

[원저]

경인지역 여자 중고생의 혈청 내 철분, 아연, 구리 및 망간 함량

배현숙, 홍혜경, 김순기¹⁾, 안홍석성신여자대학교 식품영양학과, 인하대학교 의과대학 소아과¹⁾

- 요약 -

연구배경	청소년기 여학생은 철분결핍에 노출될 위험이 크다. 철분결핍에 관련된 위험요인들이 성장기 여학생에게 필수적인 아연, 구리 및 망간과 같은 미량영양소 영양상태에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보고자 한다.
방 법	인천광역시와 강화도에 위치한 4개교의 여중고생 80명을 대상으로 세계보건기구 기준에 의해 생화학적 검사를 하여 철분결핍군과 정상군으로 구분하여, 신체계측과 혈액 내 철분영양상태를 나타내는 지표와 아연, 구리 및 망간의 함량을 분석하여 두 실험군간 유의한 차이를 검증하였다. 또한 혈액 내 철분영양상태를 나타내는 지표들과 구리, 아연, 망간의 농도와 신체계측치간의 상관성을 분석하였다.
결 과	철분결핍군은 정상군에 비해 체중, 체질량지수, 체지방함량, 삼두박근과 견갑골 피부두겹두께 및 상완둘레가 유의적으로 높았다. 철분결핍군에서 정상군에 비해 혈청 페리틴과 혈청 철분 함량이 1/2 이하로서, 체내 철분 영양상태가 매우 저조함을 알 수 있었다. 혈청 아연 함량과 삼두박근 피부두겹두께 간의 상관성 분석 결과 정상군에서는 유의적인 양의 상관성이, 철분결핍군에서는 유의적인 음의 상관성이 관찰되었다.
결 론	우리나라 경인지역의 일부 여중고생들의 철분 결핍군의 철분영양상태가 매우 저조하였고 철분 결핍과 관련된 위험요인들이 미량영양소의 영양상태에도 영향을 미칠 수 있으므로, 성장, 면역 및 골격 발달에 중요 역할을 하는 철분과 아연의 섭취를 중심으로 한 영양교육 계획의 수립과 실시가 적극적으로 수행되어야 할 것이다. (대한임상건강증진학회지 2004;4:241~248)
중심단어	청소년기, 미량영양소, 철분결핍

서 론

청소년기는 신체, 정신적으로 급성장하며, 신체조성의 변화 및 성적 성숙이 일어나는 시기로 특징 지워진다.¹⁾ 따라서 성장·발달에 따른 균형있는 영양소 섭취와 건강한 식습관을 갖는 것이 무엇보다 중요하나 과다한 학업과 장래에 대한 스트레스, 욕구불만 등으로 인하여 불규칙한 식사, 결식, 과식, 패스트푸드 섭취 등 바람직하지 못한 식습관을 가질 수 있다.²⁾ 청소년기에 잘못 형성된 식습관과 이로 인한 영양불균형은 성적성숙부진, 골다공증, 고지혈증, 비만 등과 같은 생

활습관 질환을 유발할 수 있다.³⁾ 특히, 여자 청소년의 경우 급성장하는 조직과 적혈구 수 증가, 초경의 개시 등으로 철분과 아연의 적절한 섭취가 강조되나 날씬함에 대한 지나친 욕구와 무분별한 체중조절로 인한 식사섭취량의 감소는 미량영양소의 섭취 부족을 초래할 수 있다.⁴⁾ 우리나라 청소년을 대상으로 수행된 연구결과 부족되기 쉬운 영양소는 철분을 비롯한 미량영양소로 2001년 국민건강·영양조사⁵⁾ 결과, 철분 섭취량이 권장량의 75% 미만인 청소년 비율이 남자의 경우 전체 조사대상자의 20%인데 반해, 여자의 경우는 25%에 달하였다. 철분결핍은 세계에서 가장 흔한 영양 결핍으로 전 세계 인구의 10-20%⁶⁾가 고통받고 있으며 특히 10대 소녀의 빈혈유병률이 가장 높다.⁷⁾ 전북지역 일부 여중생들 연구에서는 아연의 섭취가 권장량의 1/2 이하임이 보고된 바 있다.⁸⁾ 아연과 구리는 초기 결핍증상이 뚜렷하지 않은 경계결핍이 흔하게 발생하는 영양소로 외국에서는 보고되고^{9,10)} 있으나,

*본 연구는 2003년 성신여자대학교 후기 학술연구 조성비에 의해 수행되었음.

• 교신저자 : 안 홍 석 성신여자대학교 식품영양학과

• 주 소 : 서울시 성북구 동선동 3가 249-1

• 전 화 : 02-920-7519

• E-mail : hsahn@sungshin.ac.kr

• 접수 일 : 2004년 8월 27일 • 채 택 일 : 2004년 10월 1일

우리나라에서는 이에 대한 연구가 활발하지 않은 실정이다. 철분은 신체 내 헤모글로빈의 구성요소로 산소를 운반하며 에너지 대사, 면역기능 및 골격 형성에 관여하는 효소들의 보조효소로 작용한다.¹¹⁾ 구리는 철분의 정상적인 대사를 위해 필수적인 superoxide dismutase(SOD)를 비롯한 여러 효소의 구성성분이고, 아연은 금속효소(metallo-enzyme)등 90여 가지 효소작용에 관여하며, 단백질과 핵산대사에 필수적이다.¹²⁾ 또한 망간은 금속효소의 구성성분으로서 SOD의 보조인자로 작용한다.¹³⁾ 구리와 아연 및 망간은 효소적방어체계의 보조효소 뿐 아니라 항산화제로서의 체내 역할이 밝혀지고 있어 산화적 스트레스로 유발될 수 있는 질병들의 예방 및 치료적 관점에서 많은 관심이 집중되고 있다.¹⁴⁾ 또한 최근 비만인에서 구리와 아연 함량이 정상체중인과 다른 양상을 보인다는 보고¹⁵⁾와 관련하여 급격한 성장발달로 인해 체형의 변화가 일어나는 청소년기 여학생들을 대상으로 혈액 내의 철분, 아연, 구리 및 망간의 함량을 조사하고, 철 영양상태에 따른 항산화 무기질의 체내 분포를 비교하고자 한다. 이에 본 연구는 여자 청소년들에게 나타나는 철 결핍과 항산화 영양소 섭취에 관련한 영양중재 방안을 마련하는데 기초 자료로 활용될 것으로 기대한다.

방 법

1. 연구대상자

인천광역시의 신도시 아파트 밀집지역에 위치한 인문계 B 여고와 실업계 B 여상, 그리고 강화도에 위치한 K여중, S종합고의 여학생 중 연구에 참여하기로 동의한 학생 120명 중 고지혈증, 고혈압, 당뇨 및 심혈관계질환 등의 병력과 가족력이 있는 22명과 신체계측과 혈액 검사를 모두 실시하지 못한 18명을 제외한 건강한 여학생 80명을 대상으로 하였다. 이들 중 철분결핍군은 세계보건기구¹⁶⁾와 Dallman¹⁷⁾이 제시한 기준을 이용해 혈색소가 최저 12 g/dl 이하이면서 적혈구 용적은 36%이하, 평균적혈구 용적 78 fl 미만, 혈청 페리틴함량 10 µg/l 미만 또는 트랜스페린 포화도 15% 미만인 경우 중 한가지 이상의 조건을 만족하는 27명을 선정하였고, 나머지 53명은 정상군으로 구분하였다.

2. 연구내용

1) 신체계측

신장과 체중을 측정하였고 전기저항 원리를 이용한 체지방 측정기(bioelectric impedance analyzer, Tanita, TBF-611)를 사

용하여 체지방율(% body fat)을 측정하였다. 또한 caliper를 이용하여 삼두박근 피부두겹두께(triceps skinfold thickness), 견갑골 피부두겹두께(subscapular skinfold thickness)와 상완 둘레(mid-upper arm circumference)를 측정하였다. 허리(waist circumference)와 엉덩이 둘레(hip circumference)를 측정하여 허리둘레/엉덩이 둘레의 비(W/H ratio)를 계산하였다. 조사 대상자들의 신장과 체중으로부터 체질량지수(body mass index, BMI)(kg/m²)를 구하였다.

2) 혈액 검사

혈액은 정맥천자로 하고 채혈 즉시 약 2 ml 혈액을 EDTA 시험관에 넣어 혈색소(Hb, hemoglobin), 적혈구용적(Hct, hematocrit)을 Coulter counter (STEKS, USA)를 사용하여 분석하고 남은 혈액은 SS 튜브에 받아 검사당일 원심분리하여 혈청을 분리한 다음, 즉시 냉장보관하고, 당일 또는 익일에 혈청 페리틴(serum ferritin) 및 혈청 철분(serum iron)의 측정과 총철분결합능(TIBC, total iron binding capacity) 검사를 하였다. 나머지 혈청은 Eppendorf 튜브에 담아 -70 ℃가 유지되는 냉동고에 보관하여 구리, 아연 및 망간 함량을 분석하였다. 혈청 철분 및 총철분결합능 검사는 분광광도법(spectrophotometer)에 의해 시행하였고, 트랜스페린 포화도는 혈청 철분을 총철분결합능으로 나눈 값에 100을 곱함으로써 계산하였다. 혈청 페리틴은 방사능면역측정법(radioimmunoassay)으로 측정하였다. 또한, 혈청의 구리, 아연 함량은 원자흡광광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer : AAS 2380, Germany)을 이용하여 측정하였고, 혈청의 망간 함량은 (Atomic Absorption Spectrophotometer : AAS 4100ZL, Germany)을 이용하여 측정하였다.¹⁸⁾

3) 통계분석

조사된 모든 자료의 통계 처리는 SPSS 10.0를 이용하였다. 각 조사 항목에 따라 평균값과 표준 편차를 산출하였으며, 철분 결핍군과 정상군 간의 차이는 student t-test로 검증하였다. 또한 각 신체계측치와 혈청의 무기질 농도 및 혈액학적 지표간의 상관관계는 pearson's correlation coefficient로 유의성을 검증하였다.

결 과

1. 신체계측치

연구 대상자의 평균 연령과 각 신체계측치(신장, 체중, 체질량지수, 체지방함량, 삼두박근과 견갑골 피부두겹두께, 상완 둘레, 허리둘레, 엉덩이 둘레 및 허리/엉덩이 둘레비)를

Table 1. Anthropometric measurements of subjects*

	Normal (n=53)	Fe Deficiency (n=27)	Total (n=80)
Age(yrs)	13.27 ± 0.89 [†]	14.93 ± 1.52 [§]	13.84 ± 1.37
Height(cm)	157.34 ± 5.71	158.48 ± 5.50	157.69 ± 5.63
Weight(kg)	50.06 ± 8.35	54.48 ± 7.62 [†]	51.55 ± 8.33
BMI(kg/m ²)	20.17 ± 2.86	21.68 ± 2.52 [†]	20.68 ± 2.83
Body Fat(%)	25.94 ± 6.86	29.48 ± 5.66 [†]	27.14 ± 6.66
Triceps skinfold Thickness(mm)	20.53 ± 5.88	30.78 ± 5.28 [†]	23.99 ± 7.46
Subscapular skinfold Thickness(mm)	14.21 ± 5.09	24.41 ± 8.85 [§]	17.65 ± 8.17
Mid-upper arm circumference(mm)	22.34 ± 2.76	23.99 ± 1.85 [†]	22.89 ± 2.60
Waist circumference(mm)	64.67 ± 6.51	65.72 ± 5.15	65.03 ± 6.07
Hip circumference(mm)	87.96 ± 6.38	90.65 ± 6.20	88.87 ± 6.41
Waist/ Hip ratio	0.72 ± 0.10	0.73 ± 0.05	0.72 ± 0.09

* Age-adjusted values

[†] Mean ± S.D.[§] Significantly different at p<0.05, p<0.01, respectively

표 1에 나타내었다. 정상군과 철분결핍군의 유의적 차이를 보인 항목은 연령, 체중, 체질량지수, 체지방함량, 삼두박근 피부두껍두께, 견갑골 피부두껍두께, 상완 둘레로, 철분결핍군이 각각 14.93 세, 54.48 kg, 21.68 kg/m², 29.48%, 30.78 mm, 24.41 mm, 23.99 mm로, 정상군의 13.27 세, 50.06 kg, 20.17 kg/m², 25.94%, 20.53 mm, 14.21 mm, 22.34 mm 보다 다소 비만한 경향을 보였다.

2. 혈청의 철분 영양지표

연구대상자의 적혈구 농도를 비롯한 혈액학적 지표(적혈구 용적, 헤모글로빈, 페리틴 함량, 혈청 철분농도, 총철분결합능, 트랜스페린 포화도)는 표 2에 나타내었다. 체내 철분의 저장 정도를 반영하는 페리틴 농도와 혈청의 철분 함량은 철분결핍군에서 정상군의 각각 39%, 52%임이 나타났다.

Table 2. Hematological data of the subjects*

	Normal (n=53)	Fe Deficiency (n=27)	Total (n=80)
Hematocrit (%)	39.66 ± 1.58 [†]	34.35 ± 2.08 [†]	37.87 ± 3.08
Hemoglobin (g/dl)	13.34 ± 0.57	11.21 ± 0.88 [†]	12.62 ± 1.22
Ferritin (μg/ℓ)	16.87 ± 5.26	6.60 ± 4.45 [†]	13.40 ± 6.97
Serum iron (μg/dl)	123.08 ± 34.59	63.60 ± 34.91 [†]	103.00 ± 44.61
TIBC (μg/dl) [§]	320.75 ± 29.80	460.22 ± 127.87 [†]	367.83 ± 101.83
TS (%)	38.33 ± 10.20	14.16 ± 7.47 [†]	30.18 ± 14.81

* Age-adjusted values

[†] Mean ± S.D.[§] Significantly different at p<0.001[§] TIBC : Total iron binding capacity^{||} TS : Transferrin saturation

3. 혈청의 구리, 아연 및 망간 농도

혈청의 구리, 아연 및 망간의 함량을 표 3에 제시하였다.

정상군과 철분결핍군간의 유의한 차이를 보인 무기질은 망간으로 철분 결핍군에서는 2.49 μg/ℓ 으로 정상군의 3.38 μg/ℓ 보다 낮았다(p<0.05).

Table 3. Serum copper, zinc and manganese concentrations of subjects*

Serum mineral	Normal (n=53)	Fe Deficiency (n=27)	Total (n=80)
Copper (μg/dl)	111.17 ± 16.48 [†]	121.19 ± 35.48	114.55 ± 24.81
Zinc (μg/dl)	87.73 ± 24.20	83.48 ± 12.26	86.29 ± 20.95
Manganese (μg/ℓ)	3.38 ± 1.86	2.49 ± 1.25 [†]	3.08 ± 1.73

* Age-adjusted values

[†] Mean ± S.D.[†] Significantly different at p<0.05

4. 신체계측치와 혈액지표들간의 상관성

정상군과 철분 결핍군에서의 신체계측치와 혈액지표들과의 상관성을 각각 표 4와 표 5에 제시하였다. 정상군에서 유의적인 양의 상관성을 나타낸 지표들은 BMI와 총철결합능, 삼두박근 피부두껍두께와 혈청 아연농도, 견갑골 피부두껍두께와 혈청 아연농도 및 상완 둘레와 총철결합능이었다(p<0.05). 정상군에서 유의적인 음의 상관성(p<0.05)을 나타낸 지표들은 허리/엉덩이 둘레비와 적혈구용적, 허리/엉덩이 둘레비와 혈색소농도였다. 철분결핍군에서 유의적인 양의 상관성이 관찰된 지표들은 체중과 혈색소 농도(p<0.05), BMI와 혈색소 농도(p<0.05), 엉덩이 둘레와 혈색소 농도(p<0.05), 엉덩이둘레와 혈청 페리틴 농도(p<0.05) 및 허리/엉덩이 둘레비와 혈청 구리 농도(p<0.05)였다. 철분결핍군에서 유의적인 음의 상관성을 나타낸 지표들은 신장과 혈청 구리 농도(p<0.01), 체중과 혈청 구리농도(p<0.05), 체중과 혈청 아연농도(p<0.05),

Table 4. Correlation coefficient of anthropometric indices and hematological data of normal group

	Height	Weight	BMI	Body Fat	TSF [†]	SSF [†]	AC [†]	Waist [†]	Hip [†]	W/H [†]
Hematocrit	0.142	-0.126	-0.217	-0.226	-0.191	-0.265	-0.081	-0.146	-0.040	-0.319*
Hemoglobin	0.091	-0.104	-0.163	-0.191	-0.172	-0.239	0.041	-0.108	-0.029	-0.284*
Ferritin	-0.110	0.005	0.062	-0.007	0.007	0.039	-0.037	-0.027	-0.042	0.013
Serum iron	0.225	0.260	0.199	0.208	-0.002	0.058	0.183	0.117	0.247	-0.025
TIBC	0.046	0.251	0.277*	0.266	0.109	-0.025	0.322*	0.205	0.216	-0.022
TS	0.215	0.189	0.122	0.130	-0.041	0.080	0.077	0.041	0.182	-0.028
Serum Cu	0.044	0.144	0.119	0.143	0.076	-0.008	0.082	0.137	0.140	0.158
Serum Zn	0.044	0.054	0.047	0.043	0.287*	0.289*	0.028	0.184	-0.032	0.087
Serum Mn	-0.037	0.018	0.077	0.010	0.166	0.080	0.121	0.016	0.187	-0.062

* Significantly different at $p < 0.05$

† TSF : Triceps skinfold thickness; SSF : Subscapular skinfold thickness; AC : Mid-upper arm circumference; Waist : Waist circumference; Hip : Hip circumference; W/H : Waist-Hip ratio

Table 5. Correlation coefficient of anthropometric indices and hematological data of iron deficiency group

	Height	Weight	BMI	Body Fat	TSF [†]	SSF [†]	AC [†]	Waist [†]	Hip [†]	W/H [†]
Hematocrit	0.226	0.225	0.152	0.096	0.162	-0.091	-0.148	0.243	0.213	0.143
Hemoglobin	0.195	0.444*	0.391*	0.325	0.304	0.036	0.114	0.022	0.446*	0.259
Ferritin	0.208	0.365	0.151	0.063	0.067	0.016	-0.071	-0.033	0.449*	0.223
Serum iron	0.260	0.060	0.146	0.080	0.059	0.123	0.105	-0.066	0.005	0.000
TIBC	-0.123	0.061	-0.122	-0.081	-0.104	-0.322	-0.074	-0.135	0.123	-0.116
TS	0.338	0.134	0.039	-0.021	0.052	-0.084	-0.094	0.014	0.312	0.063
Serum Cu	-0.548*	-0.391*	-0.155	-0.104	0.032	-0.196	-0.153	-0.109	-0.536*	0.435*
Serum Zn	0.203	-0.427*	-0.393*	-0.410*	-0.421*	-0.362	-0.258	0.083	-0.435*	0.008
Serum Mn	-0.199	0.157	0.069	-0.002	-0.171	-0.158	0.206	-0.337	0.219	0.008

* Significantly different at $p < 0.05$ † Significantly different at $p < 0.01$

† TSF : Triceps skinfold thickness; SSF : Subscapular skinfold thickness; AC : Mid-upper arm circumference; Waist : Waist circumference; Hip : Hip circumference; W/H : Waist-Hip ratio

체질량지수와 혈청아연농도($p < 0.05$), 체지방함량과 혈청아연농도($p < 0.05$), 삼두박근 피부두껍두께와 혈청 아연 농도($p < 0.05$), 엉덩이 둘레와 혈청구리농도($p < 0.01$) 및 엉덩이둘레와 혈청아연농도($p < 0.05$)였다.

고 찰

철분결핍군과 정상군간의 신체계측치 조사결과 철분결핍군에서 체질량지수, 체중, 체지방함량, 삼두박근과 견갑골 피부두껍두께, 상완둘레가 정상군에서보다 유의적($p < 0.05$)으로 높아 철분결핍군이 다소 비만한 경향을 보였던 것은 서울지역 중학생을 대상으로 한 연구¹⁹⁾에서 체중과 체지방량이 높을수록 철분부족에 중요 위험변인으로 관련되어 있음을 보고한 연구결과와 비슷하였다. 임현숙과 정은숙 등²⁰⁾도 사춘기의 급성장이 철분 영양상태를 저하시킴을 확인하였다. 또한 본 연구에서 철분결핍군의 평균 연령과 체중이 각각 14.93 ± 1.52 세, 54.48 ± 7.62 kg으로 정상군의 13.27 ± 0.89 세, 50.06 ± 8.35

kg보다 유의적으로 높았던 점으로 보아 본 연구대상자의 여학생들의 경우 나이가 많아질수록 점점 체중증가 경향이 커지고 철분의 영양상태는 낮아지는 것으로 생각된다. 본 연구대상자의 수가 80명의 적은 인원이므로 경인지역 여학생의 철분 영양상태를 대표 하는데는 다소 제한점이 있다고 생각되나, 우리나라 여러 지역의 선행된 철분 영양상태의 연구자료치와 비교하여 제시하는 것은 우리나라 지역별 여학생들의 철분 영양 상태를 파악하는데 어느 정도 도움이 될 것으로 생각된다.

본 연구대상자의 철분 영양상태를 6가지 지표를 통해 분석한 결과는 다음과 같다. 적혈구 용적과 혈색소 농도는 본 연구의 전체 대상자의 경우 $37.87 \pm 3.08\%$ 와 12.62 ± 1.22 g/dl로 강릉지역 여학생을 대상으로한 이선희 등²¹⁾의 $39.6 \pm 3.9\%$, 13.6 ± 0.9 g/dl 보고치보다는 다소 낮았다. 본 연구의 전체 대상자의 혈청의 철분 농도는 103.00 ± 44.61 μ g/dl로 목포지역²⁰⁾의 86.7 ± 24.5 μ g/dl, 부천지역²²⁾의 99.7 ± 39.4 μ g/dl, 강릉지역²¹⁾의 91.3 ± 36.3 μ g/dl, 서울지역¹⁹⁾의 81.4 ± 35.6 μ g/dl, 울산지역²³⁾의 88.06 ± 36.63 μ g/dl보다 다소 높았다.

총철분 결합능은 367.83 ± 101.83 μ g/dl로 강릉지역²¹⁾의

327.9 ± 45.2 µg/dl, 부천시²²⁾의 269.3 ± 65.6 µg/dl보다는 다소 높았으나 서울지역¹⁹⁾의 410.4 ± 57.0 µg/dl, 울산지역²³⁾의 473.08 ± 101.70 µg/dl 보다는 다소 낮았다. 총철분 결합능에 대한 혈청 철분 비율로 계산되는 트랜스페린 포화도는 30.18 ± 14.81%로 부천 지역²²⁾의 38.7 ± 16.1%보다 낮았으나 강릉지역²¹⁾ 28.3 ± 11.8%과 서울지역¹⁹⁾의 20.4 ± 9.3% 보다 높았다. 혈청 페리틴 농도는 본 연구의 전체 대상자의 경우 13.40 ± 6.97 µg/l로 부천시²²⁾의 20.7 ± 14.3 ng/ml, 울산지역²³⁾의 26.26 ± 18.60 ng/ml, 목포지역²⁰⁾의 17.6 ± 5.3 µg/l, 강릉지역²¹⁾의 37.4 ± 24.2 ng/ml보다 다소 낮았다. 무철성적혈구가 나타나는 혈청 페리틴 10 µg/l를 기준으로 평가할 때 본 연구 대상자들의 체내 철 저장상태가 매우 저조함을 알 수 있다.

본 연구에서 혈청 페리틴 함량이 전체 대상자의 경우 선행 연구 결과치에 비해 낮았고, 혈청 철분 농도와 트랜스페린 포화도 농도 및 혈청 페리틴 농도가 정상군과 철분결핍군간의 농도차이가 2배 이상으로 나타나 본 연구대상자의 철분 결핍군의 체내 철분 저장량은 상당히 낮고 철분영양상태가 매우 취약한 것으로 생각할 수 있다.

철분 결핍군과 정상군간 혈청 내 구리와 아연 및 망간의 함량의 분석결과 망간의 농도가 철분결핍군에서 2.49 ± 1.25 µg/l로 정상군의 3.38 ± 1.86 µg/l 보다 유의적(p<0.05)으로 낮았다. 망간은 SOD의 구성요소로 생식기능, 골격발달, 연골형성, 포도당대사에 중요 역할을 하므로²⁵⁾, 철분 결핍군에서 망간의 혈액 내 농도가 낮았던 점은 철분 결핍군에서는 철분 결핍의 임상증세 뿐 아니라 항산화 보호작용의 감소, 골격발달의 미성숙 등의 위험도 초래될 수 있음을 시사한다. 동물 모델을 이용해 구리와 아연, 망간의 항산화 기전에 대한 생리적 유용성에 대한 연구들이 수행되었으며^{26,27)}, 또한 최근에는 구리, 철분, 아연, 망간의 농도 변화는 산화로 유발되는 질환, 자동면역 및 신경학적, 정신적 질환과 관련 있음이 제시되고 있어²⁸⁾, 정상인에서 질병을 예방하고 건강증진을 도모하기 위해 미량 영양소의 중요성이 강조되고 있다.

본 연구의 전체 대상자들의 혈청 구리와 아연의 함량은 각각 114.55 ± 24.81 µg/dl와 86.29 ± 20.95 µg/dl로 경기도 지역 여중생을 대상으로 한 김미현²⁹⁾등의 연구에서의 각각의 농도인 105.80 ± 18.07 µg/dl와 99.15 ± 12.31 µg/dl와 비교시 본 연구 대상자의 혈청 구리 농도가 다소 높고 아연농도는 다소 낮게 나타났다. 신체계측치와 혈액지표들간의 상관성 분석결과 정상군에서 삼두박근 피부두겹두께와 혈청 아연농도, 견갑골 피부두겹두께와 혈청 아연 농도가 유의적인 양의 상관성을 나타냈으나, 철분 결핍군에서는 혈청 아연농도와 삼두박근 피부두겹두께간에 유의적인 음의 상관성을 보였던 점은 철분 결핍군이 정상군에 비해 비만한 경향을 보였던 점과 관

련하여 볼 때, 이탈리아¹⁵⁾의 비만 청소년의 혈청 아연 농도가 정상체중청소년에 비해 더 낮았으며, 혈청의 아연농도와 삼두박근과 견갑골의 피부두겹두께합과 음의 상관성이 있음을 보고한 결과와 유사한 경향이였다. 핀란드¹⁰⁾의 청소년 연구에서도 혈청 내 낮은 아연 함량은 성장부진과 관련있음을 보고한 바 있다. Gibson 등³⁰⁾은 체내 아연의 한계적 영양상태(suboptimal status)는 철분 결핍시 관여하는 생체적 요인들이 역시 아연의 결핍도 유도할 수 있으므로 철분 결핍과 관련되어 있음을 추론하였다. 또한 아연의 영양상태가 신체 조성에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구결과는 제한되어 있으나, 특히 개도국에서 아연의 결핍은 체중증가의 에너지 비용(energy cost)을 변화시켜 작고 살찐 체형의 이환율을 높인다고 하였다. 이런 변화는 아연 영양상태의 변화에 따른 갑상선호르몬 분비 변경에 의해 조정되어 지는 것으로 생각된다. 청소년기에 아연 영양상태가 충분하지 못할 때 골격성장, 성숙 및 골격의 무기질 침착의 감소가 일어날 수 있고, 사춘기 시작 3-4년 내에 총 골격 무기질의 1/3이 축적되므로 만일 청소년기에 골격 내 무기질이 정상적으로 축적되지 못하면 골격내의 무기질 농도는 영구히 손상받아 결국 성인기 이후에 골다공증 발병의 위험을 증가시킬 수 있다. 따라서, 적절한 성장을 유지하는데 성장기에 미량 영양소의 충분한 섭취가 무엇보다 강조된다.

본 연구의 철분 결핍군에서 체질량지수와 혈청 아연 농도간의 유의적인 음의 상관성을 보였던 결과는 대만³¹⁾의 성인을 대상으로 비만인에서 혈청 아연 농도가 낮음을 보고한 연구결과와 비슷하였다. 인도³²⁾의 성인 연구에서는 체중과 두팔 내 아연 함량이 특히 남자 비만인의 경우 양의 상관성이 있음을 보고한 바 있고, 스페인 연구³³⁾에서의 혈청 아연함량과 체질량지수, 피부두겹두께와 어떤 유의적인 관련성도 관찰하지 못하였다. 본 연구의 정상군에서는 혈청 구리 농도와 어떤 신체 계측치와도 유의적인 상관성을 보이지 않았으나, 철분 결핍군에서는 혈청 구리 농도와 신장, 체중 및 엉덩이 둘레와 유의적 음의 상관성을 보였다. 여중생²⁹⁾과 여대생³⁴⁾을 대상으로 한 연구에서 비만도가 높을 수록 혈청 내 구리 함량이 높아짐을 보고한 결과와 유사하였다. 이탈리아¹⁵⁾의 연구에서는 혈청 구리 함량과 피부두겹두께와 유의적인 양의 상관성이 보고되었고, 핀란드¹⁰⁾의 연구에서는 혈청 구리 함량과 체질량지수, 체중, 피부두겹두께 간에 유의적인 양의 상관성이 보고된 바 있다. 이같은 내용을 종합해 보면, 철분 결핍에 관련된 위험요인들이 아연결핍에 관련된 생체적 요인들과 관련될 수 있으므로 아연결핍을 유도할 수 있고 이로 인해 성장부진이나 체조성의 변화가 유발되어 청소년기에 바람직하지 않은 체격, 체형이 유도될 수 있다고 생각되어진다. 여자 청소년

기에는 체형 조절에 대한 관심과 이로 인한 식사의 부적절성으로 철분을 비롯한 미량영양소의 결핍에 노출될 위험이 생애 어느 주기보다 크므로, 바람직한 식생활 습관이 형성되어 실천되어질 수 있도록 학교, 가정, 지역사회가 광범위하게 포함된 다각적인 차원에서 영양교육이 계획되고 적극적으로 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

- Marc S. Jacobson. Nutrition in adolescence. *Annales Nestle* 1995;3:106-14
- 임경숙. 여자 청소년의 체중조절시도 경험에 따른 식행동 및 건강 특성 비교 연구. *대한임상건강증진학회지* 2001;2(1):215-25
- Wahl R. Nutrition in the adolescent. *Pediatr Ann* 1999;28(2):107-11
- 권우정, 장경자, 김순기. 경기도 일부 도시 및 농촌지역 여고생의 영양섭취, 식행동, 체형인식 및 철분영양상태 비교연구. *한국영양학회지* 2002;35(1):90-101
- 이연숙, 임현숙, 안홍석, 장남수. 생애주기영양학. 교문사;2003. p.227
- Jim Mann, A.Stewart Truswell. *Essentials of human nutrition*. OXFORD;1998. p.322-3
- Hallberg L, Hulthen L, Lindstedt G, Lundberg P-A, Mark A, Purens J, Svanberg B, Swolin B. Prevalence of iron deficiency in Swedish adolescent. *Pediatr Res* 1993;34:680-7
- 김미란, 손희숙, 김숙배, 차연수. 전북지역 일부 여중학생들의 점심도시락에 의한 영양섭취 조사. *대한지역사회영양학회지* 2002;7(6):824-32
- Samuelson G. Dietary habits and nutritional status in adolescents over Europe. An overview of current studies in the Nordic countries. *Eur J Clin Nutr*. 2000;54s:s21-8
- R LAitinen, E Vuori, S Dashlstrom, HK Akerblom. Zinc, copper, and growth status in children and adolescents. *Pediatr Res* 1989;25:323-6
- James L. Groff, Sareen S. Gropper. *Advanced nutrition and human metabolism*. 3rd. Wadsworth;1999. p.410-8
- Berdanier, Carolyn D. *Advanced nutrition : Micronutrients*. Boca Raton;1998. p.195-208,212-3
- Lori A. Smolin, Mary B. Grosvenor. *Nutrition science & applications*. 4th. John Wiley & Sons, Inc. 2003. p.323
- Andreas M. Papas. Antioxidant status, diet, nutrition, and health. *CRC PRESS*;2000. p.22-32
- Laura P, Giancarlo G, Renata M, Song LF, Elvira B, Giuseppe P, Maria RC, Rosario di T. Zinc, copper, and iron in obese children and adolescents. *Nutr Res* 1998;18(2):183-9
- WHO. Scientific Group Nutritional Anemias In "WHO Tech Rep Ser";1968. p.405
- Dallman PR, Yip R, Oshi Fa. Iron deficiency and related nutrient anemias. In : Nathan DG, Oshi Fa, eds. *Hematology of infancy and childhood*. 4th ed Philadelphia : WB Saunders T;1993. p.413-p50
- Pesce A.J., Kaplan L.A.. *Method in clinical chemistry*;1987
- 최주현, 김정현, 이민준, 문수재, 이상일, 백남선. 중학생의 철분 영양상태에 영향을 미치는 생태학적 변인 분석. *한국영양학회지* 1997;30(8):960-75
- 임현숙, 정은숙. 초경 전후 사춘기 여성의 철 영양에 관한 연구. *한국영양학회지* 2003;36(6):646-52
- 이선희, 류옥남, 박계월, 김은경. 강릉지역 일부 사춘기 소녀의 철분 영양상태에 관한 연구. *대한지역사회영양학회지* 1999;4(2):139-48
- 손숙미, 정혜영. 철분의 구강투여가 철분부족 아동의 혈중철분지표 및 적혈구, 소변, 머리카락의 납과 카드뮴 수준변화에 미치는 영향. *한국영양학회지* 1998;31(7):1165-73
- 홍순명, 서영은, 황혜진. 울산지역 여중생의 철 영양상태와 빈혈에 관한 연구. *대한지역사회영양학회지* 2003;8(1):26-32
- 홍순명, 황혜진, 박상규. 울산시 여고생의 철분 영양상태와 빈혈에 관한 연구. *대한지역사회영양학회지* 2001;6(1):28-35
- John D. Bogden, Leslie M. Klevay. *Clinical nutrition of the essential trace elements and minerals*. HUMAN PRESS;2000. p.173
- Laurent A, Nicco C, Tran Van Nhieu J, Borderie D, Chereau C, Conti F, Jaffray P, Soubrane O, Calmus Y, Weill B, Batteus F. Pivotal role of superoxide anion and beneficial effect of antioxidant molecules in murine steatohepatitis. *Hepatology* 2004;39(5):1277-85
- Lopez-Lirola A, Gonzalez-Reimers E, Martin Olivera R, Santolaria-Fernandez F, Galindo-Martin L, Abreu-Gonzalez P, Gonzalez-Hernandez T, Valladares-Parrilla F. Protein deficiency and muscle damage in carbon tetrachloride induced liver cirrhosis. *Food Chem Toxicol* 2003;41(12):1789-97
- Yanik M, Kocyigit A, Tutkun H, Vural H, Herken H. Plasma manganese, selenium, zinc, copper, and iron concentrations in patients with schizophrenia. *Biol Trace Elem Res* 2004;98(2): 109-17
- 김미현, 이윤신, 이다홍, 박혜순, 승정자. 일부 사춘기 여중생의 혈청 구리, 아연함량과 혈청 레틴 및 지질과의 관계. *한국식품영양과학회지* 2001;30(3):540-6
- RS Gibson, A-L M Heath, EL Ferguson. Risk of suboptimal iron and zinc nutriture among adolescent girls in Australia and New Zealand: causes, consequences, and solutions. *Asia Pacific J clin Nutr* 2002;11(s):S543-52
- Chen MD, Lin PY, Lin WH, Cheng V. Zinc in hair and serum

- of obese individuals in Taiwan. *Am J Clin Nutr* 1988;48(5): 1307-9
32. Taneja SK, Mahajan M, Arya P. Excess bioavailability of zinc may cause obesity in humans. *Experientia* 1996;52(1):31-3
33. Elcarte Lopez T, Villa Elizaga I, Gost Farde JJ, Elcarte Lopez R, Martin Perez A, Novascues Pyada J, Navarro Blasco I, Aparicio Madre MI. Cardiovascular risk factors in relation to the serum concentrations of copper and zond : epidemiological study on children and adolescents in the Spanish prevince in Navarra. *Acta Paediatr* 1997;86:248-53
34. 김생려, 승정자, 김미현. 정상 성인여성의 아연, 구리 대사와 혈당, 인슐린 및 혈청 지질과의 상관관계 연구. *대한지역사회영양학회지* 2000;5(2):152-60

[Abstract]

Serum Iron, Zinc, Copper and Manganese Concentrations of Middle-, High School Girls in Incheon and Kangwhado.

Hyun Sook Bai, Hye Gyung Hong, Sun Ki Kim¹⁾, Hong Seok Ahn

Department of Food & nutrition, Sungshin Women's University Department of Pediatrics¹⁾,
College of Medicine, In ha University

Background	This study was done to assess the iron, copper, zinc and manganese status of adolescent girls residing in Inchen and Kangwhado.
Methods	The study sample included 80 girls free from any disease who attended in middle, high school at Inchen and Kangwhado. Twenty-seven girls were screend for iron deficiency group and 53 girls were normal group. Anthopometric and hematological data were compared between the normal group and iron deficiency group.
Results	In iron deficiency group, body weight, body mass index, body fat, triceps, subscapular skinfold thickness and mid-upper arm circumference were significantly higher than those of normal group. Serum zinc was positively correlated with triceps skinfold thickness in normal group($p<0.05$), whereas negatively correlated with in iron deficiency group($p<0.05$).
Conclusions	Suboptimal iron status may play a role in alterations of zn status of young adolescent girls. Nutritional deficiencies and poor eating habits established during adolescence can have long-term consequences, including delayed sexual maturation, osteoporosis and obesity. Therefore, multi- and better planned nutritional education program is needed to protect female adolescent from micronutrient deficiencies. (Korean J Health Promot Dis Prev 2004 ; 4 :241~248)
Key words	iron deficiency, zinc status, female adolescent.

• Address for correspondence : **Hong Seok Ahn**
Department of Food & nutrition, Sungshin Women's
University, Seoul 136-742, Korea
• Tel : 02-920-7519
• E-mail : hsahn@sungshin.ac.kr