

소아에서 영양평가로서 생화학적 지표의 유용성

울산대학교 의과대학 강릉아산병원 소아청소년과, 진단검사의학교실*

김재광 · 진현승 · 한명기 · 김봉성 · 차충환* · 박기영

= Abstract =

The effectiveness of biochemical indexes for evaluating the nutrition states of children

Jae Kwang Kim, M.D., Hyun Seong Jin, M.D., Myung Ki Han, M.D.
Bong Seong Kim, M.D., Choong Hwan Cha, M.D.*, and Kie Young Park, M.D.

Department of Pediatrics and Laboratory Medicine*, College of Medicine, Ulsan University,
Gangneung Asan Hospital, Gangneung, Korea

Purpose : This study has been conducted to analyze whether the biochemical nutrition indexes might be useful and effective for evaluating the nutrition states of children.

Methods : We evaluated 269 children, aged 3-9 years old, who had visited Gangneung Asan Hospital for elective surgery from January 2006 to December 2007, and examined their anthropometric and preoperative laboratory data with retrospective analysis. The children were classified into underweight, normal weight, overweight, and obese groups according to body mass index (BMI). The biochemical nutrition indexes (total lymphocyte count (TLC), hemoglobin, hematocrit, serum albumin, cholesterol, et al) of each group were then analyzed statistically.

Results : None of the groups showed statistically significant differences in TLC. Serum albumin decreased significantly in the underweight group. Red blood cell (RBC) count, hemoglobin, hematocrit, and serum total cholesterol in the obese group were higher than in the normal weight group. None of the groups showed statistically significant increase in mean corpuscular volume or mean corpuscular hemoglobin, and it seems that the increase of hemoglobin and RBC count in the overweight and obese groups is due to the enhancement of erythropoiesis rather than iron metabolism. However, in females, almost all nutrition indexes except albumin were statistically significantly poor.

Conclusion : Serum albumin, total cholesterol, RBC count, hemoglobin, and hematocrit were useful as nutrition indexes. However, except for albumin, these indexes were significantly poor for females. More control studies are needed to confirm the effectiveness of biochemical indexes for evaluating the nutritional state of children. (Korean J Pediatr 2009;52:167-175)

Key Words : Nutrition index, Nutrition assessment, Child, Body mass index, Total lymphocyte count

서 론

임상적으로 영양상태 평가는 체질량지수(body mass index, BMI), 표준체중 백분율(% ideal body weight, % IBW)과 같은 신체 측정치와 총림파구수(total lymphocyte count, TLC), 혈색소, 적혈구용적(hematocrit), 혈청 알부민, 트랜스페린(transferin), 총철결합능, 크레아틴 키 지표 등과 같은 생화학적 영양지

표들을 이용한다¹⁻⁴⁾.

하지만 소아에서는 성장이나 이차 성장의 발현에 따라 체지방율, 체형 등에 급격한 변화를 보이므로 성인에서처럼 체질량지수나 표준체중 등과 같은 신체측정치를 일률적으로 적용할 수가 없다. 또한 성장에 따라 조혈기능과 생화학지수가 왕성한 변화^{5, 6)}를 보이기 때문에 TLC, 혈색소, 적혈구용적, 혈청 총콜레스테롤, 알부민과 같은 지표들이 성인에서처럼 영양지표로서 충분한 가치가 있는지에 대해서 아직 명확한 결과가 없기 때문에 영양상태를 평가하는 데에 많은 어려움이 따른다.

현재 저개발 국가나 빈민 지역의 소아의 집단 영양평가에 주로 사용되는 Gomez 분류^{7, 8)}와 Waterlow 분류⁹⁾는 신체 측정치만을 이용한다. 일개 연구에서 소아 중앙 환자 영양 평가에 TLC, 혈청 알부민, 혈색소 등의 생화학지표를 이용한 Vienna score⁴⁾가 주장되기도 했지만 거의 사용되지 않는다.

Received : 25 August 2008, Revised : 16 September 2008,

Accepted : 12 October 2008

Address for correspondence : Kie Young Park, M.D.

Department of Pediatrics, College of Medicine, Ulsan university, Gangneung Asan Hospital, 415 Bangdongri, Sacheon-myeon, Gangneung, Gangwon 210-711, Korea

Tel : +82.33-610-3179, Fax : +82.33-641-8148

E-mail : drped@naver.com

이전에도 생화학적 영양지표들이 소아의 영양지표로서 유용한가에 대한 국내 연구는 일부 있었다. Lee 등¹⁰⁾은 소아과 입원 환자를 대상으로 영양결핍과 TLC, 혈청 알부민, 혈색소와의 연관성에 대한 연구에서 혈색소, 알부민, TLC 순서대로 연관성이 높았다고 하였다. Kim 등¹¹⁾도 소아과 입원 환자를 대상으로 영양결핍이 심해질수록 TLC, 혈청 알부민, 혈색소의 유의하게 감소한다고 하였다. 하지만 이러한 연구들은 소아과 입원환자를 대상으로 함으로써 TLC에 큰 영향을 주는 급성 감염성 질환자를 배제하지 못하였고, 영양결핍 정도에 대한 평가가 주된 목적이었으므로 경도, 중등도 또는 심한 영양 결핍군 간의 비교에 한정되었다. 더구나 저체중군을 비저체중(정상체중군에 비만군이 포함된)군과 비교함으로써 비만이 생화학적 지표에 영향을 주었을 가능성을 고려하지 못했다는 문제점이 있다.

저자들은 TLC, 혈색소 등에 영향을 주는 급성 감염성 질환이나 외상이 없고, 혈액 검사를 시행할 수 있고, 신체지수의 분포가 일반 소아 집단과 유사하고, 많은 대상자를 확보할 수 있는 대상이라는 조건으로 선정 기준을 정하였고, 이 기준을 비교적 잘 충족하는 선택적 수술예정자(elective surgery candidates)를 본 연구의 대상군으로 삼았다. 이들의 신체계측으로 얻어진 체질량지수를 각각의 나이에 맞추어 저체중군, 정상체중군, 과체중군, 비만군으로 분류한 다음 생화학 영양지표들을 구하고, 각각의 체질량지수군 간에 생화학적 영양지표들이 어떤 차이를 보이는지 비교함으로써 생화학적 영양지표가 소아의 영양상태의 평가에 유의한 지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상 환자의 구성

2006년 1월부터 2007년 12월까지 2년간 선택적 수술을 받기 위해 강릉 아산병원 이비인후과, 일반외과, 비뇨기과로 방문한 환자 중 전혈구검사(complete blood count, CBC), 혈청 알부민, 혈청 총콜레스테롤 등이 포함된 수술 전 혈액검사를 시행한 3세 이상 10세 미만의 환자 1,025명 중 신장과 몸무게 자료가 모두 있고 다음의 제외 조건에 해당하지 않는 269명을 대상으로 하였다.

- 1) 급성 영양장애를 줄 가능성이 있는 골절, 외상, 화상 등과 같은 급성 질환을 가진 경우
- 2) 혈액검사 당시에 TLC, 혈색소 등에 영향을 끼칠 수 있는 급성 감염 증상을 보인 경우
- 3) 혈액검사, 방사선 검사 또는 심전도의 이상 소견으로 인하여 수술이 연기 또는 취소된 경우

이들에 대한 정보는 본 교실의 전산자료와 의무기록지를 토대로 하였고 후향 조사하였다.

2. 방법

1) 체질량지수군 분류

2007년 10월에 대한 소아과학회에서 제정한 2007년 소아, 청소년 표준 성장도표¹²⁾의 체질량지수를 적용하여 해당 연령별 체질량지수를 기준으로 10백분위수 미만을 저체중군, 10-85 미만 백분위수를 정상체중군, 85-95 미만 백분위수를 과체중군, 95백분위수 이상을 비만군으로 설정하였다.

2) 생화학적 영양지표

CBC 검사에서 총백혈구수, 백혈구에 대한 임파구 비, 적혈구수, 혈색소, 적혈구용적을 구하였고 이를 이용하여 TLC, 평균 혈구용적(MCV), 평균 혈구혈색소(MCH)를 계산하였다. 또한 혈청 총콜레스테롤, 혈청 알부민을 조사하였다.

3. 통계 처리

평균과 표준편차의 산출 및 각종 통계 분석을 위한 프로그램은 SPSS for Windows (version 13.0, SPSS, Chicago, IL, USA)을 사용하였고 모든 통계 값은 평균±표준편차로 나타내었다. 체질량지수 각 네 군 간에 환자 특성이나 생화학적 영양지표들의 통계적 유의성은 one-way ANOVA를 시행하였으며, 단순 두군 간의 비교는 Student's t-test를 사용하였다.

모든 검정에서 통계적 유의수준은 $P < 0.05$ 로 하였다

결 과

1. 전체 대상의 비교

269명의 대상자들이 시술받은 선택적 수술은 편도선 및 아데노이드 절제술, pressure equalizing ear tube (PET) 삽관술, 정류고환 고환 고정술, 서혜부 탈장 등이었다. 남녀 비는 163:106 (1.54:1)으로 남자가 더 많았다. 나이는 3.01세에서 9.97세까지였고, 평균 연령은 6.43 ± 1.65 세였다.

저체중군은 20명(7.4%), 정상체중군은 162명(60.2%), 과체중군은 45명(16.7%), 비만군은 42명(15.6%)이었다. 각 체질량지수군 사이에 연령은 유의한 차이가 없었다($P=0.222$, Table 1).

2. 전체 대상군의 혈구지표의 유의성

전체 대상군에서 총백혈구수, 백혈구에 대한 임파구 비의 평균, TLC, 적혈구수, 혈색소, 적혈구용적, MCV, MCH 등의 혈구지표의 평균과 표준편차는 Table 1과 같다.

총백혈구수의 평균은 $7.77 \pm 2.37 \times 10^3 / \text{mm}^3$ 였고, 백혈구에 대한 임파구 비의 평균은 $40.6 \pm 10.3\%$ 였다. TLC의 평균은 $3.07 \pm 1.07 \times 10^3 / \text{mm}^3$ 였고 총적혈구수의 평균은 $7.77 \pm 2.37 \times 10^3 / \text{mm}^3$ 였다. 각 군간에 총백혈구수($P=0.672$), 백혈구에 대한 임파구 비($P=0.342$)와 TLC ($P=0.594$)는 모두 유의하지 않았다.

적혈구수는 네 군 간에 유의한 차이를 보였으며($P=0.008$), 정

Table 1. Demographic Characteristics and Biochemical Nutrition Indexes of Each BMI Group

	Total	BMI Percentile				P value
		<10 Underweight	10-85 Normal	85-95 Overweight	>95 Obesity	
Number	269 (100%)	20 (7.4%)	162 (60.2%)	45 (16.7%)	42 (15.6%)	-
Sex (male:female)	163:106 (=1.54:1)	13:7 (=1.86:1)	97:65 (=1.49:1)	27:18 (= 1.5:1)	26:16 (=1.63:1)	-
Age (year)	6.43±1.65 (3.01-9.97)	5.70±1.48 (3.01-9.23)	6.52±1.67 (3.01-9.22)	6.43±1.80 (3.01-9.22)	6.44±1.39 (3.01-9.22)	0.222
BMI (kg/cm ²)	17.22±2.84	13.36±1.50	16.02±1.26	18.98±1.56	21.81±2.22	-
WBC (×10 ³ /mm ³)	7.77±2.37	7.81±2.10	7.64±2.33	7.88±2.41	8.14±2.66	0.672
Lymphocyte/WBC (%)	40.6±10.3	39.6±11.8	41.3±10.6	38.2±7.9	41.2±11.0	0.342
TLC (×10 ³ /mm ³)	3.07±1.07	3.08±1.37	3.06±1.03	2.93±0.84	3.25±1.30	0.594
RBC (×10 ⁶ /mm ³)	4.70±0.29	4.62±0.32	4.67±0.29	4.75±0.26	4.81±0.30	0.008*
Hemoglobin (g/dL)	12.65±0.78	12.35±0.75	12.56±0.80	12.76±0.72	12.98±0.67	0.004*
Hematocrit (%)	37.70±2.18	36.77±2.23	37.47±2.20	38.09±1.82	38.61±2.09	0.002*
MCH (pg)	26.94±1.26	26.80±1.45	26.95±1.24	26.89±1.43	27.00±1.02	0.937
MCV (fL)	80.30±3.07	79.76±3.61	80.38±3.15	80.27±3.21	80.26±2.31	0.864
Albumin (g/dL)	4.29±0.25	4.14±0.27	4.30±0.24	4.29±0.28	4.36±0.22	0.012*
Cholesterol (mg/dL)	155.7±24.7	147.5±23.5	154.0±22.0	161.7±25.9	159.4±32.1	0.087

Abbreviations : BMI, body mass index; WBC, white blood cell; TLC, total lymphocyte count; RBC, red blood cell; MCH, mean corpuscular hemoglobin; MCV, mean corpuscular volume
*P<0.05 by one-way ANOVA test

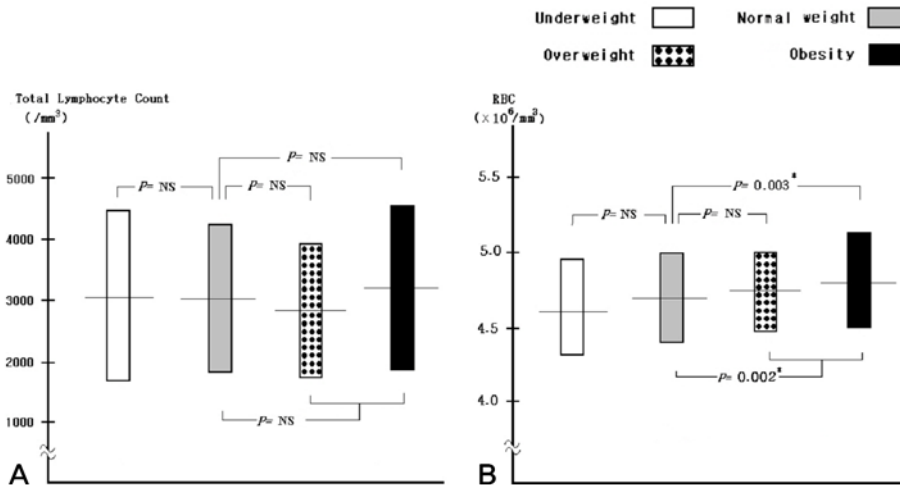


Fig. 1. Differences in total lymphocyte count (A) were not statistically significant between each BMI group. Differences in red blood cell count (B) were statistically significant for normal weight and obese groups. *P<0.05 by Student t-test.

상체중군과 과체중군의 비교와 과체중군 이상 군과의 비교에서 모두 의미 있는 증가를 보인 반면(P=0.048, P=0.045), 정상체중군과 저체중군 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다(P=0.482, Fig. 1).

적혈구수와 마찬가지로 혈색소와 적혈구용적도 네 군 간에 유의한 차이를 보였으며(P=0.004, P=0.002), 정상체중군과 비만군의 비교에서 의미 있는 증가를 보였다(P=0.002, P=0.003). 반면 정상체중군과 저체중군 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다(P=0.259, P=0.182). 따라서 혈색소와 적혈구용적은 정상체중군

에 대해 저체중군이나 과체중군과는 의미 있는 차이가 없었지만 비만군과에서는 의미 있는 증가를 보였다. MCV와 MCH는 전체적으로도, 각 군 간의 비교에서도 유의한 차이가 없었다(Fig. 2).

3. 전체 대상군의 혈청 알부민, 혈청 총콜레스테롤의 비교

전체 대상군에서 혈청 알부민, 혈청 총콜레스테롤의 평균과 표준편차는 Table 1과 같다.

혈청 알부민은 저체중군과 정상체중군 사이에서 유의한 차이를 보였다(P=0.006). 또한 저체중군과 나머지 세 체질량지수군의 합

간에서도 유의한 차이를 보였다($P=0.004$). 하지만 정상체중군과 과체중군, 비만군 간에는 유의한 차이가 없었다($P=0.431$, $P=0.112$).
 혈청 알부민이 저체중군과 나머지 군간에 유의한 차이를 보인

반면 혈청 총콜레스테롤은 정상체중군과 과체중군 간에 유의한 차이를 보였다($P=0.048$). 하지만 과체중군과 비만군 간에는 유의한 차이가 없었다($P=0.175$) (Fig. 3).

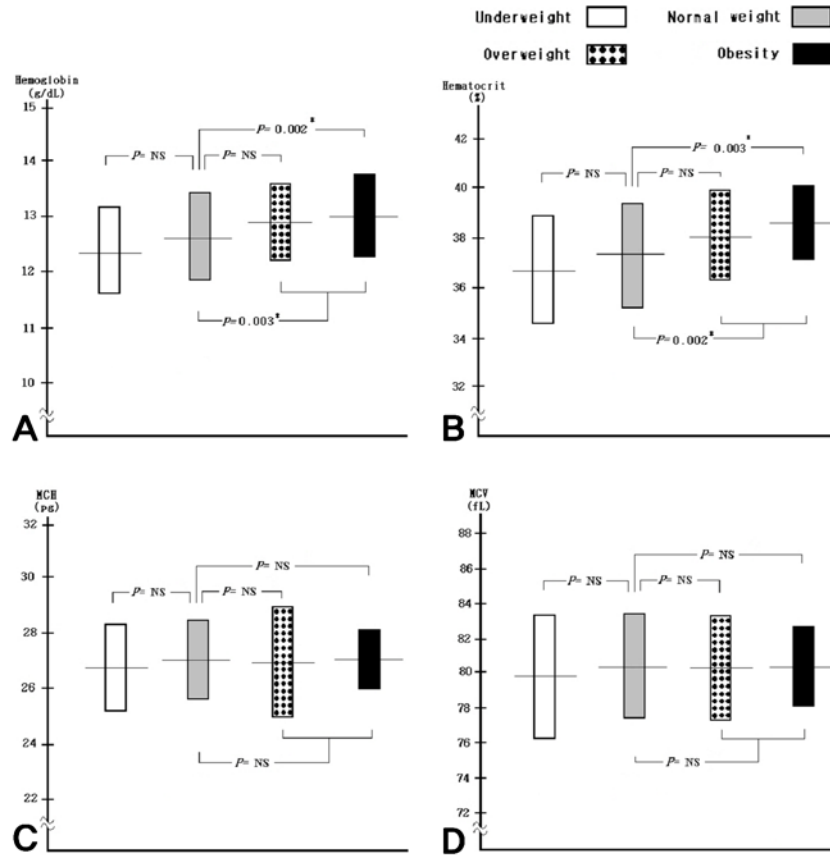


Fig. 2. Differences in Hemoglobin (A) and Hematocrit (B) were statistically significant for obese and normal weight groups. Mean corpuscular hemoglobin (C) and Mean corpuscular volume (D) were not statistically significant. * $P<0.05$ by Student t-test.

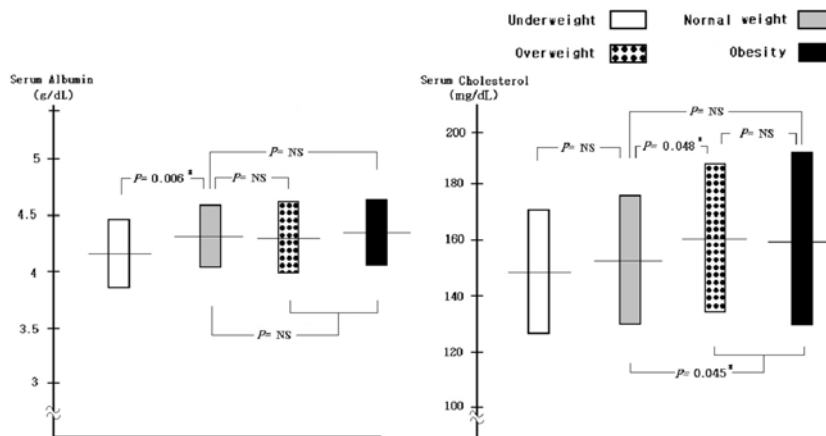


Fig. 3. Differences in serum albumin (A) were significant for underweight and normal weight groups, while differences in serum total cholesterol (B) were statistically significant for overweight and normal weight groups. * $P<0.05$ by Student t-test.

4. 남여 각각에서 혈구지표 및 혈청 알부민, 총콜레스테롤의 비교

남자는 163명이었고 저체중군 13명(8.0%), 정상체중군 97명(59.5%), 과체중군 27명(16.6%), 비만군 26명(16.1%)이었다. 각 체질량지수군 사이에서 연령에 유의한 차이가 없었다($P=0.436$). 앞서의 결과와 마찬가지로 네 군간에 적혈구수, 혈색소, 적혈구 용적, 혈청 총콜레스테롤이 모두 유의한 차이를 보였다($P=0.018$, $P=0.010$, $P=0.002$, $P=0.018$). 하지만 TLC와 알부민은 네 군간

에 유의한 차이가 없었다($P=0.759$, $P=0.205$, Table 2). TLC, 적혈구수, 혈청 알부민, 총콜레스테롤의 두 군간의 비교에서는 앞서의 결과와 유사한 양상을 보였다(Fig. 4).

여자는 106명이었고 저체중군 7명(6.6%), 정상체중군 65명(61.3%), 과체중군 18명(17.0%), 비만군 16명(15.1%)이었다. 각 체질량지수군 사이에서 연령에 유의한 차이가 없었다($P=0.356$). 하지만 여자에서는 알부민만 네 군간에 유의한 차이가 있었고($P=0.037$), TLC, 적혈구수, 혈색소, 적혈구 용적, 혈청 총콜레스테롤은 모두 유의한 차이가 없었다($P=0.839$, $P=0.391$, $P=0.363$,

Table 2. Demographic Characteristics and Biochemical Nutrition Indexes for Males in Each BMI Group

	Total	BMI Percentile				P value
		<10 Underweight	10-85 Normal	85-95 Overweight	>95 Obesity	
Number	163 (100%)	13 (8.0%)	97 (59.5%)	27 (16.6%)	26 (16.1%)	-
Age (year)	6.29±1.63	5.72±1.66	6.43±1.71	6.28±1.63	6.08±1.22	0.436
BMI (kg/cm ²)	17.36±2.89	13.44±1.69	17.72±1.36	19.06±1.59	21.91±2.28	-
WBC (×10 ³ /mm ³)	7.88±2.46	7.32±1.96	7.81±2.38	7.87±2.42	8.65±2.96	0.319
Lymphocyte/WBC (%)	39.9±10.0	41.0±11.3	39.6±9.6	39.2±8.5	39.1±12.5	0.908
TLC (×10 ³ /mm ³)	3.07±1.13	3.04±1.54	3.01±1.05	2.95±0.71	3.28±1.55	0.759
RBC (×10 ⁶ /mm ³)	4.72±0.30	4.64±0.38	4.71±0.30	4.76±0.29	4.87±0.25	0.018*
Hemoglobin (g/dL)	12.61±0.82	12.28±0.76	12.68±0.86	12.67±0.78	13.05±0.55	0.010*
Hematocrit (%)	37.56±2.32	36.38±2.37	37.63±2.38	37.89±2.06	38.90±1.70	0.002*
MCH (pg)	26.76±1.31	26.54±1.58	26.98±1.29	26.67±1.51	26.83±1.03	0.891
MCV (fL)	79.71±3.20	78.54±3.53	80.01±3.29	79.72±3.48	79.92±2.28	0.590
Albumin (g/dL)	4.28±0.25	4.18±0.24	4.30±0.24	4.27±0.33	4.35±0.20	0.205
Cholesterol (mg/dL)	153.3±23.8	144.2±22.2	151.9±20.9	161.4±25.0	161.6±29.4	0.018*

Abbreviations : BMI, body mass index; WBC, white blood cell; TLC, total lymphocyte count; RBC, red blood cell; MCH, mean corpuscular hemoglobin; MCV, mean corpuscular volume

* $P<0.05$ by one-way ANOVA test

Table 3. Demographic Characteristics and Biochemical Nutrition Indexes for Females in Each BMI Group

	Total	BMI Percentile				P value
		<10 Underweight	10-85 Normal	85-95 Overweight	>95 Obesity	
Number	106 (100%)	7 (6.6%)	65 (61.3%)	18 (17.0%)	16 (15.1%)	-
Age (year)	6.64±1.66	5.66±1.21	6.65±1.61	6.67±2.05	7.01±1.48	0.356
BMI (kg/cm ²)	17.00±2.76	13.21±1.17	15.75±1.06	18.86±1.54	21.64±2.20	-
WBC (×10 ³ /mm ³)	7.61±2.23	8.73±2.18	7.49±2.26	7.89±2.46	7.29±1.86	0.469
Lymphocyte/WBC (%)	41.7±10.9	37.2±13.2	42.8±11.8	36.8±6.9	44.6±7.1	0.077
TLC (×10 ³ /mm ³)	3.07±0.98	3.15±1.10	3.08±1.01	2.91±1.03	3.21±0.80	0.839
RBC (×10 ⁶ /mm ³)	4.67±0.27	4.57±0.21	4.65±0.27	4.74±0.20	4.72±0.35	0.391
Hemoglobin (g/dL)	12.71±0.71	12.47±0.76	12.64±0.70	12.89±0.62	12.86±0.85	0.363
Hematocrit (%)	37.91±1.93	37.47±1.91	37.77±1.89	38.41±1.39	38.13±2.58	0.557
MCH (pg)	27.22±1.12	27.29±1.11	27.20±1.14	27.22±1.28	27.27±0.97	0.994
MCV (fL)	81.20±2.63	82.01±2.68	81.24±2.72	81.09±2.64	80.81±2.34	0.790
Albumin (g/dL)	4.32±0.24	4.07±0.34	4.33±0.23	4.32±0.20	4.38±0.25	0.037*
Cholesterol (mg/dL)	159.2±26.0	153.4±26.4	159.8±22.4	162.2±28.0	155.9±36.8	0.834

Abbreviations: BMI, body mass index; WBC, white blood cell; TLC, total lymphocyte count; RBC, red blood cell; MCH, mean corpuscular hemoglobin; MCV, mean corpuscular volume

* $P<0.05$ by one-way ANOVA test

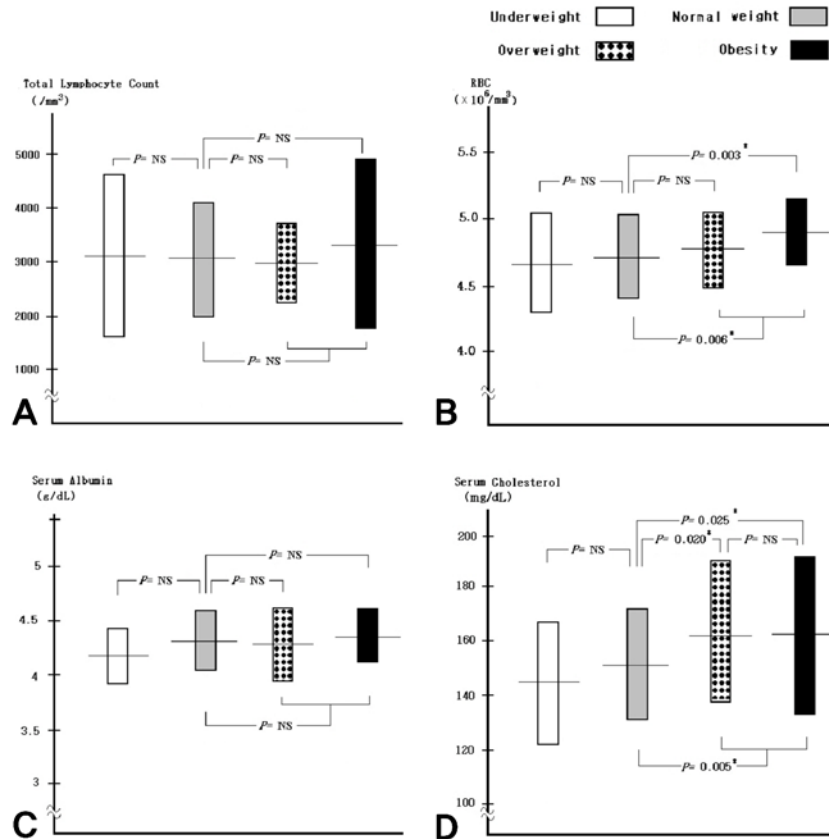


Fig. 4. In males, total lymphocyte count (A) and serum albumin (C) showed no statistical significance between each BMI group, while red blood cell count (B) and serum total cholesterol (D) did show significant difference between obese and normal weight groups. * $P < 0.05$ by Student t-test

$P=0.557$, $P=0.834$, Table 3). 두 군간의 비교에서 알부민만 저체중군과 정상체중군 간에 유의한 차이($P=0.008$)가 있을 뿐 TLC, 적혈구수, 혈청 총콜레스테롤은 각 군간에 모두 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 5).

고찰

일반적인 소아집단과 유사한 대상이라고 할 수 있는 선택적 수술 후보자를 대상으로 분석한 생화학적 영양지표의 영양평가 도구로서의 유용성에 대해 살펴 본 본 연구에서 적혈구수, 혈색소, 적혈구용적, 혈청 알부민, 혈청 총콜레스테롤은 체질량지수에 따라 유의한 차이를 보였으나, 성인의 영양평가에 널리 사용되는 TLC는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 소아에서는 TLC가 영양상태 외에도 조혈계는 발달에 영향을 크게 받기 때문이라고 생각된다. 영양결핍 환자에서 TLC가 감소하는 것은 혈중 아연의 결핍이 T 세포 매개 면역계를 감소시키고, 흉선의 임파 관련 조직을 위축시키기 때문이라는 일설¹³⁾도 있다. 하지만 TLC가 영양상태 외에도 골수나 흉선의 조혈 능력에 많은 영향을 받는다는 사실은 노인을 대상으로 한 TLC의 영양지표로서의

유용성 연구¹⁴⁾에서도 알 수 있는데 노인에서는 조혈 기능이 감소되어 있어서 TLC가 젊은 성인의 경우와는 다르게 영양지표로 유용하지 않았다.

반면 적혈구수, 혈색소, 적혈구용적은 정상체중군에 대해 비만군에서만 유의하게 증가되어 있었다. 하지만 저체중군에서는 유의한 감소를 보이지 않아서 이들 지표들은 비만의 평가에 더 적합할 것으로 생각된다.

혈색소와 적혈구용적이 과체중이나 비만군에서 유의한 증가를 보인 반면 MCV와 MCH는 모든 군에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 혈색소와 적혈구용적 증가의 원인이 MCV나 MCH의 증가에 의한 것이 아닌 적혈구수의 증가에 있기 때문이다. 즉 과체중군이나 비만군에서의 혈색소 및 적혈구용적의 증가는 철분대사의 개선의 결과가 아니라 적혈구 조혈기능이 증강되었기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 이러한 결론은 성인 대사증후군 환자를 대상으로 한 국내의 몇몇 연구^{15, 16)}의 결과와도 일치한다. 인슐린이 적혈구 생성 세포의 증식을 촉진시키고¹⁷⁾, 골수와 순환 적혈구 전구체의 성장을 촉진^{18, 19)}시키기 때문이다. 비만하지 않은 사람이라도 인슐린 저항이 생기면 적혈구용적과 혈색소가 증가하는 것도 이 때문이다¹⁹⁾. 인슐린 저항성은 혈류의 점성을 증

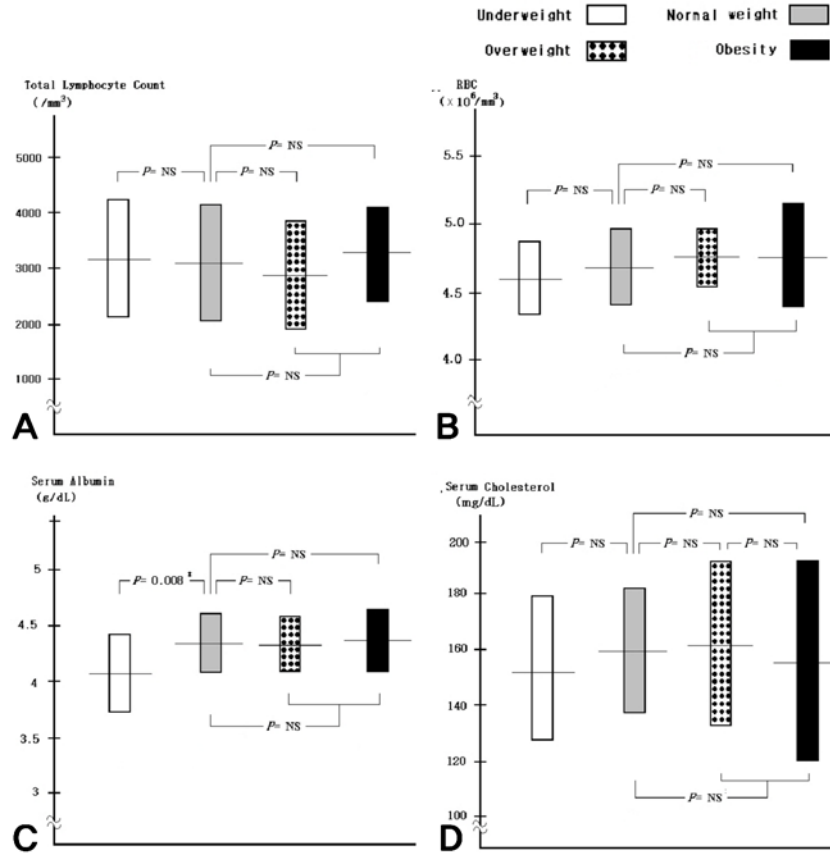


Fig. 5. In females, total lymphocyte count (A), red blood cell count (B), and serum total cholesterol (D) were not significantly different for each BMI group. Only differences in serum albumin (C) were significantly different for underweight and normal weight groups.

가시키고 적혈구 경직성을 증가시켜 혈류의 유동성을 방해함으로써 말초 조직으로의 적혈구의 산소운반 능력을 떨어뜨리게 되는데²⁰⁾, 이 또한 적혈구 생성을 보상적으로 촉진시키는 원인으로 작용^{21, 22)}한다. 이러한 결론은 다른 유사한 연구들²³⁻²⁶⁾의 결론과 일치한다. 하지만 대사증후군이 아닌 비만환자에서도 대사증후군과 같은 기전으로 적혈구 조절기능이 향상되는 지는 명확하지 않다. 하지만 본 연구에서 대사증후군의 병발 여부는 조사되지 않았지만 과체중군과 비만군에서 뚜렷한 적혈구수, 혈색소, 적혈구 용적의 증가를 볼 수 있었다.

성인의 대사증후군에서는 말초혈액에서 총백혈구수도 증가하는데 인슐린 저항성으로 만성적 면역 활성이 초래되어 TNF- α , IL-6 등과 같은 proinflammatory cytokine이 활성화되고, 이로 인해 총백혈구수가 증가되며 또한 백혈구 중 일부 분획이 증가되기 때문²⁷⁻²⁹⁾이다. 하지만 이러한 설명은 모든 체질량지수군에서 총백혈구수가 유의한 차이를 보이지 않았던 본 연구 결과와는 상이한데, 소아는 TLC의 경우와 마찬가지로 영양상태 외에도 백혈구 조절 기능이 성장하는 과정에 있기 때문인 것으로 생각된다.

장기간의 단백질 대사 상태를 반영하는 지표인 혈청 알부민은

저체중군에서 유의하게 감소되었으나 정상체중군과 과체중군이나 비만군과는 유의성이 없어 저체중이나 영양결핍의 평가에 유용할 것으로 생각된다. 앞에서 언급한 Lee 등¹⁰⁾의 연구에서 알부민이나 혈색소가 TLC보다 영양평가지표로서 더 유용한 것이라고 하였는데 이는 건강한 소아를 대상으로 한 본 연구의 결과와도 부분적으로 일치한다.

하지만 혈청 총콜레스테롤은 알부민과는 반대로 정상체중군에 비해 과체중군 이상에서 유의하게 증가되어 있었으나, 저체중군에서는 정상체중군에 비해 유의한 차이가 없어서 저체중, 영양결핍이나 비만으로의 진행 여부를 평가하는 것보다는 비만 위험군으로의 진행 여부를 평가하는 것에 더 유용할 것으로 생각된다.

하지만 본 연구에서 얻은 특이한 결과는 남자와 여자에서 유의한 생화학적 영양지표가 서로 다르다는 것이다. 남자에서는 체질량군 간에 적혈구수, 혈색소, 적혈구 용적, 혈청 총콜레스테롤이 일부에서 유의한 차이를 보인 반면 여자에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 반대로 알부민은 여자의 저체중군과 정상체중군 간에서만 유의한 감소를 보였으며, 남자에서는 저체중군과 정상체중군을 비롯한 모든 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

남자와 여자에서 생화학 영양지표의 유의성이 다르다는 것이 언급된 소아나 성인 대상의 다른 연구는 찾을 수 없었다. 이러한 특성이 본 연구에서 발생한 통계학적 오류인지 성인과는 다른 소아의 생리적 특성인지 알 수 없지만, 생화학적 영양지표의 해석에 성별이 고려가 되어야 하는가에 대한 중요한 논점이 될 수 있기에 반드시 추가 연구가 필요하다고 생각된다.

이 연구의 제한점은 크게 두 가지이다. 하나는 과체중군이나 비만군 등에서 인슐린저항성 또는 대사증후군의 여부를 확인하지 못했다는 점이다. 적혈구수, 혈색소, 적혈구용적이 과체중군이나 비만군에서 증가하는 것이 성인의 대사증후군에서와 같이 인슐린저항성에 의한 것인지 아니면 소아의 다른 생리적 특성에 의한 것인지 명확히 하지 못했다는 점이다. 또 다른 제한점은 단면 연구인 본 연구의 한계 상 저체중 소아의 혈청 알부민이 증가하는 것이 영양상태의 개선을 의미하는 지 또는 비만아에서 적혈구수, 혈색소, 총콜레스테롤이 감소하는 것이 체질량지수가 줄고 있음으로 이해할 수 있는 지를 규명하지 못하였다는 것이다. 이는 영양지표의 추적검사로서의 가치를 증명하는데 필수적이며 만약 추적검사로서의 유용성이 증명된다면 그 활용도는 높다고 하겠다. 이에 대해서는 잘 고안된 교차 대조군 연구가 더 필요하다 생각된다.

요 약

목적 : 소아를 대상으로 생화학적 영양지표들이 각각의 체질량지수군 간에서 어떤 차이를 보이는 지 분석하고, 영양상태의 평가로 생화학적 영양지표들이 유용한 것인가를 알아보기 위하여 이 연구를 시행하였다.

방법 : 2006년 1월부터 2007년 12월까지 강릉 아산병원에 선택적 수술을 받기 위해 내원한 3세 이상 10세 미만의 소아 중 신체계측 자료와 수술 전 혈액검사 자료가 모두 있는 269명을 대상으로 하였다. 체질량지수에 따라 저체중군, 정상체중군, 과체중군, 비만군으로 나누고 각 군 간에 TLC, 혈색소, 적혈구용적, 혈청 알부민, 총콜레스테롤 등과 같은 생화학적 영양지표가 의미 있는 차이를 보이는 지를 후향적으로 분석하였다.

결과 : 모든 체질량지수군 간에서 TLC는 유의한 차이가 없었다. 하지만 혈청 알부민은 저체중군에서 유의하게 감소되어 있었다. 적혈구수, 혈색소, 적혈구용적과 혈청 총콜레스테롤은 과체중군 또는 비만군에서 정상체중군보다 유의한 증가를 보였다. MCH와 MCV는 모든 군에서 유의한 증가가 없어, 과체중군과 비만군의 혈색소 및 적혈구수 등의 증가는 철분대사 보다는 적혈구 조혈기능의 증강 때문으로 생각된다. 남자와 여자에서 유의한 생화학적 영양지표가 서로 다르게 나타났는데 남자에서는 네 체질량군 간에 적혈구수, 혈색소, 적혈구 용적, 혈청 총콜레스테롤이 일부 유의한 차이를 보인 반면 여자에서는 유의한 차이를 보이지 않았고 알부민만 저체중군과 정상체중군 사이에서 유의한 감소를 보였다.

결론 : 소아를 대상으로 시행한 생화학적 영양지표 중 적혈구수, 혈색소, 적혈구 용적, 혈청 알부민 및 총콜레스테롤은 체질량지수와 연관성이 있었다. 하지만 여자는 저체중군에서 알부민만 유의한 감소를 보였을 뿐 나머지 생화학 영양지표들과의 통계적 유의성은 없었다. 이에 대해 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

References

- 1) Ekvall SW, Ekvall VK, Walberg-Wolfe J, Nehring W. Nutritional Assessment-All levels and age. In: Ekvall SW, Ekvall VK, editors. Pediatric nutrition in chronic diseases and developmental disorders. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 2005:35-62.
- 2) Sitges-Serra A, Franch-Arcas G. Nutrition assessment. In: Payne-James J, Grimble GK, Silk DA, editors. Artificial nutrition support in clinical practice. 2nd ed. London: Greenwich Medical Media Limited, 2001:165-76.
- 3) Bear MT, Harris AB. Pediatric nutrition assessment: identifying children at risk. J Am diet Assoc 1997;97(10 Suppl 2): 107S-15S.
- 4) Rashidian F, Emminger W, Huber WD, Barris-Riedl M, Fritsch M, Reithofer E, et al. Malnutrition in hospitalized children aged 3-18 years. Ernahrungsmed 2007;9:13-7.
- 5) Ohls RK, Christensen RD. Development of the hematopoietic system. In : Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB, Glader B, editors. Nelson Textbook of Pediatrics. 17th ed. Philadelphia : Saunders Co, 2004:1599-606.
- 6) Nicholson JF, Pesce MA. Reference ranges for laboratory tests and procedures. In: Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB, Glader B, editors. Nelson Textbook of Pediatrics. 17th ed. Philadelphia: Saunders Co, 2004:2396-427.
- 7) Kiyu A, Teo B, Hardin S, Ong F. Nutritional status of children in rural Sarawak, Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1991;22:211-5.
- 8) Rojratsirikul C, Sangkhathat S, Patrapinyokul S. Application of subjective global assessment as a screening tool for malnutrition in pediatric surgical patients. J Med Assoc Thai 2004;87:939-46.
- 9) Ravasco P, Camilo ME, Gouveia-Oliveira A, Adam S, Brum G. A critical approach to nutritional assessment in critically ill patients. Clin Nutr 2002;21:73-7.
- 10) Lee DG, Rho YI, Moon KR. Assessment of nutritional status in hospitalized pediatric patients. Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr 2001;4:83-91.
- 11) Kim EM, Rha MY, Cho YY. The clinical result according to nutrition state in hospitalized children. Program and Abstract, the 6th Annual Meeting of the Korean Society for Parenteral and Enteral Nutrition; 2007 Aug 31; Seoul. Seoul: The Korean Society for Parenteral and Enteral Nutrition 2007:147.
- 12) Korea Center for Disease Control and Prevention, The Korean Pediatric Society, The Committee for the Development of Growth Standard for Korean Children and Adolescents. 2007 Korean children and adolescents growth standard (commentary for the development of 2007 growth chart). Seoul: Division of Chronic Disease Surveillance, 2007:24-7.

- 13) Saito H, Nomura K, Hotta M, Takano K. Malnutrition induces dissociated changes in lymphocyte count and subset proportion in patients with anorexia nervosa. *Int J Eat Disord* 2007;40:575-9.
- 14) Kuzuya M, Kanda S, Koike T, Suzuki Y, Iguchi A. Lack of correlation between total lymphocyte count and nutritional status in the elderly. *Clin Nutr* 2005;24:427-32.
- 15) Hong JI, Choi YS, Kim JA, Kim SH, Jung HH. Association between metabolic syndrome and hematologic parameters. *Korean J Health Promot Dis Prev* 2005;5:90-6.
- 16) Yoon WS, Lee MS, Yu BC, Lee YH. Association between white and red blood cell counts in peripheral blood and metabolic syndrome. *Korean J Obes* 2007;16:154-61.
- 17) Aoki I, Taniyama M, Toyama K, Homori M, Ishikawa K. Stimulatory effects of human insulin on erythroid progenitors (CFU-E and BFU-E) in human DC34+ separated bone marrow cells and the relationship between insulin and erythropoietin. *Stem Cells* 1994;12:329-38.
- 18) Bersch N, Groopman JE, Golde DW. Natural and synthetic insulin stimulates the growth of human erythroid progenitors in vitro. *J Clin Endocrinol Metab* 1982;55:1209-11.
- 19) Facchini FS, Carantoni M, Jeppesen J, Reaven GM. Hematocrit and hemoglobin are independently relate to insulin resistance and compensatory hyperinsulinemia in healthy, non-obese men and women. *Metabolism* 1998;47:831-5.
- 20) Brun JF, Aloulou I, Varlet-Marie E. Hemorheological aspects of the metabolic syndrome: markers of insulin resistance, obesity or hyperinsulinemia? *Clin Hemorheol Microcirc* 2004;30:203-9.
- 21) Tateishi N, Suzuki Y, Shirai M, Cicha I, Maeda N. Reduced oxygen release from erythrocytes by the acceleration-induced flow shift, observed in an oxygen-permeable narrow tube. *J Biomech* 2002;35:1241-51.
- 22) Bishop JJ, Nance PR, Popel AS, Intaglietta M, Johnson PC. Effect of erythrocyte aggregation on velocity profiles in venules. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2001;280:H222-36.
- 23) Lee GE, Park HS. Relationship between white blood cell counts and the metabolic syndrome. *Korean J Obes* 2004;13:179-86.
- 24) Hwang ST, Kim BS, Hwang SJ, Suh JY, Kim BJ, Lee WY, et al. Associations between white blood cell count and features of the metabolic syndrome. *Korean Circ J* 2004;34:280-7.
- 25) Nakanishi N, Suzuki K, Tataru K. White blood cell count and clustered features of metabolic syndrome in japanese male office workers. *Occup Med(Lond)* 2002;52:213-8.
- 26) Wang YY, Lin SY, Liu PH, Cheung BM, Lai WA. Association between hematological parameters and metabolic syndrome components in a Chinese population. *J Diabetes Complications* 2004;18:322-7.
- 27) Fernandez-Real JM, Ricart W. Insulin resistance and inflammation in a evolutionary perspective: the contribution of cytokine genotype/phenotype to thriftiness. *Diabetologia* 1999;42:1367-74.
- 28) Pickup JC, Crook MA. Is type II diabetes of the innate immune system? *Diabetologia* 1998;41:1241-8.
- 29) Kim JA, Kim SM, Choi YS, Yoon D. White blood cell count is higher in women with metabolic syndrome: National health and nutrition examination survey of Korea. *Korean J Obes* 2005;14:228-34.