

소아의 영양 평가 - 소아 신체계측과 생화학적 지표의 특성을 중심으로

울산대학교 의과대학 강릉아산병원 소아청소년과학교실

박 기 영

The Nutritional Assessment in Children - Understanding of Anthropometric Assessment and Biochemical Indexes in Children

Kie Young Park, M.D.

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

Nutritional assessment is based on anthropometric, clinical, dietary and biochemical data. There is a lack of studies about the propriety of biochemical indexes for the nutritional assessment in children despite biochemical data in pediatric population are different from them in adult's in many respects. Serum albumin is useful index to evaluate the severity of malnutrition. Hemoglobin and hematocrit tend to decrease in malnutrition on account of defect of iron metabolism and to increase in metabolic syndrome on account of enhancement of erythropoiesis. But, unlike adult, total lymphocyte count is not so useful biochemical indexes in children. We should consider pediatric characteristic when interpret biochemical indexes for nutritional assessment in children, and nutritional status in children should be assessed comprehensively with anthropometric, clinical, dietary and biochemical data. [Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr 2009; 12(Suppl 1): 6~11]

Key Words: Nutritional assessment, Nutrition Indexes, Child, Malnutrition, Total lymphocyte count

서 론

영양 상태는 신체 계측, 임상적 평가, 식이 평가와 생화학적 영양지표들에 기초하여 종합적으로 평가한다¹⁻⁴⁾.

접수 : 2009년 10월 31일, 승인 : 2009년 11월 6일
책임저자 : 박기영, 210-711, 강원도 강릉시 사천면 방동리 415
강릉아산병원 소아청소년과
Tel: 033-610-3179, Fax: 033-641-8148
E-mail: drped@naver.com

하지만 소아는 성장이나 사춘기 단계에 따른 체형, 체지방을 등의 급격한 변화로 체질량지수나 표준체중 등과 같은 신체 계측치를 성인에서처럼 절대값으로 일률적으로 적용할 수가 없다. 또 조혈계를 비롯한 여러 생화학적 지표가 나이와 성별에 따라 큰 변화^{5,6)}를 보이므로 총 림프구수, 혈색소, 적혈구용적, 혈청 총콜레스테롤, 혈청 알부민과 같은 지표들이 성인에서와 같이 영양지표로서 충분한 가치가 있는지에 대해 의문이 있지만 이를 명확히 규명해줄 만한 연구들이 부족하다. 소

아의 영양 평가에 있어 생화학적 영양지표의 특성을 이해함으로써 임상에서 접하는 단백질 칼로리 영양실조나 비만 환자의 임상 평가에서 뿐만 아니라, 집단 선별 검사나 연구 활동 등에서 생화학적 영양지표의 의미가 확대 해석 되거나 부적절하게 인용되지 않아야 한다. 생화학적 지표가 소아의 영양 지표로서 신뢰를 가지기 위해서는 소아의 생화학적 지표의 특성에 대한 올바른 이해가 있어야 한다는 점이 중요하다고 하겠다.

소아의 영양 평가

영양 평가에는 신체 계측에 의한 평가, 임상 평가, 식이 섭취 조사, 생화학적 영양지표검사 등이 주로 이용되며 여기에서 얻어진 자료를 종합적으로 해석하여 영양 상태를 판정한다.

1. 신체 계측에 의한 평가

1) 머리둘레: 2세 이하에서는 뇌의 발달을 반영하는 유용한 신체 계측지수이다. 발달장애 아동은 6세까지는 측정하는 것이 좋다. 테프론과 같은 늘어나지 않는 유연한 재질의 줄자로 이마의 가장 튀어나온 부위(전두결절)와 뒤로 가장 돌출된 부위(후두결절)를 최단 거리로 연결하는 가장 큰 머리둘레를 2회 이상, 1 mm 단위로 측정한다.

2) 피부 주름두께 및 상완둘레: 나이와 성별에 따라 다소 차이가 있지만 체지방의 약 50% 정도는 피하지방이므로 피부 주름두께 측정은 체지방량을 반영하는 간편한 방법으로 비만을 감별하는데 신뢰성이 있다. 또한 식이의 변화에 민감하여 비만이나 영양실조의 추적에 유용하다¹⁾.

삼두박근과 견갑골 하부의 피부 두께를 주로 측정하며, 이 둘의 합을 이용하기도 한다. 또한 삼두박근, 견갑골 하부, 뺨, 이두박근, 장골상부, 허벅지, 겨드랑이 중간, 배꼽주위, 종아리 중간 등에서 측정한 피부두께를 모두 합한 수치를 이용하기도 한다. 캘리퍼를 사용하여 최대 0.2 mm 단위로 3회 측정된 평균값을 이용하는데, 각 측정마다 3초 이상의 간격을 두어야 한다.

6~12세까지는 삼두박근의 피부 두께가, 12~18세까지는 견갑골 하부의 피부 두께가 큰 폭의 변화를 보여 더 유용하게 이용된다. 피부두께를 나이, 성별에 비

교하여 5백분위수 미만이면 영양결핍, 5~15백분위수 미만이면 영양결핍 위험군, 85백분위수 이상이면 비만 위험군, 95백분위수 이상이면 비만으로 간주한다.

근육의 둘레는 줄자로 1 mm 단위로 2회 측정 하여 평균값으로 한다. 각 측정마다 3초 이상의 간격을 두어야 한다. 체내 단백질의 약 75%가 골격근이기 때문에 골격근의 양은 체내 단백질량을 잘 반영한다.

상완위 근육둘레(mid-arm muscle circumference, MAMC)는 상완둘레(mid-arm circumference, MAC)에 0.314×삼두박근 피부두께(TSF (mm))를 뺀 값으로 나이별, 성별에 대한 기준치보다 120% 이상이면 비만, 90% 미만은 저영양증, 60% 미만은 영양결핍이다. 상완 근육넓이(mid-arm muscle area, MAMA or AMA)는 아래의 공식으로 구한다.

$$MAMA (cm^2) = [(MAC (cm) - (0.314 \times TSF (mm)))^2] / (4 \times 3.14)$$

3) 표준체중(Ideal body weight, IBW)과 표준체중 백분율(% IBW): 표준체중백분율은 비만과 저체중의 평가에 쓰이는데, 특히 저체중 정도를 평가하는데 유용하며 (실측 체중/신장에 대한 표준체중)×100 (%)로 정의한다. 90~109%를 정상, 110~119%를 과체중, 120% 이상을 비만이라고 정의하며, 80~89%를 경도 저체중, 70~79%를 중등도 저체중, 69% 이하를 심한 저체중으로 분류한다. 표준체중은 영유아를 비롯하여 소아의 경우는 표준성장도표를 이용하여 성별, 연령별, 신장별 50백분위수 체중을 표준체중으로 한다. 성인의 경우는 신장에 따라 다음과 같은 공식을 사용한다¹⁾.

신장 160 cm 초과: IBW(kg)=(신장(cm)-100)×0.9

신장 150~160 cm: IBW(kg)=((신장(cm)-150)/2)+50

신장 150 cm 미만: IBW(kg)=(신장(cm)-100)×1.0

4) 비만도: 비만도는 비만의 평가에 이용되며 ((실측 체중-신장에 대한 표준체중)/신장에 대한 표준체중)×100(%)로 정의한다. 10~20%를 과체중, 20~30%면 경도비만, 30~50%면 중등도비만, 50% 이상이면 고도비만으로 정의한다.

5) 체질량지수(Body Mass Index, BMI): 체질량지수는 체지방량과 유의한 상관관계가 있어 주로 신체 균형의 평가와 과체중의 판별 및 비만 정도의 평가에 널리 쓰이며 저체중 정도의 평가에는 흔히 사용되지 않는다⁷⁾. 키와 몸무게의 성장 양상이 다르면 체질량지수의

양상도 다르기 때문에 인종과 성별에 따라 차이가 있다. 또한 영유아에서는 적합하지 않아서 일반적으로 2세 이상에서 사용된다. 저체중군내에서 정도의 평가에는 앞서 언급한 표준체중백분율이 더 널리 사용된다. 성인과는 달리 소아는 성장을 하면서 체질량지수가 급격히 변하므로 그 절대값은 의미가 없어서 성별, 나이별 백분위수를 사용하여야 한다. 2세에서 18세까지의 소아를 대상으로 작성된 '체질량지수의 성장도표'에서 성별, 나이별로 얻어진 체질량지수 백분위수가 85백분위수 이상이면 과체중, 95백분위수 이상이면 비만으로 정의한다. 하지만 저체중 기준에 대해서는 명확하게 규정된 바가 없지만, 2005년 질병관리본부에서 시행한 '한국 여학생들의 저체중, 과체중, 비만 판정을 위한 체질량지수 기준치'에서 체질량지수를 비만도에 적용하여 초등학교 여학생의 경우 비만 11.5%, 과체중 11.5%, 저체중 14.0%로, 중학교 여학생의 경우 비만 8.8%, 과체중 12.7%, 저체중 10.3%로, 고등학교 여학생의 경우 비만 9%, 과체중 13.1%, 저체중 12.1%에 해당한다고 발표하였다. 성인의 경우는 국제비만전문위원회(International Obesity Task Force, IOTF)에서 정한 아시아 성인 권고기준인 저체중 18.5, 과체중 23.0, 비만 25.0을 기준으로 삼는다.

6) 생체전기저항 측정법: 생체전기저항 측정법 체내의 총 수분과 지방의 양을 반영한다. 전기가 통하는 수분과 전해질의 양을 측정하기 때문에 엄밀하게 말하면 지방 질량 보다는 제지방 질량(lean body mass, LBM)을 반영한다. 체지방율이 12~30% 정도가 정상이지만 인종, 개인, 성별, 연령에 따라 큰 차이를 보여 소아의 비만측정에서는 제한된다.

2. 임상 영양 평가

성장에 영향을 줄 수 있는 과거 및 현재 병력과 출생력, 성장력, 형제나 부모의 성장을 포함한 가족력, 약물 복용력, 섭식곤란 여부, 성장 및 발달 등에 대해 조사한다.

심한 영양결핍으로 야기되는 발달장애, 부종, 만성 설사와 같은 신체 증상이 있는지 조사한다. 또한 감염, 탈수, 신기능장애, 간기능장애, 호르몬 이상, 유전 질환, 종양과 같은 급만성 질환 또는 소모성 질환의 여부를 파악하여야 하고 이런 질환이 생화학적 영양지표에 영

향을 줄 것인지 고려해야 한다.

3. 식이 섭취 조사

전향적으로 3일에서 일주일 정도 식사일기를 작성하거나, 후향적으로 상담 24시간 전의 식사를 기록을 하는 24시간 회상법, 문진표를 이용한 식품 섭취 빈도 조사법 등으로 음식의 질과 양을 평가한다. 이외에도 음식에 대한 과거력이나 음식 알레르기, 식사법등에 대한 조사와 식사에 대한 가족력이 필요한 경우도 있다.

4. 생화학적 영양지표 평가

1) **혈청 단백질:** 혈청 단백질은 체내의 단백질 대사 상태를 반영하는 지표로서 특히 단백질 칼로리 영양실조 정도의 평가에 유용하여 널리 사용된다. 자주 이용되는 혈청 단백질로는 알부민, 프리알부민, 레티놀결합 단백질, 트랜스페린 등이 있다.

혈청 알부민은 임상적으로 증가하는 경우는 드문 반면 영양결핍 정도에 잘 비례하여 감소하기 때문에 유용한 영양결핍 지표로 활용도가 높다. 화상, 출혈, 신증후군과 같은 손실이나 간경변과 같은 합성 장애만 없다면 지표로서의 신뢰도는 높다고 하겠다. 검사가 저렴하고 보편화되어 있다는 점도 장점이다. 하지만 혈청 알부민은 반감기가 3주로 비록 글로불린보다는 짧지만 반감기가 12시간인 레티놀결합단백, 3일인 프리알부민, 10일인 트랜스페린보다는 길어서 단기간의 급성 단백질 칼로리 영양실조 변화나 회복을 반영하는 데는 상대적으로 부적절하다. 극소 저체중 출생아에서는 알부민이나 다른 혈청 단백질보다 프리알부민과 레티놀결합단백이 영양 상태를 더 잘 반영하며 영양 회복 여부도 더 빨리 반영한다⁸⁾. 각 혈청 단백질의 반감기와 영양결핍 정도의 기준값은 Table 1과 같다.

2) **트랜스페린과 총철결합능(Total iron binding capacity, TIBC):** 트랜스페린은 철분과 결합하는 당단백으로 트랜스페린의 1/3정도가 철과 결합한 형태로 2/3가 불포화 상태로 존재한다. 이 철을 포화시킬 수 있는 불포화 상태의 트랜스페린과 트랜스페린에 포화된 혈청 철을 합친 개념이 총철결합능이다. 영양결핍이 있으면 간의 트랜스페린의 합성저하로 인해 총철결합능은 감소하는데 250 μ g/dL 이하면 영양결핍을 의심한다. 악성 종양, 감염과 같은 급만성 질환과 신증후군에

Table 1. Biochemical Nutrition Indexes in Nutrition Assessment of Malnutrition

	Half life (days)	Normal	Malnutritional value		
			Severe	Moderate	Mild
Serum albumin (g/dL)	21	3.5~5.5	<2.1	2.1~3.0	3.0~3.5
Serum prealbumin (mg/dL)	3	19~43	<5	5~10	10~17
Transferrin (mg/dL)	10	200~400	<100	100~150	150~175
Total iron binding capacity (μ g/dL)		\geq 250	<152	152~182	182~250
Retinol-binding protein (mg/dL)	0.5	2.6~7.6	-	-	-
Thyroxine-binding protein (mg/dL)	2	15.7~29.6	-	-	-
Creatinine-height index (% of standard)		>90	<60	60~80	81~90
Total lymphocyte count (/mm ³)			<800	800~1,199	1,200~1,500

서도 총철결합능은 감소하기 때문에 영양지표로서의 가치는 낮은 편이다. 특히 철분결핍을 동반한 영양결핍 시에는 철결핍성 빈혈의 영향으로 총철결합능은 오히려 증가할 수 있어 판독에 주의를 요한다. 트란스페린도 총철결합능과 마찬가지로 철결핍성 빈혈에는 증가되고, 신증후군, 간경변에서는 감소 소견을 보인다. 성별에 다른 차이가 없고 2세 이후에는 나이에 따른 변동이 작다는 장점이 있다.

총철결합능을 아래의 공식에 대입하여도 트란스페린 값을 얻을 수 있다.

$$\text{Calculated transferrin} = (0.68 \times \text{TIBC}) + 21$$

3) 크레아티닌: 크레아티닌은 골격근에서 APT생성에 관여하는 creatine phosphate의 대사물질로 신장의 사구체에서 거의 대부분 여과되어 재흡수가 되지 않기 때문에 24시간 소변의 크레아티닌은 골격근의 양을 잘 반영한다. 하지만 영유아에서는 24시간 소변 채취가 쉽지 않고 신생아의 크레아티닌 청소율은 성인의 25% 정도이며 2세경에야 70~80% 정도로 미숙하다. 이러한 영유아의 미숙한 신장 기능은 탈수나 케톤산증 등의 외적 환경으로 인해 크레아티닌 배설을 쉽게 불안정하게 한다는 점을 고려하여야 한다. 또한 영유아기에는 절대적, 상대적 측면에서 골격근의 양이 적어서 소변의 크레아티닌의 신뢰도가 더욱 떨어진다. 이외에도 갑상선 질환이나 근이영양증에서는 크레아티닌의 배설이 감소하고, 신장질환에서는 세뇨관에서 크레아티닌이 배설되므로 요중 배설량이 증가한다. 골격근의 발달이 성인과 비슷해지는 후기 청소년기에는 영유아기 보다 임상적 가치가 있다고 하겠으나, 이 또한 골격근의 발달 정도에 절대적 영향을 주는 사춘기 발달 단계를

같이 고려해야 한다.

24시간 소변의 크레아티닌의 양은 체격에 따라 달라질 수 있기에 같은 키의 정상인의 크레아티닌으로 나눈 크레아티닌 신장 지표(creatinine height index, CHI)로 표준화하여 체내 골격근의 양을 평가하는데 사용한다.

$$\text{CHI} = [(\text{measured urinary creatinine}) / (\text{ideal urinary creatinine})] \times 100$$

$$\text{Ideal urinary creatinine} = 23 \text{ mg} \times \text{IBW (in male)} = 18 \text{ mg} \times \text{IBW (in female)}$$

60~80%: 중등도 감소, <60%: 심한 감소

4) 면역기능 평가

(1) 총림프구수(total lymphocyte count, TLC); 총림프구수는 성인에서는 영양불량 정도의 평가에 널리 사용되는 대표적 면역기능 평가이다. 영양결핍에서 TLC가 감소하는 것은 명확하게 밝혀지지 않았지만 혈중 아연의 결핍으로 T 세포 매개 면역계가 약화되고, 흉선의 임파 관련 조직이 위축되기 때문이라는 일설⁹⁾이 있다. TLC는 다음과 같은 방법으로 구하여, 1,200~1,500/mm³은 경도 영양불량, 1,199~800/mm³은 중등도 영양불량, 800/mm³ 미만은 심한 영양불량으로 간주한다.

$$\text{TLC} = (\% \text{lymphocyte} \times \text{WBC}) / 100$$

하지만 소아를 대상으로 한 몇몇 연구^{10,11)}에서는 TLC가 정상군과 영양결핍군 간에 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이는 소아에서는 TLC가 영양 상태 외에도 조혈계의 발달의 영향을 더 크게 받기 때문이라고 생각된다. TLC가 영양 상태 외에 조혈 능력에 많은 영향을 받는다는 사실은 노인을 대상으로 한 TLC의 영양 지표로서의 유용성에 관한 연구¹²⁾에서도 짐작할 수 있

는데 노인에서는 조혈 기능이 감소되어 있어서 TLC가 노인에게서는 영양지표로 유용하지 않다고 하였다.

(2) **지연형 피부반응**; 세포 매개 면역반응으로 streptokinase, streptodornase, Candida, Trichopyton과 purified protein derivative of tuberculin 등을 피내 주사하여 약 72시간 뒤 경결이 5×5 mm 이상이면 양성 반응으로 판독한다. 영양 장애로 인한 세포 매개 면역반응의 손상이 있으면 음성 반응을 보이는데 이럴 경우 패혈증 발병률이나 사망률이 증가한다. 영양결핍 외에도 심한 외상, 항암치료, 면역억제제의 사용, 바이러스(홍역, 볼거리, 수두, 인플루엔자) 감염, 어린 나이 등의 경우에도 음성 반응이 나타날 수 있어 감별을 요한다.

5) **적혈구 지수**: 영양결핍 시 혈액소 합성에 관련된 단백질, 철 대사에 관여하는 단백질 및 철분의 결핍으로 인해 혈액소와 적혈구용적의 감소가 발생한다. 하지만 철결핍이 상당히 진행되어 있더라도 혈액소는 별 영향을 받지 않다가 체내의 저장철이 고갈된 이후에 비로소 평균 혈구용적(MCV)과 평균 혈구혈색소(MCH)가 감소하면서 혈액소가 감소하기 때문에 철결핍을 반영하는 지표로서의 가치는 한계가 있다.

반면 비만에서 혈액소는 증가하는데 이는 대사증후군에서 증가된 인슐린의 영향 때문이다. 비만에서 혈액소와 적혈구용적이 유의한 증가를 보이는데 반해 MCV와 MCH는 증가하지 않는데, 이는 혈액소와 적혈구용적 증가가 철 대사의 개선에 의한 것이 아니라 적혈구 조혈기능의 증강에 따른 적혈구 수의 증가에 기인한다는 것을 보여 준다^{11,13,14}. 대사증후군에서 조혈작용의 증강에는 인슐린이 관여하는데, 증가된 혈중 인슐린은 적혈구 생성 세포의 증식을 직접 촉진시키고¹⁵, 골수와 순환 적혈구 전구체의 성장을 촉진^{16,17}시키기 때문에 생각된다. 또한 인슐린 저항성으로 증가된 혈류의 점성은 적혈구 경직성을 증가시켜 혈류의 유동성을 방해함으로써 말초 조직으로의 적혈구의 산소운반 능력을 떨어뜨리게 되는데¹⁸, 이 또한 적혈구 생성을 보상적으로 촉진시키는 원인으로 작용¹⁹⁻²⁴한다.

앞서 언급한 바와 같이 적혈구의 조혈능력을 나타내는 혈액소나 적혈구 용적은 저체중군에서는 철분의 결핍으로 인한 감소를 보인 반면 비만군에서는 대사증후군의 영향으로 오히려 증가한다. 따라서 적혈구 지표를 영양결핍환자의 영양 평가에 이용함에 있어 비영양결

핍환자의 적혈구 지표와 비교한다면 비만군이 포함되므로 오류가 생길 수 있다. 따라서 비만군을 제외한 정상체중군의 적혈구 지표와 비교하여야 한다.

6) **Cholesterol**: 혈청 총콜레스테롤은 출생 시에 60~80 mg/dL, 유아기에는 100~150 mg/dL로 나이에 따른 변화가 있으며, 봄여름에는 높고 가을겨울철에는 낮은 계절별 차이, 채혈 시 금식기간, 성별, 부신피질호르몬, 경구피임약 등의 약물 복용여부, 간 합성기능, 유전적 소인 등에 따라 영양 상태와 상관없이 큰 영향을 받을 수 있다. 혈청 총콜레스테롤은 비만을 반영하는 주된 생화학적 영양지표이지만, 150 mg/dL 이하면 영양불량 위험으로 간주한다. 소아의 고콜레스테롤혈증의 기준점은 200 mg/dL이지만 혈청 총콜레스테롤의 증가보다 HDL 콜레스테롤의 감소(40 mg/dL 미만), 중성지방의 증가(110 mg/dL 초과)가 대사증후군으로의 진행 위험 인자로써 더 의미가 크다.

결 론

소아의 영양 평가로 신체 계측치나 생화학적 영양지표를 적용하기 위해서는 소아의 특수성과 그 특수성이 각 지표들에 어떠한 영향을 줄 수 있는지에 대해 잘 이해하고 있어야 한다. 그러기 위해서는 신체 계측치나 생화학적 영양지표 각각의 정의, 임상적 의미와 진단적 가치를 이해하는 것이 필요하다. 또한 각각의 지표들에 지나친 진단적 가치를 두기보다는 성장곡선을 이용한 성장력을 바탕으로 하여 신체 계측, 임상적 평가, 식이 평가와 생화학적 영양지표 등을 올바르게 적용하여 포괄적으로 접근하는 자세가 필요하다고 하겠다.

참 고 문 헌

- 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) Barlow SE, Dietz WH. Obesity evaluation and treatment: expert committee recommendations. *Pediatrics* 1998;102: 1-11.
 - 8) Cardoso LE, Falcao MC. Nutritional assessment of very low birth weight infants: relationships between anthropometric and biochemical parameters. *Nutr Hosp* 2007; 22:322-9.
 - 9) 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.
 - 10) Secker DJ, Jeejeebhoy KN. Subjective Global Nutritional Assessment for children. *Am J Clin Nutr* 2007;85:1083-9.
 - 11) Kim JK, Jin HS, Han MK, Kim BS, Cha CH, Park KY. The effectiveness of biochemical indexes for nutrition state evaluation of children. *Korean J Pediatr*. In press 2009;52:167-75.
 - 12) 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.
 - 13) 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.
 - 14) 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.
 - 15) 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.
 - 16) 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.
 - 17) 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. *Metaboism* 1998;47: 831-5.
 - 18) 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.
 - 19) 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.
 - 20) 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.
 - 21) Lee GE, Park HS. Relationship between white blood cell counts and the metabolic syndrome. *Korean J Obes*. 2004;13:179-86.
 - 22) 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.
 - 23) 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.
 - 24) 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.