 선수에서 72시간 내 체중의 5-6%를 감량했을 때 대사와 대퇴근 기능을 손상시킨다고 보고하였다. Tarnopolsky 등[26]도 운동, 칼로리 제한, 음료제한, 사우나 등으로 72시간 내에 5%의 감량 시 근글리코겐의 54%가 감소하는 것으로 나타났다. 게다가 레슬링 선수에서 체중감량은 생리적인 영향뿐만 아니라 인지능력에도 부정적인 영향을 미치게 된다[11]. 실제로 지난 수년간 미국에서는 극단적이고 심한 체중감량 관행으로 레슬러의 죽음을 초래했지만[24], 아직도 짧은 시간에 5-6% 체중을 감량시킬 수 있는 선수 대부분은 이러한 감량이 레슬링 경기에서 유의성을 가지지 못한다고 생각하고 있다[27].

레슬링 선수를 대상으로 3주간의 운동을 포함한 칼로리 제한 및 발한 등에 의한 체중감량은 체내 iron저장량의 감소

\*Corresponding author

Tel : +82-42-629-7973, Fax : +82-42-629-8402

E-mail : jokim1019@korea.ac.kr

를 유발하여 운동능력과 관련된 혈액성분들 및 유산소성 운동능력에 부정적 영향을 미치며, 인체의 생리적 조절 능력의 장애를 야기하며 일부 면역세포들의 정상적인 변화에 부정적으로 작용할 수 있다고 하고 있다[6].

한편, 적혈구의 life cycle은 100-120일 정도이고, 그 기능은 폐로부터 산소를 조직으로 운반하는 일이다. 그 일은 적혈구안의 헤모글로빈이 담당한다[4]. 새롭게 생성된 적혈구와 파괴되기 직전의 적혈구 사이에는 여러 생화학적인 성질 등에 의해 적혈구가 손상되는 과정이 일어난다. 그러한 손상과 관련하여 적혈구 침강속도 (erythrocyte sedimentation rate, ESR)는 비특이적이기는 하지만 염증성 반응을 나타내는 좋은 지표이다. 그것은 비교적 간단한 방법으로 적혈구 손상을 나타낼 수 있다. 운동과 관계되는 적혈구의 형태 손상에 관한 연구는 상대적으로 적은 편이다[2,5]. Heinz body는 적혈구안의 헤모글로빈 산화로 나타나는 현상이다[22]. 적혈구의 형태를 광학현미경 수준에서 관찰할 수 있는 것으로 주로 임상에서 glucose-6-phosphate 결핍유무를 판정하는 지표에 이용하기도 한다. 기존의 연구는 혈액 수준의 산소운반의 적혈구계의 수적인 증감여부에 관한 연구가 대부분이 있었을 뿐 적혈구의 산화적 손상 여부에 대한 형태학적 변화를 알아보는 연구는 극히 드물다.

이에 본 연구에서는 시합을 준비하고 있는 레슬링 선수들을 대상으로 단기간 체중 감량 전, 후의 신체 구성성분과 적혈구 Heinz body 형성에 어떠한 영향을 미치는 지를 알아보고자 실행하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 대상

본 연구의 대상은 중학교 레슬링선수 7명으로 특별한 대사성 질환이나 큰 골격계 질환이 없는 자로 선정하였다. 이들의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

### 단기간 체중 감량 방법

단기간 체중 감량은 일반적으로 감식, 사우나, 체액손실, 탈수, 운동 및 식사조절, 약물복용 등의 방법이 있으나 본 연구에서는 체급선수들이 일반적으로 행하고 있는 훈련 및 감식에 의한 방법을 행하였다. 단기 체중 감량은 총 3일 72시간 [25]으로 하였으며 감량 전 안정 시 체중을 측정후 2일째

는 체중의 3% 이상 감량, 3일째는 체중의 5% 이상을 감량하도록 감시하였다. 구체적인 체중 감량 방법은 매 훈련 시마다 추가적 운동(1-2시간)과 감식 등의 방법만을 이용하였으며, 이뇨제나 설사약과 같은 약물들은 절대 복용하지 않았다.

### 신체구성 측정

신체구성은 체성분 분석기인 Inbody 2.0(Biospace사, Korea)을 이용하여 오른팔, 왼팔, 몸통, 오른다리, 왼다리에서 4가지 주파수(5, 50, 250, 500 kHz)대역에서 전기저항을 측정하는 생체전기 임피던스법(Bio-electrical Impedance Analysis)으로 측정하였다. 이 기기에서 이용되는 전기저항은 체지방량과 반비례관계가 있는 것으로[1] 본 연구에서는 감량 전, 후 체지방율과 체수분량의 수치를 구하였다.

### 혈액성분 측정

#### Red cell distributing width(RDW) 측정

혈액 채취는 감량 전, 후 대상자가 실험실에 도착하여 30분간의 안정을 취한 후 운동전 혈액을 전주정맥(antecubital vein)에서 10 ml의 혈액을 채취하여 분석한다. 채혈된 전혈(whole blood)을 이용하여 산소운반관련 혈액성분인 적혈구의 상태를 알아볼 수 있는 RDW를 측정하였다. 측정 장비는 Complete Blood Count 장비의 하나인 Automatic Blood Cell Counter MICROS 60-OT(ABX Diagnostics, France)를 이용하였다.

#### 적혈구 침강속도(Erythrocyte Sedimentation Rate; ESR) 측정

적혈구의 부유 안정도(suspension stability)를 검사하기 위한 적혈구침강속도는 다음과 같이 측정하였다. 먼저 채혈된 전혈은 즉시 EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid)가 들어있는 적혈구 침강속도 측정 전용 tube에 넣어 전기식 적혈구 침강속도측정기(Microsed-system series I, Italy)로 sodium citrate 와 1:4로 희석하여 측정하는 Westergren법으로 측정하였다.

### 적혈구 형태학적 분석

#### Heinz body 염색

Heinz body는 적혈구내 일종의 inclusion body (denatured hemoglobin)로서 불규칙한 모양의 2 μm이하 덩어리들이다. 흔히 적혈구의 가장자리에 위치하며 hemoglobin의 조각으로 super vital stain(brilliant cresyl blue stain)으로 염색된다 [27]. Heinz body 형성의 확인은 채취된 혈액을 전혈 상태로 EDTA tube에서 항응고 처리를 한 뒤 brilliant cresyl blue 1.0 g, sodium citrate(Na · C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub> · 2H<sub>2</sub>O) 0.4 g, Sodium chloride(NaCl) 0.9g을 distilled water 100ml에 잘 녹인 후 여과하여 4℃에 보관되어 있던 super vital 염색 시약으로 염

Table 1. Physical characteristics of subjects

Subjects	Age (yrs)	Weight (kg)	Height (cm)	Fat (%)	Sports Career (month)
7	15.2±0.6	55.5±4.5	164.5±5.4	12.2±2.3	29.0±7.5

Values are mean ± S.D

색하였다. 검사방법은 여과지에 시약을 여과한 후 혈액 동량 (2 drops)을 slide glass위에서 잘 혼합 후 microcapillary tube에 넣어 15분간 염색하였다. 잘 혼합 후 slide glass에 1 방울 놓고 cover glass를 덮고 vaseline으로 cover glass 양쪽을 고정하여 slide를 완성하였다.

**광학현미경적 관찰**

염색된 slide는 oil lens(1000배)로 관찰하였다. Heinz body는 헤모글로빈이 산화되어 나타나는 것으로 선행연구 [27]를 기초로 하여 현미경상에서 동일한 면적을 선택하여 총 적혈구수에서 Heinz body를 한개 이상 가지고 있는 적혈구들의 백분율(%)을 구하였다.

**자료 처리**

본 연구의 자료 처리는 SPSS/PC 통계 프로그램(11.5)을 이용하였다. 먼저 각 항목별 기초 통계량은 평균 및 표준편차(mean ± SD)로 제시하였고, 각 항목별 체중 감량 전, 후 차이의 검증은 paired t-test를 이용하여 계산하였다. 모든 통계적 유의 수준은 p < .05로 설정하였다.

**결 과**

대상자의 단기간 체중 감량 전, 후 신체 구성 및 적혈구 손상 지표의 변화는 다음과 같다.

**신체구성의 변화**

**체중의 변화**

체중 감량 전과 후의 체중의 변화는 Table 2에서 보는 바와 같다. 본 연구에 참여한 레슬링 선수들의 단기간 체중 감량 전 평균 체중은 55.53±4.52 kg이었으며, 단기간 식이 조절, 사우나, 운동 등을 실시하여 체중 감량한 결과 52.66±5.69 (kg)으로 감량 전 보다 유의한 감소(5.16%)를 보였다(p < .05).

**체지방율의 변화**

단기간의 체중 감량 전과 후의 체지방율에 대한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 체지방율은 지방을 체중으로 나눈 값으로 본 연구의 결과를 보면 단기간의 체중 감량 전 평균 12.27±2.35 (%)에서 체중 감량 후 12.12±3.31 (%)으로 평균에서 약간의 감소를 보이지만 유의한 차이는 나

Table 2. The changes of body composition data (mean ± SD)

Variable	Before	After	paired t-test
Body mass(kg)	55.53±4.52	52.66±5.69	12.137*
Body fat(%)	12.27±2.35	12.12±3.31	1.405
Body fluid(ℓ)	33.60±2.54	31.13±2.81	8.416*

\* : p < .05

타나지 않았다.

**체수분량의 변화**

체중 감량 전과 후의 체수분량의 변화는 Table 2에서 보는 바와 같이 단기간의 감량 전의 체수분량은 평균 33.60 ± 2.54 (ℓ)이었으나 감량 후에는 31.13±2.81 (ℓ)로 유의하게 감소하는 경향을 보였다(p < .05).

**혈액 성분 변화**

단기간 체중 감량 전, 후 혈액 성분 변화는 Table 3에 제시된 바와 같다.

**RDW의 변화**

RDW는 적혈구 용적의 분포에 대한 표준 편차 값을 나타내며, 철 결핍성 빈혈을 감별하기 위해 많이 이용되는 것으로 단기간 체중 감량 전의 RDW 값은 13.16 ± 0.34 (%)이었으나 감량 후에는 13.54 ± 0.31 (%)로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다(p < .05).

**적혈구 침강속도의 변화**

적혈구 침강속도의 변화는 Table 3에서 보는 바와 같다. 단기간 체중 감량 전 적혈구 침강속도는 1.57±0.78mm/h이었으나 감량 후에는 4.28±1.75mm/h로 유의하게 증가하는 경향을 보였다.

**Heinz body 형성 결과**

Heinz body 형성을 관찰하기 위해 Super vital stain 염색을 한 결과는 Table 4, Fig. 1서 보는 바와 같다. 단기간 체중 감량 전의 경우, 전체 적혈구 중 Heinz body를 형성하고 있는 적혈구가 차지하는 비율은 1.90±0.27(%)이었으나 단기간 감량 후에는 11.36±1.65(%)로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다.

Table 3. Effects of rapid weight loss on Erythrocyte sedimentation rate

	before	after	t-value
RDW	13.16±0.34	13.54±0.311	14.66*
ESR (0-20.0mm/h)	1.57±0.78	4.28±1.75	9.50*

All values are expressed as mean ± standard deviation.  
\* p<.001

Table 4. Effects of rapid weight loss on Heinz body formation

	before	after	t-value
Heinz body formation(%)	1.91±0.53	11.36±1.65	15.02*

All values are expressed as mean ± standard error. \* : p < .05

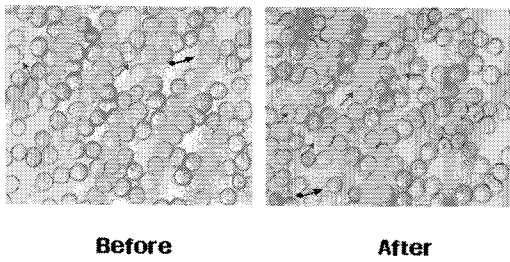


Fig. 1. Effects of rapid weight loss on Heinz body formation in RBC (-----▶ : Heinz body formation, ●-----▶ : normal RBC, Oil lens×1000)

### 고 찰

본 연구는 중학교 레슬링 선수의 시험 전 단기간 체중 감량이 신체구성 성분과 적혈구의 산화적 손상에 어떠한 영향을 미치는 가를 알아보고자 한 연구이다. 본 연구에서 신체구성 성분의 변화를 알아보고자 한 이유는 단기간 체중 감량에 의한 체중 감량이 주로 어떠한 성분에 의해 감량되는 것인지를 알아보고자 한 것이었다.

일반적으로 체중의 감소는 섭취하는 열량에 비해 소비되는 열량이 더 많을 때 이루어진다[23]. 이에 본 연구에서 실행된 단기간 체중 감량 방법의 구성요소는 섭취하는 열량을 줄이기 위해 평소의 식사량 보다 적게 먹는 감식의 방법을 이용하였고, 소비되는 열량을 늘이기 위한 방법으로는 사우나와 본 연구에 참여한 중학교 레슬링 선수들이 기존에 실시해왔던 운동 외에 추가적으로 1-2시간 정도의 부가적 운동을 실시하도록 하는 방법을 실시하였다. 이노제나 설사약과 같은 약물들은 이용하지 않았다.

본 연구에서 체중의 변화는 단기간 체중 감량 전에 비해 감량 후에 유의하게 감소된 것으로 나타났다. 이는 본 연구에서 실시한 단기간 체중 감량 법이 체중을 감소하는 데는 효과적이었음을 알 수 있다. 그 외 체지방의 변화는 단기간 감량 전에 비해 약간 감소하는 경향을 보이기는 했으나 유의한 감소는 아니었으며, 체수분의 변화는 단기간 체중 감량 전에 비해 감량 후에 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 결국 이러한 사실은 본 연구에서 72시간 동안 실시된 단기간 체중 감량은 인체 내 체지방의 감소로 인한 체중의 감소가 아니라 주로 체수분량의 감소 즉, 탈수로 인한 체중의 감소와 식이 제한 등에서 오는 체중의 감소라 할 수 있겠다. 이 같은 결과는 고등학교나 대학의 체급선수들 대부분이 체중을 시험일 계체량 시기 40시간 전에 주로 탈수를 통하여 감량한다고 한 선행 연구[27]의 결과와 유사한 결과이다. 이렇듯 본 연구에 참여한 레슬링 선수들의 체중 감량이 주로 탈수 과정에 의존한 감량이라 볼 때, 탈수로 인한 부작용 즉, 세포 내액(intracellular fluid: ICF)과 세포 외액(extracellular fluid: ECF)의 수분 평형에 혼란을 가져올 수 있고, 체수분의 불안정으로 신경의 막전위에 영향을 미쳐 피로를 유발할 수

도 있을 것으로 생각된다. 인체 내 혈액 성분들은 다양한 항상성 조절 기전에 의해 생물학적으로 안정되고 유용한 수준으로 유지된다[17]. 하지만 이러한 항상성유지는 강한 운동에 의한 탈수에 의해 파괴될 수 있다. 인체에서 땀을 흘릴 경우 수분이 세포 외액에서 빠져 나오게 되고 이로 인해 저장성 상태가 되면 적혈구는 수분을 세포 외액으로 방출해서 저장성의 상태를 평형상태로 만든다. 결국 땀을 흘릴 경우 수분은 세포 내액과 세포 외액 모두에서 방출 현상이 일어난다고 할 수 있다. 이러한 수분의 방출은 또한 혈장량을 감소시키고 그 결과 혈액 농축 등을 만든다[3].

혈액 성분 중 적혈구의 산화적 손상은 인체 내 산소운반을 저하시킨다. 본 연구에서는 단기간 체중 감량이 인체 내 산소운반 능력에 어떠한 영향을 미치는 지를 알아보기 위해 적혈구의 병리 및 산화적 손상의 지표로 이용되는 변인들의 변화를 관찰하였다.

본 연구에서 측정된 적혈구 분포 폭치(RDW)는 적혈구 용적의 분포에 대한 표준 편차 값으로 적혈구 용적 분포의 상이도를 표시하며, 철 결핍성 빈혈을 감별하기 위해 많이 이용되고 있다[8]. George 등[16]은 RDW가 정상 이하인 경우는 이형성 텔라세미아(heterozygous thalassemia)로, RDW가 증가된 경우는 외생성 빈혈(heterogenous anemia)로 구분하여 혈색소병(hemoglobinopathy)을 비롯한 여러 원인에 의한 빈혈에 대하여 형태학적 분류를 보고한 바 있다. 이와 같이 적혈구와 헤모글로빈의 손상유무에 대한 지표로 이용되는 RDW의 변화를 보면, 본 연구에서 레슬링 선수의 단기간 체중 감량 전 RDW는 감량 후에 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 단기간 체중 감량 시 실시된 추가적인 지속적 운동에 의한 과도한 발한과 장내의 출혈 대근의 수축과 발에 가해지는 충격에 의한 말초혈관에서의 적혈구세포의 파괴 손상과 같은 용혈현상(hemolysis) 등에 의한 철 유출, 혈색소 감소와 Haptoglobin치의 증가 등의 복합적인 작용에 의해 증가된 것으로 생각된다[3,18]. 본 연구에서 적혈구 손상의 지표로 이용한 Heinz body는 적혈구내 일종의 inclusion body(denatured hemoglobin)로서 불규칙한 모양으로 2 μm이하의 덩어리들을 말하며, 주로 임상적으로 glucose-6-phosphate 결핍 진단에 이용되기도 한다. 본 연구에서는 단기간 체중 감량 후 Heinz body 형성율이 높아지는 것으로 나타났다. 이 같은 사실은 단기간 체중 감량이 원인이 되어 적혈구 세포막의 단백질 변성 및 과산화지질의 생성을 유도하여 세포막의 손상이 일어난 것으로 생각된다. 또한, 헤모글로빈의 turnover 즉, 적혈구내에 헤모글로빈이 생리적 조건하에서 oxy-hemoglobin의 상태로 ascorbic acid와 서로 반응하여 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 생산하고 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>는 hemoglobin의 tetrapyrrole고리를 산화시켜 globin과 철을 제거하는 과정이 반복적으로 일어났기 때문인 것으로 생각된다[13,22]. 추후 기전적인 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 중학교 레슬링 선수의 단기간 체중 감량이 신체구성 성분과 적혈구의 산화적 손상에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보고자 실시되었다. 중학교 레슬링 선수의 시험 전 단기간 체중 감량 법에 의한 체중 감량은 주로 탈수에 의해 이루어지는 것임을 확인하였으며, 인체 내 산소운반 능력을 가진 적혈구의 산화적 손상 지표로 이용되는 RDW, ESR, 그리고 Heinz body 형성의 변화를 확인해 본 결과 성장기에 있는 중학교 레슬링 선수의 시험 전 단기간 체중 감량 법에 의한 체중감량은 적혈구의 산화적 손상을 증가시켜 인체 내 산소운반 능력을 감소시킬 가능성이 있음을 확인하였다. 추후 좀 더 다양한 감량법과 더불어 기전적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. 김성수, 정일규, 김동희, 김영기. 1999. Cross-Training이 비만 성인의 인체분질별 체구성과 골밀도에 미치는 영향. *한국사회체육학회지* **11**, 227-241.
2. 김중오, 김영표, 윤진환, 정일규, 정경훈, 김창주. 2003. 복싱경기시 혈액학적 성분 및 적혈구 형태학적 변화에 미치는 영향. *대한스포츠의학회* **21(2)**, 138-144.
3. 박인해, 윤진환, 정일규, 김영표, 김중오, 자용석, 채정룡. 2004. 중학교 레슬링 선수의 단기간 체중 감량이 신체구성 성분과 혈액 성분에 미치는 영향. *발육발달* **12(2)**, 67-76.
4. 윤진환. 1986. 안정시 혈중 Hemoglobin 농도가 운동시 심박수 변화에 미치는 영향. 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
5. 정일규, 윤진환, 김영표, 정경훈, 김중오, 변재중. 2004. 8km 달리기 경기 후 적혈구 용혈의 혈중 지표와 적혈구의 형태적 변화. *발육발달* **12(1)**, 71-78.
6. 홍룡. 2001. 레슬링 선수들의 장기간 체중 감량이 혈액성분, 면역세포 및 운동능력에 미치는 영향과 철 투여의 효과. *한국체육학회지* **40(2)**, 777-789.
7. Andrea, N., Antonio, L., & Ele, F. 2003. Erythrocyte sedimentation rate, coronary atherosclerosis, and cardiac mortality. *European Heart Journal* **24(7)**, 639-648.
8. Bergin, J. J. 1985. Evaluation of anemia. *Postgrad Med.* **77**, 253-269.
9. Berlin, J. A., & Colditz, G. A. 1990. A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *Am. J. Epidemiol.* **132**, 612-628.
10. Bolger, P. M., Eisner, G. M., & Ramwell, P. W. 1978. Renal actions of prostacyclin, *Nature* **271**, 467-469.
11. Choma, C. W., Sforzo, G. A., & Keller, B. A. 1998. Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* **30(5)**, 746-749.
12. Coleman, E., & Steen, S. N. 1996. *The ultimate sports nutrition handbook*. 96-145. Emeryville: Bull Publishing Company.
13. Goncagul, H., Meral, D., Onder, P., Ayegul, E., Adnan, I., Guner, S. & Suha, Y. 1997. The functional assessment of autotransplanted splenic tissue by its capacity to remove

- oxidatively modified erythrocytes. *Clinica Chimica Acta* **258(2)**, 201-208.
14. Fogelholm, G. M., Koskinen, R., Laakso, J., Rankinen, T., & Ruokonen, I. 1993. Gradual and rapid weight loss: effects on nutrition and performance in male athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* **25(3)**, 371-377.
15. Foster, G. D., Wadden, T. A., Kendrick, Z. V., Letizia, K. A., Lander, D. P., & Conill, A. M. 1995. The energy cost of walking before and after significant weight loss. *Med. Sci. Sports Exerc.* **27(6)**, 888-894.
16. George, T. R., & Saad, B. B. 1985. Red blood cell width index in some hematologic diseases. *Am. J. Clin. Pathol.* **83**, 222.
17. Guyton, A. 1991. *Textbook of Medical Physiology*. W. B. Saunders Co., Philadelphia, 390.
18. Hegenauer, J., Strause, L., Saltman, P., Dann, D., White, J., & Green, R. 1983. Transitory hematologic effects of moderate exercise are not influenced by iron supplementation. *Eur. J. App. Physiol.* **52**, 57-61.
19. 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. *Int. J. Sports Med.* **12(6)**, 557-562.
20. Horswill, C. A., Hickner, R. C., Scott, J. R., Costill, D. L., & Gould, D. 1990. Weight loss, dietary carbohydrate modifications, and high intensity, physical performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* **22(4)**, 470-476.
21. Horswill, C. A., Scott, J. R., Dick, R. W., & Hayes, J. 1994. Influence of rapid weight gain after the weigh-in on success in collegiate wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* **26(10)**, 1290-1294.
22. Jaime, T. M., & Paula, K. D. 2002. *Heinz body anemia in cats*. Class of 2002 & Department of Pathology, College of Veterinary Medicine, The University of Georgia, Athens, GA 30602-7388.
23. Mason, J. B., & Rosenberg, I. H. 1991. *Protein-Energy Malnutrition*. In : Wilson JD, Braunwald E, Isselbacher KJ, Petersdorf RG, Martin JB, Fauci AS. *Principles of internal medicine*. 12th New York : McGraw-Hill Inc., 406-411.
24. MMWR. 1998. *Hyperthermia and dehydration -related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers*; North Carolina, Wisconsin, and Michigan. *MMWR* **47(6)**, 105-108.
25. Oopik, V., Paasuke, M., Sikku, T., Timpmann, S., Medijainen, L., Ereline, J., Smirnova, T., & Gapejeva, E. 1996. Effect of rapid weight loss on metabolism and isokinetic performance capacity. A case study of two well trained wrestlers. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* **36(2)**, 127-131.
26. Tarnopolsky, M. A., Cipriano, N., Woodcroft, C., Pulkkinen, W. J., Robinson, D. C., Henderson, J. M., & MacDougall, J. D. 1996. Effects of rapid weight loss and wrestling on muscle glycogen concentration. *Clin. J. Sport Med.* **6(2)**, 78-84.
27. Webb, C. B., Twedt, D. C., Fettman, M. J., & Mason, G. 2003. S-adenosylmethionine (SAME) in a feline acet-

- aminophen model of oxidative injury. *Journal of Feline Medicine and Surgery* **5(2)**, 69-75.
28. Webster, S., Rutt, R., & Weltman, A. 1990. Physiological effects of a weight loss regimen practiced by college wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* **22(2)**, 229-234.
29. Yamato, O., Hayashi, M., Kasai, E., Tajima, M., Yamasaki, M., & Maede, Y. 1999. Reduced glutathione accelerates the oxidative damage produced by sodium-propylthiosulfate, one of the causative agents of onion-induced hemolytic anemia in dogs. *Biochim. Biophys. Acta.* **19(1427-2)**, 175-182.
30. Yankanich, L., Kenney, W. L., Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. 1998. Precompetition weight loss and changes in vascular fluid volume in NCAA Division I college wrestlers. *J. Strength Cond. Res.* **12(3)**, 138-145.