

자유로운 식이와 활동을 유지하는 한국 여대생의 에너지와 단백질대사에 대한 연구(2) : 질소섭취와 평형

김 주 연 · 백 희 영*

숙명여자대학교 식품영양학과, 서울대학교 식품영양학과*

Nutritional Status and Requirements of Protein and Energy in Female Korean College Students Maintaining Their Usual Diet and Activity(2) : Nitrogen Intake and Balance

Kim, Ju Yeon, Ph.D., Paik, Hee Young, D.Sc.*

Department of Food and Nutrition, Sook-myung Women's University, Seoul, Korea

Department of Food and Nutrition, Seoul National University, Seoul, Korea*

ABSTRACT

A study was conducted to investigate nitrogen balance and to estimate daily nitrogen requirement in 43 Korean female college students maintaining their usual diet and activity levels. Nitrogen intake and excretion were measured in two separate periods about one month apart, each period lasting for 3 days. Nitrogen intake was assessed by duplicate portion analysis of diet, and N excretion in feces and urine were measured during the study period. Mean daily nitrogen intake level was 129.3mg/kg B.W.(42g protein/day). Mean daily fecal nitrogen excretion was 30.8mg/kg B.W and the apparent digestibility of nitrogen was 76%. Mean daily urinary nitrogen excretion was 113.5mg/kg B.W., 89% of total nitrogen intake. Mean daily nitrogen balance of subjects was -14.5mg/kg B.W. Mean daily requirements of nitrogen for 0 balance, calculated by regression analysis of N balance and energy-adjusted N intake, were 1) 197.8mg/kg B.W with the present energy intake level of the study subjects, 2) 157mg/kg B.W when energy intake is sufficient to maintain energy balance, and 3) 130mg/kg B.W. when energy intake is Korean RDA level for moderate activity. When energy intake level is sufficient to meet their requirement, daily protein requirement for 0 balance is about 1.0g/kg B.W. The results of this study indicate that nitrogen intake level of young female college students is not sufficient to meet their requirements, and they should increase protein intake together with increase in energy intake.

KEY WORDS : protein requirement · N balance.

채택일 : 1995년 4월 18일

서론

사람의 영양소 필요량(nutrient requirements)은 (1) 평형(balance) 연구 (2) 고갈/보충(depletion/repletion) 연구 (3) 건강한 사람들의 실제 섭취량에 의하여 추정할 수 있다. 평형연구와 고갈/보충 연구는 영양소 섭취량이 제한된 식이조건에서 인체의 내인적 손실(endogenous loss)을 보충하고 정상적 혈액 수준을 유지하는 데 필요한 섭취량으로부터 영양소 필요량을 결정한다. 그러나 인체는 식이조건이 다름에 따라 내적 손실의 차이가 크므로 이렇게 제한된 식이조건에서의 연구는 실제 생활조건에서의 필요량을 과소평가(underestimation)할 우려가 크므로 인체대사결과와 실생활에서의 영양소 섭취량을 연결시켜 인체의 영양소 필요량과 권장량을 추정하는 것이 바람직하다¹⁾.

단백질은 거의 일정한 비율의 질소를 포함하며 인체내에서 질소의 대사 및 배설경로가 잘 알려져 있으므로 단백질 필요량과 권장량에 대한 연구는 질소 대사를 바탕으로 시행되었다. 단백질 필요량은 섭취한 질소의 양과 배설된 질소의 양을 이용하는 질소평형 방법(nitrogen balance method)과 무질소 식사를 공급하고 질소손실을 측정하여 이를 공급하는데 필요한 단백질 섭취량으로부터 계산하는 요인가산법(factorial method)이 사용되어왔다. 단백질 권장량은 이렇게 결정된 최소한의 필요량에 개인차, 식이단백질의 이용률, 안전율 등을 더해 책정된다. 그러나 두 방법은 모두 적은 수의 인원으로서 질소 제한 식이를 섭취시키는 단기간의 연구결과를 이용하므로 장기간의 식이섭취에 대한 신체 적응현상이 고려되지 못한다.

현재 우리나라 성인의 단백질 권장량은 체중 1kg당 1.07g으로 책정되어 있으나²⁾ 제 6 차 개정에서는 1.13g정도로 약간 증가시킬 것으로 제안되었다³⁾. 1989년 제정된 제10차 미국인 영양권장량(RDA)⁴⁾에서는 성인의 단백질 권장량이 체중 1kg당 0.8g으로 책정되어 있고, FAO/WHO/UNU⁵⁾의 권장수준도 체중 1kg당 0.75g으로 우리나라에 비하여 낮다. 그러나 Campbell⁶⁾ 등은 단백질 제한식이시의 평형연구에 기초를 둔 이러한 권장수준이 일상적인 식생활에 기반을 두어야

하는 권장량으로는 너무 낮다고 하였으며 자신들이 수행한 연구에 기반하여 노인들의 단백질 권장량을 체중 1kg당 1g 정도로 우리나라 권장량과 비슷하게 제안하였다. 그러므로 단백질 권장량에서도 단백질 제한 식이를 섭취한 대사자료와 함께 건강한 대상자들의 일상적 식생활을 기초로 한 연구자료가 함께 고려되어야 보다 타당한 권장량을 책정하는 데 도움이 된다.

우리나라의 식생활은 단백질 섭취량이 비교적 낮고 특히 동물성 단백질의 섭취량이 낮아 동물성 단백질의 섭취비율이 높은 서구의 식사에 비해 섭취단백질의 체내 대사와 이용에 차이가 있을 것으로 생각된다. 우리나라 젊은 성인 여성들의 단백질 섭취량이 권장량보다 낮은 것으로 보고되고 있으나⁷⁻¹³⁾ 일상적인 활동과 식사를 하는 상태에서 질소 평형에 대한 자료는 현재 미흡하다. 특히 체내의 단백질 대사는 에너지 공급량에 따라 많은 영향을 받아 에너지 공급이 부족하면 단백질 필요량이 증가한다⁵⁾¹⁴⁻¹⁹⁾. 김과 백²⁰⁾은 자신들의 일상적 식사를 섭취하는 여대생들의 질소평형이 음의 평형을 보여 단백질 섭취량이 필요량에 비하여 부족하다고 하였다. 그러나 동 연구에서는 단백질 대사에 영향을 미치는 에너지 섭취의 적정성에 대한 자료가 없으므로 에너지와 질소 섭취가 음의 질소 평형에 미치는 상대적 영향을 분석할 수 없었다.

본 연구에서는 일상적인 활동과 식사를 하는 43명의 외견상 건강한 여대생을 대상으로 에너지와 단백질 섭취 및 평형을 조사하여 우리나라 젊은 성인 여성들의 단백질 섭취상대가 적정한가를 파악하고 적정 섭취수준을 제시하고자 수행되었다.

연구 방법

본 연구는 외견상 건강한 여대생 43명을 대상으로 대상자들의 실제 식이 섭취와 활동상황을 실제와 가깝게 파악하고자 연속 3일간의 조사를 1개월 간격으로 반복하여 총 6일 간의 자료를 수집하여 분석하였다. 식이섭취조사는 식이내용과 무게를 기록하고 동량의 식이를 수거하여 에너지와 질소 함량을 분석하고, 식이 수거 다음날부터 종료된 다음날 까지 배설되는 소변과 대변을 전량 수거하여 질소와 에너지 함량을

분석하였다. 대상자들과 조사내용에 대한 자세한 내용은 이미 보고되었다²⁰⁾. 질소 대사와 관련된 실험 방법과 자료분석 방법은 다음과 같다.

1. 수거한 식이, 대변 및 소변의 질소분석

식이, 소변, 대변 sample은 3일분을 합쳐서 균질화시켜 냉동보관 하였다가 해동시켜 다시 잘 섞어 그중 일부를 취하여, Micro-Kjeldahl법²¹⁻²³⁾에 의하여 질소함량을 분석하였다. 각 sample은 3회이상 측정하여 평균치를 구하였으며, 1인당 1일 평균 섭취량은 3일분씩 2차에 걸쳐 수거된 sample 분석치의 평균값으로 하였다. 식이의 단백질 함량은 질소함량에 6.25를 곱한 값으로 하였다. 영양소 섭취량은 총 에너지 섭취량과 양의 상관관계가 있으며 단백질 대사는 에너지 섭취량에 의해 큰 영향을 받으므로 이를 수정하고자, 에너지 섭취량에 대하여 조절한 단백질 섭취량(energy-adjusted protein intake)을 구하여 자료 분석에 사용하였다. 에너지 섭취량에 대한 조절 방법으로는 Willett²⁴⁾이 제시한 방법중 총에너지를 독립변수(independent variable)로 하고 단백질 섭취량을 종속변수(dependent variable)로 한 regression analysis의 잔차(residual)를 이용하였다. 에너지와 단백질 섭취량은 모두 수거한 식이의 화학적 분석결과를 사용하였으며 에너지는 대사된 에너지(metabolizable energy)를 사용하였다.

2. 질소 흡수율과 평형

질소 흡수율과 평형은 분석한 질소 섭취량, 대변중 질소 배설량, 소변중 질소 배설량으로부터 계산하였다. 식이 질소의 외견적 소화흡수율(apparent digestibility)은 [(질소 섭취량-대변중 질소 배설량)/질소 섭취량]×100으로 계산하였다. 질소 평형(nitrogen balance)은 식이분석에 의한 질소 섭취량에서 대변·소변을 통한 질소 배설량을 뺀 값으로 계산하였다.

3. 통계분석

조사된 자료는 Quattro pro²⁵⁾와 SAS²⁶⁾(Statistic Analysis System)를 이용하여 통계처리하였다. 모든 결과는 평균과 표준편차를 계산하였으며, 검정시 p 값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의하다고 보았다. 본 실험의 섭취량·배설량·흡수량·평형 등의 관계는 Pearson's Correlation Coefficient(r)와 Regression

analysis를 사용하여 분석하였다²⁷⁾.

결과 및 고찰

1. 질소 섭취량

조사 대상자들이 sample 수거기간에 섭취한 식이 내용을 중량 기록법(weighed food record)에 의하여 계산한 결과에 의하면 43명 실험 대상자들의 1일 평균 단백질 섭취량은 49.3g으로 이를 질소량으로 환산하면 7.9g이었다²⁰⁾. 이것을 다시 동물성, 식물성 단백질로 구분해 보면, 동물성 단백질은 19.3g, 식물성 단백질은 30.2g으로 각각 섭취한 단백질의 39.0%, 61.0%를 차지하고 있었다. 식이분석에 의한 질소 섭취량은 1일 평균 129.3mg/kg B.W으로 단백질로 환산하면 0.8g/kg B.W(42g/d)으로, 동 연령에 대한 한국인 영양권장량 1일 평균 171.2mgN/kg, 1.07g protein/kg에 비하여, 24% 낮은 수준이었으며, 미국의 권장량(1일 128mg N/kg, 0.8g protein/kg)과 거의 비슷한 수준이었다. 이는 식이섭취기록에 의한 1일 질소 섭취량 152.5mg/kg의 85%에 해당하여 유의적으로 낮았으나(p<0.05), 식이섭취기록에 의한 질소 섭취량과 식이의 화학적 분석에 의한 질소 섭취량 사이에는 유의적인 상관관계가 있었다(r=0.3059, p<0.05; Fig. 1).

식이 기록법에 의하여 계산된 영양소 섭취량보다 실제 식이를 수거하여 화학적으로 분석한 섭취량이 낮은 것은 단백질¹³⁾뿐 아니라 칼슘, 인, 철등 무기

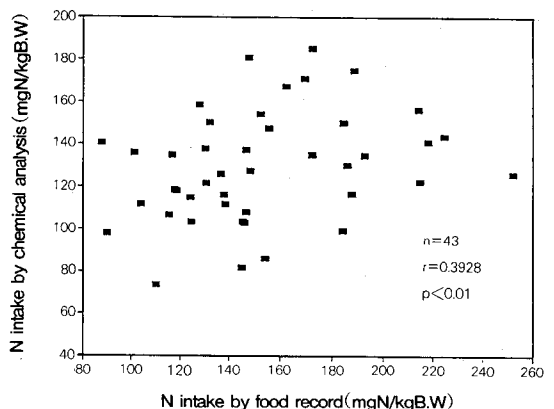


Fig. 1. N intake by food record and chemical analysis of duplicate portion.

한국성인 여성의 단백질 필요량 추정

질에서²⁸⁾ 이미 보고된 바와 일치하는 경향이다. 기록법에 의한 식이섭취조사에서는 섭취하는 음식, 식품들을 기록하여 음식/식품 영양성분표에 수록된 음식/식품법 영양소 함량을 이용하여 영양소 섭취량을 환산한다. 그러므로 식이섭취 기록과정과 그 환산과정의 정확도가 모두 정확해야 정확한 결과를 얻을 수 있다. 본 대상자들은 식품영양학과 3, 4학년과 대학원 과정에 재학중인 학생들이었으므로 식이섭취조사에 대하여 잘 알고 있어 타 대상자들에 비하여 기록의 정확도는 비교적 높았을 것으로 생각된다. 또한 이미 보고된 다른 연구들에서도 경향이 같음을 볼 때, 이는 개인별 차이가 큰 기록의 문제라기보다 식품성분표의 문제가 더 컸을 것으로 생각된다. 앞서 발표된 보고²⁰⁾에서 식품분석표로 환산한 에너지 섭취량은 대사된 에너지 (metabolizable energy)와 비슷했으나, 질소 섭취량의 경우 식품분석표로 환산한 질소 섭취량보다 약 15% 낮았다. 이는 식품분석표를 이용하여 영양소 섭취량을 환산할 때 생기는 평가오차가 영양소마다 다른 것을 의미하며 본 연구에서는 에너지보다 단백질 계산에서 오차가 더 컸다. 그러므로 우리나라 식이섭취조사에서 사용되는 식품성분표들을 재검검하여 결과의 오차를 줄일 수 있는 방안이 연구되어야 하겠다.

2. 질소 배설량

대변을 통한 질소 배설량은 1일 평균 1.58g, 체중 kg당 30.3mg으로 식이분석에 의한 질소 섭취량의 23.9%에 해당하며, 단백질 섭취수준과는 유의적 상관관계가 있으며, 에너지를 조절한 단백질 섭취수준과도

유의적 상관관계를 나타냈다($p < 0.05$). 본 실험에서의 대변중의 질소 배설량은 다른 연구들에서 보다 다소 높은 경향인데²⁹⁻³⁶⁾, Gersovitz등²⁹⁾의 보고에 의하면 성인 여자에게 0.8g/kg의 단백질을 섭취시켰을 때 1일 평균 대변으로서의 질소 배설량은 16.8mg N/kg으로 나타났으며 Young등의 보고³⁷⁾에 의하면 성인 남자에게 체중 kg당 0.5g의 단백질을 섭취시켰을 때 1일 평균 대변으로서의 질소 배설량은 0.78g으로 나타났다. 또한 Huang과 Lin³³⁾이 중국 대학생을 대상으로 단백질을 1일 0.55g/kg 섭취시켰을 때 대변으로서의 질소 배설량은 16.9mg N/kg으로 나타났다. 이와 같은 결과는 첫째, 위에 제시된 연구들이 단백질 제한식이를 이용한 balance study로 본 대상자들의 섭취수준에 비하여 단백질 섭취수준이 낮으며, 둘째는 한국인들이 일반식에서 야채류 등을 많이 섭취하고 있어 섬유질 함량이 높기 때문이 아닌가 생각된다. 이렇게 섬유질 섭취량이 높을 때에는 총 대변량이 증가할 뿐만 아니라, 대변중 질소량도 증가하고, 소장에서의 단백질 흡수율은 감소한다³⁸⁾³⁹⁾. 식이 중 섬유소가 질소 배설과 흡수율에 미치는 영향을 검토한 Reinhold의 보고⁴⁰⁾에 의하면 질소 섭취량을 16g으로 같게 하고 섬유질 10g을 첨가한 식이군이 대변중 질소 배설이 2.35g에서 0.55g이 증가되었다고 보고하였으며, 질소 흡수율도 86%에서 약 3%정도 감소되었다. 그러나 우리나라 사람들의 식이 섬유함량에 대한 자료와 우리나라 식이의 섬유소가 영양소배설에 미치는 영향에 관한 자료가 별로 없으므로 이 영향에 대하여는 정확히 평가할 수 없다.

Table 1. Mean daily nitrogen intake, excretion and balance of the subjects (n=43)

	Mean±S.D (mgN/kg body weight)	CV(%)
N intake by chemical analysis		
crude	129.3± 26.2	20.3
cal. -adjusted	129.3± 18.2	14.1
N excretion		
Fecal N	30.3± 8.7	28.7
Urine N	113.5± 22.9	20.2
Absorbed N	99.0± 24.8	25.1
(% Intake)	(76.1± 7.0)	(9.2)
N balance ¹⁾	-14.5± 15.5	106.9

1) N balance=N intake by chemical analysis(crude)-(urinary N+fecal N)

일반적으로 단백질의 소화흡수율은 단백질 섭취수준이 높을 때가 낮을 때보다 높는데, 본 연구 자료의 [(식이분석에 의한 질소 섭취량-대변으로의 질소 배설량)/식이분석에 의한 질소 섭취량]×100으로 산출한 외견적 단백질 소화흡수율은 58.1~90% 범위로 1일 평균 76%였다(Table 1). 대상자들의 식이 질소 섭취량과 소화 흡수율, 대변중 질소 배설간의 유의적인 상관관계는 없었다.

이와 같은 결과는 여대생을 대상으로 한 朱와 林⁴¹⁾의 연구결과와 유사하며, 朱와 崔⁴²⁾, 柳와 甯⁴³⁾의 보고, 김과 오의 보고⁴⁴⁾등의 한국식단에서의 소화흡수에 관한 보고들에서도 비슷한 결과를 나타냈다¹³⁾ 45). 또한 일반 중국식이에서의 Huang등³³⁾의 보고와도 유사한 경향이며, 서구인을 대상으로 한 연구⁴⁶⁾에서는 성인 남자에게 12~15g의 질소를 섭취시켰을 때, 대변중 질소 배설량은 1.2~1.6g이었고, 질소 흡수율은 약 90%를 나타내었다. 여기에 육류를 첨가하여 질소 섭취수준을 21g 내외로 증가시켰을 때 흡수율이 92~93%로 증가되었다. 일반적으로 서구인의 단백질 흡수율은 한국인의 일반식사시보다 높은 것으로 나타나는데 이러한 차이가 식이구성과 어떠한 관계가 있는지 연구가 필요한 것으로 생각된다.

실험에 참여한 43명의 소변으로의 총 질소 배설량은 1일 평균 5.9g, 체중kg당 113.5mg으로, 소변으로의 질소 배설량은 화학적 분석에 의한 질소 섭취량의 88.7%에 해당하며 질소 섭취량과 양의 상관관계가 있

었다. 에너지 섭취에 대하여 조절한 질소 섭취량을 사용하였을 때에도 유의적인 상관관계를 가지나, 상관계수는 약간 낮았다(Fig. 2). Willett²⁴⁾은 영양소 섭취량은 에너지 섭취량과 양의 상관관계가 있으므로 에너지에 대해 조절한 영양소 섭취량을 사용하면 영양소간의 관계나 질병여부의 상관관계가 낮아지지만 이것이 열량의 효과를 제외한 실제 영양소섭취의 효과에 가까운 결과를 나타낸다고 하였다²⁴⁾. 본 연구결과에서 에너지 섭취량에 대해 조절한 질소 섭취량을 사용하였을 때 소변중 질소와 질소 섭취의 상관관계가 약간 낮아진 것은 이 이론에 부합된다. 이러한 결과는 한국인 여대생을 대상으로 0.45g/kg과 0.9g/kg의 단백질을 섭취시킨 결과 노중 질소 배설량이 각기 3.05g과 4.25g으로 섭취량의 55%이었던 것에 비하면 높다⁴¹⁾. 그러나 저단백질식이(0.88g/kg)에서 노중 질소 배설량은 6.55g, 총 질소 섭취량에 대한 비율은 93%을 나타낸 丘⁴⁷⁾의 연구와 여대생의 식이 섭취실태조사¹⁸⁾에서 평균 7.16g이 질소를 섭취하였을 때 노중 질소 배설량은 6.03g, 총 질소 섭취량에 대한 비율은 84%로 나타난 것과 비슷하다.

3. 질소평형

본 실험에 참여한 43명의 대변·소변을 통한 질소 배설량과 식이분석에 의한 질소 섭취량으로 부터 계산한 질소 평형은 1일 평균 체중 kg당 -14.5mg으로 음 평형(negative balance)을 나타내었고(Table 1), 대상자중 10명(23%)만이 양의 평형을 보였다. 또한

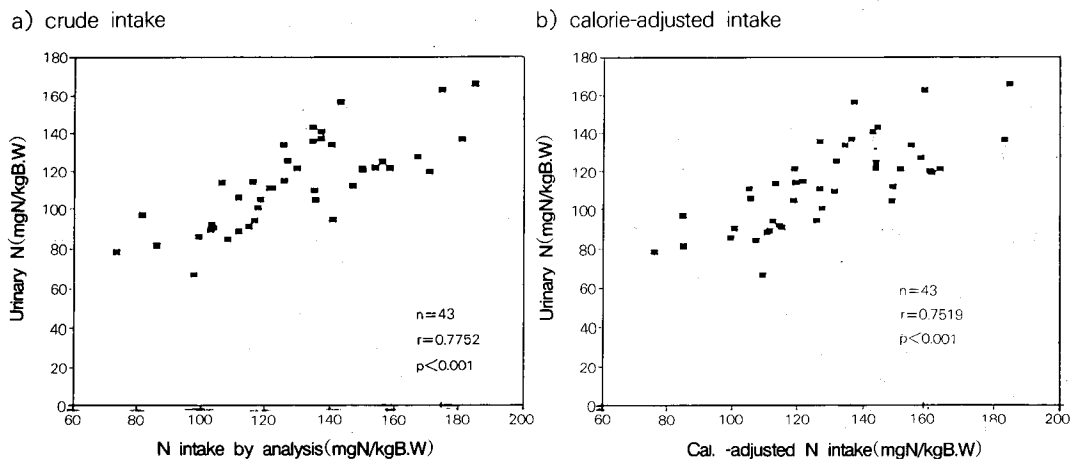


Fig. 2. Relationship between urinary N excretion and N intake by analysis of duplicate portions.

한국성인 여성의 단백질 필요량 추정

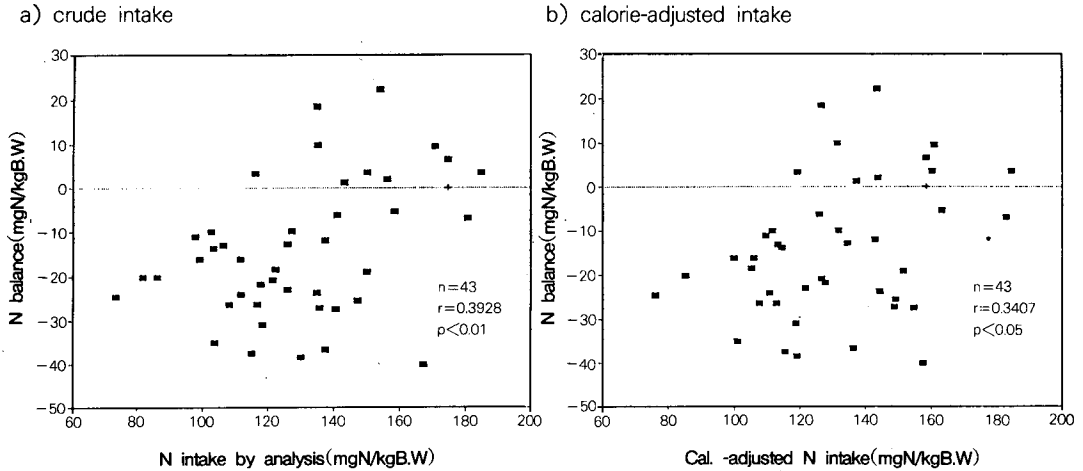


Fig. 3. Relationship between N balance and N intake by analysis of duplicate portions.

질소 섭취수준과 질소 평형은 유의적인 양의 상관관계를 나타내었으며, 에너지 섭취에 대해 조절한 질소 섭취량을 사용하였을 때 소변중 질소의 경우와 같이 상관관계가 약간 감소하였다(Fig. 3).

질소 평형은 질소섭취수준과 밀접한 관계가 있다. 林등⁴¹⁾의 보고에 의하면 섭취 에너지를 1일 45 kcal/kg으로 하고 단백질 섭취수준을 달리 하였을 때, 단백질 섭취량이 낮을 때에는 -18.1 ± 3.5 mg/kg/day로 음의 평형을 나타내나, 단백질 섭취량이 증가함에 따라 질소 평형이 점차 향상되어 단백질 섭취량이 0.75g/kg/day일 때는 16.0 ± 6.0 mg/kg/day로 양의 평형을 보여주었으며, 또한 丘의 연구에서도 질소 섭취수준을 7.06g에서 13.59g으로 증가시켰을 때 질소 평형은 -1.28 g에서 0.68g으로 증가하였다⁴⁷⁾.

Scrimshaw등⁴⁸⁾의 보고에서는 대학생들에게 단백질을 0.35g/kg에서 0.65g/kg으로 섭취량을 증가시켰을 때 질소 평형은 점차 증가하여 양의 평형을 나타냈으며, Calloway³⁴⁾ 보고에서도 에너지 섭취량을 일정하게 하고 단백질 섭취량을 에너지 5%에서 7% 수준으로 증가시켰을 때 양의 평형을 나타내었다.

또한 Huang등⁴⁸⁾의 연구에 의하면 중국의 혼합식사와 계란 단백질 식이를 사용하여 단백질 필요량을 측정하였을 때, 0평형(equilibrium)을 이루는 평균 단백질 섭취수준은 혼합식에서 0.79g/kg, 계란 단백질 식이에서 0.61g/kg으로 나타나, 질소 평형은 단백질 섭취량뿐만 아니라 단백질의 질에도 영향을 받음을

보여주었다. 일반적으로 단백질 요구량 연구에 많이 사용되는 단백질은 계란 단백질인데 이는 인체내에서 이용효율이 다른 종류에 비해 높은 양질의 단백질이며, 혼합식이의 단백질의 질은 계란 단백질에 비해 낮다.

대상자들의 질소평형을 유지하는데 필요한 질소 섭취량은 질소평형을 종속변수, 에너지 섭취에 대해 조절한 질소 섭취량을 독립변수로 한 회귀분석에 의하여 구하였다(Table 2). 본 대상자들이 모두 현재의 평균 에너지 섭취량(1476kcal/day)을 섭취하였을 때의 질소 평형을 유지하기 위한 질소 섭취량은 198 mg/kg/day이었다(공식 1). 본 대상자들의 에너지 섭

Table 2. Regression equation of N balance and N intake adjusted for energy intake (n=43)

Regression equation	N intake level for 0 balance (mgN/kgB.W/day)
$Y^1) = -41.91 + 0.2110X$	197.8
$Y^2) = -33.19 + 0.2119X$	156.6
$Y^3) = -27.58 + 0.2119X$	130.2

$Y^1)$: N balance with mean energy intake of the study subjects(mg/kg/d)

$Y^2)$: N balance when energy intake is sufficient to maintain energy balance(mg/kg/d)

$Y^3)$: N balance when energy intake is Korean RDA level(mg/kg/d)

X : cal-adjusted N intake(mg/kg/day)

(r value for regression equations : 0.3407, $p < 0.05$)

취량은 부족한 편인데²⁰⁾ 만일 에너지 평형을 유지할 수 있는 수준으로 에너지를 섭취한다면(1813kcal/day) 이때의 질소 평형을 유지하는 질소 섭취량은 157 mg/kg/day이다(공식 2). 또한 만일 대상자들의 에너지 섭취 수준이 중등 활동시 에너지 권장량수준이라면(2000kcal/day) 질소 평형을 유지하는 질소 섭취량은 130mg/kg/day로 계산되었다(공식 3). 에너지 섭취량이 부족하면 아미노산의 산화가 증가하며 질소소모를 증가시키므로 단백질 요구량이 증가한다. 에너지 섭취량이 과다할 때에 질소 대사에 미치는 영향은 많이 보고되지 않았는데 Calloway³⁴⁾는 단백질 섭취량이 총 열량의 4~7%로 낮은 대상자들에서 에너지 섭취량이 요구량의 100%에서 115%로 증가함에 따라 질소평형이 0.12g에서 0.59g으로 증가한 것으로 보고하여 과잉의 에너지가 질소평형에 영향을 미칠 수도 있을 것으로 생각된다. 특히 동 연구에서 소변의 요소질소 배설량은 에너지 섭취량이 요구량의 100%의 115%로 증가함에 따라 질소 섭취량의 64%에서 56%로 감소하여 과량의 에너지는 특히 요소질소의 배설에 영향을 미치는 것으로 보인다. 그러나 필요량 이상의 에너지가 질소대사와 평형에 미치는 영향에 대한 연구가 많지 않으므로 앞으로 더 연구되어야 할 과제로 생각된다. 본 연구에서는 소변과 대변으로의 배설 이외에 피부, 머리카락 등을 통한 배설 등 다른 질소 손실 요인들을 고려하지 않았다. FAO/WHO/UNU의 보고⁵⁾에서는 이러한 요인들에 의한 질소 손실을 8 mg/kg/day 정도로 추정하나, 매우 소량이므로 무시할 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 우리나라 식이 조건에서 이러한 손실량이 추정된 것이 없고 결과에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 생각하여 무시하였다. 이 손실량을 넣으면 실제 소요량은 본 연구의 계산치보다 약간 높을 것이나, 그 차이는 크지 않을 것으로 예상된다.

본 대상자들의 섭취량(129.3mg/kg)을 회귀분석에서 나온 필요량과 비교해 보면 대상자들의 에너지 섭취와 중등활동 기준의 권장량 수준일 때의 필요량과 비슷하다(공식 3). 그러나 앞의 보고²⁰⁾에서 대상자들의 에너지 필요량은 약한 활동을 하는 수준인 1800 kcal 정도로 나타났으므로 이 수준의 에너지를 섭취할 때의 질소 필요량은 156.6mg/kg이며 이를 단백질로

환산하면 1.0g/day 정도로 현재의 권장량과 비슷하다. 이상의 결과로 부터 대상자들의 음의 평형을 보인 것은 질소 섭취량의 부족에도 원인이 있으나, 에너지 섭취량의 부족에도 기인함을 알 수 있다. 따라서 본 연구에 참여한 여대생들은 에너지, 단백질 섭취가 모두 부족한 상태이므로 열량과 단백질 공급을 모두 증가시켜야 한다. 증가시키는 정도는 열량이 현재 섭취량에 비하여 약 25%(앞의 보고²⁰⁾)인 것에 비하여, 단백질은 약 21%로 에너지 증가보다 약간 낮다.

요약 및 결론

본 연구에서는 우리나라 성인여성의 단백질 요구량을 추정하기 위하여 평상시의 활동과 식사를 하는 여대생 43명을 대상으로 한달의 기간을 사이에 두고 3일간씩 2회에 걸쳐 수거한 식이의 화학적 분석으로 질소섭취량을 측정하고 대변과 소변의 질소 배설량을 측정하였다. 질소평형은 섭취량과 배설량으로부터 계산하였으며 2회의 조사를 평균하여 개인별 평균을 구하였다. 에너지 섭취량이 질소대사에 미치는 영향을 감안하여 에너지 섭취량에 대하여 보정한 질소 섭취량을 사용하였으며 대상자들의 질소 섭취와 평형자료를 이용한 회귀분석으로 적정 단백질 섭취수준을 제시하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 수거한 식이의 화학적 분석에 의한 질소 섭취량은 1일 평균 129.3mg/kg으로 식이섭취기록에 의한 1일 질소섭취량(152.5mg N/kg)에 비해 85%정도이며 유의적으로 낮았다($p < 0.05$).

2) 대변을 통한 질소 배설량은 1일 평균 30.3mg/kg으로 섭취한 질소의 흡수율은 76.1%이었다. 소변 중 질소 배설량은 1일 평균 113.5mg/kg으로 식이분석에 의한 질소 섭취량의 89%에 해당하였고 에너지 섭취량에 보정한 질소 섭취량과 유의적인 상관관계가 있었다($r = 0.7591$, $p < 0.01$).

3) 질소 평형은 1일 평균 -14.5 mg/kg의 음의 평형을 나타냈으며 대상자 43명중 양의 평형을 보인 사람은 10명이었다.

4) 질소 평형과 에너지 섭취를 조절한 질소 섭취량의 회귀분석을 이용해 계산한 질소 필요량은 현재의 에너지 섭취량을 기준으로 198mg/kg, 에너지 섭취량

이 에너지 평형을 유지할 수 있는 수준으로 섭취하였을 때는 157mg/kg이다.

이상의 결과에서 본 대상자들의 단백질 섭취량은 부족하며 이는 부분적으로 에너지 섭취부족에 기인한다. 따라서 본 연구대상자들의 자신의 필요량을 충족할 에너지(1800kcal/day)를 섭취하고 단백질은 현재의 권장량과 비슷한 1.0g/kg 수준으로 섭취하는 것이 바람직한 것으로 생각된다. 또한 식이 섭취조사로 계산한 질소 섭취량은 화학적 분석에 의한 섭취량보다 높게 나타나 식품의 질소 함량은 점검할 필요가 있으며 질소 흡수율이 비교적 낮게 나타나 우리나라 식이의 단백질 급원식품과 이용율에 대한 연구도 필요한 것으로 생각된다.

Literature cited

- 1) King JC. The need to consider functional endpoints in defining nutrient requirements. 인체영양연구방법론 Wrokshop 주제발표. 1994
- 2) 한국인구보건연구원. 한국인 영양권장량 제 5 차 개정, 1989
- 3) 한국영양학회. 1994년도 추계심포지움초록 : 제 6 차 한국인 영양권장량 개정을 위한 공청회. 1994
- 4) National Research Council. Recommended Dietary Allowances, 10th ed. National Academy of Sciences. Washington, D.C. 1989
- 5) WHO. Energy and Protein Requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. World Health Organization, Geneva, 1985
- 6) Campbell WW, Crim MC, Dallal GE, Young VR, Evans WJ. Increased protein requirements in elderly people : new data and retrospective reassessments. *Am J Clin. Nutr* 60 : 501-509, 1994.
- 7) 모수미. 한인여자 대학생의 기초 대사에 관한 연구. *대한의학협회* 2 : 254, 1957
- 8) 이일은 · 백희영. 생화학적 측정방법에 의한 우리나라 여대생들의 리보플라빈 영양상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 18(4) : 272-282, 1985
- 9) 이일하 · 이인열 · 노영희 · 백희영 · 김경숙 · 조재현. 우리나라 성인의 칼슘, 인 및 철분의 배설량에 대한 연구. *한국영양학회지* 21(5) : 317-323, 1988
- 10) 오경원 · 박계숙 · 김택재 · 이양자. 일부 대학생의 지방산 섭취량과 섭취지방산의 w3, w6계 지방산 및

P/M/S 비율에 관한 연구. *한국영양학회지* 24(5) : 399-407, 1991

- 11) 이혜성 · 이연경 · Shirley Chen. 대학생의 식이섭취 섭취에 관한 연구. *한국영양학회지* 24(6) : 534-546, 1991
- 12) 최미영 · 여정숙 · 강명준 · 승정자. 정상식과 채식을 하는 여대생의 영양상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 18(3) : 217-226, 1985
- 13) 김주연 · 백희영. 평상식이를 섭취하는 여대생들의 단백질 섭취 및 배설에 관한 연구. *한국영양학회지* 20(2) : 90-103, 1987
- 14) Tourin B. Energy-Nutrient Interactions. In : Bodwell, Erdman. *Nutrient Interactions* pp1-25, 1988
- 15) 주은정 · 백희영. 콩단백질과 고기단백질 식이가 인체내 단백질과 칼슘, 인 마그네슘 대사에 미치는 영향, 중기간 급식효과. *한국영양학회지* 22(6) : 516-530, 1989
- 16) Forbes EB, Bratzler JW, Thacker EJ, Maray LF. Dynamic effects and net energy values of protein, carbohydrate and fat. *J Nutr* 18 : 57, 1939
- 17) Iyengar A, Rao BSN. Effect of varying energy and protein intake on nitrogen balance in adults engaged in heavy manual labour. *Br J Nutr* 41 : 19-26, 1979
- 18) 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
- 19) Inoue G, Fujita Y, Niiyama Y. Studies on Protein Requirements of young men fed Egg Protein and Rice Protein with excess and maintenance energy intakes. *J Nutr* 103 : 1673, 1973
- 20) 김주연 · 백희영. 자유로운 식이와 활동을 하는 한국 여대생의 에너지와 단백질대사에 대한 연구(1) : 에너지 섭취와 평형. *한국영양학회지* 27(4) : 336-346, 1994
- 21) Scale FM, Harrision 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 Offical Methods of Analysis. 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. pp925-927, 1975
- 24) Willett W. Implication of total energy intake for epi-

- demologic analysis. In : Nutritional Epidemiology. p245, Oxford University Press, New York, 1990
- 25) 스프레스쉬트 Quattrro Pro. Version 3 Edition. 정보문화. 1992
- 26) SAS Introductory Guide for Personal Computers. Version 6 Edition. 1987
- 27) Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. Applied statistics for the behavioral sciences. Rand McNally Co. Chicago, pp198-209, 1979
- 28) 백희영. 평상식을 섭취하는 우리나라 성인 여성들의 주요 무기질 대사에 관한 연구. 숙명여자대학교 논문집 제28호 549-563, 1988
- 29) Gersovitz 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
- 30) Garza C, Scrimshaw NS, Young VR. Human protein requirements. *Am J Clin Nutr* 37 : 403-419, 1977
- 31) 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
- 32) 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
- 33) Huang PC, Lin CP. Protein requirements of young Chinese male adults on ordinary Chinese mixed diet and egg diet at ordinary levels of energy intake. *J Nutr* 112 : 907, 1982
- 34) Calloway DH. Nitrogen balance of men with marginal intakes of protein and energy. *J Nutr* 105 : 914-923, 1975
- 35) Garza C, Scrimshaw NS, Young VR. Human protein requirements. *J Nutr* 108 : 90-96, 1978
- 36) Southgate DAT, Durin JVGA. Calorie conversion factors. An experimental reassessment of the factors used in the calculation of the energy value of human diets. *Br J Nutr* 24 : 517-535, 1970
- 37) Young VR, Taylor YSM, Rand WM, Scrimshaw NS. Protein requirements of man. *J Nutr* 103 : 1164-1174, 1973
- 38) Nalini Shah, Mokhtar TA, Raymond RM, Pellet LP. Effect of dietary fiber components on fecal nitrogen excretion and protein utilization in growing rats. *J Nutr* 112 : 658-666, 1982
- 39) The effects of fiber on protein digestibility. *Nutr Rev* 42(1) : 23-24, 1984
- 40) Reinhold JC, Faradji B, Abadi P, Ismail-belgi F. Decreased absorption of calcium, magnesium, zinc and phosphorus by humans due to increased fiber and phosphorus consumption as bread. *J Nutr* 06 : 493-502, 1976
- 41) 임현목 · 주진순. 한국인의 단백질 소요량에 대한 연구. *한국영양학회지* 18(2) : 98-114, 1985
- 42) 최전도 · 주진순. 한국식이의 소화흡수에 관한 연구. *고려대학교 의과대학 잡지* 10 : 757-779, 1973.
- 43) 유오룡 · 오승호. 한국식이의 소화흡수에 관한 연구. *고려대학교 의과대학 잡지* 10 : 305-321, 1973
- 44) 김윤주 · 오승호. 한국인 남자고등학생의 단백질과 칼슘 평형에 관한 연구. *한국영양학회지* 22(1) : 1, 1993
- 45) 김순경. 단백질 섭취수준이 인체내 칼슘, 인, 마그네슘 대사에 미치는 영향에 관한 연구. 숙명여자대학교 박사학위논문, 1986
- 46) Spencer H, Kramer L, Osis D, Norris C. Effect of high protein(meat) intake on calcium metabolism in man. *Am J Clin Nutr* 31 : 2167-2180, 1978
- 47) 구재옥. 한국여성의 단백질 및 칼슘섭취가 단백질 및 칼슘대사에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문, 1987
- 48) Wayler A, Queiroz E, Scrimshaw NS, Steinke 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
- 49) 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* pp63-70, 1981