

시험스트레스가 대학생의 질소대사에 미치는 영향*

김 미 경 · 노 경 아

이화여자대학교 식품영양학과

Effects of Examination-stress on Nitrogen Metabolism of College Students

Kim, Mi Kyung · Rho, Kyoung Ah

Department of Food and Nutrition, Ewha Womans University, Seoul, Korea

ABSTRACT

This study was performed to investigate effects of examination-stress and protein supplementation on nitrogen metabolism and blood protein levels of Korean college students. Experiment was conducted at the beginning of a academic term and during midterm examination. During midterm examination, subjects were classified into two groups randomly : protein supplemental group(male n=6, female n=10) and placebo group(male n=4, female n=9). Protein capsules(2g/day) above 10% of indispensable amino acids requirement estimates were given to supplemental group for 10 days. At the beginning of the term, male students(n=12) ingested 223.15mgN/kg/d, excreted 20.74mgN/kg/d in feces, and excreted 94.31mgN/kg/d in urine. Their apparent protein digestibility was 90.72%, true N balance was +100.11mgN/kg/d, and the mean maintenance N requirement of mixed Korean diet calculated was 112.13mgN/kg/d. Female students(n=19) ingested 171.44mgN/kg/d, excreted 22.13mgN/kg/d in feces, and excreted 122.92mgN/kg/d in urine. Their apparent protein digestibility was 86.76%, true N balance was +18.39mgN/kg/d, and the mean maintenance N requirement calculated was 135.31mgN/kg/d. Blood levels of serum total protein, albumin, and BUN were within normal range. During midterm examination, fecal and urinary N excretions of female subjects(n=19) were increased, especially urea N markedly, and urea N/creatinine N ratio was augmented significantly. Apparent protein digestibility of male subjects(n=10) was decreased. Examination-stress showed 8.05mgN/kg/d(7.2%) increase of mean maintenance N requirement in male and 8.55mgN/kg/d(6.3%) increase in female students in comparison with that of the beginning of the term. Serum total protein and albumin levels showed no significant change, but serum transferrin level of female were decreased significantly. During midterm examination, females supplemented with protein capsules(2g/d) had no significant increase in fecal and urinary N excretions. (*Korean J Nutrition* 29(7) : 788~805, 1996)

KEY WORDS : examination-stress · nitrogen balance · nitrogen requirement · protein supplementation · blood protein level.

서 론

1995년에 제 6차 개정된 우리나라 성인의 단백질 권
채택일 : 1996년 5월 6일
*이 논문은 1994년도 이화여자대학교 교내 연구비의 지원
에 의하여 이루어 졌음

장량은 체중 kg당 1일 1.13g으로, 20~29세의 성인 남
자의 경우(체중 66kg) 일일 단백질 권장량은 75g이며,
성인 여자(체중 53kg)의 단백질 권장량은 60g이다¹⁾. 이
수치는 단기 질소 균형연구에 기초한 한국인 혼합식이로
서의 평균 단백질 필요량 0.82g/kg/d에 개인간 변이계

수에 의한 안전을 25%와 stress에 대한 가산치 10%를 더하여 나온 값이다. 1989년도의 권장량인 불가피 질소 손실량을 기본으로 하여 산출된 체중kg당 1.07g에 비해 다소 높아졌음을 알수 있다.

그동안 국내에서는 1968년 황우익 등의 혼합식이등을 이용한 중기연구²⁾를 기점으로 단기와 장기의 여러 질소 균형 연구³⁾¹²⁾가 진행되고 발표되었다. 그러나, 권장량 부근의 다양한 수준의 단백질을 섭취시키면서 장기간의 질소균형을 본 연구는 없었기 때문에, 1995년 개정시 이용된 자료는 5일간 6명의 여대생을 대상으로 혼합식이를 공급했을때의 결과와⁵⁾ 10일간 동물성과 식물성 급원의 단백질을 각각 고단백과 중단백의 두 수준으로 10명의 여대생에게 섭취시켰을때의 실험결과를⁸⁾ 평균하여 얻은 것이었다. 한편 10%의 stress에 대한 가산치는 1966년 Scrimshaw 등¹³⁾의 대학시험기간중 노중 질소 배설량이 증가한다는 연구와 1989년 왕수경¹⁴⁾등의 여자 근로자가 주야 교대근무로 인한 stress를 받을때 단백질 섭취량을 늘려야 한다는 보고등에 근거한 것이다.

스트레스는 매우 포괄적인 개념으로서 생존과 성장에 필요한 최소한의 자극에서부터 신체적 질병, 정신적 질환 혹은 사망까지도 초래할수 있는 모든 자극과 반응에 대한 용어이다. 1976년 Seyle¹⁵⁾는 'The Stress of Life'라는 그의 저서에서 이러한 스트레스에 대한 반응을 크게 두가지로 분류했다. 그것은 다양한 자극에 의해 특정하게 발생하는 항상성 기전인 특이반응(specific response)과 신경내분비의 반응을 유도하여 부신피질 및 교감신경계를 활성화하는 비특이반응(nonspecific response)이다. 일반적으로 의미하는 stress란 스트레스 요인에 대해 비특이적 생리반응을 유도하는 것을 일컫는다.

인간이 어떤 스트레스에 노출되면 먼저 감각기관으로 정보가 들어오며, 이것이 신경을 타고 뇌로 전달된다. 뇌에 들어온 stress에 대한 정보는 망상활성체계(reticular activating system, RAS)를 거쳐서 변연계와 시상(thalamus)으로 전달된다. 시상은 들어온 정보를 어떻게 처리할 것인지 결정하고, 그결과에 따라 시상하부(hypothalamus)가 작동하게 된다. 시상하부는 다시 내분비계와 자율신경계를 자극시킨다¹⁶⁾. 내분비계를 보면 시상하부에서 corticotropin releasing factor(CRF)가 분비되고, 이에 의하여 뇌하수체 전엽에서 adrenocorticotrophic hormone(ACTH)이 분비되면, 최종적으로 부신에서 부신피질 호르몬인 cortisol이 방출된다. Cortisol은 흔히 스트레스 호르몬으로 알려져 있는 것으로, 간에서 포도당의 생성을 쉽게하고 포도당의 세포로의 유입을 막아서 혈당량을 증가시킨다. 또한 지방조직에서 유리지방산을 용출하여 간에서 cholesterol합성을 증가

시키고, 체내 단백질의 이화작용을 촉진하는 역할을 한다¹⁷⁾. 스트레스가 주어질때 이와같은 단백질 분해의 증가로 인해 인체는 소모된 만큼의 단백질을 보충받아야 할 것이고, 그로인해 단백질 요구량이 증가하리라는 예상을 할수 있다. 이와같이 스트레스는 체내 생리적 변화의 직접원인으로 작용하여 체내 영양소의 균형을 깨뜨릴수 있다. Stress와 영양소와 관련하여 밀접한 연관성이 있음이 보고¹⁸⁾⁻²⁵⁾되어 왔으나, 국내에서 스트레스로 인한 인체의 질소 대사변화를 보고한것은 왕수경¹⁴⁾등의 연구를 제외하고는 거의 찾아 볼수가 없었다. 주야 교대 근무자를 대상으로 한 왕수경의 연구에서 정상 근무자의 평균 피로도 수준은 주야 교대근무자에게 단백질섭취를 권장량의 125% 수준으로 유지시킬때의 피로도임을 밝혔으나, 대상자의 영양섭취상태등 환경이 열악한 경우여서 정상적인 성인 남녀의 스트레스로 인한 단백질 대사의 변화를 설명하기에는 충분치 않다.

이에 본 연구에서는 일상적인 혼합식이를 섭취하는 건강한 남녀 대학생을 대상으로 하여 시험스트레스가 없는 기간과 주어진 기간에의 질소균형 및 단백질 대사전반에 걸친 연구를 하고, 혈청 albumin, transferrin등과 같은 혈액성분의 수준을 조사하여 시험 스트레스가 단백질 대사에 미치는 영향을 살펴 보았다. 또한 시험기간의 대상자를 무작위로 두군으로 나누어, 한군에만 단백질을 보충시켜 시험스트레스를 완화시켜줄수 있는지에 대해서도 알아보고자 하였다.

연구방법

1. 실험대상 및 실험기간

본 연구의 실험대상자는 여자대학생 19명과 남자대학생 12명이었다. 이들은 외견상 건강하고 장기적으로 영양제나 약물을 복용하지 않는 대학생들이었고, 특별한 질병이있는 학생들은 실험에서 제외하였다. 여대생들중 12명은 교내 생활관에 거주하였고, 나머지 7명은 기숙사에 거주하였다. 따라서, 이들은 자유로운 활동을 하되 식사 및 배변·배뇨장소의 통제가 가능한 집단이었다. 남학생들은 각자 집에서 거주하되 식사는 학교 식당에서 일괄적으로 하게 하였으며 배변·배뇨의 장소를 통제하여 실험하였다. 실험은 시험스트레스가 없는 학기초와 시험스트레스가 있는 중간고사 기간의 두차례에 걸쳐 진행되었다. 시험스트레스가 없는 1차 실험기간은 여학생의 경우 1995년 3월 21일부터 24일까지의 4일간이었고, 남학생은 3월 27일부터 30일까지의 4일간이었다. 이 기간은 새학기가 시작되던 3주정도가 지난 시험 및 과제외의 스트레스가 없는 시기이었다. 시험스트레스가 있는 2차

실험기간은 여학생은 4월 17일부터 20일까지, 남학생은 4월 20일부터 23일까지이었다.

두차례의 실험기간에 생활관에 거주한 여학생 12명은 각각 다른 대상자들이었고, 기숙사에 거주한 여학생 7명 및 남학생 12명은 모두 1, 2차 실험에 참여하였으나, 남학생 두명은 2차실험 도중에서 제외되었다. 실험 대상자들은 실험 시작전 신체체측을 하였고, 그내용은 Table 1과 같이 모두 정상이었다.

시험기간에 참여하는 실험대상자는 무작위로 두군으로 나누어 중간고사 기간 7일전부터 2차실험기간 3일을 포함하여 총 열흘동안 한군(여=10명, 남=6명)은 단백질 캡슐(500mg/캡슐, 고려제약(주) 아미푸렉스)을 하루 두번 매회 두개씩 먹게 하고, 다른 한군(여=9명, 남=4명)은 placebo 캡슐을 주어 먹게 하였다. 이와 같은 단백질 투여수준은 1985년 FAO/WHO/UNU에서 제안한 아미노산 요구량 추정치²⁷⁾(amino acid mg/kg/

day)에 20~24세 한국 성인의 체위기준치¹⁾(남자 66kg, 여자 53kg)를 곱하여 산출된 수치의 10%를 상회하도록 정한것이다.

단백질 캡슐의 하루공급량인 2g당 아미노산합량은 Table 2와 같았으며, Se-catalyzed mikrokjeldahl법²⁸⁾으로 Kjeltac Auto 1030 Analyzer사용하여 분석하였을때 단백질 2g당 질소합량은 196.53mg이었다.

2. 식이 섭취량 조사 및 질소합량 분석

식이 섭취량 조사는 연속 3일간의 측량 기록법에 의해 실시되었다. 즉, 측량 기록법에 대한 기초교육을 실시하고 최대측정치 1kg의 저울을 각자에게 배부하여 연속 3일간 섭취한 음식량을 실측하여 기록하게 하였다.

학기초와 중간고사 기간의 연속 3일동안 섭취한 모든 음식을 매끼마다 각 음식종류별로 수거하여 완전히 분쇄·균질화한후 이의 일부를 -20℃이하로 냉동 보관하였다. 질소합량 분석시 냉동보관하였던 시료를 상온에서

Table 1. Characteristics of subjects

	1st period(N=31)		2nd period(N=29)	
	Females(n=19)	Males(n=12)	Females(n=19)	Males(n=10)
Age(yrs)	19.79 ± 1.06 ¹⁾	20.25 ± 1.64	19.89 ± 1.25 ¹⁾	20.50 ± 1.69
Height(cm)	161.53 ± 3.19	174.13 ± 4.93	161.66 ± 3.65	173.95 ± 5.37
Weight(Kg)	53.99 ± 6.31	65.42 ± 9.43	51.74 ± 6.14	66.40 ± 10.10
Body mass index	20.68 ± 2.25	21.50 ± 2.24	19.75 ± 1.89	21.86 ± 2.33
Systolic B.P.(mmHg)	117.32 ± 11.75	118.17 ± 7.68	111.84 ± 11.92	113.20 ± 3.37
Diastolic B.P.(mmHg)	69.68 ± 6.88	76.83 ± 6.14	70.58 ± 10.21	78.60 ± 6.33

1) Mean ± S.D.

Table 2. Amino acid composition in 2g protein capsule

Amino acids	① EAA contents in 2g capsule ¹⁾ (mg/2g cap.)	Supplementing ratio of EAA requirement for male[①/(② × 66 ²⁾ × 100] ³⁾ (%)	Supplementing ratio of EAA requirement for female[①/(② × 53 ²⁾ × 100] ³⁾ (%)	② Estimated requirement of EAA ³⁾ (mg/Kg/day)
*L-Histidine	48.0	7.3	9.1	8 - 12
*L-Isoleucine	94.8	14.4	17.9	10
*L-Leucine	154.0	16.7	20.8	14
*L-Lysine	139.6	17.6	21.9	12
*L-Methionine	49.2	6.5	8.0	13
*L-Cystine	6.2			
*L-Phenylalanine	82.4	11.8	14.7	14
*L-Tyrosine	26.4			
*L-Threonine	78.0	16.9	21.0	7
*L-Tryptophan	20.6	8.9	11.1	3.5
*L-Valine	120.4	18.2	22.7	10
Average		13.14%	16.40%	

*10 essential amino acids 1) Analyzed by Korea Pharmacy with liquid chromatography, 2) Reference body weight of Korean adult(20-24yrs, 1995), 3) FAO/WHO/UNU(1985), 4) Dispensable amino acid contents(mg/2g capsule) : L-Aspartate : 133.4, L-Serine : 102.0, L-Glutamate : 360.0, L-Proline : 181.6, Glycine : 36.4, L-Alanine : 57.0, L-Arginine : 63.8, 5) [EAA contents in 2g capsule ÷ (Estimated requirement of EAA × 66Kg²⁾ × 100], 6) [EAA contents in 2g capsule ÷ (Estimated requirement of EAA × 53Kg²⁾ × 100]

해동하고, 각 식품의 단백질 함량에 따라 0.2~1.0g의 시료를 취하여, Kjeltac Auto 1030 Analyzer를 사용하여 Se-catalyzed mikrokjeldahl 법으로 분석하였다.

3. 대변 및 소변시료의 분석

식이섭취를 기록한 다음날부터 연 3일간 매일 24시간의 대변을 플라스틱 채변용기내에 이중비닐막을 깔아서 수거하였으며, 일일 대변의 총 무게를 재고 블렌더로 갈아서 균질화하였다. 이의 일부를 -20℃이하로 냉동 보관하였으며, 질소함량 측정시 실온에서 해동시킨후 0.1~0.2g정도를 취하여 Se-catalyzed mikrokjeldahl법으로 분석하였다. 대변의 정확한 수집을 위해 식이섭취를 기록하는 첫날 아침식사전에 대변 marker로 Brilliant Blue G.(30mg/회)캡슐을 복용시켜 기록 전날과 기록 첫째날의 대변을 구분하였다. 또한 식이섭취 기록이 끝난 다음날 아침 식사전에도 marker를 복용시켜 실험기간에 섭취한 식이로 형성된 대변을 정확히 수집토록 하였다. ((식이분석에 의한 질소섭취량-대변으로의 질소배설량)/식이분석에 의한 질소섭취량 100)으로 외견적 단백질 소화흡수율(apparent protein digestibility)을 구하였다.

모든 대상자는 식이섭취량을 기록하는 3일동안 매일 아침 8시부터 다음날 아침 8시까지 24시간의 소변을 채뇨용기에 개인별로 수거하였다. 채뇨 용기에는 질소안정과 뇨의 부패방지를 위해 0.1% HCl과 toluene 1ml씩을 미리 넣어 주었으며, 조사첫날 아침 8시에 배뇨한 것은 버리고 채뇨를 시작하였다. 수집한 24시간 소변은 총 부피를 재고, 그 일부를 취하여 -20℃이하로 냉동 보관하였다. 뇨 질소함량 분석시 냉동된 시료를 실온에서 해동시킨 후 0.5ml를 취하여 Kjeltac Auto 1030 Analyzer를 사용하여 Se-catalyzed mikrokjeldahl법으로 분석하였다.

소변내 요소질소(Urea N), Creatinine, Uric acid 등의 함량도 분석하였다. 요소 질소의 분석은 urease 효소법²⁸⁾에 의한 정량 kit(영동시약, Urea N-E kit)을 사용하였고, creatinine의 분석은 Jaff-modified 직접법에²⁹⁾ 의한 정량 kit(영동시약, Creatinine kit)을 사용하였다. Uric acid의 정량은 효소법³⁰⁾에 의한 kit(영동시약, Uric acid-E kit)을 사용하여 분석하였다.

[식이분석에 의한 질소섭취량-(소변으로의 질소배설량+대변으로의 질소배설량)]으로 외견적 질소균형(apparent N balance)을 구하였으며, 피부와 땀등의 경로를 통한 질소 손실량 8mg/kg/day²⁷⁾를 고려하여 true N balance를 계산하였다.

4. 혈액 채취 및 분석

혈액은 식이섭취 조사가 끝난 다음날 채취하였다. 즉

식이조사 마지막날 저녁식사후 9시 이후에는 어떠한 음식물의 섭취도 금하도록 하고 다음날 오전 9시에서 10시 사이에 15ml 정도의 혈액을 채취하였다. 또한 총단백질 등의 분석을 위해 EDTA로 처리된 채취관에 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 바로 원심분리시켜 혈청을 얻어 분석에 이용하였다. 단백질 영양상태와 스트레스로 인한 체내 대사변화를 알아보기 위하여 serum total protein, serum albumin, serum transferrin, serum retinol binding protein(RBP), blood urea nitrogen(BUN)등을 분석하였다. Serum total protein은 Biuret법³¹⁾으로 측정하였고, serum albumin은 bromocresolgreen법³²⁾에 의한 독일 Boehringer Mannheim GmbH Diagnostica사의 kit로 분석하였다. Serum transferrin과 serum RBP는 nephelometer를 사용하여 혼탁법(Rate Nephelometry)³³⁾으로 분석하였다. BUN은 urease를 이용한 효소비색법(kinetic UV method)³⁴⁾으로 분석하였다.

5. 스트레스 측정

학기초와 중간고사기간의 두차례에 걸친 실험기간동안 스트레스 정도를 측정하는 설문지를 작성하게 하였다. 설문지는 1985년 최해림³⁵⁾이 개발한 것으로 학교/진로(대학생활; 15문항), 가정/경제(13문항), 친구/대인관계(15문항), 학생자신(14문항), 주위환경(8문항) 등의 모두 5개 영역에서 총 65문항으로 이루어져 있다. 각 문항에 대해 1에서 5까지의 점수를 주게하고, 점수가 높을 수록 스트레스를 많이 받고 있는 것으로 하였다.

6. 자료의 통계분석

시험스트레스가 없었던 1차실험기간과 시험스트레스가 주어진 2차실험기간의 결과를 Student t-test로 비교하고, 2차기간중 단백질을 보충받았던 군과 placebo 군으로 나누어 다시 그 결과를 t-test로 비교하였다. 또한, 1, 2차 동일 대상자인 경우(기숙사 여학생 7명, 남학생 10명)의 data를 기간별로 나누어 paired t-test로 비교하였으며, 동일 대상자들의 stress가 없었던 1차실험기간의 자료를 중간고사기간에 단백질 보충군 및 비보충군의 자료와 각각 paired t-test로 비교하였다. 조사된 자료는 Quattro pro와 SAS(Statistic Analysis System)를 이용하여 통계 처리하였다. 모든 결과의 자료는 평균과 표준편차를 계산하였고, $p < 0.05$ 일때 통계적으로 유의하다고 보았다. 본실험의 질소섭취량·배설량·흡수량·평형등의 상관관계를 분석하기 위하여 Pearson's correlation coefficient(r)와 regression analysis를 사용하였다.

연구결과

1. 스트레스 점수

실험대상자들은 학기초와 중간고사 기간의 두차례에 걸쳐 스트레스 정도를 묻는 설문지를 작성하였는데 1, 2차에 모두 참여하였던 여학생 7명과 남학생 10명의 스트레스 점수를 시험기간별로 비교한 결과는 Table 3과 같다. 여학생의 경우 학기초에 비해 시험기간에 모든 영역에서 점수가 높아지는 경향을 보였으며, 특히 친구 및 대인관계의 영역에서 유의적으로 스트레스를 많이 느끼는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 또한 시험이나 퀴즈에 관한 스트레스 정도를 묻는 문항이 포함되어있던 대학생활의 영역에서도 점수가 높아져서($p < 0.1$), 결국 여학생의 총 스트레스 점수가 학기초에 비해 시험기간에 높게 나타났다($p < 0.05$). 남학생들의 경우에는 시험이 없었던 시기에 비해 중간고사 기간에 가정 및 경제생활의 영역에서 스트레스 점수가 가장 크게 증가하였고($p < 0.01$), 그외에도 친구 및 대인관계 그리고 주위환경의 영

역에서도 점수가 높아져서($p < 0.05$), 여학생과 마찬가지로 시험기간에 전체적으로 스트레스를 많이 받는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

단백질 보충으로 인한 스트레스 완화 효과를 알아보기 위하여 시험기간에 단백질 보충군 및 비보충군으로 나누고, 이를 남녀별로 1차기간의 자료와 비교 하였는데 그 결과는 Table 4와 같다. 우선 시험으로 인한 스트레스 점수의 증가는 단백질 비보충군의 시험기간별 비교로 알 수있다. 단백질 비보충군이었던 여학생의 경우 친구·대인관계영역에서 시험기간에 유의적으로 스트레스 점수가 높아졌고($p < 0.05$), 그외에 가정·경제생활 및 주위환경 영역에서도 점수가 증가하는 경향을 보였으며($p < 0.1$), 전체적으로 시험기간에 스트레스를 많이 받는 것으로 나타났다($p < 0.1$). 중간고사 기간에 단백질을 하루 2g씩 보충받았던 여학생들은 친구·대인관계 영역에서 학기초보다 스트레스 점수가 높아졌던 것을 제외하면($p < 0.1$), 그외 다른 4개 영역 및 총 점수에서는 시험기간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 한편, 시험기간에 여학생들을 단백질보충군과 비보충군으로 나누어

Table 3. Comparison of stress score according to sex & examination

	Females		Males	
	No exam(n=7)	Exam(n=7) ¹⁾	No exam(n=10)	Exam(n=10) ¹⁾
I. College life	34.14 ± 7.45	36.43 ± 8.48 [†]	34.00 ± 7.04	35.60 ± 8.66 ^{N.S.}
II. Family & economy	29.71 ± 12.09	31.57 ± 11.25 ^{N.S.}	22.30 ± 5.70	28.10 ± 8.80 ^{**}
III. Friend & social relationship	39.57 ± 10.36	44.86 ± 7.27 [*]	35.10 ± 7.20	41.40 ± 9.31 [*]
IV. Identity concept	35.14 ± 10.22	38.57 ± 7.28 ^{N.S.}	35.10 ± 8.80	37.30 ± 8.23 ^{N.S.}
V. Environmental problem	17.10 ± 5.03	19.71 ± 4.86 [†]	16.50 ± 3.10	18.10 ± 3.78 [*]
Total score	155.4 ± 41.52	171.1 ± 35.65 [*]	143.0 ± 26.31	160.5 ± 32.82 [*]

1) paired Student t-test(for same subjects participated in both periods)

N.S. : Not significantly different between two periods by Student t-test

† : $p < 0.1$ * : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

Table 4. Comparison of stress score with/without exam & protein supplementation

	Females(n=19)				Males(n=12)				
	No exam (n=4)	Exam(n=4) ¹⁾		No exam (n=3)	Exam(n=3) ^{1) 2)}		No exam (n=4)	Exam(n=4) ¹⁾	
		No pro. supp.	Pro. supp.		No pro. supp.	Pro. supp.		No pro. supp.	Pro. supp.
I. College life	31.50 ± 8.06	33.25 ± 10.21 ^{N.S.}	37.67 ± 6.03	40.67 ± 3.51 ^{N.S. 2)}	37.00 ± 3.65	35.50 ± 8.58 ^{N.S.}	32.00 ± 8.32	35.67 ± 9.52 ^{† N.S.}	
II. Family & economy	24.50 ± 6.86	30.00 ± 11.20 [†]	36.67 ± 15.54	33.67 ± 13.43 ^{N.S.}	23.75 ± 6.90	27.25 ± 7.93 ^{N.S.}	21.33 ± 5.20	28.67 ± 10.03 ^{* N.S.}	
III. Friend & social relationship	34.25 ± 9.43	41.50 ± 6.56 [*]	46.67 ± 7.51	49.33 ± 6.43 ^{† N.S.}	35.75 ± 5.25	39.25 ± 7.50 ^{N.S.}	34.67 ± 8.73	42.83 ± 10.78 ^{* N.S.}	
IV. Identity concept	31.25 ± 10.37	35.50 ± 7.77 ^{N.S.}	40.33 ± 9.02	42.67 ± 4.93 ^{N.S.}	34.50 ± 3.70	35.00 ± 2.94 ^{N.S.}	35.50 ± 11.43	38.83 ± 10.48 ^{* N.S.}	
V. Environmental problem	14.75 ± 3.78	19.25 ± 5.12 [†]	20.00 ± 5.57	20.33 ± 5.51 ^{N.S.}	17.50 ± 1.29	18.25 ± 2.87 ^{N.S.}	15.83 ± 3.87	18.00 ± 4.56 ^{* N.S.}	
Total score	136.3 ± 36.17	159.5 ± 37.92 [†]	181.0 ± 38.63	186.7 ± 2.01 ^{N.S.}	148.5 ± 12.82	155.3 ± 27.33 ^{N.S.}	139.3 ± 33.27	164.0 ± 38.13 ^{** N.S.}	

1) paired Student t-test(for same subjects participated in both periods)

2) unpaired Student t-test between protein supp. group & placebo group during exam

N.S. : Not significantly different between two periods by Student t-test

† : $p < 0.1$, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

Table 6. Pearson correlation coefficients of female N metabolism data during 1st period without exam stress(N=19)

	Apparent Balance (mg/kg/d)	True Balance (mg/kg/d)	Creatinine Nitrogen (mg/kg/d)	Urea N/Creatinine N	Urea Nitrogen (mg/kg/d)	Uric Acid N (mg/kg/d)	Apparent Digestibility (%)	Urinary Nitrogen (mg/kg/d)	Fecal Nitrogen (mg/kg/d)	N intake (mg/kg/d)
True Balance	1.00000	1.00000								
Creatinine Nitrogen	-0.06155	-0.06125	1.00000							
Urea N/Creatinine N	0.46023*	0.45936*	-0.44112*	1.00000						
Urea N	0.27444	0.27390	0.69571**	0.32836	1.00000					
Uric Acid N	0.18377	0.18418	0.65549**	0.03152	0.65283	1.00000				
Apparent Digestibility	0.64312**	0.64295**	-0.20710	0.25591	-0.02175	-0.02256	1.00000			
Urinary Nitrogen	0.22376	0.22351	0.67074**	0.30457	0.95741**	0.67828**	-0.11885	1.00000		
Fecal Nitrogen	-0.31769	-0.31777	0.32042	-0.03331	0.32419	0.21490	-0.88739**	0.44596*	1.00000	
N intake	0.75644**	0.75630**	0.36640	0.47582*	0.75235**	0.52159*	0.16922	0.76966**	0.25922	1.00000

+ : p < 0.1, *p < 0.05, ** : p < 0.01

Table 7. Pearson correlation coefficients of male N metabolism data during 1st period without exam stress(N=12)

	Apparent Balance (mg/kg/d)	True Balance (mg/kg/d)	Creatinine Nitrogen (mg/kg/d)	Urea N/Creatinine N	Urea Nitrogen (mg/kg/d)	Uric Acid N (mg/kg/d)	Apparent Digestibility (%)	Urinary Nitrogen (mg/kg/d)	Fecal Nitrogen (mg/kg/d)	N intake (mg/kg/d)
True Balance	1.00000	1.00000								
Creatinine Nitrogen	-0.30454	-0.30454	1.00000							
Urea N/Creatinine N	0.38337	0.38337	-0.11167	1.00000						
Urea N	-0.21439	-0.21439	0.92198**	0.26081	1.00000					
Uric Acid N	0.19957	0.19957	0.22155	-0.18805	0.06392	1.00000				
Apparent Digestibility	0.23290	0.23290	0.21053	-0.36092	0.05562	0.05773	1.00000			
Urinary Nitrogen	-0.35847	-0.35847	0.92870**	0.12299	0.97005**	-0.01870	0.02601	1.00000		
Fecal Nitrogen	-0.05127	-0.05127	-0.11124	0.48194	0.07904	-0.06607	-0.95303**	0.09621	1.00000	
N intake	0.61278*	0.61278*	0.41924	0.56579*	0.58161*	0.14926	-0.01223	0.47892	0.28379	1.00000

+ : p < 0.1, * : p < 0.05, ** : p < 0.01

비교하였을 때는 5개 영역 및 총점수에서 모두 유의적 차이가 없었다.

시험기간에 단백질을 보충받지 않았던 남학생 4명은 스트레스 정도를 묻는 모든 영역 및 총점수에서 학기초와 비교하여 스트레스 점수의 유의적인 증가가 나타나지 않았다. 특별히 시험공부 및 성적으로 인한 스트레스 정도를 묻는 항목이 포함된 대학생활의 영역에서는 오히려 학기초보다 중간고사 기간에 스트레스를 덜 받은 것으로 응답하였다. 한편 단백질 보충군에 속한 남학생 6명은 5개영역 및 총점수에서 학기초에 비해 시험기간에 모두 유의적으로 스트레스 점수가 높아졌다. 한편, 남학생들을 시험기간에 단백질 보충 여부에 따라 비교해보았을 때는 어떤 유의적 차이도 나타나지 않았다.

2. 질소대사

1) 시험스트레스가 없는 기간의 질소대사

시험스트레스가 없었던 1차시험기간의 질소대사 결과를 남녀별로 살펴보면 Table 5와 같다. 실험대상자가 3일간의 시험기간에 섭취한 식이시료를 수거하여 분석한 질소섭취량은 여학생의 경우 1일평균 체중 kg당 171.44mg이었고, 남학생은 1일평균 223.15mg으로 남학생의 질소섭취량이 여학생에 비해 유의적으로 높았다 ($p < 0.05$). 여학생들의 질소섭취량은 질소평형, 요소 질소배설량, 그리고 뇨중 총질소배설량과 강한 ($p < 0.01$) 양의 상관관계를 보였다($r=0.7564$, $r=0.7524$, $r=0.7697$). 또한, 요소 질소배설량 및 urea N/creatinine N 비율과도 유의적인($p < 0.05$) 양의 상관관계가 있었다($r=0.5216$, $r=0.4758$)(Table 6). 한편, 남학생들의 1차기간 질소섭취량은 질소평형 및 요소 질소배설량과 유의적인($p < 0.05$) 양의 상관관계를 나타내었다($r=0.6128$, $r=0.5816$)(Table 7).

대변을 통한 질소 배설량을 남녀별로 나누어볼 때, 여학생의 경우에는 하루평균 체중 kg당 22.13mg이었고, 남학생은 20.74mg으로 나타나 여학생이 남학생보다 높은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 이는 질소 섭취량의 각각 13.24%, 9.28%에 해당하였다. 또한 [(분석에 의한 질소섭취량 - 대변중 질소배설량) / 분석에 의한 질소섭취량 100]으로 산출한 apparent digestibility는 여학생이 86.76%였고, 남학생의 경우 90.72%로 나타나 남학생이 여학생에 비해 다소 높은 경향을 보였으나 유의적 차이는 없었다. 여학생의 1차기간 외견적 단백질 소화율은 질소평형이 증가할 때에 높아져서 유의적인($p < 0.05$) 양의 상관관계를 보인다($r=0.6431$).

시험스트레스가 없었던 학기초에 여학생 19명의 소변중 질소배설량은 하루평균 122.92mg/kg으로 이는 식이 분석에 의한 질소섭취량의 74.72%에 해당하였다. Urea N은 95.8mg/kg/day으로 소변중 총질소 배설량의 75.3%를 차지하였으며, creatinine N과 uric acid N이 각각 6.6mg과 3.15mg으로 5.4%, 2.58%를 차지하였다.

Table 5. N intake, excretion, and balance during 1st period without exam stress

	Females(n=19)	Males(n=12)	Total(n=31)
N intake(g/day)	9.20 ± 2.34	14.34 ± 2.54	11.19 ± 3.48 ¹⁾
(mg/kg/day)	171.44 ± 43.53	223.15 ± 45.02*	191.46 ± 50.8
Fecal N(g/day)	1.21 ± 0.69	1.33 ± 0.72	1.25 ± 0.7
(mg/kg/day)	22.13 ± 12.17	20.74 ± 11.49 ^{N.S.}	21.59 ± 11.93
(% of N intake)	13.24 ± 7.66	9.28 ± 5.14	11.71 ± 7.07
Urinary N(g/day)	6.63 ± 1.36	6.13 ± 2.37	6.44 ± 1.84
(mg/kg/day)	122.92 ± 20.9	94.31 ± 35.06 [†]	111.84 ± 30.62
(% of N intake)	74.72 ± 15.59	42.56 ± 13.33	62.27 ± 21.52
urea N(% of urinary N)	75.31 ± 4.32	75.80 ± 9.58 ^{N.S.}	75.5 ± 6.7
(mg/kg/day)	92.80 ± 17.69	71.88 ± 27.7 [†]	84.70 ± 24.34
creatinine N(% of urinary N)	5.40 ± 0.85	5.41 ± 0.72 ^{N.S.}	5.41 ± 0.79
(mg/kg/day)	6.60 ± 1.38	5.08 ± 1.88*	6.01 ± 1.76
uric acid N(% of urinary N)	2.58 ± 0.35	2.03 ± 1.24 ^{N.S.}	2.37 ± 0.85
(mg/kg/day)	3.15 ± 0.54	1.76 ± 1.04**	2.61 ± 1.03
urea N/creatinine N	14.26 ± 2.26	14.25 ± 2.45 ^{N.S.}	14.26 ± 2.33
Apparent N digestibility(%)	86.76 ± 7.66	90.72 ± 5.14 ^{N.S.}	88.29 ± 7.07
N balance apparent(mg/kg/day)	26.39 ± 32.12	108.11 ± 40.74**	58.02 ± 53.47
estimated true ²⁾ (mg/kg/day)	18.39 ± 32.12	100.11 ± 40.74**	50.02 ± 53.47

1) Mean ± S.D.

2) Assuming losses through the integument, sweat, and other minor routes amount to 8mgN/kg/day
N.S. : Not significantly different between two genders by Student t-test

† : $p < 0.1$, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

학기초 남학생 12명의 소변중 평균질소배설량은 94.31 mg/kg/day로 같은기간 여학생에 비해 다소 낮은 경향을 보였으며 ($p < 0.1$), urea N배설량이 체중kg당 하루 평균 71.88mg이었고, creatinine N 및 uric acid N은 각각 5.08mg과 1.76mg이었다. 소변중 총질소배설량에 대한 요소질소 및 creatinine질소 그리고, 요산질소의 차지비율은 같은기간 남녀간에 차이가 없었으나, 각성분의 체중 kg당 일일평균 배설량은 여학생이 남학생에 비해 유의적으로 높았다(요소질소 : $p < 0.1$, creatinine 질소 : $p < 0.05$, 요산질소 : $p < 0.01$). 한편, urea N/creatinine N의 비율은 성별간에 유의적인 차이가 없었다.

본 실험에서 [질소섭취량 - (대변중 질소배설량 + 소변중 질소배설량)]으로 계산된 apparent N balance을 보면 여학생의 경우 26.39mg/kg/day이었고, 남학생은 108.11mg/kg/day으로서 성별에 관계없이 양의 평형을 나타내었으나 그 수치는 여학생에 비해 남학생이 유의적으로 높았다 ($p < 0.05$). 이것은 여학생들의 질소 섭취량이 남학생보다 적었으면서 대변 및 소변중 질소배설량은 오히려 여학생이 남학생보다 높았던 데에서 기인한다고 하겠다. 의무적 질소 손실량(obligatory nitrogen loss) 8mg/kg/day²⁷⁾을 고려하여 보정한 true N balance는 여학생이 18.39mg/kg/day이었고 남학생은 100.11mg/kg/day이었다.

2) 시험스트레스 유무에 따른 질소대사

시험스트레스로 인한 질소대사의 변화를 알아보기 위하여 1, 2차에 모두 참여하였던 남학생 10명, 여학생 7명의 대상자들을 성별로 나누어 비교하였으며 그 결과는 Table 8, 9와 같았다. 여학생의 경우 시험스트레스가 없었던 학기초 질소섭취량은 145.73mg/kg/day이었으나 중간고사 기간에는 169.27mg/kg/day으로 시험기간에 다소 높아지는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 여대생들의 대변 및 소변으로의 질소배설량은 학기초에 비하여 시험기간에 각각 유의적으로 증가하였으며 ($p < 0.05$), 소변중 질소성분 중에서는 요소질소만이 유의적으로 배설량이 많아졌고 ($p < 0.05$), creatinine N과 요산질소의 배설량은 기간에 따른 차이를 보이지 않았다. Apparent N balance는 13.73mg/kg/day로 시험기간의 질소 섭취량 증가경향에도 불구하고 대변 및 소변으로의 질소배설량이 유의적으로 증가하여 1차실험기간의 26.39mg/kg/day보다 오히려 감소되는 경향을 보였다. 시험기간중의 남학생들은 체중kg당 하루평균 질소 섭취량이 197.45mg으로 1차실험기간의 질소섭취량 215.33mg/kg/day보다 다소 낮아졌으나 유의적인 차이는 없었다. 남학생들은 중간고사기간에 질소 섭취량이 다소 감소하였음에도 불구하고 대변 및 소변으로의 질소 배설량은 다소 증가하는 경향을 보였는데 실험기간에 유의적인 차이는 없었다. 다만 apparent digestibility가 1차에 91.13%에서 시험중에는 88.62%로

Table 8. N metabolism of female with/without exam stress

	Total female subjects		Same female subjects	
	No exam(n=19)	Exam(n=19) ¹⁾	No exam(n=7)	Exam(n=7) ¹⁾
N intake(g/day)	9.20 ± 2.34	8.30 ± 1.81 ^{N.S.2)}		
(mg/kg/day)	171.44 ± 43.53	159.9 ± 27.84 ^{N.S.}	145.73 ± 50.32	169.27 ± 35.43 ^{N.S.3)}
Fecal N(g/day)	1.21 ± 0.69	1.38 ± 0.64 ^{N.S.}		
(mg/kg/day)	22.13 ± 12.17	27.33 ± 13.37 ^{N.S.}	14.87 ± 8.60	25.15 ± 10.87*
Urinary N(g/day)	6.63 ± 1.36	6.29 ± 1.49 ^{N.S.}		
(mg/kg/day)	122.92 ± 20.9	121.82 ± 25.88 ^{N.S.}	107.21 ± 24.44	125.02 ± 27.84*
urea N(% of urinary N)	75.31 ± 4.32	79.81 ± 3.38**		
(mg/kg/day)	92.80 ± 17.69	97.22 ± 20.76 ^{N.S.}	80.08 ± 19.66	102.19 ± 24.51*
creatinine N(% of urinary N)	5.40 ± 0.85	4.67 ± 0.82*		
(mg/kg/day)	6.60 ± 1.38	5.65 ± 1.45 [†]	5.31 ± 0.85	4.82 ± 0.68 ^{N.S.}
uric acid N(% of urinary N)	2.58 ± 0.35	1.79 ± 0.50**		
(mg/kg/day)	3.15 ± 0.54	2.23 ± 0.88**	2.87 ± 0.65	2.52 ± 0.89 ^{N.S.}
urea N/creatinine N	14.26 ± 2.26	17.69 ± 3.76**	15.02 ± 2.60	21.12 ± 4.15**
Apparent N digestibility(%)	86.76 ± 7.66	83.74 ± 7.42 ^{N.S.}	89.84 ± 4.08	85.01 ± 6.25 ^{N.S.}
N balance apparent(mg/kg/day)	26.39 ± 32.12	13.73 ± 22.51 ^{N.S.}	23.65 ± 31.25	19.10 ± 19.38 ^{N.S.}
estimated true(mg/kg/day)	18.39 ± 32.12	5.73 ± 22.51 ^{N.S.}	15.65 ± 31.25	11.10 ± 19.38 ^{N.S.}

1) protein supplemental group included

2) unpaired Student t-test

3) paired t-test(for same subjects participated in both periods)

N.S. : Not significantly different between two periods by Student t-test

[†] : $p < 0.1$, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

Table 9. N metabolism of male with/without exam stress

	Total male subjects		Same male subjects	
	No exam(n=12)	Exam(n=10) ¹⁾	No exam(n=10)	Exam(n=10) ¹⁾
N intake(g/day)	14.34 ± 2.54	12.97 ± 2.89 ^{N.S.2)}		
(mg/kg/day)	223.15 ± 45.02	197.95 ± 43.46 ^{N.S.}	215.33 ± 46.95	197.95 ± 43.46 ^{N.S.3)}
Fecal N(g/day)	1.33 ± 0.72	1.45 ± 0.83 ^{N.S.}		
(mg/kg/day)	20.74 ± 11.49	22.03 ± 13.05 ^{N.S.}	18.86 ± 11.79	22.03 ± 13.05 ^{N.S.}
Urinary N(g/day)	6.13 ± 2.37	5.65 ± 1.96 ^{N.S.}		
(mg/kg/day)	94.31 ± 35.06	87.40 ± 32.97 ^{N.S.}	85.68 ± 23.64	87.40 ± 32.97 ^{N.S.}
urea N(% of urinary N)	75.80 ± 9.58	79.19 ± 2.78 ^{N.S.}		
(mg/kg/day)	71.88 ± 27.7	69.58 ± 27.40 ^{N.S.}	66.21 ± 21.82	69.58 ± 27.40 ^{N.S.}
creatinine N(% of urinary N)	5.41 ± 0.72	5.29 ± 0.85 ^{N.S.}		
(mg/kg/day)	5.08 ± 1.88	4.59 ± 1.84 ^{N.S.}	4.79 ± 1.59	4.59 ± 1.84 ^{N.S.}
uric acid N(% of urinary N)	2.03 ± 1.24	2.44 ± 0.50 ^{N.S.}		
(mg/kg/day)	1.76 ± 1.04	2.04 ± 0.65 ^{N.S.}	1.92 ± 1.12	2.04 ± 0.65 ^{N.S.}
urea N/creatinine N	14.25 ± 2.45	15.37 ± 2.62 ^{N.S.}	13.99 ± 2.73	15.37 ± 2.62 ^{N.S.}
Apparent N digestibility(%)	90.72 ± 5.14	88.62 ± 6.61 ^{N.S.}	91.13 ± 5.76	88.62 ± 6.61 [†]
N balance apparent(mg/kg/day)	108.11 ± 40.74	90.72 ± 60.43 ^{N.S.}	110.79 ± 35.61	90.72 ± 60.43 ^{N.S.}
estimated true(mg/kg/day)	100.11 ± 40.74	82.72 ± 60.43 ^{N.S.}	102.79 ± 35.61	82.72 ± 60.43 ^{N.S.}

1) protein supplemental group included

2) unpaired Student t-test

3) paired t-test(for same subjects participated in both periods)

N.S. : Not significantly different between two periods by Student t-test

† : p < 0.1, * : p < 0.05

Table 10. N metabolism of female with/without exam stress & protein supplementation

	No exam (n=4)	Exam(n=4) ¹⁾ {(n=9)} ²⁾	No exam (n=3)	Exam(n=3) ¹⁾ {(n=10)} ²⁾³⁾
		No pro. supp.		Pro. supp.
N intake(mg/kg/day)	141.3 ± 48.85	172.2 ± 29.91 ^{N.S.} {164.63 ± 25.9}	151.7 ± 62.65	165.4 ± 48.83 ^{N.S.3)} {154.8 ± 30.16} ^{N.S.3)4)}
Fecal N(mg/kg/day)	12.4 ± 8.44	22.95 ± 10.95 ^{N.S.} {27.90 ± 13.92}	18.16 ± 9.31	28.08 ± 12.34 ^{N.S.} {26.82 ± 14.30} ^{N.S.}
Urinary N(mg/kg/day)	96.8 ± 23.2	123.5 ± 29.90 ^{**} {127.71 ± 32.16}	121.1 ± 21.81	127.1 ± 31.18 ^{N.S.} {116.51 ± 20.7} ^{N.S.}
urea N(mg/kg/day)	72.6 ± 20.56	100.0 ± 28.17 [*] {100.27 ± 26.47}	90.05 ± 16.27	105.1 ± 24.29 ^{N.S.} {94.47 ± 16.39} ^{N.S.}
creatinine N(mg/kg/day)	4.79 ± 0.45	4.96 ± 0.45 ^{N.S.} {5.80 ± 2.01}	6.01 ± 0.77	4.63 ± 0.68 [†] {5.52 ± 0.89} ^{N.S.}
uric acid N(mg/kg/day)	2.73 ± 0.87	2.71 ± 0.97 ^{N.S.} {2.59 ± 1.01}	3.05 ± 0.21	2.28 ± 0.92 ^{N.S.} {1.90 ± 0.55} [†]
urea N/creatinine N	15.01 ± 3.24	19.90 ± 3.48 [*] {17.90 ± 3.35}	15.03 ± 2.13	22.76 ± 5.13 [†] {17.49 ± 4.44} ^{N.S.}
Apparent N digestibility(%)	90.88 ± 5.23	87.09 ± 4.18 ^{N.S.} {84.71 ± 6.81}	88.46 ± 1.66	82.24 ± 8.42 ^{N.S.} {82.86 ± 8.19} ^{N.S.}
N balance apparent(mg/kg/day)	32.11 ± 28.87	25.75 ± 21.26 ^{N.S.} {16.26 ± 27.36}	12.38 ± 36.68	10.23 ± 15.55 ^{N.S.} {11.46 ± 18.33} ^{N.S.}
estimated true(mg/kg/day)	24.11 ± 28.87	17.75 ± 21.26 ^{N.S.} {8.26 ± 27.36}	4.38 ± 36.68	2.23 ± 15.55 ^{N.S.} {3.46 ± 18.33} ^{N.S.}

1) paired Student t-test(for same subjects participated in both periods)

2) different subjects in both periods included

3) 196.53mg(N contents in 2g protein capsule) included

4) unpaired Student t-test between protein supp. group & placebo group during exam

N.S. : Not significantly different between two periods by Student t-test

† : p < 0.1, * : p < 0.05, ** : p < 0.01

Table 11. N metabolism of female with/without exam stress & protein supplementation

	No exam (n=4)	Exam(n=4) ¹⁾		No exam (n=6)	Exam(n=6) ¹⁾	
		No pro. supp.	Pro. supp.		No pro. supp.	Pro. supp.
N intake(mg/kg/day)	213.3 ± 23.42	229.6 ± 26.32 ^{N.S.}		216.7 ± 60.28	176.85 ± 45.01 ^{2), 3)}	
Fecal N(mg/kg/day)	18.76 ± 10.3	22.6 ± 4.83 ^{N.S.}		18.92 ± 13.66	21.29 ± 17.1 ^{N.S., N.S.}	
Urinary N(mg/kg/day)	82.35 ± 25.69	65.69 ± 24.25 ^{N.S.}		87.91 ± 24.39	101.88 ± 34.54 ^{N.S., N.S.}	
urea N(mg/kg/day)	63.38 ± 18.84	52.22 ± 19.18 ^{N.S.}		68.10 ± 25.17	81.15 ± 29.64 ^{N.S., N.S.}	
creatinine N(mg/kg/day)	4.40 ± 1.56	3.58 ± 1.50 ^{N.S.}		5.05 ± 1.71	5.27 ± 2.01 ^{N.S., N.S.}	
uric acid N(mg/kg/day)	2.39 ± 1.01	1.71 ± 0.76 ^{N.S.}		1.61 ± 1.16	2.26 ± 0.60 ^{N.S., N.S.}	
urea N/creatinine N	14.71 ± 1.39	15.16 ± 2.17 ^{N.S.}		13.51 ± 3.40	15.52 ± 3.29 ^{N.S., N.S.}	
Apparent N digestibility(%)	91.07 ± 5.29	89.43 ± 0.93 ^{N.S.}		91.18 ± 6.55	88.08 ± 8.79 ^{N.S.}	
N balance apparent(mg/kg/day)	112.2 ± 16.47	146.28 ± 46.68 ^{N.S.}		109.9 ± 46.01	53.69 ± 43.38*	
estimated true(mg/kg/day)	104.2 ± 16.47	138.28 ± 46.68 ^{N.S.}		101.9 ± 46.01	45.69 ± 43.38*	

1) paired Student t-test(for same subjects participated in both periods)

2) 196.53mg(N contents in 2g protein capsule) included

3) unpaired Student t-test between protein supp. group & placebo group during exam

N.S. : Not significantly different between two periods by Student t-test

† : p < 0.1, * : p < 0.05

다소 감소되었다(p < 0.1). 질소평형은 1, 2차 모두 양의 평형을 보였지만 시험기간에 10명의 대상자중 1명은 음의 평형을 나타내었다.

3) 단백질보충 여부에 따른 시험 스트레스 기간의 질소 대사

시험기간중에 단백질을 열흘간 보충하였던군과 보충하지 않았던군의 질소대사를 남녀별로 학기초 1차 실험기간과 비교하여 시험스트레스 및 단백질 보충여부에 따른 질소대사의 차이를 알아보았는데 그결과는 Table 10, 11과 같다. 단백질을 보충받지 않았던 여학생(n=4)은 시험기간과 학기초간에 질소대사의 차이를 분명하게 볼수있었다. 즉 Table 10과 같이 중간고사기간에 소변중 질소배설량이 크게(p < 0.01) 증가하였고, 소변중 요소 질소량이 유의적으로(p < 0.05) 높아졌으며, 기간별 차이가 없었던 creatinine N에 대한 요소질소의 비율이 유의적으로(p < 0.05) 증가하였다. 한편, 시험기간중에 단백질을 보충받았던 여학생 3명은 학기초에 비해 질소대사에 별 변화가 나타나지 않았다. 한편 여학생의 단백질 보충여부에 따른 비교에서는 단백질 보충군에 비해 비보충군의 uric acid N배설량이 다소 많았으나(p < 0.1), 그외의 질소대사상의 변화는 관찰되지 않았다. 남학생의 경우 1, 2차 동일 대상자를 단백질 보충 여부에 따라 나누어 질소대사를 비교해보면, 단백질 비보충군은 시험스트레스 유무에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그러나, 단백질을 보충받았던 남학생 6명은 시험기간에 질소섭취량이 유의적으로(p < 0.05) 감소되었고, 소화율 및 질소평형이 유의적으로(p < 0.05) 감소되었으나, 대변 및 소변으로의 질소 배설량은 유의적인

차이가 없었다. 또한, 남학생을 시험기간에 단백질 보충군과 비보충군으로 나누어 비교하였을때 질소섭취량에서 단백질 비보충군이 더 높았고(p < 0.1), 소변중 총질소 배설량은 단백질 비보충군이 더 낮았으며(p < 0.1), 보충군의 질소섭취량의 감소 및 소변중 총질소배설량 증가 경향으로 appatrent N balance와 true N balance가 비보충군에 비해 보충군에서 유의적으로 낮아졌다(p < 0.05).

4) 질소 평형을 이루기 위한 평균 질소섭취량의 추정

정상적인 성인의 경우 어느정도의 범위에서는 질소섭취량의 변화에 따라 질소 배설량을 맞추어 평형(equilibrium)을 이루는 적응(adaptation)이 일어나지만, 질소 섭취량의 증가에 따라 다소의 양의 평형(positive balance)이 되는 경향을 보이게 된다³⁶⁾. 본 실험의 스트레스가 없는 학기초 19명의 여대생의 평균질소평형 상태는 1.07g protein/kg/day(171.44mgN/kg/day)의 혼합식이 단백질을 섭취시 apparent N balance가 +26.39mgN/kg/day, true N balance가 +18.39mgN/kg/day으로 나타나 양의 평형을 나타내었다. 이들의 질소평형상태는 질소섭취량과 강한(p < 0.01) 양의 상관관계에 있었고(r=0.7564) 그 회귀방정식은 다음과 같았다(Table 12, Fig. 1). Y(true N balance)=0.496×X(N intake)-67.147

이때 Y=0가 되는 값을 구하면 "0" N balance를 이루기 위한 질소의 평균필요량을 구할수 있으며, 학기초 19명의 여대생의 data를 결정계수 값을 높이기 위하여 각 3일을 개별 data로 처리하였을때 그 결과는 135.

Table 12. Regression of N balance on N intake

	Equation	R ²	N intake for "0" balance (mgN/kg/day)	
Females	Based on "true" ¹⁾			
	1st period(n=3×9)	$Y^{\dagger}=0.496X^* - 67.147^{2)}$	0.3134	135.31
	2nd period(n=3×19)	$Y = 0.394X - 56.646^{3)}$	0.1571	143.86
Males	Based on "true"			
	1st period(n=3×12)	$Y = 0.923X - 103.455^{4)}$	0.6312	112.13
	2nd period(n=3×10)	$Y = 0.898X - 107.864^{5)}$	0.6184	120.18

1) Assuming losses through the integument, sweat, and other minor routes amount to 8mgN/kgB.W/day

2) Fig. 1, 3) Fig. 2, 4) Fig. 3, 5) Fig. 4

Y[†] : true N balance, X* : N intake

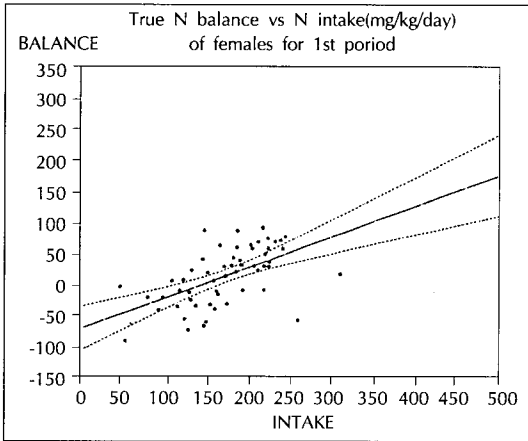


Fig. 1. Linear regression of female true N balance on N intake during 1st period without exam stress(--- : 95% confidence limits for mean)(mg/kg/day).

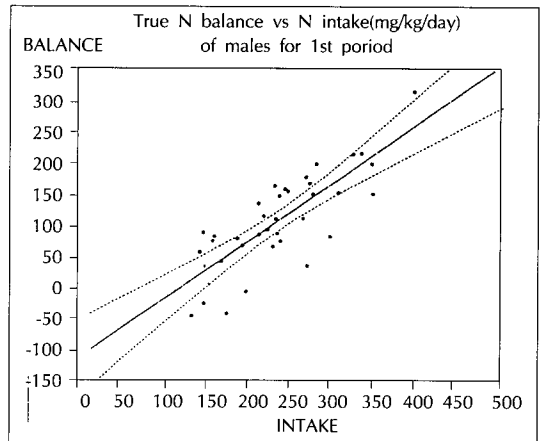


Fig. 3. Linear regression of male true N balance on N intake during 1st period without exam stress(--- : 95% confidence limits for mean)(mg/kg/day).

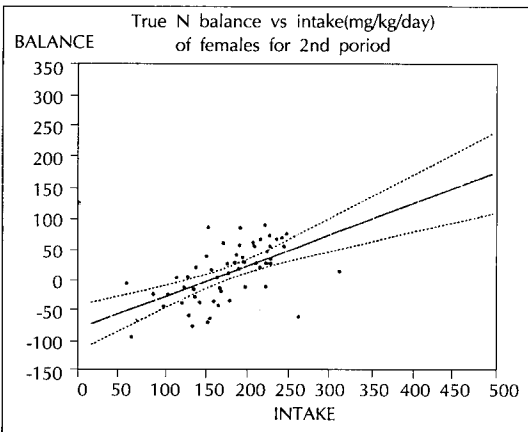


Fig. 2. Linear regression of female true N balance on N intake during 2nd period with exam stress(--- : 95% confidence limits for mean)(mg/kg/day).

31mgN/kg/day이었다. 한편 시험기간의 여대생들의 질소평형과 질소섭취량 사이의 관계는 $Y=0.394 \times X - 56.646$ 으로 나타나 Fig. 2와 같이 회귀되었다. 이때 "0" N balance를 이루기 위한 질소의 평균 필요량은

143.86mgN/kg/day으로 시험스트레스가 없었던 1차시험기간에 비하여 8.55mgN/kg/day이 증가된 것이며, 따라서 시험스트레스가 평균질소필요량을 6.3% 증가시켰다고 할수있다.

시험스트레스가 없는 시기에 남학생 12명의 평균질소평형 상태는 223.15mgN/kg/day(1.39g protein/kg/day)을 섭취하여 +108.11mgN/kg/day의 양의 apparent N balance를 보였고, true N balance는 +100.11mgN/kg/day이었다. 남학생들의 질소평형상태는 여학생과 마찬가지로 질소섭취량과 유의적인($p < 0.05$) 양의 상관관계를 보였으며($r=0.6128$), 질소섭취량을 x축으로 true N balance를 y축으로 하였을때 그관계는 다음과 같았다(Table 12, Fig. 3).

$$Y = 0.923 \times X - 103.455$$

이때 "0" N balance를 이루기위한 평균 질소필요량은 112.13mgN/kg/day이었다. 한편 시험기간 남학생들의 true N balance와 질소섭취량과의 관계는 $Y = 0.898 \times X - 107.864$ 으로 회귀되었으며 Table 12, Fig. 4와 같았다. "0" 질소균형을 이루기 위한 평균질소필요

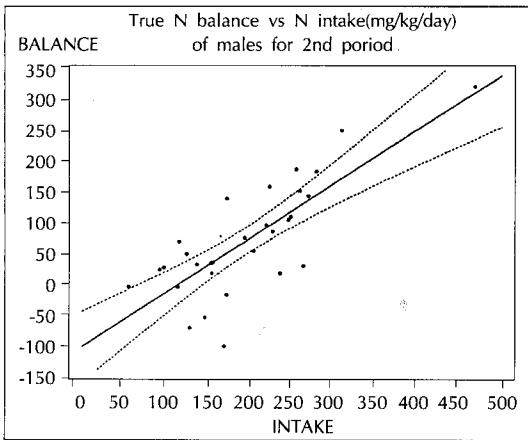


Fig. 4. Linear regression of male true N balance on N intake during 2nd period with exam stress(--- : 95% confidence limits for mean)(mg/kg/day).

량은 학기초에 비하여 시험기간에 8.05mgN/kg/day 높아져 120.18mgN/kg/day으로 나타났으며, 따라서 시험 스트레스가 남학생들의 질소필요량을 7.2%상승시켰다고 할수 있다.

3. 혈액성분수준

시험 스트레스가 없는 학기초의 남녀별 혈액성분 수준은 Table 13과 같다. 혈청 총 단백질 함량은 여학생의 경우 7.73g/dl이었고, 남학생은 7.08g/dl로 여학생이 남학생에 비해 유의적으로 높았다(p < 0.01). 학기초 여대생들은 혈청 albumin 및 transferrin수준역시 같은 기간 남학생들에 비해 유의적으로 높게 나타났다(p < 0.01). 그러나, 혈청 총 단백질 및 albumin, BUN등의 혈액성분 수준은 남녀 모두 정상범위에 있었다.

성별과 기간에 따른 혈액성분의 수준은 Table 14와

Table 13. Serum protein profile during 1st period without exam stress

	Females(n=19)	Males(n=12)	Total(n=31)
Total Protein(g/dl)	7.73 ± 0.41	7.08 ± 0.33**	7.47 ± 0.5
[6.6-8.5] ¹⁾	(7.20 - 8.5)	(6.7 - 7.6)	(6.7 - 8.5) ²⁾
Serum Albumin(g/dl)	5.34 ± 0.21	4.93 ± 0.15**	5.18 ± 0.28
[3.5-5.7]	(5.0 - 5.8)	(4.7 - 5.2)	(4.7 - 5.8)
Transferrin(mg/dl)	405.58 ± 56.06	291.58 ± 32.42**	361.45 ± 73.87
[230-430]	(321.0 - 502.0)	(238.0 - 334.0)	(238 - 502)
Serum RBP(mg/dl)	4.87 ± 0.79	4.9 ± 1.11 ^{N.S.}	4.88 ± 0.91
[3-6]	(3.5 - 6.3)	(2.1 - 6.2)	(2.1 - 6.3)
BUN(mg/dl)	10.82 ± 2.13	13.36 ± 3.3*	11.8 ± 2.88
[4.5-23.5]	(7.8 - 14.7)	(9.6 - 20.0)	(7.8 - 20.0)

1) reference value range

2) data range(minimum-maximum)

N.S. : Not significantly different between two genders by Student t-test

† : p < 0.1, * : p < 0.05, ** : p < 0.01

Table 14. Serum protein profile according to sex & exam stress

	Females		Males	
	No exam (n=7) {(n=19)}	Exam (n=7) ²⁾⁴⁾ {(n=19) ³⁾⁴⁾	No exam (n=10) {(n=12)}	Exam (n=10) ²⁾⁴⁾ {(n=10) ³⁾⁴⁾
Total Protein(g/dl)	7.89 ± 0.38	7.61 ± 0.47 ^{N.S.2)}	7.05 ± 0.31	7.29 ± 0.36 ^{N.S.2)}
[6.6-8.5] ¹⁾	{7.73 ± 0.41}	{7.42 ± 0.45} ³⁾	{7.08 ± 0.33}	{7.29 ± 0.36} ^{N.S.3)}
Serum Albumin(g/dl)	5.36 ± 0.17	5.23 ± 0.26 ^{N.S.}	4.89 ± 0.14	4.99 ± 0.18 ^{N.S.}
[3.5-5.7]	{5.34 ± 0.21}	{5.16 ± 0.24}* ³⁾	{4.93 ± 0.15}	{4.99 ± 0.18} ^{N.S.}
Transferrin(mg/dl)	416.57 ± 52.11	332.57 ± 31.67**	295.0 ± 32.42	336.6 ± 41.61*
[230-430]	{405.58 ± 56.1}	{311.00 ± 65.4} ³⁾ **	{291.58 ± 32.4}	{336.6 ± 41.61} ³⁾ **
Serum RBP(mg/dl)	5.39 ± 0.53	6.11 ± 0.41*	4.9 ± 1.06	5.19 ± 1.11 ^{N.S.}
[3-6]	{4.87 ± 0.79}	{5.70 ± 0.68} ³⁾ **	{4.9 ± 1.11}	{5.19 ± 1.11} ^{N.S.}
BUN(mg/dl)	12.20 ± 2.29	12.67 ± 3.61 ^{N.S.}	13.24 ± 3.4	11.27 ± 4.35 ^{N.S.}
[4.5-23.5]	{10.82 ± 2.13}	{10.33 ± 3.40} ^{N.S.}	{13.36 ± 3.3}	{11.27 ± 4.35} ^{N.S.}

1) reference value range

2) paired Student t-test(for same subjects participated in both periods)

3) unpaired t-test

4) protein supplemental group included

N.S. : Not significantly different between two periods by Student t-test

† : p < 0.1, * : p < 0.05, ** : p < 0.01

같다. 학기초와 중간고사 기간에 모두 실험에 참여하였던 여학생 7명을 시험스트레스 유무로 비교하였을때 혈청 총 단백질과 albumin은 유의적 차이가 없었으나, transferrin 수준은 학기초 보다 시험기간에 크게($p < 0.01$) 감소되었고, serum RBP 수준은 중간고사 기간에 오히려 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였다.

남학생의 경우에는 1, 2차 동일 대상자인 경우에 혈청 총 단백질 및 albumin 그리고 RBP 수준이 시험기간에 다소 증가하는 경향을 보였으나 실험기간별로 유의적인 차이는 없었다. 다만 serum transferrin수준은 시험기간에 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였다.

시험스트레스 유무와 단백질 보충 여부에 따른 혈액 성분 수준의 변화를 알아보기 위하여 2차실험에 참여하였던 대상자들을 단백질 보충군과 비보충군으로 나누고, 이들의 학기초 1차실험 data와 비교하였는데 그결과는 Table 15, 16과 같다. 여학생 단백질 비보충군의 경우 혈청 총단백질 및 albumin수준이 실험기간별로 유의적인 차이는 없었으나 학기초보다 시험기간에 다소 감소하는 경향을 보였다. 그러나, serum transferrin수준은 학기초에 비해 중간고사기간에 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였고, serum RBP는 시험기간에 오히려 유의적으로($p < 0.05$) 증가되었다. BUN수준도 시험기간에

Table 15. Female serum protein profile with/without exam & protein supplementation

	No exam (n=4)	Exam (n=4) ²⁾	No exam (n=3)	Exam (n=3) ²⁾³⁾
		{(n=9)}		{(n=10)} ⁴⁾
		No pro. supp.		Pro. supp.
Total Protein(g/dl) [6.6-8.5] ¹⁾	7.95 ± 0.5	7.53 ± 0.59 ^{N.S.} {7.44 ± 0.55}	7.8 ± 0.17	7.73 ± 0.31 ^{N.S.} {7.39 ± 0.37} ^{N.S.}
Serum Albumin(g/dl) [3.5-5.7]	5.38 ± 0.17	5.15 ± 0.24 ^{N.S.} {5.12 ± 0.26}	5.33 ± 0.21	5.33 ± 0.31 ^{N.S.} {5.20 ± 0.22} ^{N.S.}
Transferrin(mg/dl) [230-430]	443.0 ± 56.23	337.8 ± 41.62* {327.22 ± 71.60}	381.3 ± 11.93	325.7 ± 16.92* {296.4 ± 59.15} ^{N.S.}
Serum RBP(mg/dl) [3-6]	5.3 ± 0.71	6.03 ± 0.5* {5.76 ± 0.51}	5.5 ± 0.27	6.23 ± 0.31* {5.65 ± 0.83} ^{N.S.}
BUN(mg/dl) [4.5-23.5]	12.15 ± 1.57	12.7 ± 3.04 ^{N.S.} {10.81 ± 3.46}	12.27 ± 3.47	12.63 ± 5.03 ^{N.S.} {9.89 ± 3.46} ^{N.S.}

1) reference value range

2) paired Student t-test(for same subjects participated in both periods)

3) 196.53mg(N contents in 2g protein capsule) included

4) unpaired t-test between protein supp. group & placebo group during exam

N.S. : Not significantly different between two periods by Student t-test,

† : $p < 0.1$, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

Table 16. Male serum protein profile with/without exam & protein supplementation

	No exam (n=4)	Exam(n=4) ²⁾	No exam (n=6)	Exam(n=6) ²⁾³⁾
		No pro. supp.		Pro. supp.
Total Protein(g/dl) [6.6-8.5] ¹⁾	7.18 ± 0.4	7.25 ± 0.3 ^{N.S.}	6.97 ± 0.23	7.32 ± 0.42 ^{N.S.2)} _{N.S.4)}
Serum Albumin(g/dl) [3.5-5.7]	4.95 ± 0.17	5.0 ± 0.08 ^{N.S.}	4.85 ± 0.11	4.98 ± 0.23 ^{N.S.} _{N.S.}
Transferrin(mg/dl) [230-430]	309.0 ± 9.56	338.5 ± 38.73 ^{N.S.}	285.7 ± 39.69	335.33 ± 47.03** _{N.S.}
Serum RBP(mg/dl) [3-6]	5.25 ± 0.51	5.38 ± 1.20 ^{N.S.}	5.17 ± 0.37	5.07 ± 1.14 ^{N.S.} _{N.S.}
BUN(mg/dl) [4.5-23.5]	12.2 ± 3.34	11.40 ± 4.95 ^{N.S.}	13.93 ± 3.56	11.18 ± 4.40 ^{N.S.} _{N.S.}

1) reference value range

2) paired Student t-test(for same subjects participated in both periods)

3) 196.53mg(N contents in 2g protein capsule) included

4) unpaired Student t-test between protein supp. group & placebo group during exam

N.S. : Not significantly different between two periods by Student t-test

† : $p < 0.1$, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

증가되는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 중간고사 기간에 단백질을 보충받았던 여학생들은 혈청 총 단백질 및 albumin수준의 유의적 변화가 없었고, serum transferrin수준은 중간고사 기간에 유의적으로($p < 0.05$) 감소되었으나 비보충군의 감소폭보다는 다소 완화되었다. Serum RBP수준은 역시 학기초보다 시험 기간에 유의적으로($p < 0.05$) 증가되었다. 한편 시험 기간에 여학생들의 단백질 비보충군과 보충군간의 비교에서는 어떠한 유의적 차이도 나타나지 않았다.

남학생 단백질 비보충군의 경우 BUN을 제외한 혈청 단백질 수준이 학기초보다 시험기간에 유의적 차이는 아니었으나 다소 증가하는 경향을 보였다. 한편 단백질 보충군에서는 혈청 총단백질 및 albumin수준이 학기초에 비해 중간고사 기간에 유의적이지 아니었으나 다소 증가하는 경향을 보였고, 특히 serum transferrin수준은 시험 때 크게($p < 0.01$) 높아졌다. Serum RBP 및 BUN수준은 시험기간에 오히려 감소되는 경향을 보였으나 시험 기간별로 유의적인 차이는 없었다. 한편 남학생들의 시험기간에 단백질 보충여부에 따른 비교에서는 어떠한 차이도 보이지 않았다.

고찰 및 결론

본 연구에서는 정상적인 남녀 대학생을 대상으로 시험으로 인한 stress와 단백질 보충 여부가 질소대사 및 혈액성분 수준에 미치는 영향을 알아보려고 하였으며 그결과를 첫째, 학기초 시험스트레스가 없을 때 질소대사 및 혈액성분수준이 정상이었는지를 살펴보고, 둘째, 중간고사로 인한 stress가 있을 때 학기초와 비교하여 체내 단백질대사에 어떠한 변화가 있었는지를 알아보고, 마지막으로, FAO/WHO/UNU(1985년)에서 제안한 필수 아미노산 필요량 추정치의 10%를 상회하는 단백질을 공급하여 주었을 때 시험스트레스로 인한 대학생의 질소대사 및 혈액성분 수준의 변화를 완화시켜 주었는지에 관하여 고찰하고자 하였다.

1. 시험스트레스가 없는 1차시험기간의 질소대사 및 혈액성분 수준

본 연구의 여학생들의 학기초 질소섭취량은 일일평균 9.2gN(171.44mgN/kg)이었고, 이를 단백질량으로 환산하면 57.5g이었는데, 이는 동연령에 대한 한국인 단백질 권장량 60g과 유사한 수준이었다. 한편, 남학생들의 식이 분석에 의한 질소취량은 14.34gN/day(223.15mgN/kg/day)이었고, 이는 단백질량으로 89.63g으로 이들에 대한 단백질 권장량인 75g보다 19.51% 높은 수준이었다.

본 실험에서 대변중의 질소배설량은 하루평균 여학생은 1.21g(22.13mg/kg), 남학생은 1.33g(20.74mg/kg)으로 나타나 서구의 질소균형 연구자료³⁷⁾와 비교시 다소 높은 수준이었다. 대변중 질소배설량은 남녀별로 질소섭취량의 각각 9.28%, 13.24%에 해당하였다. Young 등³⁷⁾의 보고에 의하면 19~22세의 성인남자에게 0.5g/kg의 단백질을 섭취시켰을 때 대변으로의 질소배설량은 0.78g으로 나타났다. 또한 Haung 등³⁸⁾이 28명의 중국남자 대학생을 대상으로 Chinese mixed diet를 이용하여 체중 kg당 하루평균 121mg의 질소를 섭취시켰을 때 대변으로의 질소배설량은 16.7mg/kg/day으로 나타났다. Pannemans 등³⁹⁾의 연구에서는 10명의 여자에게 159mgN/kg/day를 섭취시킨 경우 21mg N/kg/day이 대변으로 배설되었고, 19명의 남자에게 285mgN/kg/day를 섭취시켰을 때 22mg/kg/day의 질소가 대변으로 배설되었다고 한다. 일반적으로 대변의 양은 식이내 섬유소의 함량에 영향을 받는다고 알려져 있는데 높은수준의 섬유질양은 대변의 양뿐아니라 대변중 질소배설량을 증가시키며, 소장에서의 단백질 소화흡수율을 감소시킨다고 한다⁴⁰⁾.

본 실험의 단백질 외견적 소화흡수율은 일일평균 여학생 86.76%, 남학생 90.72%로 남학생이 여학생보다 다소 높은 수준이었는데 이것은 남학생의 단백질 섭취수준이 여학생에 비해 유의적으로 높았기 때문인 것으로 생각된다. Haung 등³⁸⁾의 보고에서도 일반 중국 혼합식이에서 단백질 섭취 수준이 0.55g/kg/day일 때 외견적 소화흡수율은 81%였으나 단백질 섭취수준이 0.75g/kg/day으로 증가할 때 외견적 소화흡수율도 85%로 증가되어 나타났다. 본 연구의 단백질 섭취수준은 여학생이 1.07g/kg/day이었고, 남학생이 1.39g/kg/day으로 Haung 등의 연구에서보다 다소 높았기 때문에 외견적 단백질 소화흡수율도 다소 높은 경향을 보였다.

노중 질소 배설량은 여학생이 6.63g/day(122.92mg/kg/day)이었고, 남학생은 6.13g/day(94.31mg/kg/day)으로, 혼합식이(자유식)를 이용하여 연구한 다른 결과들⁷⁹⁾과 비슷한 수준이었다. 임현묵 등⁵⁾의 연구에서 한국 여대생을 대상으로 본연구의 단백질섭취량인 남자 1.39g/kg/day, 여자 1.07g/kg/day에 비해 낮은 수준이었던 0.45g/kg/day과 0.9g/kg/day의 두 수준으로 단백질을 섭취시킨 결과 소변으로의 총 질소배설량은 각각 3.05g/day과 4.25g/day으로 나타났다. 한편 김주연 등⁷⁾의 여대생의 식이섭취실태 조사결과에 따르면 하루평균 7.16g의 질소를 섭취시켰을 때 노중 총질소배설량이 6.03g으로 나타나 본 연구결과와 비교시 질소섭취량과 소변중 질소배설량 모두 낮은 수준이었다. 또한 식이단백질을 총열량 섭취량의 12%로 성인남녀에게 공급하였

던 경우³⁹⁾에는 남자는 73.8g protein/day(158mgN/kg/day), 여자는 59.6g protein/day(159mgN/kg/day)를 섭취하게 되었는데 이때 남녀의 뇨중 질소배설량은 각각 체중 kg당 하루평균 122 ± 23 mg과 122 ± 39 mg이었다.

시험스트레스가 없는 실험기간의 여학생들의 대변으로의 질소배설량은 소변중 총질소배설량과 다소 약한 양의 상관관계를 보였는데($p < 0.1$), 이는 Yanez 등⁴¹⁾의 결과와 일치하는 것이었다. 그러나 다른 보고^{42,43)}에서 최소한의 단백질 및 계란단백질 그리고 쌀단백질을 Nigerian farmer들에게 각각 섭취시켰을 때 대변중 질소배설량과 소변으로의 총질소배설량 사이에는 유의 상관관계가 나타났다고 한다.

본 실험에서 뇨로 배설되는 질소화합물을 보면 여학생이 남학생에 비해 소변중 질소화합물의 배설량이 유의적으로 많았다. 그러나, 소변중 총질소 배설량에 대한 각 질소 화합물의 비율에는 남녀간에 차이가 없었다. Bingham 등⁴⁴⁾의 보고에 의하면 성인남녀 8명을 대상으로 28일간 정상식을 섭취시킨후 소변중 총질소배설량은 질소섭취량의 81%였고, 요소질소는 소변으로의 총질소배설량의 74%정도를 차지하여, 본실험결과에서 여학생들의소변중 질소배설량의 질소섭취량에 대한 비율 74.32%보다는 다소 높은 수준이었고, 요소질소의 소변중 총 질소배설량에 대한 비율 75.31%와는 서로 비슷하였다. 또한 Calloway⁴⁵⁾의 보고에 의하면 요소질소는 소변중 총질소배설량의 81%에 해당하여 본실험결과인 남녀 각각 75.8%, 75.31%보다 높은 수준이었다. 요소는 체내에서 단백질의 대사과정을 거친 산물로 단백질 섭취가 부족하면 혈액과 소변에서 그수준이 감소한다. 요소질소 또한 질소섭취량이 높을때가 낮을때보다 그배설량이 증가되는데^{37,46)}, 본 실험에서도 요소질소의 배설량은 질소섭취량과 남녀 모두 유의적인 양의 상관관계를 보여주었다.

소변으로 배설되는 24시간 creatinine은 식이섭취에는 거의 영향을 받지 않으며, 근육의 양(muscle mass)에 비례하고 개인에 따라 일정한 것으로 알려져 있다⁴⁷⁾. 본 실험에서도 creatinine N의 배설은 단백질 섭취량과 상관관계가 없었으며 이는 단백질 섭취수준의 변화와 큰 관계없이 creatinine배설량이 일정하다는 Young 등³⁷⁾, Haung 등³⁸⁾의 보고와도 일치하였다.

요산(uric acid)은 purine의 대사산물로서 핵산이 많이 함유된 육류 단백질을 다량 섭취시 증가하는 것으로 알려져 있으며, 따라서 소변으로의 뇨산 질소배설량은 단백질 섭취수준이 높을때 증가하는 것으로 보고되어 있다⁴⁸⁾. 본 실험결과 여학생의 요산질소 배설량은 질소 섭

취량과 유의적인 양의 상관관계를 나타내었으나 남학생들의 경우에는 유의적인 관계를 나타내지 않았다. 한편, 본 연구에서는 동물성 및 식물성 단백질섭취율을 분석하지 못하여서 동물성 단백질섭취와 뇨산 배설량과의 관계는 확인할수 없었다. Simmons 등⁴⁹⁾은 24시간 소변으로 배설되는 요소의 양과 creatinine의 양을 비교하여 단백질 영양상태를 평가하는것이 적합하다고 제안하였으며, Allison과 Bird⁵⁰⁾는 단백질 섭취 수준이 높을때 urea N/creatinine N의 비율이 상승한다고 하였다. 본 연구 대상자들의 urea N/creatinine N 비율은 남학생이 14.25, 여학생이 14.26이었으며, 남녀 모두 질소 섭취수준과 유의적인 양의 상관관계를 보였다.

질소평형은 질소섭취수준과 남녀 모두 높은 양의 상관관계를 나타내었다. 임현묵 등⁵⁾의 보고에 의하면 단백질 섭취량이 0.45g/kg/day일때는 -0.87g/day로 음의 평형을 나타내었으나 단백질 섭취량이 0.90g/kg/day일때는 +1.16g/day로 양의 평형을 보여 주었다. 본 연구결과에서는 여학생의 경우 1.07g/kg/day의 단백질을 섭취하여 외견적 질소평형은 +1.42g/day였고, 남학생은 1.39g/kg/day의 단백질을 섭취하여 +7.07g/day의 양의 질소 평형을 보였다. 질소평형은 단백질 섭취량뿐 아니라 단백질의 질에도 영향을 받는다. 단백질 요구량 연구에 흔히 사용되는 계란단백질은 체내에서 이용효율이 높으며, 본연구에서와 같은 혼합식이의 단백질은 계란단백질에 비해 질이 낮다고 할수 있다. Haung 등³⁸⁾의 연구에서 중국의 혼합식사와 계란 단백질 식이를 사용하여 단백질 필요량을 측정하였을때, "0" 평형(equilibrium)을 이루는 평균 단백질 섭취수준은 혼합식사에서 0.79g/kg/day, 계란단백질 식이에서 0.61g/kg/day으로 나타났다. 본 연구에서 혼합식이시 질소평형("0" true N balance)을 이루는 단백질 섭취수준은 여학생이 0.85g/kg/day이었고, 남학생은 0.70g/kg/day으로 나타나 Haung 등의 혼합식이 사용결과와 서로 유사한 경향을 보여 주었다.

본 연구에서 시험 스트레스가 없는 실험기간에 혈청 총단백질, albumin, transferrin, RBP, BUN등의 혈액성분 수준을 조사하였는데, 반감기가 길고 body pool size가 커서 단백질 섭취에 민감하지 않은⁵¹⁾ 혈청 총단백질, albumin등의 수준은 남녀 모두 정상범위에 있었고, 비교적 반감기가 짧고 body pool size가 작아서 단백질 영양상태에 따라 민감하게 변화하는 것으로 알려진 serum transferrin 및 RBP의 경우 정상범위를 다소 벗어나는 data도 있었다. 단백질 섭취에 매우 민감해 보이는 혈청 단백질이라 하더라도 각각의 특이성(specificity)을 고려해야만 하는데, serum transferrin의 경우 체내 철분이

부족하면 그 보상기전으로 철분흡수를 빨리하기 위해 transferrin이 증가되며, 빈혈일때는 감소되는 경향이 있다. Serum RBP의 경우 단백질 영양 상태에 매우 민감하게 반응하나 에너지가 부족하거나 vitamin A(retinol)가 부족하면 감소될수 있다는 점을 고려하여야 한다⁵¹⁾. 한편 Blood urea level은 urinary urea와 마찬가지로 식이중 단백질 함량에 따라 변화하며, 그외에도 조직 분해동안의 protein catabolism rate과 간 기능에 각각 비례하여 변화하는 것으로 알려져 있다³⁰⁾. Oddoye 등⁵²⁾의 연구에서 6명의 성인남자들에게 12gN/day를 주었을때는 BUN수준이 13.7mg/dl이었다가 36gN/day를 섭취하였을때에는 25.1g/dl로 증가되어 나타났다. 본 연구결과 남학생의 BUN수준이 여학생에 비해 유의적으로 높게 나타났는데, 이것은 이 시기에 남학생의 질소섭취 수준이 여학생보다 높았던데서 기인한다고 하겠다.

2. 시험스트레스유무에 따른 영향

본 연구의 스트레스 설문지 조사결과 남녀 대학생 모두 학기초 시험없는 시기에 비해 시험기간에 스트레스 점수가 높아져 스트레스를 많이 받는 것으로 나타났다. 또한 같은기간 내에서는 여학생이 남학생보다 모든 스트레스 영역에서 높은 점수를 보여 시험스트레스에 더 민감하였던 것으로 나타났다.

시험스트레스로 인하여 시험기간에 여학생의 질소섭취량이 다소 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 것은 아니었고, 대변 및 소변으로의 질소배설량이 유의적으로 증가하였으며, 소변내 질소화합물중 creatinine N, uric acid N의 배설량은 일정하게 나타났으나 urea N의 배설량은 크게 증가되었다. 따라서, 시험기간의 urea N/creatinine N 비율의 유의적 상승은 시험으로 인한 urea N 배설량 증가에 직접적으로 관련되는 것으로 보인다. 한편 남학생들의 경우 시험기간에 질소섭취량이 유의적이지는 않았으나 다소 감소하는 경향을 보였고, 대변 및 소변으로의 질소배설량 그리고 urea N의 배설량은 증가되는 양상을 보였지만 여학생의 경우처럼 유의적이지는 않았으며, 다만 단백질 소화흡수율의 감소현상이 나타났다. 시험기간에 소변으로의 질소배설량 증가현상은 stress시에 분비되는 catecholamine, glucagon, corticoid등이 체단백질의 분해를 촉진하여 나타나는 것이며, 소변내 질소화합물중 urea N은 stress에 노출되었을때 배설량이 특히 유의적으로 증가하므로 단백질 섭취수준이 조절되었을 경우 urea N의 배설량을 측정하여 stress 반응의 indicator로 사용할수 있을것이다²³⁾.

시험스트레스로 인하여 질소섭취량의 뚜렷한 증가 혹은 감소경향은 없었으나 대변 및 소변으로의 질소배설량

은 증가되므로 그와 관련하여 시험기간에 질소평형이 학기초에 비해 낮아졌다. 따라서 "0" true N balance를 이루기 위한 평균 질소 필요량이 학기초와 비교하여 시험기간에 증가하는 현상을 볼수 있었다. 여학생의 경우 시험이 없는 학기초 평균 질소필요량은 135.31mg/kg/day이었다가 시험스트레스를 받았을때는 143.86mg/kg/day으로 증가하였으며, 남학생은 학기초 112.13mg/kg/day에서 시험기간에 120.18mg/kg/day으로 높아졌다. 결국 시험스트레스는 남녀 대학생의 평균 질소필요량을 각각 8.05mg/kg/day(7.2%), 8.55mg/kg/day(6.3%)씩 증가시켰다고 할수있다.

혈청 총 단백질과 albumin등의 혈액성분 수준은 시험스트레스로 인한 유의적 변화가 없었으며, serum transferrin의 수준은 여학생의 경우 시험기간에 크게 감소하였는데 남학생들은 이 기간에 오히려 증가하여 성별에 따라 서로 다른 경향을 보였다. 따라서, 단백질 영양상태 판정인자로 사용되는 혈액성분 수준을 살펴볼때는 스트레스로 인한 일정한 변화가 없었다고 할수 있겠다.

3. 단백질 보충 효과

시험기간에 단백질을 보충받지 않았던 여학생들의 경우에는 질소배설량의 증가현상이 더욱 뚜렷하였던 것과 비교할때, 시험스트레스가 주어지는 기간에 FAO/WHO/UNU(1985)에서 제안한 필수 아미노산 필요량 추정치의 10%를 상회하는 수준으로 단백질을 열흘간 보충받은 여학생들은 학기초와 비교시 소변 및 대변으로의 질소배설량이 유의적으로 증가되지 않았다. 또한 혈액성분중 serum transferrin이 시험기간에 감소하였는데 단백질 비보충군의 감소폭이 보충군보다 커서 결과적으로 단백질 보충이 여학생의 시험스트레스로 인한 질소대사 및 혈액성분 수준의 변화를 완화시키는 효과가 있었던 것으로 생각되어진다.

왕수경 등¹⁶⁾의 연구에서 단백질 섭취량은 산업체 근로자들의 피로도와 음의 상관관계를 보여 단백질 섭취가 증가할수록 피로도가 낮아지는 경향을 나타내었는데, 본 실험에서도 시험기간에 단백질을 보충받았던 여학생들은 시험이나 과제에 대한 스트레스 정도를 묻는 문항이 포함된 설문지 조사결과 학기초와 비교하여 점수가 유의적으로 높지않아, 단백질 보충으로 인하여 시험으로 인한 스트레스가 증가되지 않았음이 확인되었다고 할수있다. 그러나, 남학생의 경우 단백질 보충효과를 뚜렷이 볼수 없었는데, 이는 처음에 남학생 비보충군으로 분류되었던 6명중에서 2명이 실험도중에서 제외되어 실험대상자의 randomization에 문제가 있었던 것이 아니었나

생각되며, 또한 본연구의 남자 대학생들이 여학생들에 비해 시험에 대한 스트레스에 덜 민감하였던 것도 남학생들의 단백질 보충효과를 볼수 없었던 한 요인이 되었던 것 같다.

결론적으로 시험스트레스가 없던 학기초 1차시험기간의 본연구 대상자들은 약간의 양의 질소평형을 보였으며, 혈액성분 수준은 거의 모두 정상범위에 있었다고 할수 있다. 그리고, 시험스트레스 유무에 따른 변화를 보면, 시험스트레스가 있을때에는 소변등으로의 질소배설량이 유의적으로 증가하여 질소평형(equilibrium)을 유지하기 위한 질소필요량이 상승되는 등의 변화가 나타났고, 소변 총질소배설량 증가 및 요소 질소배설량 증가등의 변화들은 여학생의 경우 필수 아미노산 필요량 추정치의 10%를 상회하는 수준의 단백질 보충으로 완화되었다고 할수 있다.

Literature cited

- 1) 한국영양학회. 한국인영양권장량 제 6 차개정. 1995
- 2) 황우익 · 주진순. 한국식이의 소화흡수에 대한 연구 : 주로 단백질, 지질 및 당질에 대하여. *우석의대잡지* 5(2) : 13-28, 1968
- 3) 최전도 · 주진순. 한국식이의 소화흡수에 관한 연구. *고려의대잡지* 10(3) : 757-779, 1973
- 4) 주진순. 한국인의 단백질 소요량에 대한 연구 : 제 1 보의 무적 질소손실에 대한 연구. 대한민국 학술원 논문집(자연과학편) 23 : 233-253, 1984
- 5) 임현묵 · 주진순. 한국인의 단백질 소요량에 대한 연구 : 제 3 보 한국 혼합식사섭취패의 단백질 소요량에 대하여. *한국영양학회지* 18(2) : 98-114, 1985
- 6) 장비귀 · 김화영 · 김숙희. 여대생의 식이내 단백질 종류에 따른 체내 단백질, 지방, 칼슘 대사 및 면역능력에 관한 연구. *한국영양학회지* 19(3) : 177-189, 1986
- 7) 김주연 · 백희영. 정상식이를 섭취하는 여대생들의 질소섭취 및 배설에 관한 연구. *한국영양학회지* 20(2) : 90-103, 1987
- 8) 박충실 · 최해미. 한국 여성의 단백질 섭취수준과 동 · 식물 급식이 체내질소대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 22(4) : 223-236, 1989
- 9) 김주연. 평상식이와 활동을 하는 여대생들의 단백질과 에너지 대사에 관한 연구. 숙명여자대학교 대학원 박사학위 논문, 1993
- 10) 유오룡 · 오승호. 한국식이의 소화흡수에 관한 연구. *고려의대잡지* 10(1) : 305-321, 1973
- 11) 주은정 · 백희영. 콩단백질과 고기단백질 식이가 인체내 단백질과 칼슘 · 인 · 마그네슘 대사에 미치는 영향 : 중간 급식효과. *한국영양학회지* 22(6) : 516-530, 1989
- 12) 주진순. 한국인 단백질 - 열량 소요량에 대한 연구 : 장기

- 간 급식에 의한 한국식이의 적정성에 대한 평가. *한국영양학회지* 14(4) : 209-219, 1981
- 13) Scrimshaw NS, Habicht JP, Piche ML, Cholakov B, Arroyave G. Protein metabolism of young men during university examinations. *Am J Clin Nutr* 18 : 321-324, 1966
- 14) 왕수경 · 김미경. 주야교대 여성근로자의 피로도와 영양섭취실태에 관한 조사 연구. *대한가정학회지* 27(1) : 47-58, 1989
- 15) Seyle H. *The Stress of Life* : McGraw-Hill, New York, pp 6-20, 1976
- 16) Vander AJ. *Nutrition, Stress, and Toxic chemicals*. The University of Michigan Press, 1981
- 17) Shaw JHF. Influence of stress, depletion, and/or malignant disease on the responsiveness of surgical patients to total parental nutrition. *Am J Clin Nutr* 48 : 144-147, 1988
- 18) Levine AS, Morley JE. Stress-induced eating in rats. *Am J Physiol* 241 : R72-R76, 1981
- 19) Vaswani K, Tejwani GA, Mousa S. Stress induced differential intake of various diets and water by rats : The role of the opiate system. *Life Sci* 32 : 1983-1996, 1983
- 20) Morley JE, Levine AS. Stress-induced eating is mediated through endogenous opiates. *Science* 209 : 1259-1261, 1980
- 21) 장영애 · 이기미 · 김화영. 3대 열량소를 스스로 선택하게 했을때 흰쥐의 식이 선택성향 및 저전류 stress가 이에 미치는 영향. *한국영양학회지* 23 : 504-512, 1990
- 22) 서경원 · 김해리. 고 트립토판 식이를 섭취한 마우스에서 immobilization 스트레스로 면역변조와 serotonin 대사의 변화에 관한 연구. *한국영양학회지* 27 : 153-161, 1994
- 23) 손숙미. 마그네슘 부족식이 수술받은 쥐의 stress 반응에 미치는 영향. *한국영양학회지* 25 : 397-403, 1992
- 24) Groeneveld D, Smeets HGW, Kabra PM, Dallman PR. Urinary catecholamines in iron-deficient rats at rest and following surgical stress. *Am J Clin Nutr* 42 : 263-269, 1985
- 25) Singh A, Smoak BL, Patterson KY, LeMay LG, Veillon C, Deuster PA. Biochemical indices of selected trace minerals in men : Effects of stress. *Am J Clin Nutr* 53 : 126-131, 1991
- 26) Hiller A, Plazin J, Van Slyke DD. A study of conditions for Kjeldahl determination of nitrogen in proteins. *J Biol Chem* 176 : 1401-1420, 1948
- 27) WHO(World Health Organization). Energy and Protein Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. WHO Technical Report Series No724, Geneva, World Health Organization, 1985
- 28) Faulker WR, Meites S, ed. Selected methods of clinical chemistry, vol9, Washington D.C., American Association for Clinical Chemistry, pp 357-363, 1982
- 29) Narayanan S, Appleton HD. Creatine : a review. *Clin*

- Chem* 26 : 1119-1126, 1980
- 30) Amadeo JP, Lawrence AK. Methods In Clinical Chemistry. The C.V.Mosby Com- pany, 1987
 - 31) Weichsellbaun TE. An accurate and rapid method for the determination of proteins in small amounts of blood serum and plasma. *Am J Clin Pathol* 16(tech. sect. 10) : 40-49, 1946
 - 32) Doumas BT, Watson WA, Biggs HC. Albumin standards and the measurement of serum albumin with bromocresol green. *Clin Chim Acta* 31 : 87-96, 1971
 - 33) DeGrella RF, Combs GS, Coffe EE. A nephelometric system for the Abbott TDx analyzer. *Clin Chem* 31 : 1474-1477, 1985
 - 34) Tiffany TO, Jansen JM, Burtis CA. Enzymatic kinetic rate and end-point analysis of substrate by use of a GeM-SAEC fast analyzer. *Clin Chem* 18 : 829-840, 1972
 - 35) 최혜림. 한국 대학생의 스트레스 현황과 인지-행동적 상담의 효과. 이화여자대학교 교육심리 학과 박사학위 논문, 1985
 - 36) Waterlow JC. Metabolic adaption to low intakes of energy and protein. *Annu Rev Nutr* 6 : 495-526, 1986
 - 37) Young VR, Taylor YSM, Rand WM, Scrimshaw NS. Protein requirements of man. *J Nutr* 103 : 1164-1174, 1973
 - 38) Haung 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 : 897-907, 1982
 - 39) Pannemans DLE, Halliday D, Westerterp KR, Kester ADM. Effect of variable protein intake on whole body protein turnover in young men and women. *Am J Clin Nutr* 61 : 69-74, 1995
 - 40) Nalini Shan, Mokhtar TA, Raymond RM, Rellet LP. Effect of dietary fiber components on fecal nitrogen excretion and protein utilization in growing rats. *J Nutr* 112 : 658-666, 1982
 - 41) Yanez E, Uauy R, Baalester D, Barrera G, Chavez N, Guzman E, Saitua MT, Zacarias I. Capacity of the Chilean mixed diet to meet the protein and energy requirements of young male adults. *British Journal of Nutrition* 47 : 1-10, 1982
 - 42) Nicol BM, Phillips PG. Endogenous nitrogen excretion and utilization of dietary protein. *British Journal of Nutrition* 35 : 181-193, 1976a
 - 43) Nicol BM, Phillips PG. The utilization of dietary protein by Nigerian men. *British Journal of Nutrition* 36 : 337-351, 1976b
 - 44) Bingham S, Cummings JH. Urine nitrogen as an independent validity measure of dietary intake : A study of nitrogen balance in individuals consuming their normal diet. *Am J Clin Nutr* 42 : 1267-1289, 1985
 - 45) Calloway DH. Nitrogen balance of men with marginal intakes of protein and energy. *J Nutr* 105 : 914-923, 1975
 - 46) Iyengar AK, Narasinga Rao BS. Effect of varying energy and protein intakes on some biochemical parameters of protein metabolism. *Am J Clin Nutr* 35 : 733-740, 1982
 - 47) Van Niekerk BDH, Reid JT, Bensadoun A, Paladines OL. Urinary creatinine as an index of body composition. *J Nutr* 79 : 463-473, 1963
 - 48) 구재옥 · 최혜미. 한국여성의 단백질 섭취수준이 질소대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 21(1) : 47-60, 1988
 - 49) Simmons WK. Urinary urea nitrogen/creatinine ratio as indicator of recent protein intake in field studies. *Am J Clin Nutr* 25 : 539-542, 1972
 - 50) 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
 - 51) Gibson RS. Principles of Nutritional Assesment. Oxford university press, New York 1990
 - 52) Oddye EA, Margen S. Nitrogen balance studies in humans : Long-term effect of high nitrogen intake on nitrogen accretion. *J Nutr* 109 : 363-377, 1979