

이화여자대학교 김미경

서울대학교의과대학 박상철

한남대학교 강명희

단백질 권장량 측정방법

단백질 필요량 측정방법에는 크게 요인가산법(factorial method)과 질소균형법(nitrogen balance method)이 있다. 그동안 우리나라에서는 단백질 권장량이 처음으로 책정된 1962년부터 제1차 개정(1967년) 및 제2차 개정(1975년) 때까지는 우리나라에 사용할만한 자료가 없었으므로, FAO/WHO 전문위원회의 자료에 따라 질소균형에 근거를 둔 최저 필요량에 우리나라 단백질의 질을 고려하여 권장량을 책정하였다. 그러나 제3차 개정(1980년)부터는 불가피 질소손실량에 대한 우리나라 자료가 보고됨에 따라 불가피 질소손실량을 기본으로 하는 요인가산법을 기초로 단백질권장량을 계산하였고 제4차 개정(1985년) 및 제5차 개정(1989년)에서도 불가피 질소손실에 대한 다른 자료를 보완하여 3차개정에서와 같은 요인가산법으로 권장량을 책정하였다.

그러나 1985년 FAO/WHO/UNU 전문위원회는 유지나 성장을 위한 단백질 필요량을 계산하는데 있어서 초기의 요인가산법 보다는 보다 직접적인 질소균형 연구를 사용하는 것이 더 신뢰성이 있다는 보고를 하였고 그 동안 우리나라에서도 여러 편의 질소균형 연구가 보고되고 있음에 따라 본 분과에서는 단백질 섭취의 안전한 수준을 위한 1995년도 단백질 권장량은 요인가산법이 아닌 질소균형 자료를 근거로 하여 책정하기로 결정하였다.

단백질 권장량의 산출

1) 성인

성인의 단백질 필요량을 산출하기 위해서 그 동안 국내에서 행하여진 단기와 장기 질소균형 연구들을 검토한 결과는 표 1과 같다.

표 1. 달걀 단백질 및 한국형 혼합식이를 섭취한 여자성인의 단기 질소균형 연구에서 제시된 단백질 필요량

단백질급원	대상자수 (명)	평균 단백질필요량 (g/kg/day)	변이계수 (CV%)	에너지 섭취량 ^a (Kcal/kg)	연구자(년도)
달걀단백질	6명	0.58	6.3%	45.5	주진순(1984)
혼합식이 I	6명	0.67	11.2%	44.9	임현득, 주진순(1985)
II					
동물성단백질	5명	0.91 ^b	0.96 ^c	40.2	곽충실, 최혜미(1989)
식물성단백질	5명	1.00 ^b			
혼합식이 평균		0.82			

- a. 체중 kg당 에너지 섭취량은 에너지 권장량에 비하여 모두 충분하였음.
 b. 이 수치는 원 저자의 질소평형과 질소섭취량과의 회귀관계식으로부터 계산한 값임
 c. 우리나라 사람의 동물성:식물성단백질 섭취비율인 47:53(보건사회부, 1994)을 기초로 하여 혼합식으로 환산해 준 값임.

본 단백질 분과에서는 우리나라 일상의 혼합식이를 먹인 2개의 단기 질소균형연구로부터 얻은 수치를 평균하여 우리나라 성인의 평균 단백질 필요량으로 삼기로 결정하였다. 즉 1985년 자료인 0.67g과, 1989년의 0.96g의 평균을 구하면 0.82g/kg이 되므로 양질의 단백질이 아닌 우리나라 일상의 혼합식이를 위한 단백질 평균필요량으로 1일 0.82g/kg을 제안하고자 한다. 이 평균 필요량 값에 개인간의 변이계수로 2SD 25%를 더하면 1일 1.03g/kg(0.82g/kg×1.25=1.03g/kg)이 되며 이 양을 성인여성용 위한 안전한 단백질 섭취량으로 결정하였다.

한편 stress에 의해 뇨중 질소배설이 증가한다고 보고한 연구들에 기초하여, 또 우리나라 성인들의 일상생활이 신체적, 심리적 또는 환경적으로 비교적 stress를 받고 있다고 판단하여 본 분과에서는 stress에 의한 가산치로 10%를 더해 주기로 결정하였다. 이렇게 하면 최종적으로 우리나라 성인의 안전한 단백질 섭취량은 1일 1.13g/kg이 된다.

① ② ③

$$0.82 \times 1.25 \times 1.1 = 1.13\text{g/kg/day}$$

- ① 단기 질소균형 연구에 기초한 한국인 혼합식이로서의 평균 단백질 필요량 :
0.82g/kg/day
 ② 개인간 변이계수에 의한 안전율 : 25%
 ③ stress에 의한 가산치 : 10%

본 분과에서는 단백질의 안전섭취 필요량 책정에 있어서 성인남자와 여자사이에 차이를 들 필요가 없다고 판단하여 한국인 성인의 일상적 혼합식이로의 단백질 안전섭취량을 남, 녀 모두 1.13g/kg/day로 책정하였다.

한국인 영양권장량 개정위원회 체위분과에서 결정한 표준체위에 따라 한국인 남녀 성인의 1일 단백질 권장량은 표 2와 같이 계산하였으며 계산치들을 조정하여 남자성인은 1일 75g, 여자성인은 1일 60g으로 결정하였다.

표 2. 우리나라 성인과 노인의 연령별 단백질 권장량

나이	체중 (kg)	질소균형 연구로부터의 단백질필요량 ^a (g/kg/day)	+2SD ^b	stress에 의한 가산치를 고려한 단백질권장량 ^c (g/kg/day)	단백질권장량 (g/day)		
					계산치 ^d	조정치 ^e	
남	20-29	66	0.82	1.03	1.13	74.6	75
	30-49	67	0.82	1.03	1.13	75.7	75
	50-64	67	0.82	1.03	1.13	75.7	75
	65-74	64	0.82	1.03	1.13	72.3	70
	75+	60	0.82	1.03	1.13	67.8	70
여	20-29	53	0.82	1.03	1.13	59.9	60
	30-49	55	0.82	1.03	1.13	62.2	60
	50-64	57	0.82	1.03	1.13	64.4	65
	65-74	54	0.82	1.03	1.13	61.0	60
	75+	51	0.82	1.03	1.13	57.6	60

- 단기질소균형연구에 기초한 한국인 혼합식이로서의 평균단백질 필요량 (표 1 참조)
- 개인간 변이계수에 의한 안전을 25%를 2SD로 더해준 양
- Stress에 의한 가산치 10%를 더해준 양
- 체중 kg당 단백질권장량에 연령별 체중을 곱하여 준 계산치
- 위의 계산치를 5단위 반올림으로 수치조정하여 최종적으로 결정한 연령별 단백질 권장량

2) 노인

노인의 단백질 필요량에 관한 연구들은 아직도 논란의 여지가 많다. 몇몇 연구자들은 노인의 필요량이 젊은 성인에 비해 차이가 없음을 보고하고 있고 우리나라에는 노인대상의 질소균형 연구가 보고된 바 없으므로, 본 분과에서는 나이에 따라 체단백질이 감소한다는 점과 단백질의 이용이 노인에서는 덜 효율적이라는 양면을 감안하여, 우리나라 성인과 같은 수준인 일상적 혼합식이로 1일 체중 kg당 1.13g을 노인의 권장량으로 정하였다. 한국인 성인과 노인의 단백질 권장량은 표 2에 나와있다.

3) 임신부의 단백질 권장량

임신부의 단백질 권장량은 우리나라 자료가 없으므로 WHO 보고서에 준하여 결정하였다. WHO 보고서(1985)에 따르면 임신중의 질소보유율은 증가하며 임신초기, 중기, 말기에 각각 1일 0.10, 0.53, 0.92g의 N이 축적된다. 이를 단백질 축적량으로 고치면 임신 초기, 중기, 말기에 각각 1일 0.63, 3.31, 5.75g의 단백질이 축적되는 셈이다. 동물실험 결과를 보면 임신초기에 비교적 많은 양의 단백질이 저장되었다가 임신후반기에 동원될 뿐 아니라, 단백질의 교체율(protein turn over)도 임신 12주에 증가하기 시작하여 임신중기에도 계속 높은 수준을 유지하다가 임신말기에는 낮아진다. 이런 결과들로 미루어 볼 때 임신중 단백질 필요량의 증가는 초기에 비해 말기에 더 많아진다고 보기 어려우며 임신초기, 중기, 말기를 통해 비교적 균일할 것으로 생각된다. 따라서 본 분과에서는 임신말기 단백질 축적량인 5.75g을 임신 전기간의 단백질 필요량 계산의 기초로 삼았다. 여기에 신생아 출생시 체중의 변이계수가 15%이므로 2SD로 계산하여 30%를 가산하여 줌으로써 임신중 단백질 증가를 보상에 주도록 하였다. 또 식이단백질이 태아와 태반, 모체 조직단백질로 전환되는 효율을 70%로 가정하였으며 표준단백질에 대한 우리나라 일상 식이 단백질의 이용효율을 82%로 감안하여 다음과 같이 임신부의 단백질 권장량을 계산하였다.

$$\textcircled{1} \quad \textcircled{2} \quad \textcircled{3} \quad \textcircled{4}$$

$$5.75 \times 1.3 \times \frac{100}{70} \times \frac{100}{82} = 13.05(\text{g}) \rightarrow 15\text{g/day}$$

- ① 임신말기의 단백질축적량 : 0.92gN/day×6.25=5.75g protein/day
- ② 개인간 변이계수에 의한 안전율 : 30%
- ③ 식이단백질이 태아, 태반, 모체 조직단백질로 전환되는 효율 : 70%
- ④ 일상 식이단백질(NPU: 41%×0.87+32%×0.13=39.8%)의 표준단백질(NPU: 48.3%)에 대한 상대적 이용효율 : 39.8%/48.3%=82%

우리나라 식이의 상대적 이용효율 82%는 다음과 같이 계산하였다. 우리나라 도시와 농촌의 일상 식이단백질에 대한 생체이용효율(NPU)의 조사결과, 달걀의 NPU는 48.3%, 도시형 식단의 NPU는 41%, 그리고 농촌형 식단의 NPU는 32%로 보고되었다. 1992년 현재 우리나라의 도시와 농촌의 인구비율이 87:13이므로 이를 각 식단의 NPU 값에 적용한 후 표준단백질을 기준으로 한 우리나라 식이단백질의 상대적 이용효율 82%를 구하였다.

4) 수유부의 단백질 권장량

제 6 차 영양권장량 개정 위원회에서는 우리나라에서 보고된 여러 모유분비량 자료를 살펴 본 후 각 보고서에서의 최고 분비량을 취하여 평균을 내 본 결과 751ml/day의 수치를 얻었으므로 한국인 수유부의 모유분비량을 750ml로 취하기로 결정하였다.

우리나라의 자료들로부터 모유의 단백질 함량은 평균 1.1g/100ml로 결정하였으며 여기에 변이계수로는 우리나라 모유분비량의 변이계수 자료로부터 2SD인 40%를 취하였다. 식이단백질로부터 모유단백질로의 전환효율은 70%를 사용할 것이 제안(WHO, 1985)되고 있으므로 이를 감안하여 조정해 주어 표준단백질로서의 평균 추가단백질량을 구한다면 우리나라 식이단백질의 표준단백질에 대한 상대적인 효율 82%를 고려하여 더해지면 수유부에 필요한 추가단백질량은 다음 계산에 의해 1일 20.12g이 된다.

$$750 \times 0.011 \times 1.4 \times \frac{100}{70} \times \frac{100}{82} = 20.12\text{g/day} \rightarrow 20\text{g/day}$$

- ① 1일의 평균 모유분비량, 750ml
- ② 모유 1ml당 단백질 함량, 0.011g/ml
- ③ 개인간 변이계수에 대한 안전율(2SD) ; 40%
- ④ 식이단백질이 모유단백질로 전환되는 효율 ; 70%
- ⑤ 일상 식이단백질의 표준단백질에 대한 상대적 이용효율 ; 82%

5) 영유아, 어린이 및 사춘기의 단백질 권장량

(1) 0-4개월 영아

영아의 단백질 권장량은 건강한 영아가 섭취하는 모유의 양에 포함된 단백질량으로부터 산출하는 것이 일반적이다. 우리나라 자료들로부터 본 분과는 생후 첫 4개월까지의 영아의 단백질 필요량으로 모유단백질일 경우 1일 1.73g/kg을 정하였으며 여기에 한국자료에 따른 2SD로 30%를 더하여 0-4개월 영아의 단백질 권장량은 1일 2.25g/kg으로 결정하였다.

생후 4개월까지의 영아의 단백질 필요량은 에너지 필요량이 채워질 경우 모유수유 또는 모유와 같은 질과 양의 단백질을 함유하고 있는 조제분유를 이용한 인공수유에 의해 충족될 수 있다. 그러나 일반적으로 인공수유시의 조제분유 단백질의 질이 모유단백질 보다 떨어지므로 인공수유시에는 더 많은 양의 단백질이 요구될 수도 있다.

우리나라 자료에 의하면 인공 수유를 하는 인공영양아의 경우 하루 평균 유즙의 섭취는 860.5ml였고 단백질의 섭취는 하루에 14.8g이었으며 이를 체중 kg당으로 환산하면 하루에 2.6g의 단백질을 섭취한 것이 된다. 여기에 한국자료에 따른 2SD로 20%를

더하면 인공수유를 하는 인공영양아의 단백질 권장량은 3.1g/kg이 된다. 인공영양아의 단백질 섭취량에 기초한 단백질 권장량이 모유영양아보다 높은 것은 조제분유의 경우 단백질의 질이 낮은 것을 보상에 주기 위해 단백질 함량이 높을 뿐 아니라 인공영양아의 유즙섭취도 모유영양아에 비해 높기 때문이다.

(2) 5개월 이상 어린이

생후 4개월이 지나면서 이유보충식을 먹게되는 영아와 어린이의 단백질 필요량은 우리나라 자료가 없으므로 1985년 WHO 보고서의 자료와 일본의 최근 단백질권장량(1994) 자료를 이용하여 구하였다.

먼저 1985년 FAO/WHO/UNU 전문위원회에서의 제안대로 수정된 요인가산법에 의하여 성장기 어린이들의 단백질 필요량을 유지필요량과 성장필요량으로 나누어 산정하였다. 1985 WHO 보고서는 1일 성장요구 질소량에 50%의 안전율을 더해 주게 되면 4개월령 모유수유아의 평균섭취와 비슷하게 됨을 보고하였다. 이에따라 WHO(1985)는 이론적 성장필요량의 안전증가분을 50%로 결정하였으며, 여기에 식이단백질의 체내 이용효율 70%를 감안하여 유지와 성장에 필요한 단백질 필요량을 계산하였다. 계산된 평균필요량에 개인 변이 수준으로 2SD인 25%를 증가시켜서 표준 단백질을 위한 권장량을 구하고 여기에 우리나라 일상식이 단백질 이용효율 82%를 감안하여 WHO자료에 의한 단백질 권장량을 구하였다.

그러나 본 단백질 분과에서는 생후 5개월 이후에 표준단백질을 위한 평균 필요량을 설정하는데 있어서 이 국제수치가 너무 서양인 위주로 계산이 되었다는 점을 중시하여, 이 값에 같은 동양인인 일본인 1세~19세 단백질 권장량을 더하여 이 두 값의 평균수치를 내어 우리나라 어린이와 사춘기의 단백질 권장량으로 결정하였다. 이에 따른 우리나라 어린이와 사춘기를 위한 안전수준의 단백질권장량 산정치는 표 3에 나와 있다. 10세 이상이 되어 사춘기가 되기 시작하면 성장이 주도되는 시기가 서로 다르므로 체중 Kg당 필요량이 성별로 다르게 계산된다.

한편 16-19세의 경우 우리나라의 고등학교 학생에 해당되는데 대학입시를 위해 준비하는 기간으로서의 심리적, 생리적 stress가 성인에 못지 않다고 보아 16-19세 남녀의 경우, 성인과 같이 stress에 의한 가산치 10%를 더해 주었다.

표 3. 우리나라 어린이와 사춘기의 연령별 단백질 권장량

WHO 자료에 의한 단백질 권장량										
나이	체중 (kg)	표준단백질로서의 단백질 권장량 ^a (g/kg/day)		일상식이 단백질 로서의 단백질 권장량 ^b (g/kg/day)		일본의 단백질 권장량 ^(B) (g/kg/day)	체중 kg당 단백질 권장량 ^c (g/kg/day)		1일 단백질 권장량(g/day)	
		2.25 ^d (3.1) ^h	1.58	2.25 ^d (3.1) ^h	1.93		-	2.80	계산치 ^e	조정치 ^f
0-4개월	6.0	2.25 ^d (3.1) ^h	1.58	2.25 ^d (3.1) ^h	1.93	-	2.80	2.25 ^d (3.1) ^h	13.5 ^d (18.6) ^h	15 ^d (20) ^h
5-12 "	9.1	1.16	1.03	1.41	1.26	2.73	2.07	2.37	21.6	25
1-3세	13.3	1.03	1.00	1.17	1.07	2.51	1.89	1.25 ⁱ	27.5	30
4-6세	18.5	0.99	0.88	1.21	1.07	2.25	1.74	1.20	35.0	35
7-9세	26.6	0.96	0.82	1.11	1.00	1.62	1.40	1.17	46.3	50
10-12세	37	0.88	0.82	1.07	1.00	1.20	1.20	1.17	59.9	60
13-15세	50	0.96	0.82	1.17	1.00	1.62	1.40	1.30	70	70
16-19세	63	0.99	0.82	1.21	1.00	1.87	1.54	1.20 ⁱ	78.8	80
10-12세	36	0.99	0.82	1.21	1.00	1.87	1.54	1.20 ⁱ	55.4	60
13-15세	48	0.91	0.82	1.11	1.00	1.49	1.30	1.20 ⁱ	62.4	65
16-19세	54	0.82	0.82	1.00	1.00	1.17	1.17	1.20 ⁱ	64.8	65

a. WHO(1985) 자료에 따른 유지와 성장을 위한 총 단백질 요구량에 개인간 변이 12.5%(2SD=25%) 감안해 준 값

b. 표준 단백질에 대한 한국인의 일상식이 단백질의 상대효율 82% 감안해 준 값

c. 일본 후생성, 일본인 영양소요량, 제5차 개정, 1994.

d. 0-4개월을 제외하고는 WHO 자료에 의한 단백질 권장량(A)과 일본의 단백질 권장량(B)의 평균값. 0-4개월의 경우 우리나라 자료로 부터 계산한 권장량임.

e. 일상식이 단백질로서의 단백질 권장량(g/kg/day)에 체중을 곱하여 준 후 소수점이하 둘째자리에서 올린 단백질 권장량 계산치

f. 위의 계산치를 수치 조정하여 최종적으로 결정된 단백질 권장량. 5단위로 모두 올림처리하였음.

g. 모유수유영아의 단백질 권장량. 우리나라 모유수유 영아의 단백질 섭취량 1.73g/kg/day에다 우리나라 자료로부터의 개인 변이계수 15%(2SD=30%) 감안해 준 값임.

h. 인공영양아의 단백질 권장량

i. 16-19세의 경우 남녀 모두 성인과 같이 stress에 의한 환산치 10%를 더하여 준 값.

1989년도(제5차 개정판) 단백질 권장량과

현 권장량의 비교

단백질 권장량은 표 4에 요약되어 있다. 이번 제6차 개정판에서는 연령구분을 제5차 개정판과 다르게 하였다. 영아의 경우 1일 체중 kg당 권장량은 0-4개월에 모유수유아인 경우 2.25g, 그리고 조제분유를 먹는 인공영양아인 경우 3.1g으로 구별하였으며, 5-12개월에 2.37g으로서 월령구분이 달라진 것을 감안하더라도 1989년 제 5차 개정시의 2.6~3.0g에 비해 체중의 변화와 그 동안의 우리나라의 몇가지 새로운 자료가 추가됨으로 인해 다소 낮아졌다. 또 0-4개월 사이에 조제분유를 섭취하게 되는 인공영양아의 단백질 권장량을 새로이 첨가하였다.

만 1세부터 15세까지의 단백질 권장량도 역시 1989년도 것 보다 낮아졌다. 이는 1989년도에는 불가피 질소손실량을 기본으로한 WHO의 1973년 보고서 자료를 기본으로 계산하여 표준단백질의 이용효율을 감안해 준 것인데 비해, 이번 개정에서는 질소균형 연구를 기초로 질소필요량을 구한 WHO의 1985년 보고서 자료와, 우리와 체위가 비슷한 일본인의 1세~19세까지의 단백질 권장량 자료를 기본으로 계산하였기 때문이다. 만 16세부터 19세까지의 경우는 1989년도에 비해 다소 증가하였는데 이 연령층이 우리나라 고등학교 재학생에 해당되므로 임시부담으로 인한 스트레스를 고려하여 성인과 같이 10%를 가산하여 주었기 때문이다.

성인의 경우, 1989년도 권장량은 불가피 질소손실량을 기본으로 하여 구하였던 것에 비해 이번에 개정한 권장량은 우리나라에서 실시된 보다 직접적인 방법인 질소균형 연구자료로부터 산출하였으며 현대인의 환경적, 생리적 스트레스가 과다한 것을 염두에 두어 스트레스로 인한 증가분을 성인과 노인 모두에게 10%씩 감안해 주었다. 따라서 1일 체중 kg당 1.13g으로서 1989년도의 체중 kg당 1.07g에 비해 다소 높아졌다. 1989년도에 비해 체중도 약간 증가하였으므로 체중이 감안된 실제 단백질 권장량은 약간 증가한 셈이다.

임신부의 경우는 지난번 1일 30g에서 15g으로, 수유부의 경우는 1일 30g에서 20g으로 개정하였다. 임신부의 권장량 개정은 새로운 자료에 의하기 보다는 권장량 산출이론에 더 영향을 받아 개정하였으며 수유부의 권장량은 우리나라의 모유분비량에 대한 여러 새로운 정보에 따라 새로이 계산하여 개정하였다.

표 4. 우리나라의 연령별 단백질 권장량

구분	연령 (세)	체중 (kg)	신장 (cm)	단백질 권장량		
				g/kg	계산치 (g/day)	조정치 (g/day)
영아	0-4개월	6.0	59	2.25 ^a (3.1) ^b	13.5 ^a (18.6) ^b	15 ^a (20) ^b
	5-12 "	9.1	71	2.37	21.6	25
소아	1-3 "	13.3	91	2.07	27.5	30
	4-6 "	18.5	108	1.89	35.0	35
	7-9 "	26.6	126	1.74	46.3	50
남자	10-12 "	37	142	1.62	59.9	60
	13-15 "	50	159	1.40	70.0	70
	16-19 "	63	172	1.25	78.8	80
	20-29 "	66	172	1.13	74.6	75
	30-49 "	67	170	1.13	75.7	75
	50-64 "	67	168	1.13	75.7	75
	65-74 "	64	167	1.13	72.3	70
	75+	60	166	1.13	67.8	70
여자	10-12 "	36	142	1.54	55.4	60
	13-15 "	48	155	1.30	62.4	65
	16-19 "	54	160	1.20	64.8	65
	20-29 "	53	160	1.13	59.9	60
	30-49 "	55	158	1.13	62.2	60
	50-64 "	57	157	1.13	64.4	65
	65-74 "	54	154	1.13	61.0	60
	75+	51	152	1.13	57.6	60
임신부	전반기					+15
	후반기					+15
수유부						+20

a. 모유수유영아의 단백질 권장량

b. 인공영양아의 단백질 권장량