

한국여성의 단백질 섭취수준이 질소대사에 미치는 영향*

구 재 옥 · 최 혜 미*

한국방송통신대학 가정학과

서울대학교 가정대학 식품영양학과*

The Effect of Dietary Protein Levels on Nitrogen Metabolism in Young Korean Women

Jaeok Koo, Haymie Choi*

Dept. of Home Economics, Korea Air and Correspondence University

*Dept. of Food and Nutrition, Seoul National University**

=ABSTRACT=

This study was performed to investigate the effect of dietary protein levels on protein metabolism in eight healthy Korean adult females. The 20-day metabolic study consisted of 2 day adaptation period and three 6-day experimental periods. Three experimental diets were low protein (LP : protein 44g), high protein (HP : protein 85g) and high animal protein(HAP : protein 84g).

The apparent absorption and balance of nitrogen were significantly higher in high protein than in low protein diet. Nitrogen absorption rate was about 75% for low protein and about 85% for high protein intake. The mean values of nitrogen balance were -1.28g for low protein and 0.78g for high protein diet.

All the subjects were in negative nitrogen balance at the low protein intake while they were in positive nitrogen balance at the high protein intake. The mean daily urinary nitrogen excretion increased with increased level of protein intake. Urea nitrogen was the largest part of the urinary nitrogen. The ratio of urea nitrogen to total urinary nitrogen increased significantly for 79 to 85% as protein intake was doubled.

*본 연구는 한국학술진흥재단의 연구비 지원으로 수행되었음.

접수일자 : 1988년 1월 25일

서 론

단백질은 생명의 기본물질이며 인체의 약 16%를 차지하는 중요한 구성영양소이다. 단백질은 체내에 아미노산을 공급하는 주된 자원이며, 효소, 세포, 호르몬과 항체의 구성성분으로서 작용한다. 그것은 생체기능을 조절하며 에너지원이기도 하다. 인체의 성장발달시기에는 체내에 단백질의 축적이 일어나지만 성인기에는 축적되지 않는다¹⁾²⁾. 이러한 단백질의 작용을 충분히 보장하기 위하여서는 단백질의 공급과 그것의 체내이용이 일정한 수준 이상으로 일어나야 한다.

실생활에 있어서 순수한 영양소나 단일식품을 섭취하는 일은 드물기 때문에 단백질대사를 확인하기 위하여는 필수영양소의 혼합이나 단일식품을 급식시키는 방법보다 실생활에 이용되는 식이를 근거로 관찰하여야 할 것이다. 또한 인체내 영양소의 대사는 동물과는 다르므로 동물실험에서 얻은 결과라 하더라도 인체실험을 통한 확인은 필연적이다.

서구에서는 일찌기 단백질의 인체대사를 구명하기 위해서 무단백질식을 섭취하였을 때 의무적 질소손실량(obligatory nitrogen loss)에 대한 연구³⁾와 단백질의 질과 양이 단백질 대사에 미치는 영향^{4)~12)}과 열량섭취량이 단백질 대사에 미치는 영향에 대한 연구^{13)~16)}가 젊은이와 노인을 대상으로 활발히 진행되어 왔다. 이러한 연구결과를 바탕으로 인체의 단백질 필요량이 추정되고 있다.

우리나라의 단백질대사연구는 젊은 남녀를 주대상으로 하여 무단백질식을 섭취하였을 때 의무적 질소손실량과 단백질의 질과 양이 단백질대사에 미치는 영향을 연구한 바 있으며^{17)~19)}, 일반혼합식으로 단백질 섭취수준을 단계적으로 5~6일을 주기로 증가시킬 때 젊은 여성의 질소평형을 관찰한 바 있다²⁰⁾²¹⁾. 한편 젊은 남성에게 한국인 중류가정의 일반식이로 84g의 단백질을 섭취케 하였고²²⁾²³⁾, 젊은 여성에게는 단백질 72~80g을 섭취시키면서, 단백질 주급원을 두류, 어류, 육류로 다르게 하였을 때의

질소대사를 관찰한 바 있다²⁴⁾²⁵⁾. 이러한 연구들은 충분한 열량을 공급하면서 실시되었다. 한편 식이섭취실태에 의한 단백질 대사를 관찰한 바도 있다²⁶⁾²⁷⁾.

우리나라 식이섭취실태조사^{27)28)~32)}에서 성인여성의 단백질 섭취수준은 50~75g으로 나타나고 있으며, 단백질 권장량은 65g²⁸⁾이다. 그러나 아직도 권장량의 타당성에 대한 연구가 미흡하며 실제 단백질섭취량은 65g보다 적거나 많은 단백질을 섭취하고 있다. 그러므로 이러한 수준의 변화에 따른 대사실험으로 질소대사를 파악할 필요가 있겠다. 이에 따라 단백질 급원에 따른 변화도 고려하여 단백질섭취량의 증가와 함께 동물성과 식물성 단백질 비율을 다르게 하여 관찰할 필요가 있을 것이다. 그러므로 본 연구는 젊은 한국여성에게 권장량보다 낮은 단백질(40g)과 권장량보다 높은 단백질(80g)을 섭취시키고 단백질의 종류를 다르게 하였을 때 질소대사의 변화를 검토하고자 하였다.

실험 방법

1. 실험설계 및 실험대상자

8명의 실험대상자가 20일간의 단백질대사실험에 참여하였다. 첫 2일은 적응기간으로 하고 다음은 6일씩 3일간으로 나누어 3가지 실험식을 공급하였다. 실험식은 열량은 같고 단백질수준을 다르게 하여 제공하였다. 첫째기간에는 저단백식이(Low Protein Diet ; LP), 둘째기간에는 고단백일반식이(High Protein Diet ; HP)와 셋째기간에는 고단백동물성식이(High Animal Protein Diet ; HAP)로 이행하였다.

모든 실험대상자들은 3가지 실험식을 모두 섭취하였으며 각 실험식은 3 가지 식단으로 이루어졌다. 각 식이섭취기간의 마지막 3일의 대변 및 뇨를 수집하였다. 실험식이와 뇨, 대변의 채취 기간은 Fig. 1과 같았다.

본 실험대상자는 서울대학교 대학원에 재학중인 여학생으로 대사성질환이 없고 건강한 8명이 자원에

Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Diet	Adaptation	Low Protein						High Protein						High Animal Protein							
	period	period (I)						period (II)						period (III)							
Urine sample																					
Feces sample																					

Fig. 1. Experimental design.

Table 1. Characteristics of subjects

Subject	Age(year)	Body weight (kg)	Height(cm)
A	23	50.2	153.6
B	24	52.2	165.7
C	24	50.8	162.3
D	23	53.1	169.0
E	26	43.1	154.0
F	26	48.8	163.5
H	24	51.7	161.0
I	23	52.2	157.8
Mean±S.D.	24.1±1.2	50.3±3.2	160±5.4

의해서 선정되었다. 실험대상자들의 인적 사항은 Table 1과 같았다. 이들의 평균 나이는 24세이였으며 체중은 50.3kg, 신장은 160.0cm이었다.

각 대상자는 매일 식전에 배뇨, 배변토록 하고, 아침식사 전에 체중을 측정하였다. 대사실험 동안 수시로 신체상태의 불편유무를 확인하였다.

실험대상자들에게 이 연구의 의의와 목적을 설명하고 실험대상자로서의 의무를 성실히 이행하도록 사전교육을 한 후 대사실험을 시행하였다.

2. 실험식이

실험대상자들이 섭취한 식이는 단백질 함유수준과 종류가 다르게 작성된 3종의 기본식단에 준한 것이다.

기본식단은 식품분석표³³⁾와 한국인 영양권장량²⁸⁾에 수록된 식품분석표에 의해서 작성하였다. 5 가지 기초식품군을 기준²⁸⁾으로 하여 한국인의 상용식품을 주로 선택하였으며 식습관도 함께 고려하여 구성하였다. 식품무게는 조리하기 전 식품의 가식부 중량을 기준으로 하였다. 기본식단에 따라 3일간의 식단을 작성하였고, 한 식이섭취기간인 6일 동안 2번 같은 메뉴를 반복하여 섭취토록 하였다.

각 실험식이의 열량과 단백질의 함량 Table 2와 같다. 1일 섭취한 식품은 분석한 열량과 영양소의 함량은 전체적으로 식품분석표에 의한 계산치와는 약간의 차이가 있었다. 열량분석치는 계산치보다 평균 59.0~234.1kcal가 높았고, 단백질 분석치는 계산치와 거의 차이가 나지 않았다.

각 실험식이에서 저단백식이(Low Protein)는 44g 단백질(7.06g N), 고단백식이(High Protein)는 평균 84~85g의 단백질(13.37~13.59g N)로 구성되었다. 저단백식이는 438mg 칼슘, 719g 인, 10.9mg 철분을,

Table 2. Comparison of nutrient contents of the experimental diets by calculation and by analysis

Diet	Energy(kcal)		Protein(g)	
	Calculated ^a	Analyzed	Calculated	Analyzed
Low protein	1903.91 ^b ± 24.72	1962.94 ± 50.48	44.49 ± 2.94	44.12 ± 3.38
High protein	1945.26 ± 89.81	2179.36 ± 88.47	81.13 ± 4.22	84.92 ± 1.16
High Animal protein	1952.17 ± 27.85	2020.80 ± 122.11	82.96 ± 2.87	83.58 ± 1.05

a : by food composition Table b : Mean ± S.D.
 Values are the mean of 3 menus of each experimental diet period.

고단백일반식은 413mg 칼슘, 1096mg 인, 16.1mg 철분을, 그리고 고단백동물성식은 759mg 칼슘, 348mg 인과 14.5mg의 철분을 함유하였다.

열량은 세 식이에서 2000kcal 내외이었다. 식단의 열량구성비를 보면 저단백식이에서는 탄수화물, 지방, 단백질이 각각 63.4 : 27.6 : 9.0이었고 두가지 고단백식이에서는 단백질 구성비가 더 높았고 탄수화물 구성비는 더 낮았다.

세가지 실험식이의 식품구성을 다섯가지 기초식품군으로 나누어 Table 3에 제시하였다. 실험식이의 열량섭취량을 맞추기 위하여 저단백식이에서는 간식으로 사탕, 초코렛과 과자 등을 주었으며, 둘째기간의 고단백일반식은 첫째기간과 식품구성은 같이 하면서 단백질 함량을 높이기 위하여 주로 달걀과 두유와 땅콩 등을 주었다. 세째 기간의 고단백고동물성식은 달걀, 우유와 육류, 멸치 등을 첨가시켜서 단백질 함량이 높아짐에 따라 동물성 단백질이 17g에서 54g으로 늘어났고, 동물성 단백질의 비율이 높아졌다(Table 4).

매일 제공되는 식이의 균일성을 유지하기 위하여, 사용된 식품은 가능한 일시에 구입하였다. 변질되기 쉬운 야채나 두부, 베지밀 등은 가능한 한 동일상표를 같은 장소에서 구입하였다. 식기류는 플라스틱 제품이 이용되었다. 실험대상자들의 식수도 이온 제거수를 무제한 제공하였으며 식수 섭취량을 측정하였다. 매일의 식이는 9 : 30, 12 : 30, 18 : 00시에 제공되었다. 실험대상자들은 각자에게 주어진 양을 남김없이 모두 섭취하였다. 식이 공급시에는 식품무게를 정확히 달아 배분하였고 모든 실험대상자

들에게 같은 양을 공급하였다.

3. 시료수집 및 분석방법

각 실험기간 동안 섭취한 식이의 1인분을 더 준비하여 하루 총량을 측정 한 후, 플라스틱통에 넣어 잘 혼합한 후에 블렌더에 넣어 분쇄하여 균질화시켰다. 이의 일부를 취하여 폴리에틸렌 주머니에 넣고 밀봉하여 분석 때까지 -20℃에서 냉동보관하였다가 식이의 열량과 단백질분석에 사용하였다.

대변 시료는 각 실험기간 6일 중 후반 3일의 대변을 모두 수집하였다. 대변의 정확한 수집을 위해서 각 3일의 적응 기간이 지나고 제4일째 아침식사 전에 marker로 식용색소(Food color, sky blue)를 복용시켜 3일째와 4일째의 대변을 구분하였다. 또 6일째의 식이와 그 다음 식이의 대변을 구분하기 위하여 다음 식이기간 첫날, 즉 7일 식사 전에도 marker를 복용하여 정확히 각 실험식이기간에 섭취한 식이로 생성된 대변을 수집토록 하였다.

매일의 대변은 각 실험대상자들이 90cm×60cm의 이중 비닐막에 받아서 뚜껑이 있는 플라스틱 용기에 넣어 냉장보관하였다. 3일간의 대변이 모두 수집된 후 그 중량을 기록하고 비닐막 안에 3일의 대변시료를 모두 넣고 비닐막 위를 잘 묶은 후, 외부에서 손으로 잘 주물러 혼합하여 균질화하였다.

이 시료의 일부를 취하여 -20℃에 냉동보관하였다가 대변의 열량과 단백질의 분석에 사용하였다.

실험 식이의 후 3일 동안 매일 24시간의 뇨를 수집하였다. 24시간의 소변은 아침식사 후부터 다음 날 아침식사(9 : 30 a.m.)전까지 수집한 것으로 하

- 한국여성의 단백질 섭취수준이 질소대사에 미치는 영향 -

Table 3. Food composition of experimental diets by food groups

(g/day)

Food Group	Food item	Food	Amount(g)									
			Low protein			High protein			High animal protein			
			Menu1	Menu2	Menu3	Menu1	Menu2	Menu3	Menu1	Menu2	Menu3	
1	Meat	Beef	20	-	-	60	60	50	60	60	60	
		Port	-	-	40	-	20	40	-	20	40	
		Chicken	-	20	-	-	40	-	-	40	-	
	Fish	Oyster	40	-	-	40	-	-	40	-	-	
		Atka-fish	-	-	-	50	-	-	-	-	-	
		Alaskan pollack	-	-	-	-	-	-	50	-	-	
	Egg	Egg	-	10	10	100	110	110	100	110	110	
		Bean	Soybean curd	-	-	20	-	-	20	-	-	20
			Soybean milk	-	-	-	180	180	-	-	-	-
			Peanut	-	-	-	-	50	50	-	-	40
Soysauce			-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	Milk & Milk Products	Milk	100	100	160	-	110	50	200	200	200	
		Ice cream	-	-	-	-	-	-	100	100	100	
	Small fish	Dried anchovy	-	15	-	-	-	-	-	15	-	
Anchovy meal		-	-	-	-	-	-	-	5	-		
3	Vegetables	Carrot	20	20	40	20	20	30	20	20	30	
		Onion	20	30	50	20	30	40	20	30	40	
		Cucumber	-	40	20	-	40	20	-	40	20	
		Bean sprout	-	20	-	-	20	-	-	20	-	
		Spinach	80	-	30	80	-	20	80	-	20	
		Radish	100	-	-	100	-	-	100	-	-	
		Green pepper	10	-	-	10	-	-	10	-	-	
		Cabbage	-	-	20	-	-	20	-	-	20	
		Garlic	2	0.5	-	2	0.5	-	2	0.5	-	
		Tangle	-	-	50	-	-	50	-	-	50	
		Kimchi	-	20	50	-	20	50	-	20	50	
		Tamato ketchup	-	-	10	-	-	10	-	-	10	
Fruits	Tangerine	200	200	230	100	170	70	100	100	100		
	Apple	-	124	-	-	30	-	-	30	-		
4	Grains & Potato	Rice	180	90	100	200	100	90	200	90	90	
		Potato	20	30	150	20	30	150	20	30	150	
		Starch noodle	-	-	30	-	-	20	-	-	20	
		Noodle	-	75	-	-	67	-	-	75	-	
		Bread	60	-	70	60	-	70	60	-	70	
		Curry powder	20	-	-	20	-	-	20	-	-	
		Jam	20	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Suger	5	7	18	5	3	18	5	3	13	
		Candy	50	-	50	-	-	-	-	-	-	
		Chocholate	40	40	-	-	-	-	-	-	-	
5	Fat & Oil	Salad oil	7	10	15	7	8	7	7	14	7	
		Sesame oil	2	1	1	2	1	1	2	1	1	
		Margarine	10	10	10	10	5	10	10	5	10	
		Mayonnaise	-	20	10	-	20	10	-	15	10	

Table 4. Protein source by food composition table

Protein source	Low protein		Hight proten		High animal protein	
	g	%	g	%	g	%
Animal protein	17.0	38	39.0	48	53.8	63
Plant protein	27.5	62	43.0	52	29.2	37

였다.

뇨는 1L들이 폴리에틸렌 병 2개를 매일 개인에게 공급하여 각자 수집토록 하였다. 수집된 매일의 소변을 잘 혼합하여 총량을 mass cylinder로 측정 한 후 진한 HCl 용액 0.5ml가 들어있는 100ml들이 폴리에틸렌 병에 넣어 -20℃에서 냉동보관하였다. 소변시료의 분석은 매일의 시료 중에서 각 실험식이 기간 후반부 3일의 소변을 pool로 만들어 사용하였다.

식이, 대변 및 뇨중의 열량은 Ballisitic Bomb Calorimeter(CBB 330-030F)로 측정하였다³⁴⁾. 냉동보관해 둔 식이 및 대변시료 40g을 취하여 80℃ 오븐에서 2일간 항량에 도달할 때까지 건조시키고, 이것을 다시 1일간 공기건조시켰다.

이렇게 건조시킨 시료를 분쇄 혼합한 후 1g을 취하여 Ballistic Bomb Calorimeter를 이용하여 식이의 열량을 측정하였다³⁴⁾. 뇨 1ml를 여지에 묻혀 Bomb Calorimeter로 태운 후 표준시료 1ml를 여지에 묻혀 태운 열량과 비교하여 뇨 1ml중의 열량을 계산하였다. 1일 뇨량을 곱하여 1일 뇨중 열량을 계산하였다.

식이, 대변 및 뇨중의 단백질은 micro-kjeldahl법³⁵⁾으로 분석하였다. 열량분석의 시료준비와 마찬가지로 공기건조시킨 시료를 분쇄한 후 대변 및 식이 0.1g에 해당하는 건조중량을 취하였고, 뇨 1ml를 취하여 micro Kjeldahl법으로 용액을 준비하였다.

Urea nitrogen의 분석은 Coulombe에 의한 비색형광법³⁶⁾³⁷⁾으로, Creatinine의 분석은 Alkaline picrate법³⁸⁾에 의해서 측정하였다. Ammonia는 Berthelot의 Phenol hypochlorite반응법³⁹⁾에 의하여, Uric acid의 분석은 Phosphotungstic acid를 이용한 비색

Table 5. Fecal, urinary nitrogen and nitrogen balance of subjects for the experimental period (g/day)

Diet	Subject	Intake	Fecal N	Urinary N	N Balance
Low protein	A		1.138	6.918	-0.906
	B		NP	NP	NP
	C		1.807	6.969	-1.716
	D	7.060	1.660	6.465	-1.065
	E		2.091	6.717	-1.748
	F		2.140	5.729	-0.809
	H		1.918	6.487	-1.345
	I		NP	NP	NP
	Mean ± S.D.		7.060	1.792 ± 0.367	6.548 ± 0.453
High protein	A		1.746	11.330	0.514
	B		2.300	10.187	1.103
	C		2.073	10.208	1.309
	D	13.590	1.194	11.895	0.501
	E		2.434	10.337	0.819
	F		1.934	11.087	0.569
	H		2.430	11.431	-0.271
	I		2.035	9.851	1.704
	Mean ± S.D.		13.590	2.018 ± 0.412	10.791 ⁺⁺ ± 0.737
High animal protein	A		1.760	10.385	1.225
	B		1.467	10.268	1.635
	C		1.557	11.058	0.775
	D	13.370	1.490	11.895	-0.015
	E		1.721	10.830	0.819
	F		1.351	12.159	-0.140
	H		1.548	11.182	0.640
	I		1.625	11.263	0.482
	Mean ± S.D.		13.370	1.565 ⁺ ± 0.126	11.130 ⁺⁺ ± 0.661

NP not participated N Balance = N Intake (Fecal N + Urinary N)

Significantly different from Low Protein (*P<0.05, ** P<0.01)

Significantly different from High Protein (*P<0.05)

법⁴⁰⁾에 의하여 측정하였다.

4. 통계처리

본 연구의 모든 실험결과는 각 실험식이별로 평균치, 표준편차를 얻어 각 식이별 차이에 대한 유의성을 ANOVA F test 및 T-test로 검증하였다⁴¹⁾. 각 실험식이의 섭취량, 배설량, 평형, 흡수량 등의 상관관계는 Pearson's moment product correlation coefficients(r)와 regression analysis를 사용하였으며 IBM 8093에 설치된 SAS를 이용하여 분석하였다.

실험 결과

단백질 대사 결과는 질소량으로 나타내었으며 대변과 뇨중 질소배설량과 질소평형은 Table 5와 같고 흡수량과 이들의 섭취량에 대한 비율은 Table 6과 같다.

1. 대변 중 질소배설

대변으로 배설되는 질소량은 저단백식이시 1.79g이었으며 두 고단백식이시 각각 2.02g, 1.56g이었다. 대변중 질소량은 저단백식이(7.06g N)에서 고단백

식이(13.59gN)로 바뀌었을 때 약간 증가되었으나 같은 수준의 단백질을 제공한 고단백동물성식이(13.17g N)로 바뀌었을 때, 대변중 질소배설량은 평균 0.45g의 감소가 일어났다(p<0.05). 질소섭취량이 저단백식이(7.06g N)에서 고단백식이(13.59g N)로 증가되었을 때, 단백질 흡수량은 5.28g에서 11.57g으로 현저히 증가하였으며(p<0.01) 흡수율도 74.8%에서 85.2%로 증가되었다. 특히 저단백식이에서 흡수율이 아주 낮은 것으로 나타났다. 질소 섭취수준이 비슷한 고단백일반식이와 고단백동물성식이를 섭취하였을 때 흡수량에 유의적인 차이는 없었으나 고단백동물성식이시 흡수율은 약간 증가되었다.

체중 kg당 평균 단백질섭취량은 저단백식이, 고단백일반식이, 고단백동물성식이에서 각각 0.89g(143mg/kg N), 1.70g(271mg/kg N), 1.67g(267mg/kg N)이었다. 대변중 평균 질소배설량은 각각 36.5mg/kg, 40.5mg/kg과 31.3mg/kg으로서 고단백일반식이에서 고단백동물성식이로 바뀌었을 때, 약 9.2mg/kg이 감소하였다(p<0.05). 평균 외견적 질소흡수량도 저단백식이에서 고단백일반식이로 증가시켰을 때, 평균 124.4mg/kg 증가하였으며(p<0.01) 고단백일반식이에서 고단백동물성식이를 바꾸었을 때는

Table 6. Mean daily fecal, urinary nitrogen, nitrogen balance and absorption

Nitrogen	Low protein			High protein			High animal protein		
	mg/kg BW	g/day	%	mg/kg BW	g/day	%	mg/kg BW	g/day	%
Intake	143.0 a. ± 10.2	7.06	100.0	271.4 ± 19.1 ⁺⁺	13.59	100.0	267.0 ± 18.8 ⁺⁺	13.37	100.0
Fecal N	36.5 ± 9.1	1.79 ± 0.37	25.4 ± 5.2	40.5 ± 9.8	2.02 ± 0.41	14.9 ± 3.0	31.3 ± 4.2*	1.56 ± 0.31 ⁺ , *	11.7 ± 0.9
Urinary N	132.6 ± 14.1	6.55 ± 0.45	92.8 ± 6.4	215.3 ± 18.0 ⁺⁺	10.79 ± 0.74 ⁺⁺	79.4 ± 5.4	222.2 ± 19.1 ⁺⁺	11.13 ± 0.66 ⁺⁺	83.2 ± 4.9
Balance	-26.1 ± 10.2	-1.28 ± 0.44		15.6 ± 11.7 ⁺⁺	0.78 ± 0.60 ⁺⁺		13.5 ± 11.6 ⁺⁺	0.68 ± 0.59 ⁺⁺	
Apparent absorption	106.5 ± 7.6	5.27 ± 0.34	74.6 ± 4.8	230.9 ± 14.3	11.57 ± 0.41 ⁺⁺	85.1 ± 3.0	235.7 ± 15.6 ⁺⁺	11.80 ± 0.13 ⁺⁺	88.3 ± 1.0

a Mean ± S.D. Balance = Intake - (Fecal N + Urinary N) Apparent Absorption = Intake - Fecal N
Significantly different from Low Protein (*P<0.05, ** P<0.01)
Significantly different from High Protein (*P<0.05)

차이가 없었다. 특히 외견적 질소흡수율은 저단백식이보다 고단백일반식에서 평균 10% 증가되어 85.2%를 나타내었으며 고단백동물성식에서는 흡수율이 88.3%로 약간 증가를 보였다.

2. 뇨중 질소배설

뇨중 질소배설량은 단백질 섭취량에 따라서 현저한 차이가 있었다. 저단백식에서 고단백일반식

Table 7. Components of urinary nitrogen of subjects for the experimental period (g/day)

Diet	Subject	Urea N	Ammonia N	Creatinine N	Uric acid N	Undetermined N	Total N
Low protein	A	5.160	0.389	0.416	0.099	0.854	6.918
	B	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	C	5.130	0.486	0.431	0.083	0.839	6.969
	D	5.410	0.341	0.447	0.078	0.189	6.465
	E	5.870	0.292	0.419	0.077	0.059	6.717
	F	4.480	0.514	0.401	0.135	0.199	5.729
	H	4.820	0.397	0.429	0.118	0.723	6.489
	I	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	Mean±SD	5.150±0.478	0.403±0.084	0.424±0.015	0.098±0.024	0.472±0.360	6.547±0.453
High protein	A	9.440	0.665	0.432	0.111	0.692	11.330
	B	8.470	0.552	0.444	0.078	0.641	10.187
	C	8.154	0.636	0.395	0.100	0.928	10.208
	D	10.740	0.495	0.439	0.131	0.190	11.895
	E	8.530	0.614	0.471	0.125	0.597	10.337
	F	9.615	0.642	0.410	0.143	0.277	11.087
	H	9.863	0.734	0.515	0.138	0.181	11.431
	I	8.143	0.555	0.441	0.138	0.574	9.851
	Mean±SD	9.119±0.940 ⁺⁺	0.610±0.074 ⁺⁺	0.443±0.370 ⁺	0.120±0.023 ⁺	0.499±0.268	10.791±0.737 ⁺
High animal protein	A	8.170	0.585	0.434	0.094	0.562	10.385
	B	8.490	0.468	0.402	0.112	0.796	10.268
	C	9.587	0.646	0.452	0.109	0.264	11.058
	D	10.260	0.680	0.442	0.132	0.381	11.895
	E	8.850	0.613	0.409	0.181	0.716	10.830
	F	10.391	0.643	0.385	0.137	0.603	12.159
	H	9.616	0.555	0.481	0.149	0.380	11.182
	I	9.427	0.600	0.445	0.139	0.652	11.263
	Mean±SD	9.420±0.700 ⁺⁺	0.598±0.066 ⁺⁺	0.431±0.031	0.132±0.027 ⁺	0.549±0.185	11.130±0.661 ⁺

NP not participated

Significantly different from Low Protein (⁺P<0.05, ⁺⁺ P<0.01)

이로 바뀔 때 따라 단백질이 증가되었을 때 뇨중 질소배설은 6.55g에서 10.79g으로 현저히 증가되었다 ($p < 0.01$). 그러나 고단백일반식에서 고단백동물성식으로 바뀌었을 때 그 차이가 나타나지 않았다. 뇨중 질소량을 총섭취량에 대한 비율로 보면 저단백식이시 92.7%, 고단백일반식이시 79.4%이었고 고단백 동물성식이시에는 83.2%로서 단백질섭취증가로 이 비율은 감소되는 경향을 나타내었다.

체중 kg당 뇨중 질소배설량은 단백질 섭취량의 증가에 따라 현저히 증가되었다. 저단백식에서 뇨중 배설량은 132.6mg/kg인데 비해 단백질 섭취량을 약 1.9배 증가시켰을 때, 뇨중 질소배설량은 215.3mg/kg으로 82.7mg/kg이 증가되어서 1.6배 정도 증가되었다.

뇨중 총질소 성분중에 뇨소 질소(urea N)는 저단백식에서 고단백일반식으로 되면서 단백질 섭취량이 증가함에 따라 4.24g의 뇨소질소가 증가되었다($p < 0.01$)(Table 7). 이러한 질소성분량의 변화를 뇨중 총질소량에 대한 비율로 비교하여 보면 뇨소 질소비율은 저단백식에서 평균 78.7%이었으며 고단백일반식에서 84.5%로 현저히 증가되

었다($p < 0.01$). 그러나 고단백일반식과 고단백동물성식에서의 뇨소 질소비율은 유사하게 나타났다. 또한 암모니아 질소(ammonia N)와 뇨산 질소(uric acid N)도 저단백식에서 고단백일반식으로 바뀔 때 따라 각각 0.21g($p < 0.01$)과 0.02g씩 유의적으로 증가되었다. 그러나 크레아티닌 질소(creatinine N)는 세 식에서 평균 0.42~0.44g으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이러한 경향은 체중 kg당 각 질소성분을 관찰한 결과도 같았다(Table 8). 뇨소 질소는 저단백식에서 104.5mg/kg, 고단백일반식에서 181.8mg/kg으로 평균 77.3mg/kg이 증가되었다($p < 0.01$). 고단백일반식과 고단백동물성식에는 차이가 없었다. 암모니아질소는 저단백식과 두 고단백식에서 8.1mg/kg, 12.1mg/kg으로 약 4.1mg/kg이 증가되었다($p < 0.01$). 그러나 크레아티닌 질소와 뇨산 질소량은 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

3. 질소 평형

질소 평형[질소 섭취량-(대변중 질소량+ 뇨중 질소량)]을 보면 저단백식에서 대상자 전원

Table 8. Mean daily components of urinary nitrogen

Nitrogen source	Low protein			High protein			High Animal protein		
	mg/kg BW	g/day	%	mg/kg BW	g/day	%	mg/kg BW	g/day	%
Total N	132.6 a ± 14.1	6.55 ± 0.45	100.0	215.3 ± 18.0 ⁺⁺	10.79 ± 0.74 ⁺⁺	100.0	222.2 ± 19.1 ⁺⁺	11.13 ± 0.66 ⁺⁺	100.0
Urea N	104.5 ± 16.2	5.15 ± 0.48	78.7 ± 5.7	181.8 ± 19.0 ⁺⁺	9.12 ± 0.94 ⁺⁺	84.5 ± 3.2	187.9 ± 16.3 ⁺⁺	9.42 ± 0.70 ⁺⁺	84.6 ± 1.8
Ammonia N	8.1 ± 1.6	0.40 ± 0.01	6.1 ± 0.2	12.1 ± 1.0	0.61 ± 0.04	5.7 ± 0.1	12.0 ± 0.6	0.60 ± 0.04	5.4 ± 0.2
Creatinine N	8.6 ± 0.6	0.42 ± 0.01	6.5 ± 0.2	8.9 ± 1.0	0.44 ± 0.04	4.1 ± 0.1	8.6 ± 0.6	0.43 ± 0.03	3.9 ± 8.1
Uric acid N	2.0 ± 0.5	0.10 ± 0.02	1.5 ± 0.3	2.4 ± 0.5	0.12 ± 0.02	1.1 ± 7.9	2.7 ± 0.7	0.13 ± 0.03 ⁺	1.2 ± 7.1
Undetermined N	9.4 ± 7.1	0.47 ± 0.36	7.2 ± 4.3	10.1 ± 5.4	0.50 ± 0.27	4.6 ± 0.9	11.0 ± 4.1	0.55 ± 0.18	4.9 ± 0.5

a Mean ± S.D.

Significantly different from low protein (⁺ P < 0.05, ⁺⁺ P < 0.01)

“-” 평형을 나타내었다. 평균 질소평형은 -1.28g 이었고 고단백일반식이에서는 1명을 제외한 전원이 “+” 평형으로 평균질소평형은 0.78g 으로 호전되었다($p < 0.01$). 고단백동물성식이에서도 평균질소평형은 0.67g 으로 고단백일반식기와 비슷한 수준이었다.

체중 kg 당 질소평형상태는 저단백식기에서 -26.1mg/kg 으로 대상자 전원이 “-” 평형이었고, 이에 반하여 두 고단백식기에서는 15.6mg/kg 과 13.5mg/kg 을 각각 나타내었다.

질소의 대사는 체중 kg 당이나 1일 질소대사량으로 보나 같은 결과를 나타내고 있었다.

단백질 섭취수준에 따른 단백질의 영양상태를 살펴보기 위하여 Urea N/Creatinine N의 비율을 산출한 결과는 저단백식기에서 12.13이었으며 두 고단백식기에서는 각각 20.65과 21.93이었다. 단백질 섭취수준에 따라 현저히 증가된 것을 볼 수 있었다($p < 0.01$).

고 찰

단백질 섭취수준이 증가할수록 단백질 흡수량과 흡수율이 현저히 증가되었다.

질소섭취량이 저단백식이(7.06g)에서 고단백일반식이(13.59g)로 바뀔 때 따라 고양이 2배가 되었을 때, 대변중 질소배설량은 평균 1.79g 과 2.01g 으로 차이가 없었으나 고단백일반식기에서 질소섭취수준이 같은 고단백동물성식이(13.17g)로 변화되었을 때, 대변중 질소배설량은 평균 1.57g 으로 유의적인 감소를 나타내었다($p < 0.05$). 따라서 질소 흡수량은 저단백질식이(I)에서 5.27g 이던 것보다 고단백질식이(II, III)시 11.57g , 11.81g 으로 2배 이상 증가되었다($p < 0.01$). 질소흡수율은 저단백질식이 섭취시 평균 75%인데 비하여 고단백질식이시 평균 85~88%로 증가되었다. 이것은 단백질 수준의 증가와 동물성 단백질 22g ~ 36.8g 증가에 기인한 것으로 풀이된다. 질소섭취량과 흡수율이 높은 상관관계($r = 0.99$, $p < 0.01$)를 나타내고 있는 것으로 보아도

질소섭취량의 증가에 따라 질소흡수율이 증가되는 것을 알 수 있다. 이것은 동물성 단백질의 소화 흡수율이 식물성 단백질보다 높다는 타 보고²⁴⁾와 일치되는 결과라 볼 수 있다. 본 연구에서 질소섭취수준에 따른 질소흡수량과 흡수율의 증가는 이미 발표된 보고⁵⁾⁷⁾⁸⁾²⁴⁾⁴²⁾에서와 같은 경향이였다. 대변중 배설되는 질소량과 흡수율은 식이종류와 단백질 섭취량에 따라 조금씩 다르기는 하지만, 한국인의 일상식으로 1일 14g 질소를 섭취시킨 연구²⁴⁾에서 두류, 어육류 단백질식을 주었을 때, 각각 대변중 질소의 양은 두류식기에서 2.4g , 어육류식기에서 1.73g ~ 1.92g 이었고, 이때 흡수율은 81%, 85%로 어육류 단백질식기에서 흡수율이 증가되었다. 질소 11.6g ~ 12.5g 을 섭취시켰을 때에도 대변중 질소배설은 위와 같은 경향을 나타내었고 흡수율도 81~85%로 비슷하였다¹⁹⁾²²⁾.

임과 주²⁰⁾의 보고에서 단백질을 0.45g/kg (6.4g N)과 0.90g/kg (7.7g N) 섭취하였을 때, 외견적 흡수율이 63%에서 78%로 증가되었다. 또한 여자대학생을 대상으로 한 보고에서도 약 7g 의 질소섭취시 77~81%로 본 보고와 유사한 결과들이었다²¹⁾²⁷⁾.

서구인을 대상으로 한 식이연구에서, 성인남자에게 12g ~ 15g 의 질소를 섭취시켰을 때, 대변중 질소배설량은 1.2g ~ 1.6g 이었고 질소흡수율은 약 90%를 나타내었다. 여기에 육류를 첨가하여서 질소섭취수준을 21g 내외로 증가시켰을 때, 92~93%의 흡수율을 나타내었다⁴³⁾.

일반적으로 서구인의 단백질 흡수율은 한국인의 일반식사시보다는 높은 것으로 나타나고 있으며, 이러한 현상은 육류식품의 이용이 많고 상대적으로 섬유질의 양이 낮기 때문인 것으로 사료된다.

노중 질소배설량은 질소섭취량이 증가함에 따라 현저히 높아지는 경향을 나타내었다. 질소섭취량이 7.06g (저단백식이)이었을 때, 노중 평균 질소량은 6.55g 이었으며 질소섭취량이 13.5g (II)으로 증가되었을 때 노중 평균 질소배설량은 11.1g 으로 높아졌다(Table 6). 총섭취량에 대한 노중 질소량의 비율은 각식이시 92.7%, 80%를 나타내어 질소섭취량이

증가할수록 감소되었다. 질소섭취량과 뇨중질소배설량은 아주 높은 상관관계($r=0.95, p<0.01$)를 나타내었다.

이러한 단백질 섭취수준이 향상됨에 따라 뇨중 질소배설량의 증가 경향은 여러 연구진⁷⁾⁸⁾¹⁴⁾¹⁸⁾²⁰⁾에서도 보고되었다. 한국인 여대생을 대상으로 0.45g/kg과 0.90g/kg의 단백질을 섭취시킨 결과 뇨중 질소배설량은 3.05g과 4.25g으로 증가되었으나²⁰⁾ 본 실험에서의 0.88g/kg 단백질식이(I) 결과 6.55g보다 아주 낮았으며, 총 질소섭취량에 대한 뇨중 질소배설량의 비율은 단백질 섭취수준이 비슷한 본 연구의 저단백식이에서 93%인데 비하여 55%로 아주 낮게 보고 되었다. 이것은 그 연구에서 뇨중 질소배설량이 아주 낮게 보고된 데 기인된다. 질소 섭취수준이 낮은 경우를 보면, 여대생의 식이섭취 실태 조사²⁷⁾에서 평균 7.16g 질소를 섭취하였을 때, 뇨중배설량은 6.03g 정도였으며, 총질소섭취량에 대한 비율은 84%를 나타내었고 다른 연구⁶⁾¹⁴⁾에서도 본 연구와 비슷한 수준을 나타내었다. 한편 13.25g의 단백질 섭취를 시킨 유와 오²²⁾의 연구에서 뇨중 질소배설량은 10.1g으로 본 연구에서 13.5g 질소(II) 섭취시 10.8g 배설된 본 연구결과와 유사하였으며 다른 연구²⁶⁾에서는 11~15g의 질소를 섭취하였을 때, 뇨중배설량은 1.65~2.61g으로 아주 낮은 수치를 나타내었다.

뇨중 배설되는 질소화합물의 분포를 보면 뇨소성 질소가 가장 많으며 이것은 단백질 섭취수준이 높아짐에 따라 증가되었다. 단백질 섭취량과 뇨소 질소량은 아주 높은 상관관계($r=0.95, p<0.01$)를 나타내었다. 뇨소 질소량은 두 고단백질이(II, III) 섭취시에 9.12~9.42g으로 85%로 증가되었다. 이러한 현상은 다른 연구 보고⁹⁾¹³⁾²⁰⁾²⁷⁾⁴⁵⁾와 유사하였다. 다른 보고²⁰⁾에서는 뇨소 질소의 비율이 0.45g/kg 단백질 섭취시 47.2% 이었고 0.90g/kg 단백질 섭취시 55.7%로 아주 낮은 수준을 나타내었다²⁰⁾. 이들의 뇨중 뇨소 배설량이 위의 보고보다 낮게 나온데 기인되고 있다.

뇨중 총질소배설량에 대한 뇨중 암모니아, 뇨산과

크레아티닌 질소의 비율도 단백질 섭취량에 따라 변화하였다. 뇨중 암모니아 질소량과 뇨산 질소량은 단백질 증가로 약간 증가되었으며 뇨중총질소량에 대한 비율은 오히려 감소되었다. 크레아티닌 양은 단백질 섭취수준과 무관하게 일정하나 뇨중 총질소에 대한 비율은 단백질섭취 증가에 따라 약간 감소되는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 Allison과 Bird⁴⁵⁾의 보고와 유사하였다.

단백질 섭취수준이 높을 때는 Urea N/Creatinine N 비율이 상승하며 단백질 섭취수준이 낮을 때는 이 비율이 감소하여 단백질 섭취수준과 관계가 있음을 나타냈다⁴⁵⁾. 이 비율로 섭취단백질의 영양상태를 평가할 수 있다고 Simmons⁴⁶⁾가 제안하였다. 그 비율이 12 이상이면 양호 그 이하이면 부족한 것으로 평가한다. 본 연구에서는 저단백식이(I; 7.06g N)섭취시 Urea N/Creatinine N비율이 평균 12 정도 이었고, 질소 섭취량이 13~14g으로 증가된 두 고단백식이(II, III)시에는 평균 21 정도로 현저히 증가되었다. 즉 Urea N/Creatinine N 비율이 저단백식이에서 1명 만이 양호한 편이고 2명은 허용치에 가깝고 3명은 불량상태를 나타내어 질소평형이 “-”인 것과 일치한다. 고단백식이에서 전원이 18 이상 이어서 단백질 섭취상태는 양호하다.

질소평형은 단백질의 증가로 향상되었다. 질소 섭취수준과 질소평형은 높은 상관관계($r=0.83, p<0.01$)를 나타내었다. 본 연구에서 질소 섭취수준이 7.06g 13.59g, 13.37g일 때, 평균 질소평형은 각각 -1.28g, 0.78g, 0.68g으로 나타났다. 저단백질 섭취시는 모두 “-”쪽으로 이동되었다. 이러한 단백질 증가에 따른 질소평형의 “+”화는 질소흡수량의 증가가 뇨중 질소배설량 증가보다 많았던 것으로 볼 때 당연한 결과라 하겠다.

남자대학생을 대상으로 하여 11.6g의 질소를 섭취시켰을 때, 질소평형은 0.6g으로 나타난 바 있으며¹⁹⁾ 일반식이를 이용하여 질소 13.25g을 섭취시켰을 때, 질소평형은 0.6g으로 나타난 바 있으며¹⁹⁾ 일반식이를 이용하여 질소 13.25g을 섭취시켰을 때, 질소평형은 1.1g 정도로 비슷한 수준이었고²²⁾, 다른

연구들¹³⁾¹⁹⁾²⁷⁾에서도 본 결과와 유사하였다. 그러나 우리나라의 다른 연구들²⁰⁾²⁷⁾은 7g 정도의 질소섭취시 외견적 질소평형이 2.1g, 2.4g으로 보고된바 있어서 본 보고보다 높게 나온 경향이 있다. 이들 실험결과에서 노중 질소배설량이 다른 보고보다 낮게 보고되어 유사한 수준의 단백질을 섭취하였을 때에도 높은 “+” 평형의 결과가 나온 것 같다. 질소섭취량에 따른 일관된 결과를 얻지 못하는 것은 열량섭취량, 식이의 종류, 단백질의 흡수, 노중 배설 등이 상이함에 연유한 것 같다.

위 결과들은 종합적으로 고려해 볼 때, 질소 섭취량이 7.06g (I, 0.88g/kg/day)일 때는 약간 “-” 평형을 나타내었으나 의무적 질소 손실량(obligatory nitrogen loss 5mg/kg/day)²³⁾을 고려한다면 더 심한 “-” 평형을 나타낼 것이며 이 식이의 Urea N/Creatinine N 비율 역시 허용치 이하이거나 가까운 값을 보이고 있으므로 7.06g 질소섭취량은 필요량보다 부족하였다. 13.37~13.59g(II, III 1.66~1.69g/kg/day)의 질소 섭취시에는 “+” 평형을 나타내면서 Urea N/Creatinine N 비율이 약 20 정도이므로 이 정도의 단백질은 젊은 여성에게 충분한 양으로 생각된다.

요약 및 결론

식이 단백질의 섭취수준이 단백질대사에 미치는 영향을 검토하기 위하여, 8명의 한국성인여성을 대상으로 20일간의 통제식이실험을 실시하였다. 실험 식이는 저단백식이(LP) : 단백질 44g, 고단백일반식이(HP) : 단백질 85g, 고단백동물성식이(HAP) : 단백질 84g의 세 가지이며 열량은 모두 약 2000 kcal로 구성되었다. 실험은 2일의 적응기간과 세 실험식이 섭취기간 6일씩으로 이루어졌다. 식단은 3일 주기로 하여 두 번 같은 식단을 제공하고, 식단 및 대소변은 각 실험식이 섭취기간의 마지막 3일 간을 채집하여 열량, 단백질, urea, uric acid, creatinine과 ammonia를 분석하였다.

1) 단백질 섭취수준에 따른 대변 중 질소배설량은 저단백식이에서 $1.79 \pm 0.39g$ 이었으며, 고단백일반식이에서 $2.02 \pm 0.41g$ 이었고 고단백동물성식이에서 $1.57 \pm 0.13g$ 이었으며, 단백질의 증가시에는 유의적인 차이가 없었으나 동물성식이시 감소되었다. 단백질의 흡수율은 저단백식이 섭취시 약 75%이었으며 고단백식이시에는 85~88%이었다. 단백질 섭취수준 및 동물성식이의 증가는 단백질 흡수량 및 흡수율을 증가시키는 것으로 나타났다. 단백질 흡수량은 저단백식이시 $5.28 \pm 0.34g$, 두 고단백식이시 $11.57 \pm 0.41g$ 과 $11.81 \pm 0.41g$ 이었다.

2) 단백질 섭취수준에 따른 노중 질소배설량은 저단백식이시 $6.55 \pm 0.45g$, 고단백일반식이시 $10.79 \pm 0.74g$ 이었으며, 고단백동물성식이시 $11.3 \pm 0.66g$ 이었다. 단백질 섭취수준이 증가할수록 노중 질소배설량이 유의적으로 증가되었다.

노중 질소성분은 urea N, ammonia N, creatinine N, uric acid N 순이었다. Urea N은 저단백식이시에는 노중 총 질소량의 평균 79%를 차지하였고 고단백식이시에는 평균 85%를 차지하였다. Ammonia N은 노중총질소의 평균 6%를 차지하였다. Creatinine N은 저단백식이시 평균 6.5%이었으며 고단백식이시에는 4%를 차지하였다. Uric acid N은 1~1.5%를 차지하였다. 단백질 섭취량의 증가로 노중 질소의 가장 두드러진 증가는 urea N과 소량의 ammonia N에 기인하였다.

3) 단백질섭취수준에 따른 질소 평형은 저단백식이에서 $-1.28 \pm 0.44g$ 이었으며 고단백일반식이에서 $0.78 \pm 0.60g$, 고단백동물성식이에서는 $0.68 \pm 0.59g$ 이었다. 단백질섭취량의 증가에 따라 질소 평형은 음에서 양으로 호전되었다.

이상의 결과에서 40g 정도의 단백질섭취는 성인 여성의 필요량보다 낮았으며 65g 단백질권장량은 적절하다고 생각되며 80g 이상은 충분한 양인 것 같다. 이러한 연구를 바탕으로, 한국인 젊은 여성에게 65g과 그 이상의 단백질을 섭취시키는 장기간의 연구가 이루어져야 할 것이다.

REFERENCES

- 1) Munro MN, Crim MC. *The proteins and amino acids in* : Goodhart RS, Shils ME ed. *Modern Nutrition in Health and Disease 6th ed.* Lea & Febiger, Philadelphia 51~98, 1980
- 2) Reed PB. *Proteins and proteins in the diet in* : *Nutrition an Applied Science.* West publishing company, 124~181, 1980
- 3) Calloway DH, Margen S. *Variations in endogenous nitrogen excretion and dietary nitrogen utilization as determinants of human protein requirements.* *J Nutr* 101 : 205~216, 1971
- 4) Wayler A, Queiroz E, Scrimshaw NS, Steinke FH, Rand WM, 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
- 5) Young VR, Taylor YSM, Rand WM, Scrimshaw NS. *Protein requirements of man : efficiency of egg protein utilization at maintenance and sub-maintenance levels in young men.* *J Nutr* 103 : 1164~1174, 1973
- 6) 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
- 7) Zanni E, Calloway DH, Zezulka AY. *Protein requirements of elderly men.* *J Nutr* 109 : 513~524, 1979
- 8) Uauy R, Scrimshaw NS, Young VR. *Human protein requirements : nitrogen balance response to graded levels of egg protein in elderly men and women.* *Am J Clin Nutr* 31 : 779~785, 1978
- 9) Garza C, Scrimshaw NS, Young VR. *Human protein requirements.* *J Nutr* 107 : 403~419, 1977
- 10) Bingham S, Cummings JH. *Urine nitrogen as an independentent validatory measure of dietary intake : a study of nitrogen balance in individuals consuming their normal diet.* *Am J Clin Nutr* 42 : 1267~1289, 1985
- 11) Vernon R, Young VR, Taylor YSM, Rand WM, Scrimshaw NS. *Protein requirements of man.* *J Nutr* 103 : 1164~1174, 1973
- 12) Rand WM, Scrimshaw NS, Young VR. *Determination of protein allowances in human adults from nitrogen balance data.* *Am J Clin Nutr* 30 : 1129~1134, 1977
- 13) Garza C, Scrimshaw NS, Young VR. *Human protein requirements : Interrelationships between energy intake and nitrogen balance in young men consuming the 1973 FAO/WHO safe level of egg protein with added non-essential amino acids.* *J Nutr* 108 : 90~96, 1978
- 14) 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
- 15) Calloway DH, Spensor H. *Nitrogen balance as related to calorie and protein intake in active young man.* *Am J Clin Nutr* 2 : 405~412, 1954
- 16) Anderson HL, Heindal MB, Linkswiler H. *Effect on nitrogen balance of adults man of varying source of nitrogen and level of calorie intake.* *J Nutr* 99 : 82~90, 1969
- 17) 주진순. 한국인 단백질 소요량에 대한 연구 : 제 1보 의무적 질소손실에 대한 연구. 대한민국 학술원 논문집 자연과학편 23 : 233~253, 1984
- 18) 주진순. 한국인 단백질 소요량에 대한 연구 : 제 2보 전란 단백질의 소요량에 대한 연구. 대한민국 학술원 논문집 자연과학편 23 : 255~278, 1984
- 19) 주진순. 한국인 단백질 열량소요량에 대한 연구.

- 한국영양학회지 14 : 209~219, 1981
- 20) 임현목, 주진순. 한국인 단백질 소요량에 대한 연구 : 제3보 한국혼합식사 섭취 때의 단백질의 소요량에 대하여. 한국영양학회지 18 : 98~114, 1985
 - 21) 김순경. 단백질 섭취수준이 인체내 칼슘, 인, 마그네슘 대사에 미치는 영향에 관한 연구. 숙명여대 가정학과 박사학위논문 1986
 - 22) 유오룡, 오승호. 한국 식이의 소화흡수에 관한 연구. 고려의대잡지 10(3) : 757~779, 1973
 - 23) 황우익, 주진순. 한국식이의 소화흡수율에 관한 연구. 우석의대잡지 5 : 13~28, 1968
 - 24) 최진도, 주진순. 한국식이의 소화흡수에 관한 연구. 고려의대잡지 10(3) : 757~779, 1973
 - 25) 이일은, 백희영. 단백질의 종류가 인체의 질소 배설에 미치는 영향. 한국영양학회지 제21차 총회 및 학술대회 초록 44~45, 1986
 - 26) 장비귀, 김희영, 김숙희. 여대생의 식이내 단백질의 종류에 따른 체내 단백질, 지방, 칼슘대사 및 면역능력에 관한 연구. 한국영양학회지 19 : 177~189, 1986
 - 27) 김주연. 평상식이를 섭취하는 여대생의 단백질 섭취 및 배설에 관한 연구. 숙명여대 식품영양학과 석사학위논문, 1986
 - 28) 인구보건연구원. 한국인영양권장량 제4개정판, 고문사 1985
 - 29) 보건사회부. 국민영양 조사보고서. 1985
 - 30) 김정미, 임국례. 일부 농촌지역 여고생의 영양 실태 및 혈액상에 관한 연구. 한국영양학회지 18 : 5~13, 1985
 - 31) 임현숙. 일부 지역 여대생의 식생활 실태조사. 대한가정학회지 18 : 47~52, 1980
 - 32) 이기열, 이양자, 김숙영, 박계숙. 대학생 영양실태조사. 한국영양학회지 13 : 23~40, 1980
 - 33) 농촌진흥청. 농촌영양개선연수원 식품분석표 제2개정판. 1981
 - 34) Anonymous. *Ballistic bomb calorimeter CBB 330-010L, CBB-330-030F*
 - 35) Bauer JD, Ackerman P, Toro G. *Clinical Laboratory Method 8th ed. Mosby Co. 402, 1974*
 - 36) Coulombe JJ, Faverau L. *A simple semimicro method for colorimetric determination of urea. Clin Chem 9 : 102~108, 1963*
 - 37) Bauer JD, Ackerman PG, Toro G. *Clinical Laboratory Method. 8th ed Mosby Co. 393~394, 1974*
 - 38) Bonsnes RW, Taussky HH. *On the colorimetric determination of creatinine by the jaffe reaction. J Biol Chem 158 : 581~591, 1945*
 - 39) Beecher GR, Whitten BK. *Ammonia determination : reagent modification and interfering compounds. Anal Biochem 36 : 243~246, 1970*
 - 40) Bauer JD, Ackerman P and Toro G. *Clinical laboratory Method. 8th ed. Mosby Co : 396~397, 1974*
 - 41) Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. *Applied Statistics for the Behavioral Sciences. Rand McNally Co, Chicago 198~209, 1979*
 - 42) 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 : 897~907, 1982*
 - 43) Spencer H, Kramer L, Osis D, Norris C. *Effect of a high protein(meat) intake on calcium metabolism in man. Am J Clin Nutr 31 : 2167~2180, 1978*
 - 44) Reinhold JG, 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 wheat bread. J Nutr 106 : 493~503, 1976*
 - 45) Allison and Bird. *Mammalian Protein Metabolism. vol. 1 Munro and Allison ed. New York Academic press. 483~512, 1964*
 - 46) Simmons WK. *Urinary urea nitrogen/creatinine ratio as indicator of recent protein intake in field studies. Am J Clin Nutr 25 : 539, 1972*