

초경 전후 사춘기 여성의 철 영양에 관한 연구*

임 현 숙[§] · 정 은 숙

전남대학교 생활과학대학 식품영양학과

Iron Status of the Adolescent Females before and after Menarche*

Lim, Hyeon-Sook[§] · Jeong, Eun-Sook

Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

ABSTRACT

This study was performed to determine the iron status of the adolescent Korean girls before and after menarche. The 101 subjects aged 11 - 13 years who attending in an elementary school in Mokpo were recruited. They were divided into pre-menarche (A) group or post-menarche (B) group based on their menstruation status. The latter subjects were sub-divided into one of the four groups according to the times of their menstruation : B-I (≥ 3 times), B-II (4 - 6 times), B-III (7 - 9 times) or B-IV (≥ 10 times). In the total subjects, dietary iron intake, 11.3 mg/day, was below the Korean RDA for iron, the percentage of heme iron to total iron intake, 15%, and the bioavailability of dietary iron, 12.3%, seemed to be low. And their body iron storage, 140.8 mg, seemed to be insufficient. However, they tended to meet body's iron requirement in the cell level. Red blood cell number (RBC), hematocrit (Hct), and hemoglobin (Hb) level in the total subjects were 4.5 10¹²/l, 39.3%, and 13.0 g/dL, respectively. The subjects in B group had lower ($p < 0.05$) RBC and Hct compared to those in A group and the prevalence of iron-deficiency anemia tended to be high. Serum iron, ferritin, and soluble transferrin receptor (sTfR) and sTfR:ferritin ratio were 86.7 μ g/d, 17.6 μ g/l, 3.58 mg/l, and 230, respectively. Those four indices were not significantly different among the groups. The results of this study imply that, although there a tendency to affect negatively iron status, menstrual blood loss in adolescent females does not deteriorate obviously their iron status during the relatively short period up to 1 year. However, it should be better to improve their iron status after starting menarche by increasing iron intake, especially heme-iron, and enhancing factors for iron absorption. (*Korean J Nutrition* 36(6): 646~652, 2003)

KEY WORDS : iron, adolescent females, menarche, bioavailability.

서 론

사춘기는 성장속도가 빠르며 근육량과 혈액량 증가가 많아, 철분 요구량이 남녀 모두 생애주기 중 가장 높은 시기다. 이러한 이유로 사춘기에는 철 영양상태가 저하하기 쉽다. 건강한 소년들에서 혈청 페리틴 (ferritin) 농도가 사춘기 개시 1년 반 후에 35 μ g/l에서 22 μ g/l로 유의하게 낮아졌다는 보고가 있었다.¹⁻³⁾ 혈청 ferritin 농도의 감소는 체내 철 저장량이 감소되어 저장부위에서 골수 등 사용부위로 이동하는 철이 줄어들었음을 의미한다. 동 연구자들은

이후 혈청 수용성 트랜스페린 수용체 (soluble transferrin receptor: sTfR) 농도를 분석해 사춘기 개시 2년 후 소년들의 체내 철 저장량을 추정한 결과, 50%정도 감소했음도 확인하였다.⁴⁾ sTfR 농도의 증가는 말초조직으로 필요한 철이 충분히 공급되지 않아 철 유용성이 저하된 상태를 나타낸다. 이러한 연구결과들은 사춘기 동안 왕성한 조절 작용에 따른 혈색소 (hemoglobin: Hb)와 근육량 증가로 인한 미오글로빈 (myoglobin) 합성에 요구되는 철이 충족되지 못했다는 점을 시사한다. 한편 사춘기 소녀들은 소년들보다 철 영양상태에 있어 더욱 취약하다. 이는 성 성숙으로 시작되는 월경생리로 인해 체내 철이 지속적으로 손실되기 때문이다. 사춘기 소녀는 Hb과 미오글로빈의 합성에 더하여 월경 혈 손실에 따르는 철이 더 필요하다. 10대 청소년의 철 결핍이 소년에서 보다 소녀에서 더 크다는 연구결과⁵⁾나, 초경이후 소녀들이 소년들보다 철 영양상태 지표들이 낮았다는 보고⁶⁾ 및 8년에 걸쳐 사춘기 소녀의 철

접수일 : 2003년 2월 7일

채택일 : 2003년 3월 19일

*This study was financially supported by Chonnam National University in the program, 2000.

[§]To whom correspondence should be addressed.

영양상태를 중단적으로 추적한 결과, Hb 농도는 초경 2년 후에 유의하게 감소되었고 혈청 ferritin 농도는 초경 3년 후에 가장 낮은 수준을 보였다가 다시 증가했다는 보고⁷⁾ 들은 월경 혈 손실이 철 영양상태를 불량하게 하는 원인을 나타낸다.

또한 철분은 체내 흡수율이 10% 정도로 낮으며 그 이용율은 식이 철분의 형태, 체내 철분 저장 상태 및 다른 식이 성분에 의해 영향을 받는다.⁸⁾ 사춘기 소녀에서, 철 섭취량이 낮은 경우 (< 9 mg/day), 초경 이후 철분영양상태에 부정적인 영향이 더욱 커 혈청 ferritin 농도가 철 섭취량이 충분한 경우보다 유의하게 낮았다는 보고⁹⁾나 월경 혈 손실량이 많은 것은 (> 80 ml/day) 철 결핍성 빈혈 발생의 주요 요인이라는 보고¹⁰⁾ 등도 소녀들이 더욱 철 영양에 취약하다는 점을 뒷받침하여 준다. 여자의 경우 급성장기의 정점에 체내 철의 일일 증가량은 약 0.9 mg으로, 이는 10~19세의 평균 증가량인 0.23 mg에 비해 4배 정도 높은 수준이다.¹¹⁾

우리 나라 가임기 여성의 경우 철 결핍이나 빈혈 발생률이 비교적 높은 편이다.¹²⁻¹⁶⁾ 가임기의 철 영양상태는, 앞서 설명한 바, 급성장과 월경 혈 손실로 철분 필요량이 급증하는 사춘기의 철 영양상태의 영향을 받을 것이라 생각된다. 그러나 국내에서 아직 월경 혈 손실이 철 영양상태에 미치는 영향에 관한 연구가 수행된 바 없다. 이에 본 연구에서는 초경 전후의 철 영양상태를 조사해 월경 혈 손실에 따르는 철 영양상태의 변화를 규명해 보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상자 선정 및 실험군 구분

본 연구대상자는 목포시에 위치한 S 초등학교의 4~6학년에 재학 중인 11~13세의 소녀들 중에서 본 연구취지에 대해 본인과 부모의 동의를 얻어 101명을 모집하였다. 이들의 초경시기는 연구대상자를 개인별로 면접하여 확인하였고, 이들의 어머니와 전화 인터뷰를 통해 재확인하였다. 실험군은 이들 연구대상자를 초경여부에 따라 초경 전군(A군, n = 25명)과 초경 후군(B군, n = 76명)으로 구분하였고, 초경 후군을 다시 월경횟수에 따라 B-I군(1~3회, n = 26명), B-II군(4~6회, n = 19명), B-III군(7~9회, n = 16명) 및 B-IV군(10회 이상, n = 15명)으로 나누었다.

2. 체위 및 체조성 계측

연구대상자의 신장과 체중을 측정하였고, 이들 값으로부터 체질량지수 (body mass index: BMI)를 구하였다. 체지

방률 측정은 생체의 전기저항을 측정하는 체조성 측정기(BIA, 길우트레이딩, 서울)를 이용하였다.

3. 식사섭취상태 조사

하루동안의 식사섭취상태를 24시간 회상법으로 조사하였다. 점심식사는 연구대상자들이 모두 학교급식을 섭취했으므로 미리 식단이 기재된 양식에 섭취량을 적도록 하였고, 아침과 저녁식사 및 간식은 어머니 또는 본인으로 하여금 기록하도록 하였다. 기록한 내용은 다음 날 체위를 계속할 때 일일이 확인하였다.

이들 자료로부터 매 끼니와 간식별로 육류, 조류 및 어류(meat, poultry, and fish: MPF) 섭취량을 계산하였고, 영양평가프로그램(CAN-PRO, 한국영양정보센터, 서울)을 이용해 철과 비타민 C 섭취량을 구하였다.

4. 식사 철의 생체이용률 산출

식사로 섭취한 철의 생체이용률은 Monsen 등⁸⁾의 방법으로 산출하였다. 먼저 매 끼니와 간식별로 헴철과 비헴철의 섭취량을 구하였다. 이후 헴철과 비헴철의 흡수율을 다음과 같이 적용하였다. 즉 헴철 흡수율은 체내 철 저장량에 따라 세 수준으로 구분하여 적용하였는데, 철 저장량이 거의 없는 경우는 35%, 250 mg정도인 경우는 28%, 그리고 500 mg인 경우는 23%로 보았다. 비헴철은 체내 철 저장량과 함께 식사의 철 이용성을 고려해 역시 세 수준을 적용하였다. 식사 철 이용성은 식사에 함유된 철 흡수향상인자인 MPF와 비타민 C 수준을 고려해 저급, 중급 및 고급의 세 수준으로 구분하였다. 즉, 체내 철 저장량이 거의 없는 경우 식사 철 이용성이 저급, 중급 또는 고급이면 각각 5%, 10% 및 20%를, 체내 철 저장량이 250 mg이면서 식사 철 이용성이 저급, 중급 및 고급이면 각각 4%, 7% 및 12%를, 그리고 체내 철 저장량이 500 mg정도면서 저급, 중급 및 고급의 철 이용성 식사를 한 경우 각각 2%, 3% 및 4%를 적용하였다.

이 때 헴철 섭취량은 MPF에 함유된 철의 40%라고 보았고, 비헴철은 MPF에 함유된 나머지 철 60%와 곡류, 두류, 채소류, 과일류, 난류 등 기타 식품에 함유된 철의 합계로 보았다. 체내 철 저장량은 Walters 등¹⁷⁾의 보고에 따라 혈청 ferritin 1 µg/l 당 8 mg이라고 보아 계산하였다. 식사 철 이용성과 관련해 고급, 중급 및 저급식사는 매 끼니와 간식별로 다음과 같이 구분하였다.

저급식사 (Low availability meal) : MPF가 30 g 미만이거나 비타민 C가 25 mg 미만인 식사.

중급식사 (Medium availability meal) : MPF가 30~90 g이거나 또는 비타민 C가 25~75 mg인 식사.

고급식사 (High availability meal) : MPF가 90 g 이상이거나, 비타민 C가 75 mg 이상이거나 또는 MPF가 30~90 g 이고 비타민 C가 25~75 mg인 식사.

5. 혈액 시료의 채취 및 분석

12시간 이상 공복상태인 연구대상자들의 전완정맥으로부터 10 ml정도 채혈하였다. 채혈 즉시 일부 혈액은 CBC 측정용 용기에 분주하였고, 나머지는 무철 원심관에 넣어 4℃에서 3,000 rpm으로 15분간 원심분리시켜 혈청을 얻어 분석 전까지 -20℃에 보관하였다. 적혈구 수 (RBC), Hb 농도 및 헤마토크리트 (Hct)를 녹십자의료재단 (자동혈구분석기, Advia 120, 바이엘 코리아, 서울, 1999)에 의뢰하여 분석하였다.

혈청 철 농도는 Nitroso-PSAP {2-(5-Nitro-2-Pyridylzlo)-5-(N-Propyl-N-Sulfopropylamino)-Phenol} 직접법의 원리에 의해 제조된 혈장 철 정량용 kit (Fe-750, 아산제약, 광주)를 사용하여 측정하였다. 혈청 ferritin 농도는 Ferritin ¹²⁵I coated tube immunoradiometric assay kit (Diagnostic Products Corp., Los Angeles, U.S.A.)를 사용하고 gamma counter (Packard 1500, U.S.A.)에서 1분 동안의 결합비율을 측정하여 산출하는 방사면역학적 방법으로 측정하였다. 혈청 sTfR 농도는 immunozy-mometric assay kit (Orin Diagnostica, Finland)를 사용하였으며 microplate reader (ELX 808, Bio-Tec. Instruments Inc., U.S.A.)로 흡광도를 측정해 분석하였다.

6. 통계처리

모든 통계처리는 SAS(statistic analysis system) Program을 이용하여 수행하였다. 실험군별로 각 측정치의 평균과 표준편차를 나타내었으며, 다섯 실험군 간 평균의 차이는 Duncan's multiple range test로 검증하였고, A군과 B군 평균과의 차이는 Student's t-test로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 연령과 체위

본 연구대상자의 연령과 체위는 실험군별로 Table 1과 같았다. 전체 대상자의 나이는 11.7 ± 0.6(11~13)세이었으며, 전 실험군 모두 이와 근사하였다. 신장은 B군들이 A군에 비해 컸으나 유의한 차이는 아니었다. 그러나 체중은 네 B군 모두 A군에 비해 유의하게 (p < 0.001) 높았고, BMI도 같은 정도 (p < 0.001)의 유의성 있는 차이를 보였다. 체지방률도 B군 모두가 A군과 현저한 (p < 0.001) 격차를 나타내었다.

이러한 결과는 초경의 시작은 생물학적 연령보다는 체위에 영향을 받으며, 체위지표 중에서는 신장보다 체중이나 체지방률이 크게 작용한다는 점을 시사한다.

본 연구대상자의 체위는 11세 한국인 여아 표준치¹⁸⁾인 144.2 cm와 37.79 kg에 비해 A군은 체중과 신장 모두 낮은 편이었고 B군은 모두 높은 편이었다. A군의 체중은 동 표준치의 50백분위수 미만이었던데 비해 B군의 체중은 75백분위수 이상이었다.

2. 식사 철의 생체이용률

본 연구대상자의 식사를 통한 철 섭취량, 흡수량 및 생체이용률은 Table 2와 같았다. 이들이 식사로 섭취한 철은, 전체 대상자의 경우 11.3 ± 3.5 mg/day으로 권장량¹⁹⁾의 71%정도로 부족했다. 이중 헴철이 1.7 ± 0.6 mg/day로 15%이었고, 비헴철은 9.6 ± 3.4 mg/day로 85%이었다. 흡수된 양은 1.6 ± 0.7 mg/day이었으며, 헴철이 0.6 mg/day이었고 비헴철은 0.9 mg/day이었다. 그러므로 흡수율은 총 철의 경우 13.8%이었고, 헴철과 비헴철은 각각 37.1%와 9.7%이었다. 헴철은 총 철 섭취량의 15%이었으나 흡수율이 높아 흡수된 철의 40.4%를 점하였다. 한편 전 실험군

Table 1. Age and anthropometry of the subjects

	A	B				B-average (n = 76)	Total (n = 101)
	(n = 25)	I (n = 26)	II (n = 19)	III (n = 16)	IV (n = 15)		
Age (yr)	11.7 ± 0.6 ^{aA}	11.7 ± 0.5 ^a	11.7 ± 0.6 ^a	11.7 ± 0.6 ^a	11.9 ± 0.7 ^a	11.7 ± 0.6 ^A	11.7 ± 0.6
Height (cm)	143.7 ± 6.8 ^{aA}	152.7 ± 3.9 ^a	151.3 ± 4.2 ^a	153.0 ± 6.6 ^a	154.0 ± 5.2 ^a	152.9 ± 4.9 ^A	150.6 ± 6.4
Weight (kg)	34.7 ± 5.2 ^{bB}	45.2 ± 7.5 ^a	46.3 ± 5.7 ^a	48.3 ± 8.3 ^a	48.3 ± 9.8 ^a	46.8 ± 7.7 ^A	43.7 ± 8.9
BMI (kg/m ²)	16.6 ± 2.4 ^{bB}	19.4 ± 2.7 ^a	20.3 ± 2.7 ^a	20.5 ± 2.6 ^a	20.1 ± 3.5 ^a	19.9 ± 2.9 ^A	19.2 ± 3.1
Body fat (%)	16.3 ± 5.3 ^{bB}	21.4 ± 4.7 ^a	22.7 ± 4.6 ^a	24.5 ± 5.1 ^a	23.3 ± 5.9 ^a	22.8 ± 5.0 ^A	21.2 ± 5.8

Values are means ± standard deviations.

Values with different small superscripts in a row are significantly different by duncan's multiple range test at p < 0.001.

Values with different capital superscripts between A group and B-average group are significantly different by student's test at p < 0.001.

BMI: body mas index⁷

A: Pre-menarche group, B: Post-menarche groups: I (1 - 3 times), II (4 - 6 times), III (7 - 9 times), IV (≥ 10 times)

사이에는 식사를 통한 총 철, 헴철 및 비헴철 섭취량, 각 흡수량 및 생체이용률에 유의한 차이가 전혀 없었다.

이러한 결과는 월경생리 여부나 10여회 정도의 횟수가 식사를 통한 철 섭취량이나 생체이용률에 영향을 끼치지 않는다는 점을 시사한다.

본 연구대상자의 식사 철의 생체이용률은 여대생에서 보고된 11.7%,²⁰⁾ 9.3%¹⁶⁾ 및 9.7%¹¹⁾ 보다 우수한 편이었다. 이는 본 연구대상자의 헴철 섭취량이 상동 문헌들에 비해 높았던 점이 주요 원인일 것이라고 해석된다.

3. 적혈구 수 (10¹²/l), Hct 및 Hb 농도

본 연구대상자의 적혈구 수, Hct 및 Hb 농도는 Table 3 과 같았다. 적혈구 수는 전체 대상자의 경우 4.5 ± 0.3 10¹²/l이었으며, B군 평균이 A군보다 유의하게 (p < 0.05) 적었다. B군중에서는 B-I 군만이 A군보다 유의하게 (p < 0.05) 적었고, B-II군, B-III군 및 B-IV군은 적은 경향을 보였다. 전체 대상자의 Hct는 39.3 ± 2.9%이었으며, 적혈구 수와 마찬가지로, B군 평균이 A군보다 유의하게

(p < 0.05) 낮았다. 이 역시 A군에 비해 B-I 군만이 유의하게 (p < 0.05) 낮았고 B-II군, B-III군 및 B-IV군은 낮은 경향을 나타내었다. Hb 농도는 전체 대상자의 평균은 13.0 ± 0.8 g/dL이었으며, B-I 군이 가장 낮았으나 실험군 간에 유의한 차이는 없었다.

이러한 결과는 월경생리가 시작되면서 월경 혈을 통한 체내 철의 손실이 새롭게 발생하므로 적혈구 수와 Hct가 감소하는 현상을 보이는 것이 아닌가 추측케 한다. 그러나 Hb 농도에서 유의 차가 없었던 점은, Hb 농도가 초경 2년 후에야 유의하게 낮아졌다는 선행연구²⁷⁾ 결과를 생각할 때, 본 연구에서 조사한 월경횟수 10여회 정도는 그 변화가 뚜렷하게 나타나지 않는 기간이 아닌가 생각된다.

본 연구대상자의 Hb 농도와 Hct는 초·중·고생의 혈액상에 대한 연구²¹⁾에서 밝힌 13.0 g/dL 또는 초등학교 아동에서 조사된²²⁾ 40.2 ± 2.9%와 근사한 수준이었다.

한편, Hb 농도가 12 g/dL와 Hct 36% 미만을 기준²³⁾으로 판정한 본 연구대상자의 빈혈률은 Table 4와 같았다. Hb

Table 2. Dietary intake and available iron intake and iron bioavailability calculated by mosen's method

	A	B				Total (n = 101)	
	(n = 25)	I (n = 26)	II (n = 19)	III (n = 16)	IV (n = 15)		B-average (n = 76)
Heme iron							
Intake (mg)		1.7 ± 0.6	1.9 ± 0.5	1.8 ± 0.5	1.6 ± 0.5	1.6 ± 0.7	1.7 ± 0.6
Available (mg)		0.6 ± 0.2	0.9 ± 0.2	0.6 ± 0.3	0.6 ± 0.3	0.7 ± 0.4	0.6 ± 0.3
Bioavailability (%)		36.9 ± 13.7	32.4 ± 11.3	36.8 ± 17.7	34.2 ± 11.5	41.7 ± 17.5	35.7 ± 14.6
Nonheme iron							
Intake (mg)		8.9 ± 2.3	8.9 ± 1.9	10.3 ± 1.7	9.7 ± 3.0	11.1 ± 6.8	9.9 ± 3.6
Available (mg)		0.9 ± 0.8	0.9 ± 0.4	1.1 ± 0.5	0.9 ± 0.3	1.0 ± 4.5	0.9 ± 0.4
Bioavailability (%)		10.6 ± 5.7	9.7 ± 4.1	10.3 ± 4.9	9.2 ± 2.7	10.0 ± 3.2	9.8 ± 3.9
Total iron							
Intake (mg)		10.5 ± 2.6	10.8 ± 2.2	12.0 ± 2.0	11.3 ± 3.1	12.7 ± 6.9	11.6 ± 3.8
Available (mg)		1.6 ± 0.9	1.5 ± 0.5	1.6 ± 0.6	1.5 ± 0.5	1.7 ± 0.6	1.5 ± 0.6
Bioavailability (%)		14.9 ± 5.3	13.6 ± 3.6	13.7 ± 5.1	13.1 ± 4.0	14.4 ± 3.9	13.6 ± 4.1

Values are means ± standard deviations.

All values both in each row and between A-group and B-average group are not significantly different by duncan's multiple range test at p < 0.05.

Bioavailability = [Available amount of iron/Total iron intake] × 100

A: pre-menarche group, B: post-menarche groups: I (1 - 3 times), II (4 - 6 times), III (7 - 9 times), IV (≥ 10 times)

Table 3. Hematological data of the subjects

	A	B				Total (n = 101)	
	(n = 25)	I (n = 26)	II (n = 19)	III (n = 16)	IV (n = 15)		B-average (n = 76)
RBC (10 ¹² /l)	4.6 ± 0.3 ^{oa}	4.3 ± 0.3 ^o	4.5 ± 0.3 ^{ob}	4.4 ± 0.2 ^{ob}	4.5 ± 0.2 ^{ob}	4.4 ± 0.3 ^b	4.5 ± 0.3
Hematocrit (%)	40.5 ± 2.7 ^{oa}	38.0 ± 3.4 ^o	39.8 ± 3.1 ^{ob}	38.9 ± 1.5 ^{ob}	39.4 ± 2.6 ^{ob}	38.9 ± 2.9 ^b	39.3 ± 2.9
Hemoglobin (g/dl)	13.2 ± 0.7 ^{oa}	12.7 ± 0.9 ^o	13.2 ± 0.6 ^o	13.1 ± 0.6 ^o	12.9 ± 1.0 ^o	13.0 ± 0.9 ^a	13.0 ± 0.8

Values are means ± standard deviations.

Values with different superscripts in a row are significantly different by duncan's multiple range test at p < 0.05.

Values with different capital superscripts between A group and B-average group are significantly different by stueent's test at p < 0.05.

RBC: red blood cell number

A: Pre-menarche group, B: Post-menarche groups: I (1 - 3 times), II (4 - 6 times), III (7 - 9 times), IV (≥ 10 times)

농도로는, A군은 빈혈 소견자가 전혀 없었고 B군은 평균 9.2%의 빈혈률을 보였다. 실험군별로는 B-I군이 15.4%로 가장 높았고 B-II군이 5.3%이었으며 B-III군이 0.0%로 낮아지는 경향을 보였으나 B-IV군에서 13.3%로 다시 높아졌다. Hct로 판정했을 때는, A군이 4.0%의 빈혈률을 보였고, B군 평균은 7.9%이었다. 역시 B-I군이 15.4%로 가장 높았고 B-II군이 5.3%이었으며 B-III군이 0.0%로 낮아지는 경향을 보였으나 B-IV군에서 6.7%로 높아졌다.

이러한 결과는, 초경 후에 빈혈률이 상승할 수 있다는 점을 시사하며, 이는 월경 혈 손실이 철 영양상태에 부정적인 영향을 끼치기 때문이라고 이해된다.

4. 철 영양상태

본 연구대상자의 철 영양상태를 네 가지 지표를 통해 살펴본 결과는 Table 5와 같았다. 혈청 철 농도는 전체 대상자의 경우 $86.7 \pm 24.5 \mu\text{g/dL}$ 이었다. B군 평균이 A군에 비해 낮은 경향이었으나 유의한 차이는 아니었고, 전 실험군간에 유의성 있는 차이는 없었다. 초경개시 여부와 생리횟수의 차이에 따른 유의한 차이를 보이지 않은 혈청 철 농도는 그러나 Fig. 1과 같이 체지방률에 따른 변화를 보였다. 본 연구대상자를 이들의 체지방률에 따라 4/4분위로 구분했을 때, 3/4분위와 4/4분위군의 혈청 철 농도가 1/4분위군보다 유의하게 ($p < 0.05$) 낮았다. 중학생에서 비록 여학생에서는 유의성이 없었으나 남학생에서 체중과

체지방이 혈청 철 농도와 고도의 음 상관관을 보인 최주현 등²⁴⁾의 연구결과는 사춘기의 급 성장이 철 영양상태를 저하시킨다는 점을 확인해준다. 앞서 체위에서 고찰한 바, 체지방률이 높은 연구대상자가 생리를 하고 있다는 점을 생각할 때, 여자에서는 급 성장과 함께 월경 혈을 통한 철 손실이 동시에 작용해 음 철 평형을 나타낼 것으로 생각된다.

본 연구대상자의 혈청 철 수준은 강릉지역 초등 여학생²²⁾의 $82.9 \pm 27.4 \mu\text{g/dL}$ 또는 서울지역 여자 중학생²⁴⁾ $81.4 \pm 35.6 \mu\text{g/dL}$ 보다 높았고, 부천시의 저소득층 초등학교 여학생²⁵⁾에서 조사된 $99.7 \pm 39.4 \mu\text{g/dL}$ 보다는 낮았다.

혈청 ferritin 농도는 전체 대상자의 경우 $17.6 \pm 5.3 \mu\text{g/l}$ 이었으며, 이는 상동 부천시 초등 여학생²²⁾의 $20.7 \pm 14.3 \mu\text{g/l}$ 보다 낮은 경향이였다. 혈청 ferritin 농도가 $< 20 \mu\text{g/l}$

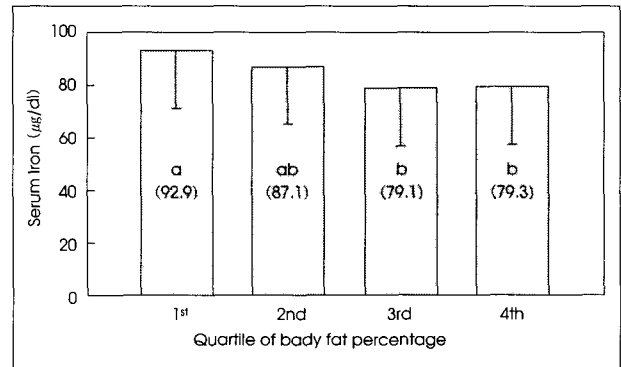


Fig. 1. Serum iron concentration by body fat percentage of the subjects. Those with different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. Prevalence of anemia of the subjects

	A (n = 25)		B				Total (n = 101)
	I (n = 26)	II (n = 19)	III (n = 16)	IV (n = 15)	B-average (n = 76)		
Hemoglobin (< 12 g/dl)	0.0	15.4	5.3	0.0	13.3	9.2	6.9
Hematocrit (< 36%)	4.0	15.4	5.3	0.0	6.7	7.9	6.9
Serum iron (< 60 µg/dl)	8.0	19.2	10.5	25.0	6.7	15.8	13.9
Serum ferritin (< 12 µg/l)	8.0	7.7	21.1	31.3	20.0	18.4	15.8
sTfR (> 8 mg/l)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Values are percentages.

The cut-off values of iron deficiency anemia are from WHO (1991)

A: Pre-menarche group, B: Post-menarche groups: I (1 - 3 times), II (4 - 6 times), III (7 - 9 times), IV (≥ 10 times)

Table 5. Indices of iron status of the subjects

	A (n = 25)		B				Total (n = 101)
	I (n = 26)	II (n = 19)	III (n = 16)	IV (n = 15)	B-average (n = 76)		
Serum iron (µg/dl)	94.3 ± 20.4	83.5 ± 26.6	86.4 ± 24.0	77.5 ± 23.2	88.5 ± 24.0	83.9 ± 24.5	86.7 ± 24.5
Serum ferritin (µg/l)	18.4 ± 5.1	18.4 ± 4.7	17.2 ± 5.5	16.5 ± 6.3	16.5 ± 5.1	17.4 ± 5.3	17.6 ± 5.3
sTfR (mg/l)	3.71 ± 0.90	3.68 ± 1.01	3.27 ± 1.16	3.56 ± 1.25	3.58 ± 1.02	3.56 ± 1.18	3.58 ± 1.05
sTfR: ferritin ratio	222 ± 99	216 ± 96	225 ± 175	266 ± 180	240 ± 103	233 ± 131	230 ± 123

Values are means \pm standard deviations

All values both in each row and between A-group and B-average group are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

sTfR: soluble transferrin receptor, sTfR: ferritin ratio: (sTfR/ferritin) $\times 1,000$

A: Pre-menarche group, B: Post-menarche groups: I (1 - 3 times), II (4 - 6 times), III (7 - 9 times), IV (≥ 10 times)

인 대상자가 69.3%에 달해 전체적으로 저장 철 수준이 취약함을 나타내었다. 혈청 ferritin 농도는, 혈청 철 농도와 마찬가지로, B군 평균이 A군에 비해 낮은 경향이였으나 유의한 차이는 아니었다. B-I 군을 제외한 B-II, B-III 및 B-IV군 모두 A군보다 낮은 경향을 보였다. 전 실험군간에 유의성 있는 차이가 없었다. 이러한 결과는, 혈청 ferritin 농도가 초경 3년 후에 가장 낮은 수준으로 떨어졌다는 보고⁷⁾를 생각할 때, 본 연구에서 조사한 10여회 정도의 생리 횟수는 그 저하가 뚜렷하게 나타나지 않는 기간이라고 해석된다. 한편 혈청 철 농도와는 달리, 혈청 ferritin 농도는 체지방률에 따른 유의한 차이도 보이지 않았다. 이러한 결과는, 혈청 ferritin 농도가 체내 철 저장량을 비교적 잘 반영해주는 지표라는 점을 생각할 때, 초경 이후 1년 정도 생리가 지속되는 기간 중에 일어나는 저장 철의 변화는 사소하다는 점을 시사한다.

혈청 sTfR 농도는 전체 대상자의 경우 3.58 ± 1.05 mg/l로 정상 수준²⁶⁾이었다. 이는, 혈청 ferritin 농도로 보았을 때 체내 철 저장량은 부족한 상황이나, 여러 조직세포의 철 요구에 철 공급이 부응하고 있음을 나타낸다. 혈청 sTfR 농도는 실험군 간에 유의한 차이가 전혀 없었다. 체지방률에 따른 유의한 차이도 보이지 않았다. 혈청 sTfR 농도는 세포수준에서의 철 결핍을 나타내는 지표이며, 혈청 철 또는 혈청 ferritin 농도가 감소하면 상승한다. 본 연구에서는 혈청 철이나 ferritin 농도에 유의한 변화가 없었던 바, 이 지표도 생리 여부 및 횟수에 따른 차이를 보이지 않은 것으로 해석된다. 그러므로 10회 정도의 생리 혈을 통한 철 손실은 세포수준의 철 공급에 거의 영향을 끼치지 않는 것으로 해석된다.

혈청 sTfR: ferritin 비율은 전체 대상자의 경우 230 ± 123 으로 정상 수준²⁶⁾이었으며, 이는 철 결핍이 그다지 심하지 않음을 나타낸다. 실험군 사이에 역시 유의한 차이는 없었다. 이는 혈청 sTfR 농도와 혈청 ferritin 농도 모두 실험군 간에 차이를 나타나지 않았기 때문이었다고 이해된다. 따라서 초경 후에도 10여회 정도 생리를 하는 동안에 신체 여러 조직의 철 요구량과 철 공급량 사이에 균형이 유지되는 것으로 판단된다.

본 연구에서 전체 대상자의 평균 혈청 철과 ferritin 농도는 WHO²³⁾의 빈혈 기준인 $< 60 \mu\text{g/dl}$ 와 $< 12 \mu\text{g/l}$ 이상이었으며, 혈청 sTfR 농도는 상동 기준인 $> 8 \text{ mg/l}$ 이하이어서 모두 정상 수준이었다. 그러나 이들 기준에 미달한 연구대상자의 비율은 Table 5와 같았다. 혈청 철 농도가 기준치보다 낮은 대상자 비율은 A군은 8.0%이었고, B군 평균은 15.8%이었다. B군 중에서는 B-III군이 25.0%로 가

장 높았고 B-I 군이 19.2%이었으며 B-II와 B-IV군은 각각 10.5%와 6.7%이었다. 혈청 ferritin 농도가 정상치 미만인 대상자 비율은 A군은 8.0%이었고, B군 평균은 18.4%이었다. B군중에서는 B-III군이 31.3%로 가장 높았고 B-I 군, B-II군 및 B-IV군은 각각 7.7%, 21.2%와 20.0%이었다. 혈청 sTfR 농도가 기준치보다 높은 대상자는 모든 군에서 전혀 없었다.

이와 같은 철분영양상태 지표의 결과는, 생리횟수가 10회 정도 진행될 때까지 철분영양상태에 별다른 변화가 나타나지 않는다는 점을 보여주었다. 이는 Kagamimori 등⁷⁾이 밝힌 바 초경 2년 후에 Hb 농도가 낮아졌고 ferritin 농도는 3년 후에 최저 수준을 보였다는 점을 생각할 때, 본 연구에서 조사한 초경 후 1년 정도의 기간에서는 월경 혈 손실에 따른 철분영양상태의 저하현상이 뚜렷하게 드러나지 않는다고 생각된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 초경 전후의 철 영양상태를 조사해 월경 혈 손실에 따르는 사춘기 여성의 철 영양상태의 변화를 규명해 보고자 하였다. 연구대상자는 초등학교의 4~6학년제 재학 중인 11~13세 소녀들이었으며 초경 전군이 25명이었고 초경 후군이 76명이었으며, 초경 후군 중에서는 생리 횟수가 1~3회, 4~6회, 7~9회 및 10회 이상인 대상자가 각각 26명, 19명, 16명 및 15명이었다. 본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 전체 대상자의 식사를 통한 총 철 섭취량은 11.3 ± 3.5 mg/day으로 권장량에 상당히 부족했으며, 이중 헴철 비율이 15%로 낮은 편이었다. 식사 철의 생체이용률은 13.8%이었고 따라서 흡수된 철은 1.56 ± 0.7 mg/day이었다. 월경생리 여부와 10여회 정도의 월경 혈 손실은 식사 철의 섭취량, 흡수량 및 생체이용률에 유의한 차이를 초래하지 않았다.

2) 전체 대상자의 적혈구 수, Hct와 Hb 농도는 각각 4.5 ± 0.3 10¹²/l, $39.9 \pm 2.9\%$, 및 13.0 ± 0.8 g/dL이었으며, 적혈구 수와 Hct는 초경 후군에 비해 초경 전군에 비해 유의하게 낮았고 ($p < 0.05$) 빈혈률이 높아지는 추세를 보였다.

3) 전체 대상자의 혈청 철, ferritin 및 sTfR 농도와 sTfR: ferritin 비율은 각각 $86.7 \pm 24.5 \mu\text{g/dl}$, $17.6 \pm 5.3 \mu\text{g/l}$, 3.58 ± 1.05 mg/l 및 230 ± 123 이었으며, 이들 네 지표는 초경 전군과 초경 후군 간에 유의하게 다르지 않았다. 다만 혈청 철 농도는 체지방률이 높은 3/4분위와 4/4분위군

이 1/4분위군에 비해 유의하게 ($p < 0.05$) 낮았고, 초경 후군은 초경 전군에 비해 혈청 철과 ferritin 농도가 정상 미만인 대상자의 비율이 높은 경향을 보였다.

결론적으로, 본 연구대상자의 철 영양상태는 절대 섭취량이 적었고, 식사 철 이용률이 낮은 편이었으며, 따라서 흡수량도 부족했고, 체내 철 저장량이 충분하지 않아 전체적으로 취약한 편이었다. 그러나 신체 조직의 철 요구량과 철 공급량 사이의 균형은 유지되는 것으로 나타났다. 월경혈 손실이 1년 정도의 단기간동안 철 영양상태를 뚜렷하게 저하시키지는 않는 것으로 보인다. 그러나 초경 후군은 초경 전군에 비해 혈청 철이나 혈청 ferritin 농도가 낮은 경향을 보였고 빈혈률은 높은 추세를 보였다. 따라서 월경혈 손실이 사춘기 여성의 철 영양상태에 부정적인 영향을 끼칠 수 있다는 점을 생각할 때, 이들의 철 영양상태를 양호하게 유지하기 위한 방안의 모색이 요구된다. 즉 식사를 통한 철 섭취량 증대, 헴철 섭취율의 증가, 생체이용률의 향상을 위한 철 흡수 향상인자의 섭취량 증가 등이 필요하다. 월경혈 손실이 사춘기 여성의 철 영양상태에 미치는 영향을 보다 구체적으로 규명하려면 좀 더 장기간에 걸쳐 큰 규모의 연구가 수행되어야 할 것이다.

Literature cited

- 1) Anttila R, Siimes MA. Serum transferrin and ferritin in pubertal boys: relation to body growth, pubertal stage, erythropoiesis, and iron. *Am J Clin Nutr* 63 (2): 179-183, 1996a
- 2) Anttila R, Cook JD, Siimes MA. Body iron stores in relation to growth and pubertal maturation in healthy boys. *Br J Haematol* 96 (1): 12-18, 1997b
- 3) Kivivuori SM, Anttila R, Viinikka L, Peson K, Siimes MA. Serum transferrin receptor for assessment of iron status in healthy prepubertal and early pubertal boys. *Pediatr Res* 34 (3): 297-299, 1993
- 4) Anttila R, Cook JD, Siimes MA. Body iron stores decrease in boys during pubertal development: the transferrin receptor: ferritin ratio as an indicator of iron status. *Pediatr Res* 41 (2): 224-228, 1997c
- 5) Seip M. Teenage iron deficiency. *Tidsskr Nor Laegeforen* 113: 2429-2430, 1993
- 6) Gonzalez Espinosa C, Cerudo Hernandez RC, Gonzalez Diaz JP, Hernandez Gonzalez JR, Garcia Baez M, Gonzales Garcia C, Gonzalez Hernandez JM. Comparison of the levels of serum ferritin and other hematologic parameters in males and post-menarche females. *An Esp Pediatr* 25 (6): 435-440, 1986
- 7) Kagamimori S, Fujita T, Naruse Y, Kurosawa Y, Watanabe M. A longitudinal study of serum ferritin concentration during the female adolescent growth spurt. *Am Hum Biol* 15 (6): 413-419, 1988
- 8) Monsen ER, Hallberg L, Layrisse M, Hegsted M, Cook JD, Mertz W, Finch CA. Estimation of available dietary iron. *Am J Clin Nutr* 31:134-141, 1978
- 9) Ilich-Ernst JZ, McKenna AA, Badenhop NE, Clairmont AC, Andon MB, Nahhas RW, Goel P, Matkovic V. Iron status, menarche, and calcium supplementation in adolescent girls. *Am J Clin Nutr* 68: 880-887, 1998
- 10) Barr F, Brabin L, Agbaje S, Buseri F, Briggs N. Reducing iron deficiency anaemia due to heavy menstrual blood loss in Nigerian rural adolescents. *Public Health Nutr* 1: 249-257, 1998
- 11) Kretchmer N, Zimmermann M. *Developmental Nutrition*. Allyn and Bacon. Boston, pp.75-77, 1997
- 12) Kwon WJ, Chang KJ, Kim SK. Comparison of nutrient intake, dietary behavior, perception of body image and iron nutritional status among female high school students of urban and rural areas in Kyunggi-do. *Korean J Nutrition* 35 (1): 90-101, 2002
- 13) Hong SM, Kim EY, Kim SR. A study on iron status and anemia of female college students of Ulsan city. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28 (5): 1151-1157, 1999
- 14) Lee K, Kim E, Kim M. Iron nutritional status of female students in Kangnung National University. *Korean J Community Nutrition* 2 (1): 23-32, 1997
- 15) Kye SH, Paik HY. Iron nutrition and related dietary factors in apparently healthy young Korean women (1): Comparison and evaluation of blood biochemical indices for assessment of iron nutritional status. *Korean J Nutrition* 26 (6): 692-702, 1993a
- 16) Kye SH, Paik HY. Iron nutrition and related dietary factors in apparently healthy young Korean women (2): Analysis of iron in major food items and assessment of intake and availability of dietary iron. *Korean J Nutrition* 26 (6): 703-714, 1993b
- 17) Walters GO, Miller FM, Worwood M. Serum ferritin concentration and iron status in normal subjects. *J Clin Pathol* 26: 770-772, 1973
- 18) Anthropometric Standards for the Assessment of Growth and Nutritional Status. Korean Community of Pediatric Unite, 1998
- 19) The Korean Nutrition Society. Recommended Dietary Allowances for Korean, 7th ed. Jungang, Seoul, 2000
- 20) Nam HS, Ly SY. A survey on iron intake and nutritional status of female college students of Chungnam National University. *Korean J Nutrition* 25 (5): 404-412, 1992
- 21) Oh HY, Kim PN, Kim KS. A study on normal blood pictures of school children in Seoul. *New Medical J* 20 (6): 101-110, 1977
- 22) Kim EK, Choi JH. A comparison of anthropometry and iron status in children provided with and without National School Lunch Program. *Korean J Nutrition* 30 (8): 1009-1017, 1997
- 23) World Health Organization. Group of Experts. Nutritional anemias, WHO technical report, series, pp.503, 1972
- 24) Choi JH, Kim JH, Lee MJ, Moon SJ, Lee SI, Baek NS. An ecological analysis of iron status of middle school students in Seoul. *Korean J Nutrition* 30 (8): 960-975, 1997
- 25) Son SM, Jung HY. The effect of iron supplementation on the hematological iron status and Pb and Cd levels in erythrocyte, hair, and urine of subjects with suboptimal iron status. *Korean J Nutrition* 31 (7): 1165-1173, 1998
- 26) Skikne, BS, Ferguson BJ, Simpson K, Baynes RD, Cook JD. Serum transferrin receptor distinguishes anemia of chronic disease from iron deficiency. *Blood* 76: 49-54, 1990