

영유아의 급성 장염에서 혈청 아연농도

*국립경찰병원 소아과, 이화여자대학교 의과대학 목동병원 소아과

이 현 주* · 염 혜 원 · 서 정 완

Serum Zinc Concentration in Children with Acute Gastroenteritis

Hyun Joo Lee, M.D.*, Hye Won Yom, M.D. and Jeong Wan Seo, M.D.

*Department of Pediatrics, National Police Hospital, Department of Pediatrics, College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Purpose: To identify factors that influence serum zinc concentrations in children with acute gastroenteritis.

Methods: Thirty-two children under 5 years of age (15 boys and 17 girls) were selected randomly among those who visited to a pediatric emergency room of Ewha Womans University Mokdong Hospital with acute gastroenteritis from May to August 2005. This study estimated the association between serum zinc concentrations and clinical, biochemical variables in patients with acute gastroenteritis.

Results: Serum zinc concentration was lower in febrile patients than afebrile patients with acute gastroenteritis (67.0 ± 25.3 vs 85.5 ± 14.2 , $p < 0.05$). It also was lower in patients with positive C-reactive protein (CRP) than those with negative CRP (63.9 ± 25.4 vs 86.7 ± 13.8 , $p < 0.05$). Serum zinc concentration was negatively correlated ($r = -0.494$, $p < 0.05$) with CRP concentration, whereas positively correlated with hematocrit ($r = 0.370$, $p < 0.05$), total protein ($r = 0.474$, $p < 0.05$), and albumin ($r = 0.636$, $p < 0.05$). Twelve patients (37.5%) showed very low serum zinc concentration ($< 70 \mu\text{g/dL}$) without clinical symptoms of deficiency or growth retardation. Frequency of febrile illness or positive CRP is significantly greater in group with zinc $< 70 \mu\text{g/dL}$ than the group with zinc $\geq 70 \mu\text{g/dL}$ (91.7% vs 55%, $p < 0.05$; 91.7% vs 40%, $p < 0.05$, respectively).

Conclusion: In patients with acute gastroenteritis, serum zinc concentration was influenced by various factors such as fever, CRP, and biochemical factors. For evaluating zinc status in the body. (Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr 2006; 9: 14~22)

Key Words: Zinc, Gastroenteritis, Fever, C-reactive protein, Children

접수 : 2006년 1월 26일, 승인 : 2006년 2월 27일

책임저자 : 서정완, 158-710, 서울특별시 양천구 목동 911-1번지, 이화여자대학교 의과대학 목동병원 소아과

Tel: 02-2650-5573, 5140, Fax: 02-2653-3718, E-mail: jwseo@ewha.ac.kr

서 론

아연은 인체의 성장과 발육, 면역기능에 꼭 필요한 미량영양소로서 체내에서 금속효소로서 작용하며 탄수화물, 단백질의 대사 등 200여 종의 효소에 관여하는 필수 요소로 호르몬 분비와 신경 자극 전달에도 관여하는 것으로 알려져 있다¹⁻⁴⁾. 아연이 결핍되면 성장장애, 면역 기능 저하, 감염에 대한 저항력이 감소한다.

최근 아연은 급성 염증이 있을 때 감소하는 급성기 반응물의 하나로 주목받고 있다. 아연은 급성기 반응의 표지자로서 감염이나 이화작용을 동반하는 스트레스반응에서 혈청 농도가 감소한다^{5,6)}. 이는 간내 아연 결합 단백질인 metallothionein이 염증성 질환에서 인체의 항상성을 유지하기 위해 혈청 아연의 간세포 내 유입을 증가시켜, 여러 가지 급성기 반응물을 합성하고 아연을 소모시키기 때문이다⁷⁾.

소아에서 흔한 급성 염증 질환인 급성 장염에서는 식욕부진으로 음식 섭취량이 감소하고, 설사변으로 아연의 배설이 증가하고 감염으로 인한 단백질의 합성 저하로 아연의 장내 흡수가 감소하는 경향이 있어, 체내 아연상태에 영향을 미친다. 또한 아연의 혈청 농도는 감염 시 급성 반응 물질로 소모되어 더 낮게 측정될 수 있다. Strand 등⁸⁾은 아연의 혈청 농도는 이질, 발열 및 C-reactive protein (CRP) 증가로 낮아질 수 있다고 하였다.

그러나 소아 급성기 반응에서 혈청 아연농도에 관한 연구는 국내에 거의 없는 실정으로 본 연구에서는 영유아 급성 장염 환자에서 아연의 영양 상태 표지자로서 이용되는 혈청 아연농도를 측정하고, 탈수, 구토, 발열 등의 임상적인 증상과 혈청 생화학적 인자들이 혈청 아연농도에 미치는 영향을 연구하고자 하였다.

대상 및 방법

2005년 5월부터 8월까지 이화여자대학교 의과대학 목동병원 소아 응급실에 급성 장염으로 방문하

였거나 입원하여 혈액검사를 시행하였던 5세 미만의 환자 32명(남자 15명, 여자 17명)을 대상으로 혈청을 측정하여 임상적, 혈액학적, 생화학적 인자가 아연의 혈청 농도에 미치는 영향을 분석하였다.

혈액학적, 생화학적 인자는 헤마토크릿, 총단백질, 알부민, CRP를 측정하였고 대변 내 로타바이러스 검사는 대변 라텍스 응집법(Slidex Rota-Kit 2, Biomérieux, France)으로 검사하였다. 임상적인 연관성을 알아보기 위하여 환자의 발열 기간, 탈수 정도, 혈변 유무, 설사와 구토의 기간과 빈도, 수유방식을 조사하였다. 아연농도의 측정은 유도결합 플라즈마 발광분광법을 이용하였다. 정맥혈 2 mL를 채취하여 혈청 분리관에 넣고 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 후 -70°C에 보관하였다. 혈청 0.5 mL에 증류수 3 mL와 질산 1.5 mL를 섞은 후 microwave용 도관(vessel)에 rupture disk를 덮은 후 마개를 막고 수차례 천천히 흔합한 후 microwave법으로 18분간 처리하여 시료에 있는 유기물을 분해시킨 후 유도결합 플라즈마 분광분석기(SPECTRO Co., Germany)로 측정하였다.

자료의 분석은 통계프로그램 SPSS (version 10.0)로 Mann-Whitney test와 Pearson correlation test를 시행하였다. 모든 수치는 평균과 표준편차로 표시하였으며, 유의 수준은 p 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

1. 임상적 특징

연령, 키, 체중은 각각 17.4 ± 13.4 개월, 82.6 ± 16.1 cm, 10.2 ± 3.5 kg이었다. 출생 시 평균 체중은 3.4 ± 0.4 kg이었으며 32명 중 8명이 생후 6개월 동안 모유를 수유하였다(Table 1).

2. 혈청 아연농도

평균 혈청 아연농도는 $72.8 \pm 23.8 \mu\text{g/dL}$ ($7.1 \sim 123.6 \mu\text{g/dL}$)였다. 아연농도의 분포는 $0 \sim 70 \mu\text{g/dL}$ 가 12명, $70 \sim 120 \mu\text{g/dL}$ 가 19명, $120 \sim 140 \mu\text{g/dL}$ 가 1명이었다(Table 2).

Table 1. Anthropometric Measurement of Study Population

Anthropometric data	n=32
Male/Female	15/17
Age (mo)	17.4±13.4
Height (cm)	82.6±16.1
Height-for-age z score	1.7±3.6
Weight (kg)	10.2±3.5
Weight-for-age z score	0.3±2.2
Birth weight (kg)	3.4±0.4
Breast-feeding/Formula	8/24

Table 2. Serum Zinc Concentration of Study Population

Zinc (µg/dL)	n (%)
0~70	12 (37)
70~120	19 (60)
120~140	1 (3)

Table 3. Serum Zinc Concentration on Sex & Age

Variables	n	Zinc (µg/dL)	p value
Sex			
Male	15	69.6±20.5	0.576
Female	17	75.6±26.7	
Age			
≥2 y	9	74.0±17.8	0.934
<2 y	23	72.3±26.1	

3. 임상적 인자와의 관련성

혈청 아연농도는 여아보다 남아에서, 2세 이상보다 2세 미만에서 낮았으나 통계학적으로 유의하지 않았다(Table 3). 구토가 24시간 이상, 설사 기간 3일 이상, 중등증 이상의 탈수, 혈변, 로타바이러스 감염이 있었던 환자에서 혈청 아연농도가 다소 높았으나 유의한 차이는 없었다(Table 4).

Table 4. Serum Zinc Concentration according to Clinical Variables

Variables	n	Zinc (µg/dL)	p value
Fever			
Yes	22	67.0±25.3	0.012
No	10	85.5±14.2	
Vomiting duration >24 hour before enrollment			
Yes	18	77.5±27.2	0.116
No	14	66.7±17.8	
Dehydration at enrollment			
Mild	22	74.5±23.0	0.920
Moderate to severe	10	69.0±26.5	
Bloody stool			
Yes	14	73.2±15.1	0.955
No	18	72.4±29.3	
Diarrheal duration ≥3 days			
Yes	8	74.2±14.8	0.915
No	24	72.3±26.4	
Rotavirus infection			
Yes	7	78.1±25.9	0.656
No	25	71.3±23.5	

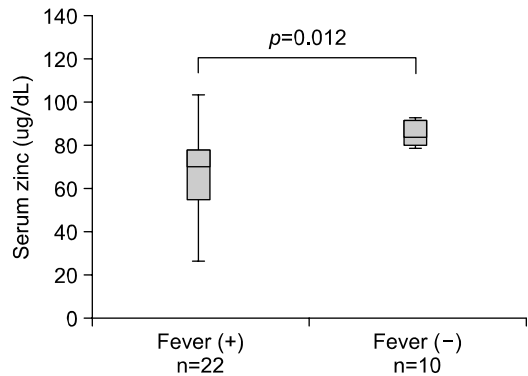


Fig. 1. Serum zinc concentration was lower in febrile patients than in afebrile patients with acute gastroenteritis.

혈청 아연농도는 발열이 동반된 환자에서 67.0±25.3µg/dL로 열이 없었던 환자 85.5±14.2µg/dL에 비하여 유의하게 낮았다(p=0.012, Fig. 1).

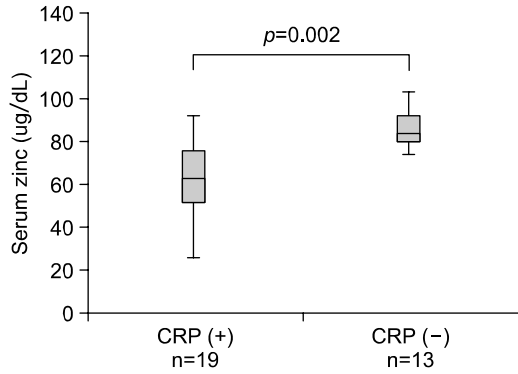


Fig. 2. Serum zinc concentration was lower in patients with positive C-reactive protein (CRP) than those with negative CRP in acute gastroenteritis.

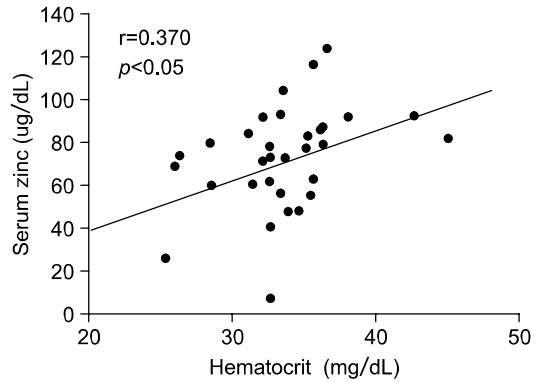


Fig. 4. Serum zinc concentration was positively correlated with hematocrit in patients with acute gastroenteritis.

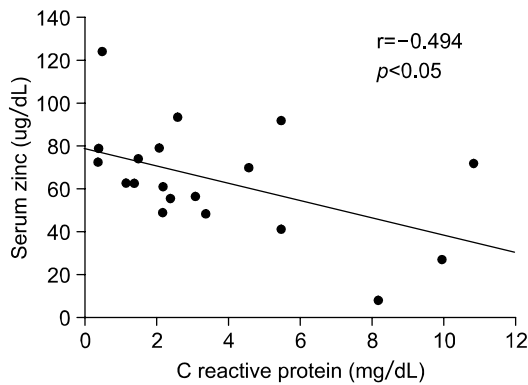


Fig. 3. Serum zinc concentration was negatively correlated with C-reactive protein in patients with acute gastroenteritis.

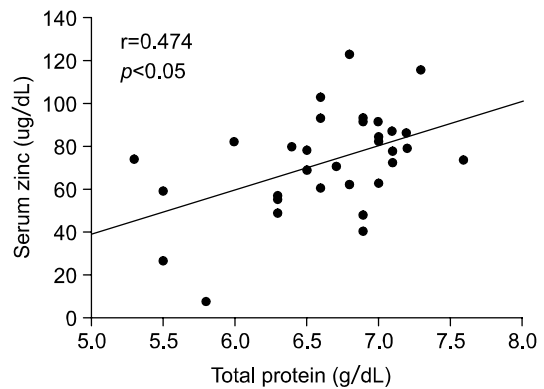


Fig. 5. Serum zinc concentration was positively correlated with serum total protein in patients with acute gastroenteritis.

4. CRP, 생화학적 인자와의 관련성

혈청 아연농도는 CRP 양성인 환자에서 $63.9 \pm 25.4 \mu\text{g/dL}$ 로 CRP 음성인 환자 $85.7 \pm 13.8 \mu\text{g/dL}$ 에 비하여 유의하게 낮았다($p=0.002$, Fig. 2).

혈청 아연농도와 CRP 농도는 유의한 음의 상관관계가 있었다($r=-0.494$, $p<0.05$, Fig. 3). 혈청 아연농도는 헤마토크릿($r=0.370$, $p<0.05$), 총단백질($r=0.474$, $p<0.05$), 알부민($r=0.636$, $p<0.05$) 등 생화학적 인자와 유의한 양의 상관관계를 나타냈다(Fig. 4~6).

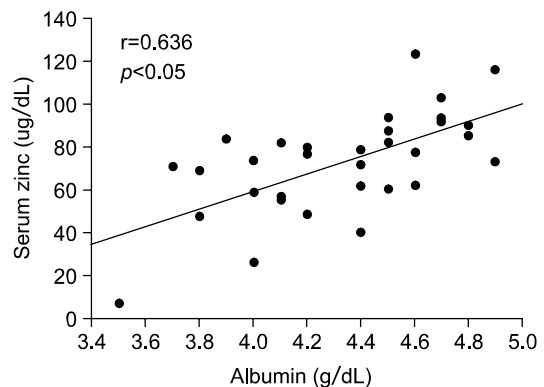


Fig. 6. Serum zinc concentration was positively correlated with serum albumin in patients with acute gastroenteritis.

Table 5. Comparison of Anthropometric Variables between Zinc <70µg/dL Group and Zinc ≥70µg/dL Group

	Zinc (µg/dL)		p value
	<70	≥70	
Height (cm)	82.7±15.8	82.5±16.6	0.954
Height for age Z score	2.1±5.0	1.4±2.4	0.716
Birth wight (kg)	3.4±0.4	3.3±0.2	0.605
Weight (kg)	10.8±3.7	10.2±3.9	0.744
Weight for age Z score	0.9±3.4	-0.1±0.9	0.863

Table 6. Comparison of Clinical Variables between Zinc <70µg/dL Group and Zinc ≥70µg/dL Group

	Zinc (µg/dL)		p value
	<70	≥70	
Diarrheal duration (hr)	45±35.1	69±109.2	0.985
Diarrheal frequency (/d)	5.5±3.0	7.0±5.4	0.526
Vomiting duration (hr)	28.7±34.6	29.6±34.1	0.892
Vomiting frequency (/d)	2.5±1.2	4.9±5.3	0.437
Duration of fever (hr)	48.2±35.0	27±19.9	0.193

5. 아연농도 70µg/dL 이상인 군과 미만인 군의 비교

아연농도가 70µg/dL 이상인 군과 미만인 군을 비교할 때 키, 체중, 출생 체중은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다(Table 5). 구토 기간과 횟수, 설사 기간과 횟수는 두 군 간에 유의한 차이가 없었으며 발열 기간도 두 군 간에 유의한 차이가 없었다(Table 6). 아연농도가 70µg/dL 미만인 군에서 알부민과 총 단백질이 유의하게 낮았으나 두 군 모두 알부민과

Table 7. Comparison of Laboratory Variables between Zinc <70µg/dL Group and Zinc ≥70µg/dL Group

	Zinc (µg/dL)		p value
	<70	≥70	
Hematocrit (mg/dL)	31.8±3.4	34.6±4.2	0.083
CRP (mg/dL)	4.0±2.8	2.9±3.6	0.206
Total protein (mg/dL)	6.3±0.5	6.8±0.5	0.009
Albumin (g/dL)	4.1±0.3	4.4±0.5	0.009

Table 8. Comparison of Frequency or Fever and positive C reactive protein between Zinc <70µg/dL Group and Zinc ≥70µg/dL Group

	Zinc (µg/dL)		p value
	<70 n (%)	≥70 n (%)	
Fever (+)	11 (91.7)	11 (55.0)	0.05
CRP (+)	11 (91.7)	8 (40.0)	0.008
Fever and CRP (+)	11 (91.7)	7 (35.0)	0.003

총 단백질의 값은 정상 범위였으며, 헤마토크릿과 CRP는 두 군 간에 유의한 차이가 없었다(Table 7).

아연농도가 70µg/dL 미만인 군에서 CRP 양성인 (91.7% vs 40%) 환아와 CRP 양성이면서 발열이 동반되었던 환아가(91.7% vs 35%) 유의하게 많았다 (Table 8).

고 찰

미량 영양소는 에너지의 근원이 되는 대영양소와는 달리 체내기능을 조절하는 미세한 여러 보조 작용을 하고 있으나 인체에서의 기능이 완전하게 알려지지 않았다.

아연은 신체에서 두 번째로 많은 미량 영양소로서 DNA 합성, 성장, 뇌발달, 세포막 안정성, 뼈 형성, 상처 재생 등의 여러 세포 과정에 필요한 효소의 조인자로서 중요한 역할을 한다^{9,10}. 아연은 적혈구

에서 이산화탄소의 교환에 필요한 carbonic anhydrase, 장에서 단백질의 가수 분해에 필요한 carboxypeptidase, 그리고 간에 있는 dehydrogenase 등 metalloenzyme으로 다양한 생리 작용을 하고 있으며, 핵산합성이나 단백질합성 또는 철분대사 등에 특히 중요하다¹¹⁾. 아연이 결핍되면 성장 지연, 피부염, 빈혈, 이차 성징의 지연, 면역 기능 저하와 감염 등의 증상이 나타날 수 있다.

Soldin 등^{12,13)}은 1997년에 혈청 아연농도의 정상범위를 연령별로 다르게 보고하였으나, 1999년에 다시 모든 연령에서 70~120 μ g/dL를 정상범위로 하였다. 소아에서 혈청 아연 정상범위는 그 범위가 넓어 정상범위 자체에 대한 평가보다는, 임상적으로 아연으로 치료하였을 때의 아연농도 상승에 관한 연구가 많다. 본 연구에서 평균 혈청 아연농도는 72.8 \pm 23.8 μ g/dL였고 모든 환자에서 아연 결핍을 의심할 만한 임상적인 증상은 없었다.

아연을 함유하는 SOD (superoxide dismutase)는 산소 자유 라디칼의 역돌연변이를 촉매하는 금속함유 효소로서 아연농도와 적혈구 SOD 저하에 영향을 주며, 빈혈과도 연관성이 있을 것으로 생각되고 있다. 1991년 Richard 등¹⁴⁾은 아연과 구리 농도가 저하된 환자에서 적혈구 SOD가 저하되어 있으며 빈혈 동반율이 높다고 보고하였다¹⁵⁾. 영유아를 대상으로 한 본 연구에서도 아연의 혈청 농도와 혈색소가 유의한 상관관계를 보였다. 또한 혈청 아연은 혈청 단백질에 결합되어 이동하므로 혈청 단백질농도의 변화에 따라 변하는 것으로 생각된다. 특히 급성 위장염 환아는 감염으로 인한 혈청 단백질의 합성 저하로 아연의 장내 흡수가 장애를 받을 수 있다. 즉 단백질화작용 증가와 감염으로 인한 합성 저하, 그리고 지속되는 설사로 인한 단백질의 장내 소실로 혈청 단백질 농도가 저하되고 이로 인해 혈청 아연농도가 더욱 감소할 수 있다¹⁶⁾. 본 연구에서도 혈청 아연의 농도는 총단백질, 알부민과 양의 상관관계를 나타내었다.

최근 인체의 감염성 질환의 급성기 반응에서 미량영양소의 중요성에 대한 연구가 보고되고 있으며, 아연은 비타민 A와 함께 급성기 반응에서 소모

되어 혈중 농도가 감소하는 대표적 미량영양소이다¹⁷⁾. 인체의 급성기 반응물질로서 초기에 비특이적 방어작용을 하며, 스트레스나 염증성 질환에서 인체의 항상성과 면역작용, 항산화 작용을 담당하는 중요한 물질로 알려져 있다^{17~19)}. 세균이나 바이러스 감염 시 proinflammatory cytokine, 내독소(endotoxin)에 의한 발열 반응으로 인해 metallothionein의 간내 합성이 촉진되고 이것이 아연과 결합하므로 혈청 아연의 간세포 내 유입이 증가된다. 이는 급성기 반응물질 단백질합성을 촉진시키는 기전으로 추정된다^{20~22)}. 인체 급성기 반응에서 아연의 혈청 농도 감소에 관한 연구를 살펴보면 Schroeder 등²³⁾은 interleukin 6가 간내 유전자 발현과 아연의 대사에 중요하게 관여하여 급성기 반응에서 아연농도를 감소시킨다고 보고하였고, Beiser 등^{24,25)}에 의하면 아연이 스트레스나 급성 감염 시 항상성을 유지하기 위한 중요한 미량 원소임을 강조하였다. Godson 등²⁶⁾의 동물을 대상으로 한 연구에 의하면 급성기 반응 시 중요한 역할을 하는 interleukin 1을 소에게 투여하였을 때 아연의 농도가 감소하였다. Brown²⁷⁾의 연구에 의하면 혈청 아연농도는 설사와 호흡기 감염 등의 일반적인 감염에 의해서는 유의한 변화가 없었다. 그러나 Milano 등²⁸⁾은 감염에 의한 염증반응이 심할수록 아연농도가 감소하였다고 보고하였다. Strand 등⁹⁾은 체온이 상승하거나 CRP 증가 시 그리고 이질이 동반될 때 혈청 아연농도가 감소한다고 하였다. 본 연구에서도 체온이 상승하거나 대표적인 급성 반응의 표지자인 CRP가 증가되어 있는 영아에서 혈청 아연농도가 유의하게 낮았다. 우리의 연구에서 혈청 아연농도가 통상적인 정상치보다 낮은 환자 12명 모두 임상적인 아연결핍의 증세가 없었고 설사나 구토의 기간이 정상 아연농도인 환아와 비교하여 차이가 없었으나, CRP 양성과 발열의 빈도가 많아 아연이 급성기 반응물질로 사용되어 낮아진 것으로 해석하였다.

급성 위장염 환아에서 발열반응으로 아연이 급성기 반응물질로 소모되며, 식욕이 부진하여 일반적인 음식섭취가 현저히 감소하고, 설사로 배설이 증가하게 되어 장염에서 회복되는 것이 지연될 수 있다²⁹⁾.

특히 영양 상태가 좋지 않고 알부민의 함량이 낮은 환아는 혈청 단백질의 저하로 인해 아연 결핍이 악화되고, 설사가 지속되면 아연의 흡수가 감소하는 악순환을 거듭하게 된다. 또한 혈청 아연농도가 이미 낮은 상태인 소아가 질병에 걸리면, 고열과 CRP가 증가된 급성기 반응상태에서 면역 기능이 더 저하되고 감염성 설사에 이환될 가능성을 증가시키며 아연 결핍과 영양실조가 악화된다. 그러나 급성 장염의 임상 증세만으로 혈청 아연농도의 감소 정도를 예측하기 어렵다. 또한 설사와 구토로 인한 탈수가 있어 혈액이 농축되고, 이차적인 혈청 단백질 변화로 아연농도를 높일 수 있으므로 체내 아연 상태를 평가할 때 고려해야 한다.

경구 수분보충과 함께 아연을 보충하면 급성 지속성 설사 환아에서 설사 기간과 중증도를 의미 있게 감소시키고 생존 기간을 연장시키는 것으로 나타났다. Abdullah 등³⁰⁾은 방글라데시의 3~59개월 연령의 설사 환아에서 경구 수액 요법과 함께 아연을 보충하여 경구 수액의 사용을 늘리고 항생제의 사용을 감소시켰다고 보고하였다. Bhatnagar 등³¹⁾은 급성 설사와 탈수 소견을 보인 입원 환아에서 아연 농도의 감소는 변의 총량과 관계있으며 탈수의 심한 정도 및 위험도의 객관적 지표라고 보고하였으며, 아연을 보충받은 소아에서 변의 총량이 대조군과 비교하여 31%까지 감소하였다. Faruque 등³²⁾에 의하면 6개월에서 2세 미만 소아에게 아연을 투여하여 지속성 설사의 발생률과 설사 기간이 감소하였고 Ruel 등³³⁾은 6~9개월 소아에게 7개월 동안 10 mg의 아연을 보충하여 설사의 발생률을 22%까지 낮출 수 있다고 보고하였다. 이는 아연을 보충하여 점막의 재생이 가속화되고 유상피 세포의 미세 용모 효소, 세포 면역의 증강, 분비성 면역글로불린 항체 농도를 증가시켜서 설사를 감소시키는 것과 연관될 것으로 추정된다. 그 외에도 아연의 보충으로 말라리아와 폐렴의 발생률이 유의하게 감소하였고^{34,35)} HIV, 결핵, 감기에서 아연 보충에 의한 효과가 연구되고 있다³⁶⁾.

영양 상태가 불량한 저개발국에서는 아직도 설사가 5세 미만 소아의 중요한 사망 원인이다. 최근 세

계보건기구에서도 소아 급성 설사에서 경구수액요법과 함께 10~14일간 아연(10~20 mg/day)을 공급할 것을 권고하였다.

급성 장염 소아에서 체내 아연 상태가 충분하지 않다면 탈수와 발열로 체내 아연 농도가 더 낮아지고 장염에서 회복되는 것이 지연될 수 있으므로 체내 아연 상태를 파악하는 것이 중요하다. 체내 아연 상태를 혈청 아연 농도로 평가할 때 발열 탈수 등의 임상적인 증상과 CRP 등의 생화학적 요인을 고려하여야 한다. 앞으로 소아에서 흔한 급성 장염에서 체내 아연 상태의 평가와 보충에 대한 대규모 연구가 이루어져야 하겠다.

요 약

목적: 아연은 인체의 성장, 발육 및 면역기능에 필요한 미량 영양소이다. 아연의 만성 결핍은 장성 선단 피부염(acrodermatitis enteropathica)이 알려져 있지만 급성 결핍에 관한 보고와 그에 따른 치료 기준은 알려져 있지 않다. 영유아의 급성 장염에서는 섭취량이 감소하고, 설사로 인한 아연의 배설이 증가하여 아연의 체내 영양상태에 대한 평가가 요구된다. 본 연구에서는 급성 장염 영유아에서 아연의 영양 상태 표지자인 혈청 아연농도를 측정하고 이에 영향을 주는 인자들을 알아보고자 하였다.

방법: 2005년 5월부터 8월까지 이대목동병원 소아응급실에 급성 장염으로 방문하였거나 입원한 5세 미만의 환아 중 32명(남아 15명, 여아 17명)을 대상으로 하여 임상적, 혈액학적, 생화학적 인자가 아연의 혈청 농도에 미치는 영향을 분석하였다. 아연 농도의 측정은 유도결합 플라즈마 발광분광법을 이용하였다.

결과: 임상적으로 구토 유무, 설사 기간, 탈수 정도, 혈변 유무에 따른 혈청 아연농도의 유의한 차이는 없었다.

혈청 아연농도는 발열 환아에서 열이 없었던 환아보다 유의하게 낮았다(67.0 ± 25.3 vs $85.5 \pm 14.2 \mu\text{g/dL}$, $p=0.012$).

혈청 아연농도는 CRP 양성인 경우에 유의하게 낮

았으나(63.9 ± 25.4 vs $85.7 \pm 13.8 \mu\text{g/dL}$, $p=0.002$) 로 타바이러스 감염 유무에 따른 차이는 없었다.

혈청 아연농도는 CRP ($r=-0.494$, $p<0.05$)와 유의한 음의 상관관계를 보였다. 혈청 아연농도는 헤마토크릿($r=0.370$, $p<0.05$), 총단백질($r=0.474$, $p<0.05$), 알부민($r=0.636$, $p<0.05$)과 유의한 양의 상관관계를 나타내었다.

혈청 아연농도가 $70 \mu\text{g/dL}$ 이상인 군과 미만인 군을 비교하였을 때, $70 \mu\text{g/dL}$ 미만인 군에서 CRP 양성인(91.7% vs 40%) 환아와 CRP 양성이면서 발열이 동반되었던 환아의 빈도(91.7% vs 35%)가 유의하게 많았다($p<0.05$).

결론: 급성 장염 소아에서 혈청 아연농도는 발열, CRP, 헤마토크릿, 총 단백질, 알부민 등의 다양한 인자의 영향을 받으므로 체내 아연의 영양 상태를 평가할 때 고려하여야 한다.

참 고 문 헌

- 1) Thakur S, Gupta N, Kakkar P. Serum copper and zinc concentrations and their relation to superoxide dismutase in severe malnutrition. *Eur J Pediatr* 2004;163(12 Suppl):742S-4S.
- 2) Tatli MM, Vural H, Koc A, Koseci KM. Altered antioxidant status and increased lipid peroxidation in malarial children. *Pediatr Int* 2000;42:289-92.
- 3) Goldenberg RL. The plausibility of micronutrient deficiency in relationship to perinatal infection. *J Nutr* 2003;133(5 Suppl):1645S-8S.
- 4) Oken E, Duggan C. Update on micronutrients: iron and zinc. *Curr Opin Pediatr* 2002;14:350-3.
- 5) Fischer Walker C, Black RE. Zinc and the risk for infectious disease. *Annu Rev Nutr* 2004;24:255-75.
- 6) Naveh Y, Lightman A, Zinder O. Effect of diarrhea on serum zinc concentrations in infants and children. *J Pediatr* 1982;101:730-2.
- 7) Beisel WR, Pekarek RS. Effect of endotoxin on serum zinc concentrations in the rat. *Appl Microbiol* 1969;18:482-4.
- 8) Strand TA, Adhikari RK, Chandyo RK, Sharma PR, Sommerfelt H. Predictors of plasma zinc concentrations in children with acute diarrhea. *Am J Clin Nutr* 2004;79(3 Suppl):451S-6S.
- 9) Johnson WT. Copper in human nutrition. *Clin Chem* 1975;21:501-20.
- 10) Honkanen VEA, Lanberg-Allardt CH, Vestermoen MK, Lehto JH, Westermark TW, Mesta-Ketsa TK. Plasma zinc and copper concentration in rheumatoid arthritis: influence of dietary factors and disease activity. *Am J Clin Nutr* 1991;54:1082-6.
- 11) Rosado JL. Zinc deficiency and its functional implications. *Salud Publica Mex* 1998;40:181-9.
- 12) Soldin SJ, Hicks JM, Gunter KC, Brugnara C. Pediatric reference ranges. 2nd ed. Washington: AACC Press, 1997;122.
- 13) Soldin SJ, Hicks JM, Brugnara C. Pediatric reference ranges. 3rd ed. Washington: AACC Press, 1999;187.
- 14) Forman HJ, Fridovich I. On the stability of bovine superoxide dismutase the effects of metals. *J Biol Chem* 1973;248:2645-9.
- 15) Gyorffy EJ, Chan H. Copper deficiency and microcytic anemia resulting from prolonged ingestion of over-the-counter zinc. *Am J Gastroenterol Nutr* 1992;87:1054-5.
- 16) Brooks WA, Santosham M, Roy SK, Faraque AS, Wahed MA, Nahar K. Efficacy of zinc in young infants with acute watery diarrhea. *Am J Clin Nutr* 2005;82(3 Suppl):605S-10S.
- 17) Semba R, Muilal WK, Natadisastra G, Eisinger W, Lan Y, Sommer A. Hyporetinolemia and acute phase proteins in children with and without xerophthalmia. *Am J Clin Nutr* 2000;72:146-53.
- 18) Stefanidou M, Maravelias C, Dona A, Spiliopoulou C. Zinc: a multipurpose trace element. *Arch Toxicol* 2005;27:1-9.
- 19) Rofe AM, Philcox JC, Coyle P. Trace metal, acute phase and metabolic response to endotoxin in metallothionein-null mice. *Biochem J* 1996;314:793-7.
- 20) Cousins RJ, Leinart AS. Tissue-specific regulation of zinc metabolism and metallothionein genes by interleukin 1. *FASEB J* 1998;2:2884-90.
- 21) Cousins RJ, Dunn MA, Leinart AS, Yedinak KC, Di-Silvestro RA. Coordinate regulation of zinc metabolism and metallothionein gene expression in rats. *Am J Physiol* 1986;251:E688-E94.
- 22) Sugerma B. Zinc and infection. *Rev infect Dis* 1983;5:137-47.
- 23) Schroeder JJ, Cousins RJ. Interleukin 6 regulates me-

- tallothionein gene expression and zinc metabolism in hepatocyte monolayer cultures. *Proc Natl Acad Sci* 1990;87:3137-41.
- 24) Beisel WR. Trace elements in infectious processes. *Med Clin Nor Am* 1976;60:831.
- 25) Beisel WR, Pekarek RS. Characterization of the endogenous mediator of serum zinc and iron depression during infection and other stresses. *Proc Soc Exp Biol Med* 1971;138(2 Suppl):728S-32S.
- 26) Godson DL, Baca-Estrada ME, Van Kessel AG. Regulation of bovine acute phase responses by recombinant interleukin-1. *Can J Vet Res* 1995;59:249-55.
- 27) Brown KH. Effect of infections on plasma zinc concentration and implications for zinc status assessment in low-income countries. *Am J Clin Nutr* 1998;68(2 Suppl):425S-9S.
- 28) Milanino R, Marrella M, Gasperini R, Pasqualicchio M, Velo G. Copper and zinc body levels in inflammation: an overview if the data obtained from animal and human studies. *Agents Actions* 1993;39:195-209.
- 29) Salgueiro MJ, Zubillaga MB, Lysionek AE, Caro RA, Weill R, Boccio JR. The role of zinc in the growth and development of children. *Nutrition* 2002;18(6 Suppl):510S-9S.
- 30) Abdullah HB, Robert EB, Shams EA, Mohammad Y, Joysnamoy C, Saifuddin A, et al. Effect of zinc supplementation started during diarrhoea on morbidity and mortality in Bangladeshi children: community randomised trial. *BMJ* 2002;325:1059.
- 31) Bhatnagar S, Bahl R, Sharma PK, Kumar GT, Saxena SK, Bhan MK. Zinc with oral rehydration therapy reduces stool output and duration of diarrhea in hospitalized children: a randomized controlled trial. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2004;38:34-40.
- 32) Faruque AS, Mahalanabis D, Haque SS, Fuchs GJ, Habte D. Double-blind, randomized, controlled trial of zinc or vitamin A supplementation in young children with acute diarrhoea. *Acta Paediatr* 1999;88:154.
- 33) Ruel MT, Rivera JA, Santizo MC, Lonnerdal B, Brown KH. Impact of zinc supplementation on morbidity from diarrhea and respiratory infections among rural Guatemalan children. *Pediatrics* 1997;99:808.
- 34) The Zinc Against Plasmodium Study Group. Plasma zinc concentrations are depressed during the acute phase response in children with falciparum malaria. *J Nutr* 2005;135:802-7.
- 35) Black RE. Therapeutic and preventive effects if zinc in serious childhood infectious diseases in developing countries. *Am J Clin Nutr* 1998;68:476-9.
- 36) Van lettow M, Harries AD, Kumwenda JJ, Zijlstra EE, Clark TD, Ta ha TE. Micronutrient malnutrition and wasting in adults with pulmonary tuberculosis with and without HIV co-infection in Malawi. *BMJ Infect Dis* 2004;4(1 Suppl):61S.
-