

韓國營養學會誌 24(5) : 450~457, 1991
Korean J Nutrition 24(5) : 450~457, 1991

빈혈판정 지표로서의 헤모글로빈, 혈마토크릿 및 혈청 페리틴

정해랑 · 문현경 · 송범호 · 김미경*

한국식품연구소 영양연구부, *이화여자대학교 식품영양학과

Hemoglobin, Hematocrit and Serum Ferritin as Markers of Iron Status

Chung, Hae-Rang · Moon, Hyun-Kyung · Song, Bum-Ho · Kim, Mi Kyung*

Nutrition Research Division, Korea Advanced Food Research Institute

*Department of Foods & Nutrition, Ewha Womans University

ABSTRACT

The iron status of 57 female college students was evaluated by measurements of hemoglobin(Hb), hematocrit(Hct) and serum ferritin(Ferritin). Mean values for Hb, Hct and Ferritin were $13.9 \pm 0.96\text{g/dl}$, $41.4 \pm 2.85\%$ and $20.7 \pm 15.5\text{ng/ml}$, respectively. Ferritin as well as Hb, Hct were not statistically different from normal distribution, although ferritin were skewed to the right. The prevalence of anemia defined by $\text{Hb} < 12\text{g/dl}$, $\text{Hct} \leq 36\%$ and $\text{Ferritin} < 12\text{ng/ml}$ were found to be 5.3, 10.3 and 36.8%, respectively. By using Hb as a screening tool at a cutoff point of 12g/dl , 2.8% of healthy subjects will be incorrectly classified as anemic and 90.5% of anemic as healthy. Sensitivity and specificity were calculated at various cutoff points of Hb and Hct. The estimates of sensitivity and specificity allow Hb 14.0g/dl as cutoff point for good predictor of anemia.

KEY WORDS : anemia · hemoglobin · hematocrit · serum ferritin.

서 론

빈혈은 우리나라에서 흔히 나타나는 영양결핍 중의 하나로 경증의 빈혈도 면역기전에 영향을 미쳐 감염에 대한 저항력을 낮추고 작업능률을 떨어뜨린다고 알려져 있다. 철 결핍의 진단을 위해서는 적절한 판정지표의 선정과 정확한 판정기

접수일자 : 1991년 7월 29일
채택일자 : 1991년 8월 31일

준이 모두 필요하다.

보통 영양상태 판정지표는 지표에 따라 적용되는 범위가 다르기 때문에 얻고자 하는 정보가 무엇인가에 따라 사용할 지표를 결정해야 한다. 현재 철 결핍을 진단하는 몇 가지 방법이 있다. 대부분의 빈혈이 철분부족에 기인하는 경우라면 헤모글로빈 함량(이하 Hb)과 혈마토크릿값(이하 Hct)에 의해서 그 인구집단의 철분의 영양상태를 알아볼 수 있는데 이들은 빈혈 판정에 민감한 방법은 아니나

정상범위가 비교적 정확히 나타나 있고, 빈혈빈도가 높은 지역에서는 그 상황을 충분히 반영한다는 점으로 보아 일차의료의 예방적 관점에서 영양상태를 판정하는데 가장 보편화된 방법으로 사용되고 있다¹⁾. 그러나 Hb농도는 정상적인 사람간에도 큰 변이를 가지며 판정기준에 따라서는 실제 빈혈인 사람이 정상으로 분류되기도 한다²⁻³⁾. 한편 Hct값은 Hb대신으로 간편하고 타당하게 이용할 수 있다고 여겨졌으나 Graiter 등⁵⁾이 Ten-State Nutrition Survey 등의 여러 연구에서의 자료를 가지고 Hct값에 따라 빈혈 아동을 분류해 본 결과, 정상 Hb를 가진 아동의 1~10%가 빈혈군으로 분류되었으며 낮은 Hb를 가진 아동의 20~50%가 정상군으로 분류되었으므로, 같은 인구 집단에서 Hb와 Hct는 동일하게 빈혈을 검진하지 못한다고 하였다.

판정기준치는 보통 임상적 또는 기능적인 영양 결핍 징후가 나타나는 사람의 값에 기준하는데 그 값을 얼마로 정하는 간에 정상과 부족을 판정하는데는 어느 정도의 오판이 따르게 된다. 그러므로 실제 부족인 사람과 잘못 판정된 사람이 겹쳐지는 부분이 항상 존재하게 되는데 이것은 판정항목의 생리적 정상수준이 개인의 영양요구량에 따라 달라지기 때문이다²⁸⁾. 그러므로 Hb나 Hct의 정상과 비정상을 가르는 분기점이 되는 지수는 절대치가 될 수 없고 다만 인구집단의 빈혈정도를 대강 짐작하는데 쓰이며 빈혈인 개개인을 찾아내는 타당성의 면에서 볼 때는 그 신뢰도가 떨어진다.

일반적으로 Hb와 Hct는 철결핍의 마지막 단계에서 그 값에 변화가 나타나므로 sensitivity와 specificity가 낮아⁶⁻⁷⁾ 철분부족이 심하지 않은 경우에 Hb나 Hct의 검사 결과는 정상범위로 나타나는 결점이 있다⁸⁾. 따라서 철분 영양상태를 좀 더 정확히 파악하기 위해서는 체내 철 저장량을 함께 보는 것이 바람직한데 serum ferritin 함량은 체내 철분 보유량과 높은 상관관계를 보이고 철 결핍이 심각해지기 전에 monitor 될 수 있으며 정상인 경우와 겹치는 범위가 적어 철분 부족이나 과다, 정상 등 어떤 경우에나 적용이 가능하다⁹⁻¹⁵⁾. 또한 동일인을 대상으로 한 재현성 실험에서도 매우

좋은 신뢰성을 보여 주었다¹⁶⁾. 그러나 집단을 대상으로 하는 판정도구로는 비용이나 시간, 적절한 실험실 부재 등의 문제로 인해 실시하기 어려울 때가 많다. 그러므로 개인이나 집단을 대상으로 하는 철분영양상태 평가시에는 사용하고자 하는 검사방법의 한계점에 대한 이해가 선행되어야 한다.

본 연구에서는 동일한 개인이나 집단을 대상으로 Hb, Hct, serum ferritin 함량을 분석하고, 가장 민감하게 철 결핍을 반영하는 ferritin으로 철분 영양상태를 판정한 경우와 흔히 이용되고 있는 Hb, Hct를 이용해서 판정한 경우에 그 상관성을 우리나라 여대생을 대상으로 하여 규명해 봄으로써 우리가 일반적으로 시행하고 있는 방법의 한계점을 인식하고 결과의 해석시 참고하기 위한 기본 자료로 활용코자 하였다.

연구대상 및 방법

본 연구는 외견상 건강한 18-21세 여자 57명을 대상으로 실시하였다. 조사대상자는 조사의 참여 및 호응도를 높이고 자료의 정확성을 기하기 위하여 서울 소재 대학에서 식품영양학을 전공하는 2학년생 중 미리 조사내용을 설명하고 참여를 희망하는 자료로 하였다. 조사대상자의 일반 현황은 Table 1과 같았다.

혈액은 1990년 5월 21일에 채취하였다. 채취 전날 저녁 9시 이후에는 어떠한 음식이나 음료의 섭취도 금하도록 하고, 다음날 오전 9~11시 사이에 13ml 정도의 혈액을 채취하였다. 혈액은 채취 직후 (주)녹십자 임상검사실로 옮겨져 전혈에서

Table 1. General characteristics of subjects

	Mean \pm S.D	Range
Age(year)	19.5 \pm 0.6	18-21
Height(cm)	160.0 \pm 4.8	147-172
Weight(kg)	53.0 \pm 5.6	43-68
BMI	20.6 \pm 1.9	17-27
Blood pressure(mmHg)		
Systolic	119 \pm 9.1	98-146
Diastolic	70 \pm 7.5	54-86

빈혈 판정지표

Hb와 Hct를 측정하고 혈청에서 ferritin을 측정하였다. Hb와 Hct는 일본 Sysmax사의 Cell counter (model K1000)로, ferritin은 double-antibody ^{125}I radioimmunoassay¹⁷⁾에 의해 Diagnostic Products Corporation사의 kit을 이용하여 분석하였다.

분석된 자료는 각 측정치의 빈도표를 작성하고 그 분포가 정규분포하는지를 Kolmogorov-Smirnov test에 의해 검증하였다¹⁸⁾. 빈혈판정 기준치는 WHO의 영양성 빈혈 전문 위원회¹⁹⁾가 권장하는 성인여자 기준치인 Hb 12g/dl, Hct 36%로 하였으며, serum ferritin의 기준은 Worwood²⁰⁾에 의해 제시된 12ng/ml로 하였다. Hb, Hct 및 serum ferritin 함량간의 상관성을 보기 위하여 항복간에 Pearson's correlation coefficient²⁹⁾를 구하여 비교하고 Hb, Hct와 ferritin의 관계를 보기 위한 회귀식을 구하였다.

판정항목에 따른 빈혈 판정의 정확도를 보기 위하여 철 결핍상태를 민감하게 반영하는 ferritin으로 판정 했을 때의 결과에 대해 Hb나 Hct로 판정했을 때의 sensitivity, specificity와 false-positive, false-negative rate 및 positive, negative-predictive value를 Table 2와 같은 방법으로 산출하였다

Table 2. Tabulation format for the comparison of Hb and Hct as screening test for anemia*

		Serum ferritin		
		<cutoff(+)	>cutoff(-)	
Hb or Hct	<cutoff(+)	A	B	A+B
	>cutoff(-)	C	D	C+D
	A+C	B+D	N	

*sensitivity=A/(A+C), specificity=D/(B+D),
false-positive rate=B/(B+D)
false-negative rate=C/(A+C)
positive-predictive value=A/(A+B)
negative-predictive value=D/(C+D)

5). 여기서 sensitivity는 실제 질병에 걸린 사람이 그 검사에 의해 질병이 있는 것으로 나타나게 되는 정도를, specificity는 실제 그 질병에 걸리지 않은 사람이 검사 결과 질병에 걸리지 않은 것으로 판정되는 정도를 말한다. False-positive, false-negative rate은 각각 실제 정상인 사람이 검사 결과 질병이 있는 것으로, 질병이 있는 사람이 정상인 것으로 잘못 판정될 확률을 말하며, positive-predictive value는 검사에 의해 질병이 있는 것으로 판정된 사람중 실제 질병이 있는 비율을, negative-predictive value는 검사에 의해 정상인 것으로 판정된 사람 중 실제는 질병이 있는 비율을 각각 나타낸다.

결과 및 고찰

1. Hb, Hct, serum ferritin 함량의 분포

조사대상자들의 Hb, Hct, serum ferritin 함량의 평균, 표준편차, 중앙값, 최빈값 및 그 범위는 Table 3과 같았다.

Hb 함량은 11.7-15.7g/dl에, Hct치는 35.0~47.0 %의 범위에 분포되어 있었다. Serum ferritin 함량의 평균값은 $20.7 \pm 15.5\text{ng/ml}$ 였으나 범위가 1.0~81.0ng/ml으로 넓었으며, 평균값에 비해 중앙값이 20 % 정도 적게 나타나 그 분포가 원쪽에 편중된 것으로 나타났다. Hb와 Hct의 경우는 평균과 중앙값이 근사하여 그 분포가 대칭에 가까운 것으로 추정되었으나, ferritin의 경우에는 평균보다 중앙값이 더 작아 그 값들이 원쪽으로 편중되고 몇 개의 큰 값들이 있는 것으로 추정되었다. Ferri-

Table 4. Kolmogorov-Smirnov p-values for testing normal distribution of data

	p-value
Hemoglobin	0.352
Hematocrit	0.217
Serum ferritin	0.267

Table 3. Mean, Standard deviation, median, Mode and Range for Hb, Hct and serum ferritin

	Mean	S.D	Median	Mode	Range
Hemoglobin(g/dl)	13.9	0.96	14.1	13.6	11.7~15.7
Hematocrit(%)	41.0	2.85	42.0	43.0	35.0~47.0
Serum ferritin(ng/ml)	20.7	15.5	16.5	3.4	1.0~81.0

Table 5. Correlation coefficient and regression equation for Hb, Hct and serum ferritin

	r	Regression
Hb vs Hct	0.9467***	$Hct = 2.28 + 2.81 \times Hb$
Hb vs ferritin	0.5396***	$\log(Fer) = -1.62 + 0.20 \times Hb$
Hct vs ferritin	0.5591***	$\log(Fer) = -1.73 + 0.07 \times Hct$

***significant at the $\alpha=0.001$ level

tin 함량 300ng/ml 이상이면 iron overload로 보는데²¹⁾ 본 조사대상자 중 이에 해당하는 경우는 한 명도 없었다.

Table 4는 본 조사대상자들의 Hb, Hct, ferritin값이 정규분포 하는지를 보기 위하여 Kolmogorov-Smirnov test를 한 결과이다. Hb, Hct는 물론 ferritin도 모두 정규분포한다는 가정에서 벗어나지 않는 것으로 나타났다. Cook 등¹⁶⁾이 워싱턴 주 영양조사에 참여한 20~50세의 정상인 남녀 각각 174명과 152명을 대상으로 한 연구에서는 남녀 모두 ferritin이 대수계산자에서 정규분포하는 것으로 나타났다.

Hb, Hct, ferritin간의 각각의 상관관계와 회귀식이 Table 5에 제시되었다. Hb 함량과 Hct치간에는 $r=0.9467(p<0.001)$ 로 높은 상관관계를 보였으며 그 둘 간의 관계는 $\langle(Hematocrit)\rangle = 2.28 + 2.81(Hemoglobin \text{ 함량})$ 의 회귀식으로 나타났다. Hb와 serum ferritin 간에는 $r=0.5396(p<0.001)$ 으로 $\langle\log(ferritin \text{ 함량})\rangle = -1.62 + 0.20(Hemoglobin \text{ 함량})$ 의 관계를, Hct와 serum ferritin 간에는 $r=0.5591(p<0.001)$ 으로 $\langle\log(ferritin \text{ 함량})\rangle = -1.73 + 0.07(Hematocrit)$ 의 관계를 보였다.

2. 판정항목에 따른 빈혈발현율

우리나라의 빈혈발현율에 관한 자료를 보면 비록 많은 인원을 대상으로 하지는 않았으나 전국을 대상으로 한 국민 영양조사에서 1969년부터 78년까지는 빈혈발현율이 계속 조사되다가 70년 이래로 조사가 중단되고 있다²²⁾. 그 당시의 발현율을 보면 여자의 경우 70년의 10.9%에서 78년의 10%로 감소 정도가 미미하여 최근에도 빈혈발현율은 상당할 것으로 여겨진다. 또한 이때 이용한 판정항목은 Hb였으므로 본 조사에서는 나타나지

Table 6. Prevalence of anemia against Hb, Hct and serum ferritin

	criteria	N (%)
Hemoglobin	$<12\text{g/dl}$	3(5.3)
Hematocrit	$<36\%$	6(10.5)
Serum ferritin	$<12\text{ng/ml}$	12(36.8)

않은 경증의 빈혈자도 상당수 있었을 것이다.

1979년에 채등²³⁾이 전국의 10개 지역에서 총 906명을 대상으로 조사한 바에 따르면 여자 성인의 평균 Hb는 $12.6 \pm 1.30\text{g/dl}$, Hct는 $37.4 \pm 3.00\%$ 였다. 이 값을 본 조사대상자의 $13.9 \pm 0.96\text{g/dl}$, $41.0 \pm 2.85\%$ 와 비교해 보면 Hb, Hct 모두 본 조사대상자가 상당히 높았다. 이것은 그동안 국민의 철영양상태가 좋아진 것으로 볼 수도 있겠으며 본 조사에서의 조사대상자가 서울 소재 대학 재학생임을 고려할 때 전반적인 사회경제적 환경이 채등²³⁾의 경우보다 높기 때문으로 볼 수도 있겠다. 본 조사의 Hb, ferritin의 평균 값을 미국 NHANES II의 'reference population' 중 20~44세 여자의 percentile표²⁴⁾와 비교해 보면 Hb는 50-75percentile에, ferritin은 25-50percentile에 해당하였다. Cook 등²⁵⁾이 워싱턴 주 거주인 중 가구소득이 전 인구에서 낮은 계층 25%에 해당하는 1,564명을 대상으로 조사한 바에 의하면 serum ferritin의 중앙값이 18~45세 여자의 경우 25ng/ml로 나타나 본 조사대상자의 16.5ng/ml에 비해 높았다. 그러므로 본 조사대상자들은 미국인을 대상으로 한 위의 두 연구 결과보다 Hb는 낮지 않으나 ferritin이 낮게 나타났다.

Table 6은 판정항목에 따른 빈혈발현율을 정리한 것이다. Hb에 의한 빈혈 판정은 12g/dl미만을 기준으로 하였는데 이 값은 WHO뿐 아니라 미국의 NHANES나 캐나다의 국민영양조사에서 기준으로

빈혈 판정지표

Table 7. Sensitivity(Sn), specificity(Sp), false-positive and -negative rates, and positive- and negative-predictive values for different cutoff points of Hb or Hct

	Cutoff	Sn	Sp	false positive	false negative	Predictive value	
						positive	negative
Hb (g/dl)	11	0.000	1.000	0.000	1.000	—	0.632
	12	0.095	0.972	0.028	0.905	0.667	0.648
	13	0.238	0.917	0.083	0.762	0.625	0.673
	14	0.667	0.694	0.306	0.333	0.560	0.781
Hct (%)	36	0.190	0.944	0.056	0.810	0.667	0.667
	38	0.238	0.917	0.083	0.762	0.625	0.673
	40	0.571	0.806	0.194	0.429	0.632	0.763

사용하고 있는 값이다²⁶⁾. Hb 함량으로 판정할 경우 조사대상자의 5.3%가, Hct를 기준으로 할 경우 10.5%가 빈혈로 판정되었으나 serum ferritin의 경우 조사대상자의 36.8%에 해당하는 21명이 빈혈로 판정되었다. 이와 같이 빈혈의 판정도 구에 따라 한 방법에서 정상군에 해당되는 사람이 다른 방법에서 빈혈군으로 분류되거나 또는 그 반대의 경우가 있게 된다. 따라서 본 조사대상자의 경우 Hb나 Hct로 판정되지 않는 초기 빈혈자들이 상당히 있음을 알 수 있으며, 본 조사 결과로 볼 때 우리나라 여대생들의 철 영양상태를 보기 위해서는 Hb보다 좀 더 정확한 분석항목이 요구된다고 볼 수 있다.

3. Hb, Hct에 의한 빈혈판정의 신뢰도 평가
특정한 질병에 걸린 사람과 그렇지 않은 사람을 구분하기 위한 검사의 신뢰도는 sensitivity와 specificity을 구해봄으로써 알 수 있다. Table 7은 Hb와 Hct에 의한 판정방법이 어느 정도의 신뢰도를 갖는지를 보기 위하여 sensitivity와 specificity를 구한 결과이다. 이때 비교대상이 되는 방법은 serum ferritin 함량에 의한 빈혈판정이었다.

본 연구에서는 일반적으로 빈혈 판정 시 많이 이용되는 Hb 12g/dl 미만이나 Hct 36% 이하를 기준으로 했을 때 sensitivity가 각각 0.095, 0.190으로 매우 낮았으며, specificity는 두 방법 모두 0.9 이상으로 매우 높은 값을 보였다(Table 7). 이것은 판정기준이 필요 이상으로 낮게 책정되었음을 의미한다. Hb로 판정시 false-positive rate은 0.028

이었으나, false-negative rate은 0.905로 나타나 실제 빈혈인 사람이 정상으로 판정될 위험이 매우 커졌다. Hb의 positive predictive value는 0.667로 나타나 빈혈군으로 판정된 사람 중 33.3%가 실제는 정상인 사람들이었다. 한편 Hb의 negative predictive value는 0.648로, Hb에 의해 정상군으로 판정된 사람 중 35.2%만이 실제 정상인 것으로 나타났다. Hct의 경우에는 Hb에 비해 false-negative value가 0.810으로 약간 낮은 반면 positive value는 0.056으로 Hb에 비해 높았다. Predictive value는 Hb의 경우와 유사한 값을 보였다. 이를 종합해 보면 Hb 12g/dl나 Hct 36%를 빈혈판정 기준치로 할 경우에 실제 빈혈인 사람이 조사결과 screening되지 않을 위험이 커으며, 기준치를 Hb 12g/dl로 할 때와 Hct 36%로 할 때의 오판의 정도는 비슷하게 나타난다.

Garby 등²⁾이 스웨덴의 가임여성을 대상으로, 철보충에 대한 반응을 근거로 한 빈혈 연구에서 Hb 12g/dl를 빈혈 판정치로 했을 때 정상인의 21%가, 또 빈혈인의 17%가 각각 빈혈인, 또는 정상인으로 판정되어 Hb는 철결핍 진단의 좋은 지표가 되지 못한다고 하였으며, 라틴 아메리카의 임신부를 대상으로 한 Cook 등³⁾의 연구에서도 빈혈군의 30%가 정상군으로 분류되었으며 실제 정상인 사람이 빈혈로 잘못 분류되는 사람의 수가 실제 빈혈인 사람의 수보다 많다고 하였다. Freire¹⁾가 Ecuador의 임신부를 대상으로 한 연구에서는 Hb 12g/dl를 기준으로 할 경우 positive predictive value가 1.00으로 나타나 Hb에 의해 빈혈로 판정된

사람은 실제 모두 빈혈인 사람으로 밝혀졌다. 그러나 조사 지역의 철 결핍 빈혈의 발현율이 어느 정도인지에 따라 같은 sensitivity와 specificity를 갖는다 하더라도 predictive value는 달라지게 되므로¹⁾ 우리 실정에 맞는 판정 기준치를 설정하는 일이 중요하다고 생각된다. 또한 위의 논문들은 철 보충에 대한 반응을 근거로 실제 빈혈인 자를 선별한 반면 본 연구에서는 ferritin을 근거로 하였으므로, 이와 같은 방법의 차이에서 오는 오차가 있을 수 있겠다. 따라서 이 두 방법 간의 상관성에 대한 연구가 이루어져야 되리라고 본다.

4. 적절한 판정 기준치의 산정

Hb나 Hct의 판정기준치가 달라지면 sensitivity와 specificity가 변화한다. 본 조사 결과 Hb 12g/dl나 Hct 36% 이하를 기준으로 했을 때 sensitivity는 매우 낮았던 반면에 specificity는 매우 높아 판정기준이 너무 낮게 책정된 것으로 보인다. 대부분의 사람이 치료받아야 되고 치료에서 예산상의 문제가 없다면, 검사의 specificity가 낮아지더라도 sensitivity를 높이는 것이 바람직하다. Table 7은 Hb나 Hct의 판정기준치에 따른 sensitivity, specificity 및 false-positive rate과 false-negative rate을 나타낸 것이다. Freire¹⁾는 Hb가 발현율을 평가하는데 이용되기 위해서는 다음의 몇 가지 특성을 가져야만 한다고 하였다. 즉 sensitivity는 (1-specificity) 보다 커야 하며, 또한 0.5 보다 커야 한다. 측정된 발현율과 specificity의 합은 1 보다 커야 하며, sensitivity와 specificity의 합도 1 보다 커야 한다. 본 조사대상자의 경우에 이 원칙을 적용시키면 빈혈 판정기준치는 14g/dl로 하는 것이 타당할 것으로 보인다. 14g/dl를 기준할 경우 조사대상자의 43.9%가 빈혈로 판정되며, sensitivity는 0.667, specificity는 0.694로 나타났고 이때 positive predictive value는 0.560이었다. Freire¹⁾가 Ecuador의 임산부를 대상으로 했을 때 타당한 판정기준치는 13.3g/dl 였다.

Hct의 경우에도 sensitivity를 높이기 위해서는 판정기준을 36% 보다 높일 필요가 있을 것 같다. 38%를 판정기준치로 할 경우에 false-positive

rate는 8.3%, false-negative rate는 76.2%로 나타나 여전히 false-negative rate가 매우 높았다. 판정치를 40%로 할 경우에 false-negative rate는 42.9%였다. Garby 등²⁾이 스페인의 건강한 가임여성을 대상으로 한 연구에서는 38%로 판정할 경우에 false-positive rate은 17%, false-negative rate은 21%로 나타났다.

위에서와 같이, serum ferritin 12ng/ml로 판정했을 때 조사대상자의 36.8%가 빈혈로 판정된 반면, 빈혈의 마지막 단계에서 나타나는 Hb 12g/dl나 Hct 36%를 기준했을 경우에는 각각 5.3, 10.5%가 빈혈로 나타나 본 조사대상자들은 초기 빈혈자들이 많은 것으로 보인다. 본 조사대상자가 아니더라도 여대생들은 체중조절 등의 이유로 끼니를 거르는 경우가 많으므로 여대생의 철 영양 상태 판정시에는 좀더 정확한 판정항목을 선택할 필요가 있는 것으로 보인다. 그러나 인구집단을 대상으로 할 경우 철 저장상태까지 보기 어려울 것이므로 판정기준치에 대한 다각적인 연구를 실시하여 판정방법에 대한 신뢰도를 높이도록 해야 할 것이다.

요약

본 연구는 생화학적 검사에 의한 철 영양상태의 판정시 검사항목에 따른 판정의 정확도를 보기 위하여 외견상 건강한 18~21세의 여대생 57명을 대상으로 혈액성분 중 Hb, Hct, serum ferritin을 측정하고 그 상관성을 분석하였다.

1) 조사대상자의 Hb는 평균이 $13.9 \pm 0.96\text{g/dl}$, 중앙값이 14.1g/dl 였다. Hct의 평균은 $41.4 \pm 2.85\%$, 중앙값은 42.0%였고, ferritin은 평균 $20.7 \pm 15.5\text{ng/ml}$, 중앙값 16.5ng/ml , 최빈값 3.40ng/ml 였다. Hb, Hct, ferritin값 모두 Kolmogorov-Smirnov test 결과 정규분포 하는 것으로 나타났다.

2) Hb와 Hct간에는 $r=0.9467(p<0.001)$ 로 $\langle Hct = 2.28 + 2.81 \times Hb \rangle$ 의 회귀관계를 보였다. Hb와 ferritin간에는 $r=0.5396(p<0.001)$ 로 $\langle \log(ferritin) = -1.62 + 0.20 \times Hb \rangle$ 를, Hct와 ferritin간에는 $r=0.5591(p<0.001)$ 로 $\langle \log(ferritin) = -1 \rangle$

빈혈 판정지표

$73 + 0.07 \times Hct$ 의 회귀식이 구해졌다.

3) 빈혈발현율은 Hb 12g/dl를 기준시 5.3%, Hct 36% 기준시 10.5%, ferritin 12ng/ml 기준시 36.8%였다.

4) Ferritin 함량을 기준하여 Hb, Hct판정에 대한 신뢰도를 분석한 결과, 빈혈 판정 시 많이 이용되는 Hb 12g/dl 미만이나 Hct 36% 이하를 기준했을 때 두 방법 모두 sensitivity가 매우 낮았으며 specificity는 매우 높은 값을 보여, 빈혈 발현율이 높은 우리나라의 경우 Hb나 Hct의 판정기준치를 높일 필요가 있는 것으로 나타났다.

5) 빈혈 판정을 위한 검사방법으로서의 Hb측정은 sensitivity, specificity 등을 고려할 때 판정기준치를 14g/dl로 하는 것이 타당할 것으로 보인다. Hct의 경우 판정치를 40%로 높일 경우에 false-negative rate가 42.9%로 낮아졌다.

Literature cited

- 1) Freire WB. Hemoglobin as a predictor of response to iron therapy and its use in screening and prevalence estimates. *Am J Clin Nutr* 50 : 1442-9, 1989
- 2) Garly L, Irnell L, Werner I. Iron deficiency in women of fertile age in a Swedish community. III. Estimation of prevalence based on response to iron supplementation. *Acta Med Scand* 185 : 113-117, 1969
- 3) Cook JD, Alvarez J, Gutnisky A, Jamra M, Labar-din J, Maspero V, Retrero A, Reynafarja C, Sanchez-Medal L, Velez H, Viteri F. Nutritional deficiency and anemia in Latin America : A collaborative study. *Blood* 38 : 591, 1971
- 4) Garly L. The normal haemoglobin level. *Brit J Haematol* 19 : 429, 1970
- 5) Graicer PL, Goldsbury JB, Nichaman MZ. Hemoglobins and hematocrits : are they equally sensitive in detecting anemias ? . *Am J Clin Nutr* 34 : 61-64, 1981
- 6) Gibson RS. Principles of nutritional assessment. Oxford Univ Press. New York 352, 1990
- 7) Beaton GH, Corey PN, Steele C. Conceptual and methodological issues regarding the epidemiology of iron deficiency and their implications for studies of the functional consequences of iron deficiency. *Am J Clin Nutr* 50 : 575-88, 1989
- 8) Cook JD, Finch CA. Assessing iron status of a population. *Am J Clin Nutr* 32 : 2115, 1979
- 9) Siimes MA, Addiego JE, Dallman PR. Ferritin in serum : Diagnosis of iron deficiency and overload in infants and children. *Blood* 43(4) : 581-590, 1974
- 10) Gibson RS. Principles of nutritional assessment. Oxford Univ Press, New York 316, 1990
- 11) Harju E, Pakarinen A, Larmi T. A comparison between serum ferritin concentration and the amount of bone marrow stainable iron. *Scand J Clin Lab Invest* 44 : 555-556, 1984
- 12) Walters GO, Miller FM, Worwood M. Serum ferritin concentration and iron stores in normal subjects. *J Clin Path* 26 : 770-772, 1973
- 13) Lipschitz DA, Cook JD, Finch CA. A clinical evaluation of serum ferritin as an index of iron stores. *N Engl J Med* 290 : 1213-1216, 1974
- 14) Jacobs A, Miller F, Worwood W, Beamish MR, Wardrop CA. Ferritin in the serum of normal subjects and patients with iron deficiency and iron overload. *Brit Med J* 4 : 206, 1972
- 15) Addison GM, Beamish MR, Hales CN, Hodgkins M, Jacobs A, Llewellyn P. An immunoradiometric assay for ferritin in the serum of normal subjects and patients with iron deficiency and iron overload. *J Clin Pathol* 25 : 326, 1972
- 16) Cook JD, Lipschitz DA, Miles LEM, Finch CA. Serum ferritin as a measure of iron stores in normal subjects. *Am J Clin Nutr* 27 : 681-687, 1974
- 17) Arosio P et al. Ferritin : Biochemistry and methods of determination. *Ligand Quarterly* 4(3) : 45-51, 1981
- 18) Norusis MJ. SPSS/PC+ for the IBM PC/XT/AT. SPSS inc. Chicago B-182, 1986
- 19) WHO. Nutritional anaemias. *Tech Rer Ser* 405 : 9, 1968
- 20) Worwood M. Serum ferritin. CRC Critical Reviews in Clinical. *Laboratory Sciences* 108 : 171-204, 1979
- 21) Gibson RS. Principles of nutritional assessment.

정해랑 · 문현경 · 송범호 · 김미경

- Oxford Univ Press. New York 364, 1990
- 22) 보사부. 국민영양조사 보고서 1969-1978
- 23) 채범석, 강은주, 이해숙, 한정호. 한국인 빈혈빈도에 관한 연구. *한국영양학회지* 14(4) :182, 1981
- 24) Gibson RS. Principles of nutritional assessment. Oxford Univ Press. New York 664-666, 1990
- 25) Cook JD, Finch CA, Smith NJ. Evaluation of the iron status of a population. *Blood* 48(3) :449-455, 1976
- 26) Gibson RS, Principles of nutritional assessment.
- Oxford Univ Press. New York 353, 1990
- 27) Jelliffe DB, Jelliffe EFP. Community nutritional assessment. Oxford Univ Press. New York 43, 1989
- 28) Beaton GH. McCollum EV International leadership in nutrition. Toward harmonization of dietary, biochemical, and clinical assessments : the meanings of nutritional status and requirements. *Nutr Rev* 44 :349-358, 1986
- 29) Norusis MJ. SPSS/PC+ for the IBM PC/XT/AT. SPSS Inc. Chicago B144-146, 1986