

정상식을 섭취하는 여대생들의 질소 섭취 및 배설에 관한 연구

김 주 연 · 백 영 희

숙명여자대학교 식품영양학과

A Study on Nitrogen Intake and Excretion in Young Korean Adult Women on Normal Diet

Ju Yeon Kim · Hee Young Paik

Department of Food & Nutrition, Graduate School, Sookmyung Women's University

=ABSTRACT=

A study was conducted to measure nitrogen intake and excretion in young Korean women on their normal diet and leading normal activity level.

Dietary survey by food record, fecal and urinary samples were collected for 3 days in 19 healthy female college students in Korea. On one of the 3 days, duplicate of one-day diet was collected from each subject.

Mean daily intakes of energy and protein were calculated from food record. Duplicate diet samples and pooled fecal samples were analyzed for N content. Pooled urine samples were analyzed for total N, urea N, and creatinine content.

Apparent N absorption, apparent N balance and urea N/creatinine N were calculated to evaluate protein nutritional status.

The results obtained are summarized as following:

1) According to food record, mean daily intakes of energy, protein, carbohydrate and fat were 1535.2 ± 53.78 Kcal, 55.95 ± 2.97 g (total nitrogen 8.95 ± 0.45 g), 254.13 ± 10.31 g and 39.24 ± 2.76 g, providing 14.6%, 66.2%, 19.2% of total energy respectively.

2) Nitrogen intake by chemical analysis was 7.16 ± 0.31 g/day (protein 44.75 ± 1.94 g/day) providing 82.39 ± 4.58 % of nitrogen intake by food record. The difference of total nitrogen intake between food record and chemical analysis in diets was significant ($p < 0.05$).

3) Mean daily fecal nitrogen excretion was 1.38 ± 0.10 g and then mean apparent digestibility of protein was 80.53 ± 5.21 %.

4) Mean daily urinary nitrogen excretion, urea N excretion and creatinine excretion were

6.03±0.30g, 4.52±0.22g, and 0.88±0.04g respectively. Urinary urea nitrogen was 75.2 ± 1.38% of total urinary nitrogen excretion and urinary nitrogen was 85.4±3.56% of total nitrogen intake by chemical analysis.

5) Mean urea N/creatinine N ratio was 14.01±0.77.

6) Mean nitrogen balance was -0.244±0.33g/day.

From the above results, it is concluded that the subjects in this study seem to be in marginal protein nutritional status and therefore should increase dietary protein intake.

서 론

단백질은 인체내에서 체조직을 구성하고 유지하며 신체기능을 조절하고 성장과 건강유지에 필수적인 에너지 공급원으로, 단백질의 기본구성물질인 질소는 생체내에서 합성되지 않으므로 매일 매일의 식사를 통하여 반드시 공급되어야 한다¹⁻⁴⁾⁶⁾. 식품으로 섭취된 단백질은 장내에서 소화흡수되며 흡수되고 남은 단백질은 변으로 배설된다. 소화흡수된 단백질은 체내 대사과정을 거쳐 뇨소, 뇨산, creatinine 등 질소화합물로 소변으로 배설된다. 이러한 소변과 대변을 통한 배설이 체내 질소배설의 주요 경로이며 그외에 땀, 손톱, 머리등으로도 배설되나 양적으로 많지않다. 인체는 단백질 섭취량이 어느 범위내에서 변화할때 배설량을 섭취량에 맞추어 질소평형을 유지하나, 섭취량이 너무 적으면 배설량이 섭취량보다 많아져서 음의 평형(negative balance)에 이르고 이런 상태가 지속되면 단백질 부족상태가 된다. 단백질의 영양상태를 평가할 수 있는 방법에는 식이섭취량조사, 질소평형측정, 혈청아미노산 검사, 혈청 단백질 검사, 소변중 질소화합물 배설량등을 이용한 방법들이 많이 사용된다⁶⁾⁷⁾. 이중 식이섭취량 조사는 가장 많이 쓰이나 그 정확성이 항상 문제가 되므로⁸⁾, 이에 전적으로 의지하기보다는 다른 생화학적 검사들과 병행함이 바람직하다. 소변의 질소화합물중 양적으로 가장 많은 것은 요소로서 그 배설량은 섭취단백질의 양에 따라 좌우되어 단백질 섭취량이 증가하면 뇨소의 배설이 증가하며,

단백질 섭취량이 감소하면 전체 소변 질소 배설량의 감소와 함께 뇨소의 배설량은 감소한다⁹⁾. 이에 반해 소변중 creatinine 배설량은 lean body mass와 관계가 있어 한 개인에 있어서 거의 일정하며¹⁰⁾ 단백질 섭취량에 의해 크게 좌우되지 않는 것으로 알려져 있다. 따라서 creatinine-height index는 장기적인 단백질 영양상태를 나타내는 지표로 사용되며⁷⁾, Simmons 등(1972년)은 단백질 영양상태 평가방법으로 뇨중으로 배설되는 뇨소의 양과 creatinine의 양을 비교하는 것이 적합하다고 제안하였다¹¹⁾.

우리나라 사람들의 단백질 섭취상태에 대한 연구는 주로 식이섭취량에 대한 조사가 많은데 1984년 보건사회부의 국민영양조사보고¹²⁾에 의하면 1일 단백질 섭취량이 평균 69.3g이었다. 총 단백질 섭취량중 동물성 단백질의 비율은 37.8%로 이는 1976년의 20.2%에 비하여 현저히 증가하였으며 따라서 지난 10여년간 우리식사에서 단백질 급원의 변화가 뚜렷한 것으로 보인다. 이등¹³⁾의 대학생 영양실태조사에서 보면 남학생인 경우 1일 단백질 섭취량이 91g, 여학생은 77g으로, 각기 동 연령층에 대한 한국인 권장량의 114%, 110%로 나타나 양적으로 충분하며, 타조사¹⁴⁾¹⁵⁾와 비교하여 동물성 단백질이 차지하는 비율이 차츰 증가하고 있음을 알 수 있었다.

단백질 대사에 대한 연구는 임등¹⁶⁾이 건강한 성인여자에게 1일 체중 kg당 45kcal의 에너지를 섭취시키고 단백질 섭취수준을 달리하였을 때의 질소출납상태를 관찰하였으며, 왕등¹⁷⁾의 연구에서는 무단백식을 섭취시킨 여대생 3명에 있어서의 체

내 질소 배설량을 측정하여 여대생의 단백질 최저 요구량을 알아보았으며, 그외의 체질에 따르는 체내 단백질 대사에 관한 연구등¹⁸⁾이 있으나 식이섭취조사 이외에 우리나라 사람들의 단백질 영양상태에 대한 연구자료가 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 의견상 건강한 여대생 19명을 대상으로 평상시와 같은 식사와 활동을 하면서 단백질 섭취량 및 대변의 질소배설량과 소변으로 배설되는 총 질소 및 질소화합물의 양을 측정하여 단백질 섭취상태를 평가하였다. 단백질 섭취량은 3일간의 식이기록에 의한 단백질 섭취량을 계산한 것과 1일간 섭취한 식이를 수거하여 화학적 분석을 병행하였으며 소변과 대변중의 질소 배설량으로부터 단백질 섭취와 외전적 흡수율 및 질소평형을 구하였고, 소변중 질소화합물들을 이용한 평가를 이용하여 동 대상자들의 단백질상태에 대한 종합적인 평가를 하고자 하였다.

연구내용 및 방법

1) 실험대상 및 방법

본 연구는 서울시내에 거주하는 의견상 건강한 여대생 19명을 실험대상으로 하여 대상자들에게 본 연구의 목적과 내용을 설명한 뒤 자발적으로 참여하도록 하여, 1986년 5월 15일부터 5월 31일 사이에 조사를 실시하였다. 실험기간 동안 각 대상자는 평소의 활동과 식사를 유지하도록 하면서 연속 3일간 식이섭취기록(food record)을 통하여 식이섭취상태를 조사하였으며, 같은 기간동안 대변, 소변을 전량 수집하고 실험기간중 1일을 택하여 섭취한 식이와 동량의 식이를 수거하여 아래와 같이 질소성분을 분석하였다.

2) 연구내용

(1) 식이섭취기록 :

연 3일간의 식이섭취기록(food record)에서는 3일동안 섭취한 전 음식의 종류와 분량 및 재료

명을 아침·점심·저녁 그리고 매 끼니사이의 간식으로 나누어서 조사하였다. 각 대상자들에게 분량에 관한 사전교육을 실시하여 정확하고 상세하게 기록하도록 하였으며, 식이섭취기록결과는 각 음식을 조리하기 전 식품의 실중량으로 환산하여 식품분석표¹⁹⁾²⁰⁾에 의하여 1일 평균 열량, 단백질, 탄수화물 및 지방 섭취량과 동물성 및 식물성 단백질 섭취량을 계산하였다.

(2) 식이의 화학적 분석 :

식이섭취를 기록한 3일 중 1일을 택하여 하루 동안 섭취한 식이와 동량의 식이를 수거하여 Mixer에 전량을 넣고 갈아 총 중량을 재고 그 일부를 취하여 냉동 보관하였다가 Macro-Kjeldahl 법에 의하여 총 질소량을 분석하였다²¹⁾²²⁾²³⁾.

(3) 소 변 :

본 실험에 사용한 소변의 시료는 식이섭취기록한 연 3일간의 소변을 수거하여 총 질소와 요소질소, creatinine의 함량을 분석하였다.

소변은 toluene 약 1ml가 들어있는 용량 2ℓ plastic 채뇨용기에 대상자 별로 24시간을 단위로 수집하였다. 채뇨용기는 소변수집시 이외에는 항상 냉장고에 보관하였다. 수집한 3일간의 소변은 실온(15~20℃)에서 약 1시간 방치한 후, mass cylinder로 총량을 측정하고 다음 잘 섞어서 일부를 취하여 냉동 보관하였다가 Macro-Kjeldahl 법에 의하여 총 질소량을 분석하였다²¹⁾²²⁾²³⁾. 소변 중의 요소질소의 정량은 Oxime 법에 의한 정량 kit(영동시약, urea-kit), creatinine량은 Jaffe-modified 측정법²⁴⁾에 의한 정량 kit(영동시약, creatinine kit)를 사용하여 분석하였다.

(4) 대 변 :

식이섭취기록한 연 3일간의 대변을 용량 2kg 정도의 뚜껑 있는 plastic 채변용기 내에 넓이 60×60cm의 2중 vinyl막을 깔아서 수집하여 그 중량을 정확히 측정하고 다음, vinyl막 외부로부터 손으로 잘 주물러 혼합하여 균질화한 후 그 일부를

Table 1. Age, weight, height, BMR and BMI of subjects

	Age (years)	Weight (kg)	Height (cm)	BMR** (Kcal)	BMI* (kg/m ²)
Mean±S.E	20.7±0.26	52.15±1.30	161.38±1.19	1267.57±199.4	20.01±0.394
Range	20~24	43~57.5	151~172.5	1164~1489	17.15~23.33

$$*BMI = \frac{\text{Weight (kg)}}{(\text{Height (m)})^2}$$

**FAO/WHO, "Energy requirements and Protein requirements", WHO Tech. Rep. Ser., No. 724(1985), pp 178

취하여 냉동 보관하였다가 Macro-Kjeldahl법에 의하여 총 질소량을 분석하였다²¹⁾²²⁾²³⁾.

3) 통계분석

모든 분석치는 최소한 2회 이상 측정하여 평균치와 표준오차로 나타내었으며, student's t-test와 상관분석에 의하여 유의성을 검정하였다²⁵⁾.

실험결과 및 고찰

1) 질소 섭취량

대상자들의 신체적 특징을 보면(Table 1참조), 평균 나이는 20.7±0.26세, 체중은 52.15±1.30kg, 신장은 161.38±1.19cm로 나타나 동일 연령층의 여성에 대한 국민영양조사보고서¹²⁾의 체위표준치(20세 여자 158cm, 52.0kg)와 비교할 때 신장은 높은 수준이었으며, 체중은 유사했다. 또한, FAO 한국협회에서 제정한 정상치(신장 160cm, 체중 52kg)¹⁹⁾와 비교해 볼 때 전체적으로 큰 차이는 없었다.

실험대상자들의 3일간 식이섭취기록에 의한 1일 평균 에너지, 단백질, 탄수화물 및 지방섭취량은 Table 2와 같다.

본 식이섭취기록(food record)의 결과에 의하면, 본 실험 대상자들의 1일 평균에너지섭취량은 1535.2±53.78kcal, 체중 kg당 29.75±1.25kcal를 섭취하였는데 이는 동연령에 대한 한국인 영양권장량 1일 2000kcal보다 23% 낮은 수준이었다¹⁹⁾. 단백질 섭취량은 1일 평균 55.95±2.79g이고, 이를 질소량으

Table 2. Mean daily nutrient intakes of the subjects

Energy (Kcal/day)		1535.20±53.78** (1182.87~1981.2)*
Protein (g/day)	Total	55.95± 2.79 (37.93~79.11)
	% of Total Calorie	14.6%
	Animal protein	22.69± 1.95 (8.91~33.86)
	% of Total protein	40.5%
	Vegetable protein	33.27± 1.38 (22.33~41.42)
	% of Total protein	59.5%
Carbohydrate (g/day)		254.13± 10.31 (194.4 ~358.93)
% of Total Calorie		66.2%
Fat (g/day)		39.24± 2.76 (20.37~64.07)
% of Total Calorie		19.2%
Fiber(g/day)		5.89± 0.79 (2.09~15.12)

*식이섭취기록에 의하여 3일간 식이섭취 조사한 것의 평균값.

**Mean±S.E.

로 환산하면 8.95±0.45g이었다. 이것을 다시 동물성, 식물성 단백질로 구분해 보면, 동물성 단백질은 22.69±1.95g, 식물성 단백질은 33.27±1.38g으로, 각각 섭취한 단백질의 40.5±2.11%, 59.5±2.08%을 차지

하고 있다. 이 단백질 섭취량은 동연령에 대한 한국인 영양권장량 65g보다 14% 낮은 수준이었다¹⁹⁾. 한편, 한국인의 일상식사에서 에너지원으로 중요한 비율을 차지하고 있는 탄수화물은 $254.13 \pm 10.31\text{g}$ 을 섭취하였으며, 지방은 $39.24 \pm 2.76\text{g}$ 을 섭취하였다. 따라서 전체 에너지에서 탄수화물은 66.2%, 단백질은 14.6%, 지방은 19.2%를 차지하고 있다. 이와같이 식이섭취기록에 나타난 본 실험 대상자들의 1일 평균 에너지와 단백질 섭취량은 중등활동을 하는 20-49세의 성인여성에 대한 한국인 영양권장량(에너지 2000kcal, 단백질 65g)보다 낮았다¹⁹⁾. **李 등**¹³⁾이 대학생들을 대상으로 실시한 영양소 섭취상태조사의 보고치와 비교할때에 열량, 단백질, 지방의 섭취량은 **李 등**의 보고치보다 낮았으며, 탄수화물, 단백질, 지방의 열량구성비율(66.2:14.6:19.2(%))은 **李 등**¹³⁾의 열량구성보고치(73:16:11(%))와 비교할 때 탄수화물의 비율은 낮고 지방의 비율이 높으며 단백질은 비슷하였다. 또한 1984년 보건사회부의 국민영양조사보고¹²⁾에

의하면 3대 영양소의 평균 열량구성비율이 탄수화물 74%, 단백질 14.6%, 지방 11.4%로 나타났으며, 탄수화물의 비율이 1976년 82.3%에서 1984년 73%로 감소하였는데 본 연구대상자들에 있어서는 66%로 더욱 감소하였다. 단백질의 경우에는 전체적으로 양적인 변화보다는 단백질급원의 변화가 크다. 즉, 동물성 단백질 비율이 1976년 20.2%에서 1984년에는 37.8%로 증가했으며, 본 연구대상자들에서는 40.5%로 더욱 높았다. 이와 같이 다른 보고서들과 본 연구의 집단과 비교해볼 때, 본 집단은 탄수화물 섭취비율이 낮고, 동물성 단백질 및 지방 섭취비율이 증가하여 과거의 보고들에 비하여 서구의 섭취형태에 가까워짐을 알 수 있다.

식이분석에 의한 질소 섭취량은 1일 평균 $7.16 \pm 0.31\text{g}$ 으로, 단백질로 환산하면 $44.75 \pm 1.94\text{g}$ 이 되며, 식이섭취기록에 의한 1일 질소 섭취량 $8.95 \pm 0.45\text{g}$ 과 비교하여 $82.39 \pm 4.58\%$ 에 해당하여 유의적으로 낮았으나 ($p < 0.05$), 식이섭취기록에 의한

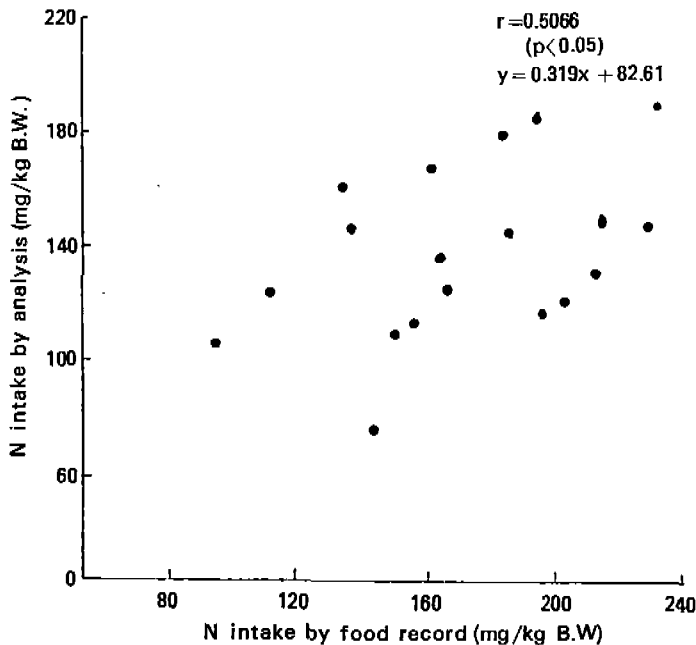


Fig. 1. N intake by food record and N intake by analysis. (n=19).

질소 섭취량과 식이의 화학적분석에 의한 질소 섭취량사이에는 유의적인 상관관계가 있었다 ($r=0.5066$, $p<0.05$, Figure 1. 참조). 이와같이 식이섭취 조사와 화학적 분석에 의한 질소의 섭취량사이에는 유의적 차이가 있는 것은 food record에 의한 식이섭취 조사의 정확도에 대하여 재고해 볼 필요가 있음을 시사한다고 하겠다. Food record에 의한 식이섭취 조사에 있어서, 그 정확도는 대상자들의 협조와 기록의 정확성에 전적으로 달려있다. 그러나 실제로 많은 대상자들이 음식물의 섭취량을 정확히 예측하기란 매우 어렵다. Mullen등⁷⁾은 food record에 의한 기록과 실제 섭취량을 비교하였을 때 전체적으로 상관계수 $r=0.66$ 으로 유의적인 상관관계를 보여주었으나, 식이기록에 의한 결과에서 일반적으로 자신의 실제 섭취량보다 overestimation 하는 경향이 컸다고 보고하였다. 즉, 전체적으로 overestimation 하는 경우는 45%, underestimation 하는 경우는 13% 이고 실제 똑같이 기록하는 경우는 42%로서, 대상자들의 반 정도가 자기 실제량보다 많이 섭취하는 것으로 보고하고 있었다. 본 연구에서도 food record와 실제 섭취량을 비교시 상관계수 $r=0.5066$ 으로 유의적인 상관관계가 있

었으나, 분석치보다 식이기록에 의한 결과가 더 높아 Mullen 등의 보고와 유사한 경향을 보여 주었다.

2) 대변 중 질소 배설

대변을 통한 질소 배설량은 $0.71\sim 2.11\text{g/day}$ 범위였으며, 1일 평균 $1.38\pm 0.10\text{g}$ ($26.33\pm 1.73\text{ mg/kg}$)으로 식이분석에 의한 질소 섭취량의 $19.47\pm 1.20\%$ 에 해당하며, 단백질 섭취수준이 높아짐에 따라 점차 증가하는 경향이 있었다 ($r=0.3532$, $0.05<p<0.1$, Table 3 참조).

일반적으로 단백질의 소화흡수율은 단백질 섭취수준이 높을 때가 낮을 때보다 높는데, [(식이분석에 의한 질소 섭취량 - 대변으로의 질소 배설량)/식이분석에 의한 질소 섭취량]으로 산출한 외견적 단백질 소화흡수율은 $75\sim 90\%$ 범위로 1일 평균 $80.53\pm 5.21\%$ 였다 (Table 3 참조).

본 실험에서의 대변 중의 질소 배설량은 다른 연구들에서보다 다소 높은 경향인데²⁶⁻³⁴⁾, Gersovitz등²⁶⁾의 보고에 의하면 성인 여자에게 0.8g/kg 의 단백질을 섭취시켰을 때 1일 평균 대변으로의 질소 배설량은 16.8mg N/kg 으로 나타났으며, 또한 Huang과 Lin²⁷⁾이 중국 대학생을 대상으로 단백질을 1일 0.55g/kg 섭취시켰을 때 대변으로의 질소 배설량은 16.9mg N/kg/day 로 나타났다. 이와 같은 결과는 첫째 본 대상자들의 단백질 섭취수준 (0.86g/kg)이 다소 높으며, 둘째는 한국사람이 섭취하는 일반식사의 섬유질 함량이 높기 때문이 아닐까 생각된다. 일반적으로 섬유질은 도정하지 않은 곡류나 야채류 등에 많이 함유되어 있는데, 한국인들은 일반식사에서 야채류 등을 많이 섭취하고 있다. 이러한 높은 수준의 섬유질량은 대변의 외관적인 양뿐만 아니라, 대변 중의 질소 배설량도 증가시키는 한편, 소장에서의 단백질 소화흡수율을 감소시킨다고 한다³⁵⁾³⁶⁾.

일반적으로 단백질의 소화흡수율 (True protein digestibility)은 [질소 섭취량 - (대변 중 질소 배설량 - 대변 중 불가피(obligatory) 질소 배설량)/

Table 3. Fecal excretion and digestibility

	gN/day	mgN/kg B.W.
N intake by analysis	7.16 ± 1.35 (4.13~9.44)	$138.21\pm 27.50^*$ (82.65~192.63)
Fecal excretion	1.38 ± 0.44 (0.71~2.11)	26.33 ± 7.55 (15.42~38.88)
Absorption	5.78 ± 1.21 (3.35~8.08)	111.88 ± 25.81 (66.82~164.99)
**Protein digestibility	$80.53\pm 5.21\%$ (75~90%)	

*Mean \pm S.D.

**Apparent protein digestibility

$$= \frac{\text{N intake} - \text{Fecal N}}{\text{N intake}} \times 100$$

질소 섭취량]으로 계산할 수 있으며, 혹은 외견적 소화흡수율(Apparent digestibility)을 [(질소 섭취량 - 대변 중 질소 배설량)/ 질소 섭취량]으로 계산할 수도 있다.

본 실험에서는 불가피 질소 배설량을 측정하지 않았으므로 단백질의 외견적 소화흡수율만 계산하였는데 이는 1일 평균 80.53%였으며 단백질 섭취수준이 높을 때가 낮을 때에 비해 높은 것으로 나타났다($r=0.412$). 이와 같은 결과는 일반 중국

식이에서 단백질 섭취수준이 0.55g/kg/day 일 때 외견적 소화흡수율은 81%였으나, 단백질 섭취수준이 0.75g/kg/day으로 증가할 때 외견적 소화흡수율이 85%로 나타난 Huang등의 보고²⁷⁾와 유사한 경향이였다. 또한 朱와 崔³⁷⁾는 20대 여대생 8명을 선정하여 일반 중류가정에서 상용되는 식단으로 한국식의 소화흡수에 대하여 실험한 결과, 외견적 단백질 소화흡수율이 81.3~85.1%로 나타났고, 朱와 林¹⁶⁾이 20대 여대생 6명을 대상으로 단백질 섭취수준을 0.90g/kg/day로 섭취시켰을 때 외견적 단백질 소화흡수율이 80.0%로 나타났으며, 柳와 吳³⁸⁾가 20대 남자 대학생 6명을 대상으로 한 실험에서는 외견적 단백질 소화흡수율이 84.9%로 보고되는 등 한국인의 일반식에서 나타난 단백질의 소화흡수율과 거의 비슷한 수준이었다. 또한 일본 대학생 46명을 대상으로 한 Inoue 등³³⁾의 보고에서는 일상 식이섭취시 단백질 소화흡수율(True digestibility-이 때 대변의 불가피 질소 배설량은 12.7mg/kg으로 계산)은 96.8±3.6%였으나, 불가피 질소 배설량을 고려하지 않는 외견적 소화흡수율은 81.2±1.9%로, 본 실험에서와 거의 비슷한 수준을 나타내었다.

Table 4. N intake, excretion and balance

	gN/day	mgN/kg B.W
N intake by analysis	7.16±1.35 (4.13~9.4)	138.21±27.50* (82.65~192.63)
Urinary N	6.03±1.29 (3.35~7.75)	116.81±27.74 (58.27~154.4)
Fecal N	1.38±0.44 (0.71~2.11)	26.33±7.55 (15.42~38.88)
Total excretion	7.41±1.54 (4.77~9.91)	143.14±31.52 (82.92~168.97)
**N balance	-0.244±1.368 (-1.94~4.28)	-4.93±25.17 (-34.62~74.34)

*Mean±S.D.

**Apparent N balance
= N intake-(urinary N + Fecal N).

3) 소변 중 질소 배설

소변으로의 총 질소 배설량은 1일 평균 6.03±

Table 5. Urinary nitrogen excretion

Total N			Urea N			Creatinine		Urea N/ creatinine N	Creatinine - Height**
gN/day	mg N/ kg B.W.	% of N intake	gN/day	mg N/ kg B.W.	% of N intake	g/day	mg/ kg B.W.		
6.03*	116.81	85.4	4.52	87.65	75.27	0.88	17.05	14.01±0.77	91.09±3.44
±0.29	±6.36	±3.56%	±0.22	±4.84	±1.38%	±0.0	±0.7		
(3.35 ~7.75)	(58.27 ~154.4)	(68.3 ~95.7)	(3.19 ~5.78)	(43.85 ~134.31)	(63.8 ~88.6)	(0.74 ~1.29)	(13.24 ~22.06)	(9.10~18.52)	(71.7~117.4)

*Mean±S.E.

**Creatinine-Height Index = $\frac{\text{mg of creatinine/24h excreted by subjects}}{\text{mg of creatinine/24h excreted by normal subject of same height}} \times 100 (\%)$

0.29g, 요소질소는 4.52 ± 0.22 g, creatinine 0.88 ± 0.04 g으로, urea N/creatinine N의 비율은 14.01 ± 0.77 이며, Creatinine-Height Index는 91.09 ± 3.44 이다. 이 때 소변으로의 질소 배설량은 화학적 분석에 의한 질소 섭취량의 $85.4 \pm 3.56\%$, 요소질소의 배설량은 총 소변 질소 배설량의 $75.27 \pm 1.38\%$ 에 해당하며(Table 5 참조), 요소질소의 배설량은 총 소변질소 배설량과 유의적 상관관계를 갖는다($r = 0.9224$, $p < 0.001$, Fig. 2 참조).

본 연구에서 소변으로의 총 질소 배설량은 단백질 섭취량이 높아짐에 따라 점차 증가하였는데($r = 0.5088$, $p < 0.05$) 이러한 결과는 다른 연구들에서와 유사한 경향이다^{29-33,39,40}. 소변으로의 creatinine 배설량은 1일 평균 0.88g, 요소질소는 4.52g으로, 총 소변 질소 배설량의 15.07%, 75.27%에 각각 해당한다. 성인 남녀 8명을 대상으로 한 Bingham등³⁹의 보고에 의하면 28일간 정상식을 섭취한 후, 소변으로의 질소 배설량은 질소 섭취량

의 81%, 요소질소는 질소 섭취량의 69%에 해당하였으므로 요소질소는 총 소변 질소의 85% 정도 일것으로 계산된다. 또한 Calloway의 보고³⁰에 의하면 요소질소는 총 소변 배설량의 81%에 해당하여 본 연구보다 약간 높은 결과를 보여 준다. 이는 본 연구의 단백질 섭취 수준(8.96g N/day)보다 Bingham등과 Calloway의 보고에서 단백질 섭취수준이 15.9g N/day, 12.0g N/day로 각각 높았기 때문이라 생각한다.

요소는 체내에서 단백질의 대사과정을 거친 산물로, 단백질 섭취가 부족하면 혈액과 소변에서 그 수준이 떨어진다. 요소질소 또한 질소 섭취량이 높을 때가 낮을 때보다 그 배설량이 증가하는데⁴¹ Calloway 보고³⁰에 의하면, 에너지 섭취량이 일정하고 단백질 섭취량이 에너지의 5%에서 7%수준으로 증가되었을 때 요소질소의 배설량은 3.54 ± 0.74 g/day에서 5.24 ± 0.69 g/day로 증가함을 보였으며, Scrimshaw등⁴⁰의 보고에서도

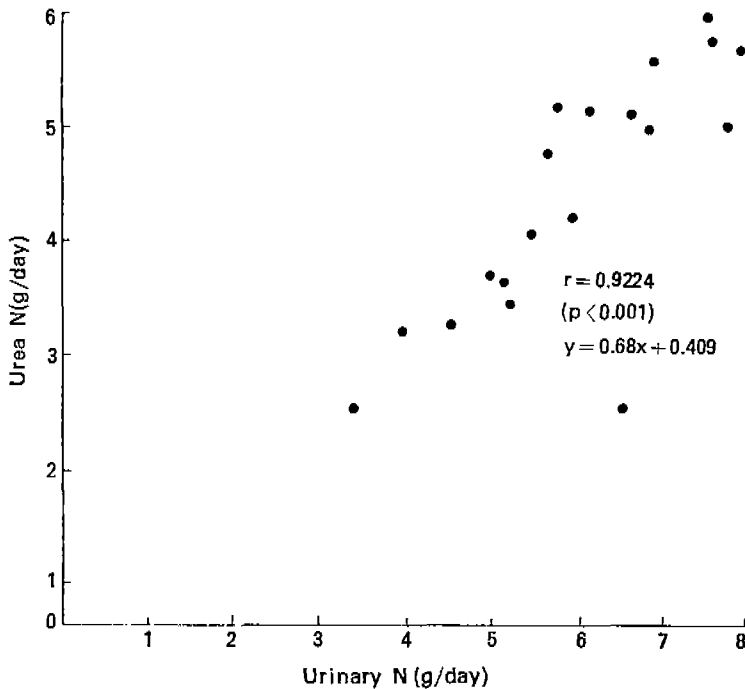


Fig. 2. Correlation of urinary N and urea N (n=19).

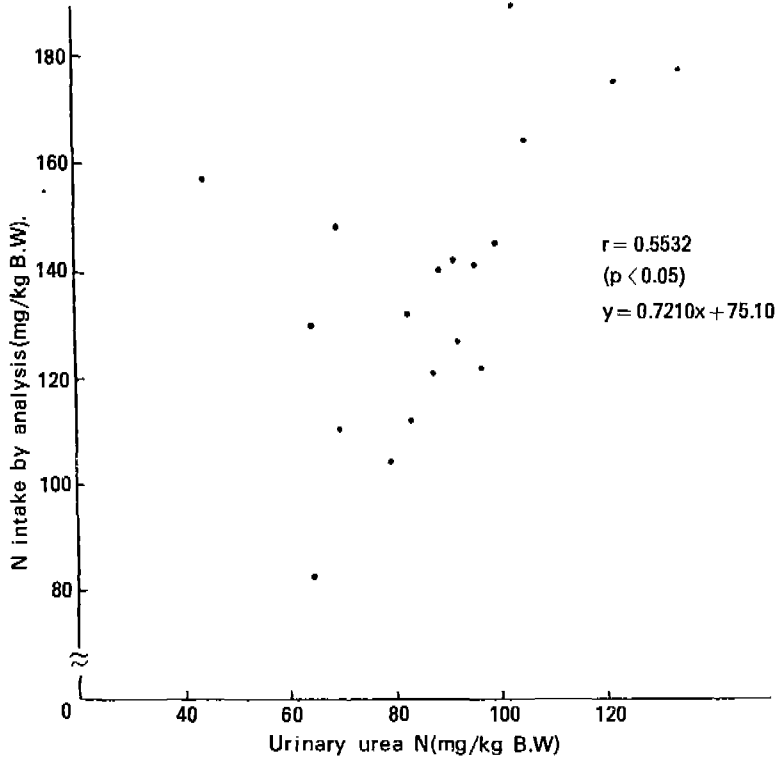


Fig. 3. Correlation of N intake by analysis and Urea N (n=19).

단백질 섭취수준을 0.2g/kg/day에서 0.5g/kg/day로 증가시켰을 때 요소질소의 배설량은 1.34 ± 0.42 g/day에서 2.87 ± 0.70 g/day로 증가했다. Iyengar 등⁴¹⁾의 보고에 의하면 중노동을 하는 성인남자가 단백질 1g/day, 에너지 45kcal/kg 섭취할 때에 정상섭취(단백질 1.2g/kg, 에너지 55kcal/kg) 수준일 때보다 요소질소의 배설량이 감소하였다. 본 실험에서도 요소질소의 배설량은 화학적분석에 의한 질소 섭취량이 증가함에 따라 증가함을 보였다 (Fig. 3참조).

Creatine은 거의 모두 근육조직에 있으며 일정한 속도로 creatinine으로 전환되어 소변으로 배설된다. 24시간 뇨 중으로 배설되는 creatinine은 식이섭취에는 거의 영향을 받지 않으며, 근육의 양에 비례하고 개인에 따라서 일정한 것으로 알려져 있는데⁴²⁾, 식이 단백질은 creatine을 합성

하는 아미노산의 급원이되므로 뇨중의 creatinine 배설량은 식이중의 단백질, creatine, creatinine에 의하여 어느 정도 영향을 받는다고도 하며⁴³⁾⁴⁴⁾, 그 외에도 심한 근육운동, 연령의 증가, 신장장애, hypothyroidism 등이 creatinine 배설에 영향을 끼친다⁴²⁾⁴⁵⁾. 또 최근 Zanni등⁴⁶⁾은 creatinine 배설은 체중과 상관관계가 있다고 보고하였다. 그러나 일반적으로 소변으로 배설되는 질소 화합물중 요소질소는 단백질 섭취수준에 영향을 받지만, 뇨 중 creatinine은 단백질 섭취량과 별로 관계가 없다고 하며 본 실험에서도 creatinine 배설은 단백질 섭취량과 상관관계가 없었는데($r=0.0305$), 이는 단백질 섭취 수준의 변화와 큰 관계없이 creatinine 배설량은 일정하다는 Young등⁴⁰⁾, Huang등²⁷⁾의 보고와 일치한다.

그러므로 24시간 urea N/creatinine N의 비

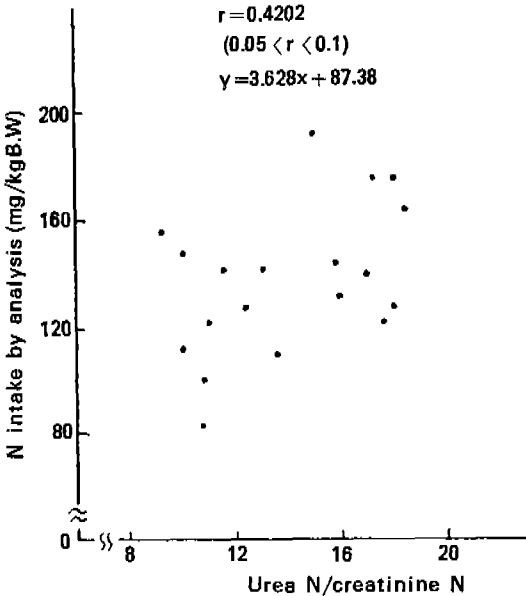


Fig. 4. Correlation of N intake by analysis and Urea N/creatinine N (n=19).

율은 단백질의 영양상태를 나타내는 지표로 사용된다. Allison과 Bird⁴⁷⁾의 보고에 의하면 단백질 섭취수준이 높을 때는 urea N/creatinine N 비율이 상승하며, 단백질 섭취수준이 낮을 때는 urea N/creatinine N 비율이 감소하며, 이 비율로 섭취단백질의 상태를 평가하는데 정상적인 서구인을 대상으로 한 연구에서 그 비율은 25 정도이며 비율이 12 이상이면 “양호”, 그 이하이면 “불충분”한 것으로 판정한다⁴⁷⁾. 본 연구에서는 urea N/creatinine N 비율은 단백질 섭취량이 증가함에 따라 증가하는 경향이었으며(Fig. 4 참조), 그 평균치는 14.01로 단백질 결핍상태는 아니나 판정치인 12에 비교적 가까운 값을 보이고 있고 그 비율이 12.0 미만인 대상자는 7명이었다.

한편, 성인의 단백질은 영양상태를 평가하는 방법으로 생화학적 측정방법과 신체계측 측정방법(biochemical and anthropometric)을 함께 고려한 Creatinine-Height Index를 사용하는데¹⁰⁾, 이는 urea N/creatinine N 비율보다 장기간의 단백질 영양상태를 나타내는 것으로 생각된다. 장

기간 단백질 결핍시에는 근육의 protein이 감소하는 반면 신장은 거의 일정하게 유지되므로 근육량의 감소에 따라 creatinine 배설은 감소하여 Creatinine-Height 비율 역시 감소하게 된다. 이 비율이 90% 이하이면 비정상(abnormal)으로 판정한다. 본 실험에서 Creatinine-Height Index의 평균치는 91.7%였으며 90 미만인 대상자들은 12명이었다.

4) 질소 평형

정상적인 성인의 경우 어느 정도의 범위에서는 질소 섭취량의 변화에 따라 질소 배설량을 맞추어 0평형(equilibrium)을 이루는 적응이 일어나나, 질소 섭취량의 증가에 따라 약간의 양 평형(positive balance)이 되는 경향을 보인다. 본 실험에서 대변, 소변을 통한 질소 배설량과 식이분석에 의한 질소 섭취량의 차이에서 계산한 질소평형은 1일 평균 -0.244g으로 약간의 음 평형(negative balance)을 나타내었다(Table 4참조). 한편 林등¹⁶⁾의 보고에 의하면, 섭취에너지 수준을 1인 1일 45 kcal/kg으로 하고 단백질 섭취수준을 달리 하였을 때의 질소평형을 살펴보면, 단백질 섭취량이 낮을 때는 -18.1 ± 3.5 mg/kg/day로 음 평형을 나타내나, 단백질 섭취량이 증가함에 따라 질소평형은 점차 호전되어 단백질 섭취량이 0.75 g/kg/day일 때는 16.0 ± 6.0 mg/kg/day로 양 평형으로 되었다. Fujita등⁴⁸⁾의 보고에 의하면 3일간 20~40세의 18명의 남자를 대상으로 35.2 ± 10.7 g/day의 단백질을 섭취시켰을 때 약간의 음 평형을 나타내었다. 또 Scrimshaw등⁴⁹⁾의 보고에서는 대학생들에게 단백질을 0.35g/kg에서 0.65g/kg으로 섭취량을 증가시켰을 때 질소평형은 점차 증가하여 양 평형을 나타냈으며, Calloway 보고³⁰⁾에서도 20대 남자 8명에게 에너지 섭취량을 일정하게 하고 단백질 섭취량을 에너지의 5%에서 7% 수준으로 증가시켰을 때 양 평형을 나타내었다. 위의 보고들에서는 불가피 질소 손실량을 각각 고

려하였다.

질소평형은 단백질 섭취량뿐 아니라 단백질의 질이나 에너지 섭취량에 의하여도 영향을 받는다. 일반적으로 단백질 요구량의 연구에 많이 사용되는 단백질은 계란단백질인데 이는 인체내에서의 이용효율이 다른 종류에 비하여 높은 양질의 단백질이며, 혼합식이의 단백질의 질은 계란단백질에 비하여 낮다. 이러한 사실은 여러 연구에서 이미 증명되었는데 예를 들면 Huang등⁵⁰⁾이 남자 대학생을 대상으로 한 연구에서 중국의 혼합식이와 계란단백질식이를 사용하여 단백질 필요량을 측정하였을 때, 0평형을 이루는 평균 단백질 섭취 수준은 혼합식이에서 0.79 g/kg, 계란단백질식이에서 0.61g/kg이었으며, 97.5% confidence limit은 각기 1.18g/kg과 0.89g/kg으로 나타났다. 이를 본 연구결과와 비교할때 본 연구 대상자들의 섭취수준인 0.86g/kg은 혼합식이의 평균 필요량보다는 높으나 97.5% confidence limit에는 훨씬 미치지 못함을 알수있다. Huang등의 연구에서는 에너지 섭취수준은 45kcal/kg으로 요구량을 충족시킬 수 있는 수준이었다. 에너지 섭취량은 질소 배설과 평형에 영향을 미쳐 에너지 섭취가 부족하면 질소 배설이 증가하여 평형을 감소시키는 효과를 갖는다⁵¹⁾. Calloway³⁰⁾의 보고에 의하면 식이 질소 섭취량을 89 mg N/kg/day로 하고 에너지 섭취량을 요구량의 85%, 100%, 115%로 변화시켰을 때 요소질소의 배설량은 각기 1일 평균 3.58g, 4.04g, 4.63g으로 총 소변 질소량의 75%, 77%, 79%로 변화하였다. 이때 질소평형은 에너지 섭취수준에 따라 각기 -0.61 ± 0.11 , 0.12 ± 0.38 , 0.59 ± 0.39 로 변화하였다. 또한 Garza등²⁹⁾의 연구에서도 계란단백질을 0.57g protein/kg의 수준으로 섭취시키고 에너지 섭취량을 요구량을 충족시키는 양으로부터 시작하여 5%~10% 정도 증가시켰을 때 질소평형이 음의 평형에서 양의 평형으로 변하여 에너지 섭취량이 질소평형에 중대한 영향을 미침을 보여준다.

본 연구의 대상자들의 단백질 섭취량은 0.86g/

kg으로 양적으로 볼때 크게 부족한 것은 아니나 단백질의 급원이 혼합식이로 계란단백질등에 비하여 섭취 단백질의 질이 낮은 것으로 생각되며, 또한 에너지 섭취량이 권장량의 78.9% 정도로 낮은 것도 동 대상자들에서 음의 질소평형이 나타나게된 요인으로 생각된다. 본 연구에서 소변과 대변으로의 배설이외에 피부를 통한 배설등 다른 질소 손실요인 (FAO/WHO, 8mg/kg/day)⁵²⁾들을 고려한다면 더 심한 음 평형(negative balance)을 나타낼 것으로 생각된다. 또한 urea N/creatinine N 비율 및 Creatinine-Height Index 역시 판정치에 가까운 값을 보이고 있으므로, 본 연구의 대상이 된 여대생들은 단백질 및 에너지 섭취량을 증가시키는 것이 바람직하다고 생각된다.

결 론

정상식이를 섭취하고 정상활동을 하는 여대생들의 단백질의 영양상태를 알아보기 위하여 성인 여성 19명을 대상으로 3일간의 식이섭취기록과 1일간의 식이, 3일간의 대변, 소변을 수거하여 총 질소함량과 소변 중의 요소질소와 creatinine 량을 측정하였다.

결과는 다음과 같다.

1) 여대생들의 식이섭취기록(food record)에 의한 1일 평균 에너지 섭취량은 1535.2 ± 53.78 kcal, 탄수화물은 254.13 ± 10.31 g, 단백질은 55.95 ± 2.97 g (질소량으로 환산하면 8.95 ± 0.45 g) 지방은 39.24 ± 2.76 g을 섭취하였으며, 이는 각기 전체 에너지의 66.2%, 14.6%, 19.2%를 차지하고 있다.

2) 식이분석에 의한 질소 섭취량은 1일 평균 7.16 ± 0.31 g (단백질로 환산하면 44.75 ± 1.94 g)으로 식이섭취기록에 의한 질소 섭취량(8.95 ± 0.45 g)보다 유의적으로 낮았으며($p < 0.05$), 식이섭취기록에 의한 질소 섭취량과 식이의 화학적 분석에 의한 섭취량사이에는 상관관계가 있었다($r = 0.5066$, $p < 0.05$).

3) 대변을 통한 질소 배설량은 1일 평균 $1.38 \pm$

0.10g으로, 평균 외견적 단백질 소화흡수율은 $80.53 \pm 5.21\%$ 였다.

4) 소변으로의 배설은, 1일 평균 총 질소 배설량은 $6.03 \pm 0.30g$, 요소질소는 $4.52 \pm 0.22g$, creatinine은 $0.88 \pm 0.04g$ 으로 urea N/creatinine N 비율은 14.01 ± 0.77 이며, 소변으로의 총 질소 배설량은 식이의 화학적 분석에 의한 질소 섭취량의 $85.4 \pm 3.56\%$, 요소질소의 배설량은 총 소변질소 배설량의 $75.27 \pm 1.38\%$ 에 해당하였다.

5) 소변과 대변으로의 질소 배설량과 식이분석에 의한 질소 섭취량과의 차이에서 계산한 질소평형은 1일 평균 $-0.244 \pm 0.33g$ 이었다.

이상의 결과들에서 본 실험 대상자들의 질소평형은 약간의 음 평형을 나타내므로, 단백질 섭취량을 좀더 증가시키는 것이 바람직하겠다.

REFERENCES

- 1) Martin DW, Mayes PA, VW. *Harper's Review of Biochemistry. 19th ed. Lange Medical Publication Los Altos, California* 31-39, 273-306, 1983
- 2) Lehninger AL. *Biochemistry. 2nd ed. Worth Publishers, Inc* 63-67, 1975
- 3) Krause MW, Mahan LK. *Food, Nutrition and Diet Therapy. 7th ed. WB Saunders Company.* 61-63, 1984
- 4) Goodhart RS, Shils ME. *Modern Nutrition in Health and Disease. 6th ed. Lea & Febiger New York* 3-34, 1980
- 5) Pike RL, Brown ML. *Nutrition, An Integrated Approach 3th ed. John Wiley & Sons. Inc New York.* 773-782, 1984
- 6) Jelliffe DB. *The Assessment of the nutritional status of the community. World health Organization, Geneva* 85-88, 1966
- 7) Simko MD, Cowell C, Gilbride JA. *Nutrition Assessment. ASPEN publication* 151-157, 1984
- 8) Mullen BJ, Krantzler NJ, Grivetti LE, Schutzh HG, Meiselman HL. *Validity of a food frequency questionnaire for the determination of individual food intake. Am J Clin Nutr* 39:136-143, 1984
- 9) Folin O. *Laws governing the chemical composition of urine. Am J Physiol* 13:66-67, 1905
- 10) Polack H. *Creatinine excretion as index for estimating urinary excretion of micronutrients or their metabolic end products. Am J Clin Nutr* 23:865-871, 1970
- 11) Simmons WK. *Urinary urea Nitrogen/Creatinine Ratio as Indicator of Recent Protein Intake in Field Studies. Am J Clin Nutr* 25:539-542, 1972
- 12) 보건사회부. 국민영양조사보고서. 1984
- 13) 이기열, 이양자, 김숙영, 박계숙. 대학생 영양실태조사. *한국영양학회지* 13(2):73-81, 1980
- 14) 박원옥, 이정순. 표준대학생의 1일 섭취 열량 내용 및 그 경향에 관한조사. *식품영양연구* 2:25, 1972
- 15) 모수미. 서울 농대 남, 녀 기숙사생의 계절별 영양 섭취조사. *농화학회지* 7:92, 1966
- 16) 임현목, 주진순. 한국인의 단백질 소요량에 대한 연구. *한국영양학회지* 18(2):98-144, 1985
- 17) 왕수경, 김미경. 단백질 최저요구량 측정에 관한 연구. *한국영양학회지* 9(3):8-17, 1976
- 18) 장비귀, 김화영, 김숙희. 여대생의 식이내 단백질 종류에 따른 체내 단백질, 지방, 칼슘대사 및 면역능력에 관한 연구. *한국영양학회지* 19(3):177-189, 1986
- 19) 한국인구보건연구원. 한국인 영양권장량. 제 4차 개정 1985
- 20) 농촌진흥청. 식품분석표. 제 2개정판 1981
- 21) Scale FM, Harrison AP. *Boric acid modification of kjeldahl method for crops and soil analysis. J Ind Eng Chem* 12:350-352, 1920
- 22) 남궁석, 심상국. 최신 식품화학 실험. 신광출판사 1982
- 23) AOAC Official Methods of Analysis. 12th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC. 925-927, 1975

- 24) Bonsnes RW, Taussky HH. *On the colorimetric determination of creatinine by the Jaffe reaction.* *J Biol Chem* 158: 581-591, 1945
- 25) Snedcor GW, Cochran WG. *Statistical methods.* 6th ed. Iowa Stat Univ Press Ames IA. p59, 1954
- 26) Gersowitz M, Motil K, Munro HN, Scrimshaw NS, Young VR. *Human protein requirements: assessment of the adequacy of the current recommended dietary allowance for dietary protein in elderly men and women.* *Am J Clin Nutr* 35: 6-14, 1982
- 27) Huang PC, Lin CP. *Protein requirements of young chinese male adults on ordinary chine mixed diet and egg diet at ordinary levels of energy intake.* *J Nutr* 112: 897 - 907, 1982
- 28) Calloway DH, Spector H. *Nitrogen balance as related to calorie and protein intake in active young man.* *Am J Clin Nutr* 2: 405 - 412, 1954
- 29) Garza C, Scrimshaw NS, Young VR. *Human protein requirements: The effect of variations in energy intake within the maintenance range.* *Am J Clin Nutr* 29: 280 - 287, 1976
- 30) Calloway DH. *Nitrogen balance of men with marginal intakes of protein and Energy.* *J Nutr* 105: 914-923, 1975
- 31) Cutberto G, Scrimshaw NS, Young VR. *Human protein requirements.* *J Nutr* 108: 90-96, 1978
- 32) Garza C, Scrimshaw NS, Young VR. *Human protein requirements.* *Am J Clin Nutr* 37: 403-419, 1977
- 33) Kishi K, Miyamatani S, Inoue G. *Requirements and utilization of egg protein by Japanese young men with marginal intakes of energy.* *J Nutr* 108: 658-668, 1978
- 34) Southgate DAT, Durin JVGA. *Calorie conversion factors. An experimantal reassessment of the factors used in the calculation of the energy value of human diets.* *Br J Nutr* 24: 517-535, 1970
- 35) Nalini Shah, Mokhtar TA, Raymond RM, Pellet LP. *Effect of dietary fiber components an fecal nitrogen excretion and protein utilization in growing rats.* *J Nutr* 112: 658-666, 1982
- 36) The effects of fiber on protein digestibility. *Nutr Rev* 42(1): 23-24, 1984
- 37) 최진도, 주진순. 한국식이의 소화흡수에 관한 연구. *고려대학교 의과대학잡지* 10: 757-779, 1973
- 38) 유오룡, 오승호. 한국식이의 소화흡수에 관한 연구. *고려대학교 의과대학잡지* 10: 305-321, 1973
- 39) Bingham S, Cummings JH. *Urine nitrogen as an independent validatory measure of dietary intake: A study of nitrogen balance in individuals consuming their normal diet.* *Am J Clin Nutr* 42: 1267-1289, 1985
- 40) Young VR, Taylor YSM, Rand WM, Scrimshaw NS. *Protein requirements of man.* *J Nutr* 103: 1164-1174, 1973
- 41) Iyengar AK, Narasinga Rao BS. *Effect of varying energy and protein intakes an some biochemical parameters of protein metabolism.* *Am J Clin Nutr* 35: 733-740, 1982
- 42) Van Niekerk BDH, Reid JT, Bensadoun A, Paladines OL. *Urinary creatinine as an index of body composition.* *J Nutr* 79: 463-473, 1963
- 43) Beller RE, Schedl HP. *Creatinine excretion variability and relationships to diet and body size.* *J Lab Clin Med* 59: 945-955, 1962
- 44) Ritchey SJ, Derise NL, Korslund MK. *Variability of creatinine excretion in preadolescent girls consuming a wide range of dietary nitrogen.* *Am J Clin Nutr* 26: 690-695, 1973
- 45) Heymsfield SB, Arteaga C, McManus C, Smith J, Moffitt S. *Measurement of muscle mass in humans: Validity of the 24-hour urinary creatinine method.* *Am J Clin Nutr*

- 37: 478-494, 1983
- 46) Zanni E, Calloway DH, Zezulke AY. *Protein requirements of elderly men. J Nutr* 109: 513-524, 1979
- 47) Allison JB, Bird JWC. *Relationship of urea to creatinine on a high and low protein diet. In: Munro HN. Mammalian protein metabolism. Vol 1 Academic Press, New York* 488, 1964
- 48) Fujita Y, Rikimaru T, Okuda T, Date C, Kajiwara N, Yanase K, Koishi H. *Studies on protein nutrition of papua new guinea highlanders: nitrogen balance and hematological studies. J Nutr Sci Vitaminol* 28: 431-440, 1982
- 49) Wayler A, Queiroz E, Scrimshaw NS, Steinknecht FH, Rand WH, Young VR. *Nitrogen balance studies in young men to assess the protein quality of an isolated soy protein in relation to meat proteins. J Nutr* 113: 2485-2491, 1983
- 50) Huang PC, Lin CP. *Protein requirements of young chinese male adults for ordinary chinese mixed dietary protein and egg protein at usual levels of energy intake. In: Tourn B, Young VR, Rand WM. Protein -Energy requirements of developing countries: Evaluation of New Data. The United Nations University* 63-70, 1981
- 51) FAO/WHO/UNU Expert consultation. *Energy and protein requirements World Health organization, Geneva* 79-84, 1985
-