

## 철분과 운동이 혈청 지질과 지단백 콜레스테롤에 미치는 영향

김혜영(A)\* · 강형숙<sup>1</sup>용인대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>용인대학교 자연과학연구소

## Effect of Iron Supplementation and Training on Serum Lipid and Lipoprotein Cholesterol Profile

Hye Young P. Kim\* and Hyung Sook Kang<sup>1</sup>

Department of Food Science and Nutrition, Yongin University

<sup>1</sup>Institute of Natural Sciences, Yongin University

**Abstract** - This study has been performed to investigate the changes in serum lipid and lipoprotein profiles of the national female soccer players during summer training season. Twenty five Korean national soccer players participated in the study. The mean age of the subjects was  $23.3 \pm 2.5$  years old. Their mean carrier as soccer player was  $11.0 \pm 2.6$  years. Mean height was  $164.4 \pm 5.7$  cm and mean weight was  $57.4 \pm 4.6$  kg. Mean body fat percent was  $23.9 \pm 3.0\%$  and body mass index was  $22.4 \pm 6.0$ . Mean serum triglyceride concentration was normal ( $81.0 \pm 26.3$  mg dl<sup>-1</sup>), but total cholesterol ( $224.3 \pm 58.3$  mg dl<sup>-1</sup>) and LDL-cholesterol ( $162.2 \pm 59.0$  mg dl<sup>-1</sup>) were higher than normal range. Hematocrit, hemoglobin and total iron binding capacity were low, but in a normal range. Serum triglyceride concentration was negatively correlated with red blood cell counts ( $r = -0.448$ ,  $p < 0.05$ ). Meanwhile, HDL-cholesterol was positively correlated with hematocrit percent ( $r = 0.408$ ,  $p < 0.05$ ). Therefore, better iron status was related with better serum lipid profiles of the subjects. Four weeks of iron supplementation had no effect on serum lipid and lipoprotein cholesterol of the subjects.

**Key words** : iron, serum lipid, lipoprotein, cholesterol, exercise

## 서론

운동선수는 경기 후 글리코겐의 소모가 두드러지므로 시합기 동안 풍부한 영양균형이 필요하다(Jacobs *et al.* 1982; Leatt *et al.* 1989; Sanz *et al.* 1996). 적당한 양의 탄수화물을 섭취하는 경우 경기력에 영향을 미치고 그 외에 양질의 단백질과 비타민, 무기질의 섭취도 요구되

어진다(Fern *et al.* 1991; Bangsbo *et al.* 1992; Forgelhom 1994). 일반적으로 지구성 운동선수들은 하루 총 열량의 60~70%는 탄수화물, 12~15%는 단백질, 25~30%는 지방을 섭취하여 소비하는 것으로 알려져 있다(ADA and CDA 1993). 그러나 축구는 2시간동안 지속적으로 경기를 치러야 하는 특징을 가지고 있고 무산소성 대사와 유산소성 대사가 동시에 진행되면서 탄수화물과 지방을 모두 에너지원으로 사용한다(Scjokman 1999). 또한 지속적인 지구성 운동이나 근력 운동을 하는 경우 높은 근육량으로 혈중 인슐린 수준의 저하 및 인슐린

\*Corresponding author: Hye-Young P. Kim, Tel. 031-330-2755, Fax. 031-330-2886, E-mail. hypkim@yongin.ac.kr

민감도를 높여 혈액에서 glucose의 제거율을 높이며 높은 최대산소섭취량은 중성지방 수준을 저하시키고 HDL-C를 높인다고 한다 (Foster 1986).

철분은 미량영양소로 체내 적은 양이 존재하지만 적혈구생성에 필수적인 물질이고 혈청 페리틴 수준은 철분 저장량에 직접적으로 영향을 미치는 인자라고 보고되어지고 (Finch *et al.* 1986; Weight and Noakes 1994), 세포 호흡에 필수적인 효소로 체내 산소운반의 역할을 맡고 있으며 체내 철분 함량이 부족해지면 유산소성 운동에 의존하는 지구력 운동수행시 지대한 장애를 일으키고 피로를 초래한다 (Rowland *et al.* 1991; Constantini *et al.* 2000). 특히 철분결핍은 영양결핍이 대부분이고 땀을 통해서도 손실된다. 이러한 철분결핍은 산소이용속도를 저하시키고 산소 섭취량과 유산소성에너지 소비량을 감소시키며 운동 후의 젖산농도를 증가시킨다. 즉, 빈혈에까지 이르지 않아도 철분 저장고 고갈은 유산소성에너지 산출량을 감소시키고 포도당분해를 증가시켜서 운동 대사에 지장을 준다.

혈청 지질과 지단백 콜레스테롤 수준의 증가는 관상동맥 질환의 증가와 직접적인 관련이 있다. 선행 연구에 의하면, 철분 저장량이나 혈청 철이 많은 경우 심장 질환의 위험 인자가 증가하는 것으로 보고되었고, 철 결핍 어린이의 HDL-콜레스테롤이 정상군보다 높았다고 한다. 그러나, Ece 등(1999)은 철분 결핍인 어린이에게서 지질과 지단백 분획이 항동맥경화성으로 나오는 이유가 철분 결핍보다는 에너지와 단백질 섭취 부족 때문이라고 하였다. 따라서, 이 어린이들에게 철분 보충을 시킨 결과 혈액 지질 상태가 대조군과 비슷해졌다고 보고한 바가 있다. 운동은 혈액의 HDL-콜레스테롤을 증가시켜서 항동맥경화 인자로 작용하는 것으로 보고되었다 (McArdle *et al.* 1991). 그러나, 아직까지 철분과 운동 및 지질 대사를 종합적으로 분석해서 정리한 연구는 드문 편이다. 따라서, 본 연구에서는 여자 축구 선수들에게 4주간 철분을 보충시켰을 때, 혈청 지질과 지단백 분획의 변화를 살펴봄으로써 운동과 철분이 지질대사에 미치는 영향을 살펴보고자 수행되었다.

## 연구 방법

### 1. 신체계측

본 연구의 조사대상자는 국가대표 여자 프로 축구선수 25명을 대상으로 하였다. 조사대상자의 신장은 신장계(삼영, 한국)로, 체중은 전자식 체중계(CAS, 한국)로

측정하였으며, 체지방 측정은 체지방분석기(In Body 3.0, 한국)를 사용하여 체지방율, 체지방량, 체지방량을 측정하였다.

### 2. 혈액생화학적 분석

하계 훈련기 4주 동안 철분을 보충하기 전과 후에 대상자들의 혈액을 수집하였다. 대상자들의 정맥 혈액을 아침 식사 전 공복 상태에 채취하여서 일부는 바로 적혈구 용적비(Hct), 혈색소(Hb) 및 혈구수 등의 분석에 이용하고, 나머지는 원심분리하여 혈청을 얻어서 분석할 때까지 냉동고(-30°C)에 보관하였다가 혈청 철과 지질 분석에 이용하였다. 적혈구 용적비는 채취한 전혈의 일부를 소형원심분리기(microcentrifuge)에서 11,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 전 혈액에 대한 적혈구 총의 percent(%)로 표시하고, 혈색소(Hb)의 농도는 혈액의 헤모글로빈을 cyanomethemoglobin으로 전환해서 540 nm에서 비색법으로 분석하였다. 총 적혈구와 백혈구수는 Coulter counter(model STKR, USA)로 측정하였다. 혈청 철과 총철결합력은 560 nm에서 비색법으로 분석하고(Sigma diagnostics, No. 565), 혈청 ferritin은 double-antibody <sup>125</sup>I-radioimmunoassay kit (Diagnostic Products Coup., U.S.A)을 이용하여 분석하였다.

혈장 cholesterol과 중성지질은 건식 혈액 분석기(DT 60II Analyzer, 단일)를 써서 분석하였고, HDL-콜레스테롤은 아산 제약의 kit를 이용하여 spectrophotometer (HP 8452) 500 nm에서 비색정량 하였다.

### 3. 자료분석 및 통계 처리

조사된 자료는 SPSS프로그램을 이용해서 측정치의 평균과 표준 오차를 계산하고, 운동군과 대조군과의 비교는 student t-test를 이용해서 분석하고, 같은 군내에서 철분 섭취 전후의 혈장 지질의 비교는 paired t-test로 분석하였다. 혈청 지질과 체 구성 및 혈액 철분 지표와의 관계는 pearson's correlation coefficient (r)로 분석하고 이에 대한 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 신체적 특성

조사대상자의 신체적 특성은 Table 1에 제시한 바와 같다. 높은 강도의 훈련을 하고 있는 여자축구선수의 평균연령은 23.3±2.5세이고 평균 선수경력은 11.0±2.6

**Table 1.** General characteristics of female soccer players

Variables	Mean $\pm$ SD (n = 25)	Range
Age (yr)	23.3 $\pm$ 2.5	20 ~ 28
Carrier (yr)	11.0 $\pm$ 2.6	6 ~ 17
Height (cm)	164.4 $\pm$ 5.7	151 ~ 172
weight (kg)	57.4 $\pm$ 4.6	49.2 ~ 67.8
BMI (kg m <sup>-2</sup> )	22.4 $\pm$ 6.0	19 ~ 30
% body fat (%)	23.9 $\pm$ 3.0	16.8 ~ 29.1
LBM (kg)	43.6 $\pm$ 3.5	34.8 ~ 48.8

BMI; body mass index, LBM; lean body mass

년, 평균 신장과 체중은 각각 164.4  $\pm$  5.7 cm과 57.4  $\pm$  4.6 kg이었다. 체구성으로 체지방율은 23.9  $\pm$  3.1%, LBM (lean body mass)는 43.6  $\pm$  3.5 kg이었고, BMI는 22.4  $\pm$  6.0의 정상범위로 외관상 마른 편은 아니었다.

## 2. 혈액 지질과 지단백 콜레스테롤 및 철분 영양상태

조사대상자의 혈청 지질과 지단백 콜레스테롤 및 철분 영양 상태는 Table 2에 나타나 있다. 조사대상자의 평균 중성 지방 수치는 81.0  $\pm$  26.3 mg dl<sup>-1</sup>으로 정상 범위였으나, 콜레스테롤은 224.3  $\pm$  58.3 mg dl<sup>-1</sup>로 정상보다 높게 나타났다. LDL-콜레스테롤 수준도 정상보다 높은 162.2  $\pm$  59.0 mg dl<sup>-1</sup>로 나타났다.

운동을 하지 않는 여대생을 대상으로 한 다른 연구들(홍순명 등 1993; 김양희와 백희영 1997; 김혜영A 1998)에서는 중성지방 평균이 90.1 ~ 103.6 mg dl<sup>-1</sup>이고, 콜레스테롤 평균이 160.0 ~ 178.9 mg dl<sup>-1</sup>로 나타나서, 본 연구 대상자들의 경우 중성지방 수치는 조금 낮지만, 콜레스테롤 수치는 다른 연구들에 비해 매우 높은 것으로 나타났다. 한편, 콜레스테롤 수치 중 LDL-콜레스테롤의 수치가 정상(<130 mg dl<sup>-1</sup>)보다 높은 162 mg dl<sup>-1</sup>로 나타나, 이들 대상자들의 경우 운동이 혈액 중성 지질을 바람직하게 유지하는 데에는 도움이 되었지만, 정상적인 콜레스테롤 수치 유지에는 좋은 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다.

조사대상자의 혈액 철분지표를 분석한 결과, 평균 적혈구 용적(Hematocrit: Hct)은 41.3  $\pm$  3.2%, 헤모글로빈(hemoglobin: Hb)농도는 13.0  $\pm$  1.4 g dl<sup>-1</sup>, 혈청 철분농도는 73.6  $\pm$  26.1  $\mu$ g dl<sup>-1</sup>이고, 총철결합력(total iron binding capacity: TIBC)은 466.2  $\pm$  53.2  $\mu$ g dl<sup>-1</sup>로 정상범위 내에 있는 것으로 나타났으나 하한 수준이었으며, 특히 페리틴(ferritin) 농도는 18.7  $\pm$  19.7  $\mu$ g l<sup>-1</sup>로 매우 낮게 나타났다.

일반 여대생을 대상으로 한 다른 연구들(남혜선과 이선영 1992; 계승희 1993; 김혜영A 1998)에서는 평균 적

**Table 2.** Hematological status of female soccer players before iron supplementation

Variable	Mean $\pm$ SD (n = 25)	Range
TG (mg dl <sup>-1</sup> )	81.0 $\pm$ 26.3	45 ~ 149
TC (mg dl <sup>-1</sup> )	224.3 $\pm$ 58.3	149 ~ 428
HDL-C (mg dl <sup>-1</sup> )	44.7 $\pm$ 15.8	28.2 ~ 85.1
LDL-C (mg dl <sup>-1</sup> )	162.2 $\pm$ 59.0	90.3 ~ 356.3
Hb (g dl <sup>-1</sup> )	13.0 $\pm$ 1.4	9.8 ~ 16.9
RBC (10 <sup>6</sup> mm <sup>-3</sup> )	4.3 $\pm$ 0.3	3.9 ~ 5.2
WBC (10 <sup>3</sup> mm <sup>-3</sup> )	4.0 $\pm$ 1.4	1.4 ~ 6.9
Hct (%)	41.3 $\pm$ 3.2	35 ~ 51
Serum iron ( $\mu$ g dl <sup>-1</sup> )	73.6 $\pm$ 26.1	23 ~ 123
TIBC ( $\mu$ g dl <sup>-1</sup> )	466.2 $\pm$ 53.2	357 ~ 579
Ferritin ( $\mu$ g dl <sup>-1</sup> )	18.7 $\pm$ 19.7	2.9 ~ 103.9

TG; Triglyceride, TC; Total Cholesterol, HDL-C; high density lipoprotein cholesterol, LDL-C; low density lipoprotein cholesterol, Hb; Hemoglobin, RBC; Red blood cell, WBC; White blood cell, HCT; hematocrit, TIBC; total iron binding capacity

혈구 용적이 39.1 ~ 42.6%이고, 헤모글로빈 농도는 12.7 ~ 14.7 g dl<sup>-1</sup>여서 본 연구 결과와 비슷하게 나타났다. 또한 이들 연구에서 평균 철분 농도는 91.0 ~ 158.4  $\mu$ g dl<sup>-1</sup>이고, 혈청 ferritin 농도는 17.1 ~ 26.3  $\mu$ g l<sup>-1</sup>로 나타나서, 본 연구 대상자의 경우 혈청 철분 함량이 더 낮게 나타났으나, 페리틴 농도는 본 연구나 다른 연구들 모두에서 매우 낮은 것으로 나타났다. 한편, 유도물 전공으로 하는 여대생(Kim *et al.* 2002)의 경우, 혈청 철 수준이 125.7  $\mu$ g dl<sup>-1</sup>이고, ferritin 수치는 25.4  $\mu$ g l<sup>-1</sup>, TIBC는 395.7  $\mu$ g dl<sup>-1</sup>이어서, 본 연구 대상자들의 경우 여자 유도선수들보다 빈혈 정도가 좀 더 높았던 것으로 사료된다.

## 3. 혈액 지질과 체 구성 및 혈액 철분 지표와의 상관관계

혈청지질과 신체적 특성을 나타내는 지표들과의 상관관계를 조사한 결과는 Table 3에 나타내었다. 체중이 무거운수록( $r = -0.4$ ,  $p < 0.05$ ) LDL-콜레스테롤 수치가 감소한 것으로 나타났으나, body mass index나 체지방에 따라서는 LDL-콜레스테롤에 변화가 없는 것으로 나타났다. 신장은 혈액 지질에 유의적인 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. Table 4는 혈청지질과 혈액 철분지표들과의 상관관계를 제시한 것으로 적혈구 세포 수가 많을수록 중성지질 농도가 낮았고( $r = -0.448$ ,  $p < 0.05$ ), 헤마토크리트 수치가 높을수록 HDL-콜레스테롤 수치가 높은 것으로 나타났다( $r = 0.408$ ,  $p < 0.05$ ). 따라서, 본 연구대상자들의 경우 혈액의 철분 상태가 바람직할수록, 혈액 지질과 지단백 분획도 바람직한 수치를 보이는 것으로 사료된다.

**Table 3.** Correlation coefficient between body composition and serum lipid profile

	TG	TC	HDL-C	LDL-C
Height	.319	-.186	.221	-.284
Weight	.138	-.367	.069	-.400*
% body fat	-.261	-.049	-.171	.020
LBM	.246	-.341	.155	-.406*
BMI	-.117	-.006	-.077	.031

\*P<0.05, BMI; body mass index, LBM; lean body mass, TG; Triglyceride, TC; Total Cholesterol, HDL-C; high density lipoprotein cholesterol, LDL-C; low density lipoprotein cholesterol

**Table 4.** Correlation coefficient between hematological status and serum lipid profile

	TG	TC	HDL-C	LDL-C
Hb	-.266	-.040	.373	-.122
RBC	-.448*	-.232	.335	-.291
Hct	-.280	-.040	.408*	-.135
MCV	.153	.177	.209	.104
MCH	.067	.122	.249	.052
MCHC	-.043	.120	.242	.066
sIron	-.165	-.067	-.007	-.065
TIBC	-.146	-.022	.290	-.075
ferritin	.232	-.158	-.028	-.172

\*P<0.05, Hb; Hemoglobin, RBC; Red blood cell, HCT; hematocrit, TIBC; total iron binding capacity, MCV; mean corpuscular volume, MCH; mean corpuscular hemoglobin, MCHC; mean corpuscular hemoglobin concentration, sIron; serum iron, TIBC; total iron binding capacity, TG; Triglyceride, TC; Total Cholesterol, HDL-C; high density lipoprotein cholesterol, LDL-C; low density lipoprotein cholesterol

#### 4. 하계 훈련과 철분 보충 후의 혈청 지질과 지단백 콜레스테롤의 변화

철분 보충 후의 혈청 지질과 지단백 콜레스테롤의 변화는 Table 5에 제시하였다. 4주간의 하계 훈련 후에 혈청 중 중성지질의 농도는 보충에 관계없이 모두 낮아지는 경향을 보여서, 철분을 투여하지 않는 군은 철분 투여 전에  $84.7 \pm 31.4$  mg dl<sup>-1</sup>이었다가 투여 후  $76.2 \pm 35.7$  mg dl<sup>-1</sup>으로 낮아졌고, 철분투여군은 철분 투여 전에  $76.4 \pm 18.2$  mg dl<sup>-1</sup>에서 투여 후에  $73.4 \pm 23.1$  mg dl<sup>-1</sup>으로 감소하였다. 하계 훈련기 동안 총 콜레스테롤도 중성지방과 마찬가지로 철분 보충에 관계없이 두 군 모두에서 큰 변화는 없으나 감소하는 경향을 보였는데, HDL-콜레스테롤은 감소한 반면, LDL-콜레스테롤은 오히려 증가하는 경향으로 나타났다. 따라서, 본 연구에서 투여한 철분의 양과 기간은 훈련기 선수들의 혈액 지질과 지단백 콜레스테롤에는 큰 변화를 가져오지 않은 것으로 사료된다.

**Table 5.** Changes of serum lipid and lipoprotein cholesterol after 4 weeks of training and iron supplementation

Variables	NSG (n = 14)		SG (n = 11)	
	pre	post	pre	post
Triglyceride	$84.7 \pm 31.4$	$76.2 \pm 35.7$	$76.4 \pm 18.2$	$73.4 \pm 23.1$
Total Cholesterol	$230.0 \pm 7.2$	$227. \pm 82.0$	$217.0 \pm 46.8$	$210.7 \pm 24.7$
HDL-C	$45.1 \pm 16.9$	$35.7 \pm 11.8$	$44.3 \pm 15.1$	$30.4 \pm 8.9^*$
LDL-C	$165.9 \pm 68.7$	$175.7 \pm 81.2$	$157.5 \pm 46.7$	$167.2 \pm 21.5$

\*P<0.05, NSG; non-supplement group, SG; iron supplement group, HDL-C; high density lipoprotein cholesterol, LDL-C; low density lipoprotein cholesterol

## 적 요

본 연구는 여자 축구선수 25명을 대상으로 혈청 지질 성분과 철분지표를 조사·분석하고, 훈련기 동안의 철분 보충이 혈청 지질과 지단백 콜레스테롤에 미치는 영향을 살펴보았다. 여자축구선수들의 평균연령은  $23.3 \pm 2.5$  세였고, 평균 신장과 체중은 각각  $164.4 \pm 5.7$  cm과  $57.4 \pm 4.6$  kg이었고, 체지방율은  $23.9 \pm 3.0\%$ 였다. 혈액 철분 지표 분석결과 평균 적혈구 용적, 헤모글로빈, 총철결합력은 정상범위 내에 있었으나 낮은 수준이었으며, 특히 평균 페리틴 (ferritin) 농도는  $18.7 \pm 19.7$  μg l<sup>-1</sup>로 낮았다. 혈청 지질과 지단백 분석 결과, 중성지질은  $81.0 \pm 26.3$  mg dl<sup>-1</sup>로 정상이나, 총 콜레스테롤과 LDL 콜레스테롤은  $224.3 \pm 58.3$  mg dl<sup>-1</sup>과  $162.2 \pm 59.0$  mg dl<sup>-1</sup>으로 높게 나타났다. 상관관계 분석 결과 운동선수들의 적혈구 세포수가 많을수록 중성지질 농도가 낮고, 평균 적혈구 용적이 클수록 HDL-콜레스테롤 농도가 높아서 선수들의 철분 상태가 바람직할수록 혈액 지질 상태가 바람직한 것으로 나타났다. 한편, 철분 보충 여부는 혈청 지질 상태에 영향을 미치지 않았고, 4주간 하계 훈련은 철분 투여에 관계없이 혈청 중성지방과 콜레스테롤을 낮추는 경향으로 나타났다. 결론적으로 여자 프로 축구 선수들의 혈청 중성지질은 정상 범위 내에 속했으나, 콜레스테롤, 특히 LDL-콜레스테롤 수준이 정상보다 높았으며, 단기간의 철분 보충은 혈청 지질과 지단백 콜레스테롤에 큰 영향을 미치지 않았다.

## 사 사

본 연구는 2002년도 용인대학교 학술연구 조성비에 의하여 연구된 것임.

## 참 고 문 헌

- 계승희, 백희영. 1993. 우리나라 젊은 성인 여성의 철분 영양 상태와 이에 영향을 미치는 식이요인 분석(1): 혈액의 철분 영양 상태 평가 지표의 비교 및 분석. *한국영양학회지*. 26(6):703-714.
- 김양희, 백희영. 1997. 일부 여대생의 식이 지방산과 혈장 지질 및 백혈구 지방산 조성과의 관계. *한국영양학회지*. 27(2):109-117.
- 김혜영A. 1998. 젊은 여성의 체지방 정도에 따른 지질과 철분 영양 상태에 관한 연구. *Bull Nat. Sci. Yongin Univ.* 3(2):59-66.
- 남혜선, 이선영. 1992. 충남대 여대생의 철분 섭취량과 영양 상태에 관한 연구. *한국영양학회지*. 25(5):404-412.
- 홍순명, 백금주, 정선희, 오경원, 홍영애. 1993. 여대생의 영양 섭취실태 및 혈액성상에 관한 연구. *한국영양학회지*. 26(2):338-346.
- American Dietetic Association and Canadian Dietetic Association. 1993. Position stand on nutrition for physical fitness and athletic performance for adults. *J. Am. Diet. Assoc.* 93:691-696.
- Bangsbo J, L Norregard and F Thorsoe. 1992. The effect of carbohydrate diet on intermittent exercise performance. *Int. J. Sport Med.* 13(2):152-157.
- Constantini NW, A Eliakim, L Zigel, M Yaron and B Falk. 2000. Iron status of highly active adolescents : evidence of depleted iron stores in gymnasts. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 10(1):62-70.
- Ece A, MR Yigitoglu, N Vurgun, H Guven and A Iscan. 1999. Serum lipid and lipoprotein profile in children with iron deficiency anemia. *Pediatr. Int.* 41(2):168-173.
- McArdle WD, FI Katch and VL Katch. 1991. *Exercise physiology*. 3rd ed. Lea & Febiger, Pennsylvania.
- Fern EB, RN Bielinski and Y Schutz. 1991. Effects of exaggerated amino acid and protein supply in man. *Experientia* 47:168-172.
- Finch CA, V Bellotti, S Stray, DA Lipschitz, JD Cook, MJ Pippard and HA Huebers. 1986. Plasma ferritin determination as a diagnostic tool. *West J. Med.* 145:657-63.
- Forgelhom M. 1994. Vitamin, minerals and supplementation in soccer. *J. Sports Sci.* 12:S23-S27.
- Foster C, NN Thompon, J Dean and DT Kirkendall. 1986. Carbohydrate supplementation and performance in soccer players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 18(Suppl):S12.
- Jacobs I, N Westlin, J Karlsson, M Rasmussen and B Houghton. 1982. Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *Eur. J. Appl. Physiol.* 48:297-302.
- Kim SH, HYP Kim, WK Kim and OJ Park. 2002. Nutritional status, iron-deficiency-related indices, and immunity of female athletes. *Nutrition* 18:86-90.
- Leatt PB and I Jacobs. 1989. Effect of glucose polymer ingestion on glycogen depletion during a soccer match. *Can. J. Sports Sci.* 14:114-116.
- Rico-Sanz J, WR Frontera, MA Rivera, A Rivera-Brown, PA Molé and CN Meredith. 1996. Effects of hyperhydration on total body water, temperature regulation and performance of elite young soccer player in a warm climate. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 17(2):83-89.
- Rowland TW, L Stagg and JF Keieher. 1991. Iron deficiency in adolescent girls: are athletes at risk? *Adolesc. J. Health* 12:22-25.
- Sejokman CP, H Ingrid, E Rutishauser and RJ Wallace. 1999. Pre- and post-game macronutrient intake of a group of elite Australian football players. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 9:60-69.
- Weight IM and TD Noakes. 1994. Physical and iron metabolism. In: Bouchard C, RJ Shephard and T Stephens ed. *Physical activity, fitness, and health. International Proceedings and consensus statement.* Humans Kinetics Publishers, Champaign.

Manuscript Received: February 26, 2003

Revision Accepted: May 6, 2003

Responsible Editorial Member: Pan Gyi Kim

(Yong-In Univ.)