

한국 젊은 성인 남녀의 콜린 섭취상태*

정영진[§] · 조효정 · 나진석

충남대학교 생활과학대학 식품영양학과

Dietary Choline Intake of Korean Young Adults*

Chung, Young-Jin[§] · Cho, Hyo Jung · Na, Jin Seok

Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the choline intake of Korean adults for the purpose of preparing a basal data required for the establishment of choline adequate intake (AI). The subjects of 56 Korean young adults were recruited from college students of 20 to 30 years old in Daejeon city. The aliquots of foods that the subjects ate for one day were collected with use of duplicate food collection method and choline content of one day meal directly was analyzed with the use of enzymatic method. Choline intakes of male subjects were in the range of 353.5 ~ 1222.5 mg and those of female subjects were in the range of 213.1 ~ 722.3 mg. Mean intakes of choline were 658.2 ± 243.9 mg/day in male subjects and 423.3 ± 133.6 mg/day in female, therefore choline intake of men was about 200mg higher than that of women. Median value in total subjects was 496 mg, male's median was 608.8 mg, female's median was 419.9 mg. When the subjects were divided into 4 groups by choline intake, as less than 75%, 75 ~ 100%, 100 ~ 125% and over 125% based on choline AI of USA (males: 550 mg, females: 425 mg), there was no significant difference between men (64.3%) and women (67.9%) in the distribution of the subjects whose choline intake is under the range of 75 ~ 125% AI of USA. However, 10.7% of men and 21.4% of female had choline intake less than 75% AI of USA while the cases of choline intake higher than 125% AI were 25% in male and 10.7% in female. Thus, it is assumed that female case in choline-deficient state would be two times more than male. When adjusted by body weight, choline intake was 9.5 ± 3.4 mg/kg in men, 8.1 ± 3.1 mg/kg in women and 8.8 ± 3.3 mg/kg in total subjects. And choline intake per 1,000 kcal of men, women and total subjects were 277.1 ± 78.4 mg, 275.9 ± 62.1 mg and 276.5 ± 70.1 mg respectively. From these results, it is suggested that these levels of 276.5 ± 70.1 mg/1,000 kcal or 8.8 ± 3.3 mg/kg B.W. can be used as a reference value for the establishment of AI of choline for Korean, because overall choline intake of these subjects was not in lower state compared to other nutrients intakes obtained from calculation of the food the subjects had taken. (*Korean J Nutrition* 37(1): 61~67, 2004)

KEY WORDS: korean adults, choline, adequate intake (AI), duplicate food collection, direct analysis, enzymatic method.

서 론

콜린 (choline)은 아세틸 콜린, 인지질, 베타인, 혈소판 활성요소의 전구체로서, 콜린성 신경전달, 세포막의 구조유지 및 체내지질의 운반과 대사, 메틸기 대사 및 혈액응고에 중요한 식이성분이다.¹⁾ 콜린은 식품에 널리 분포되어 있으

며, 주로 포스파티딜 콜린 (phosphatidylcholine, PC)과 스핑고 마이엘린 (sphingomyeline)의 인지질형태로 존재하며, 25~40%는 수용성 콜린으로 존재한다. 콜린은 1932년에 실험용 쥐에서 식이 중의 필요성분의 하나라는 것이 발견된 이래 여러 동물 중에서 정상적인 성장에 꼭 필요하다는 많은 보고가 있었으며,²⁾ 인체에 대하여도 현대의학과 경제발달에 따른 영양상태 및 생활환경의 향상으로 인해 이환 될 수 있는 지방간 및 간손상, 심혈관 질환, 암, 치매 등 만성 질환의 유병률 감소를 위해 필수적인 성분이라는 점이 밝혀지기 시작했다. Burt 등,³⁾ Tayek 등,⁴⁾ Zeisel 등⁵⁾은 인체가 콜린 부족 식이를 하면 간에 손상이 오고, 혈액 내 Alanine aminotransferase (ALT)의 상승이 나타난다

접수일 : 2003년 12월 22일

채택일 : 2004년 1월 20일

*This research was supported by grant from Korea Ministry of Health and Welfare No. 02-PJ1-PG3-22003-0006.

[§]To whom correspondence should be addressed.

고 하였고, Zeisel 등⁶⁾은 쥐에서 콜린 결핍증을 일으키면 간의 콜린과 콜린 대사물의 농도가 감소한다고 보고하였다.

지금으로부터 불과 15년 전만해도 인체 영양에 있어 콜린의 절대적 필요성은 인정되고 있었으나 식사로 콜린을 섭취할 필요가 있는지에 대해서는 논란의 여지가 있었다. 이는 인체에서 phosphatidylethanolamine (PE)의 메틸화가 연속적으로 일어나 콜린 부분이 생합성 될 수 있고 콜린은 일상식품에 두루 함유되어 있어 건강한 사람에서는 결핍증을 확인하기 어려울 뿐만 아니라, 콜린의 필요량이 개인의 성장속도나 다른 영양소-메티오닌, 엽산, 비타민 B₁₂와의 복잡한 상호 작용에 의해 변화될 수 있기 때문에 비필수 영양소로 여겨왔다. 그러나 메틸기 공여체인 엽산이나 비타민 B₁₂와의 관계에 대한 대사 연구에서 엽산과 비타민 B₁₂ 영양상태가 건강한 정상 성인 남자에게 콜린 결핍 식이를 제공했을 때 혈장 콜린과 PC농도가 감소되고, 간손상이 나타났다는 보고⁷⁻⁹⁾가 있으며, 또 다른 메틸기 공여체인 메티오닌과 함께 엽산과 비타민 B₁₂를 제공하면서 콜린 결핍 식이를 3주간 남자에게 제공했을 때에도 간손상과 콜린 저장량이 저하되었다는 보고가 있었다.⁷⁾ 1991년 정상 성인남자에게 1주간 콜린을 제거한 반합성식이 (semisynthetic diet)를 먹었을 때 혈장의 콜린과 PC농도가 3주 동안 평균 30% 감소했고, 혈청 ALT활성이 꾸준히 증가했으며 조직내 콜린 저장고가 고갈되고 초기 간기능 저하 증세를 나타내었다고 보고하면서 인체에서 콜린 섭취 필요성을 인정하였다.⁵⁾ 이렇게 최근에 얻어진 전문가들의 공통적 견해로부터 식사 중의 콜린이나 PC의 중요성이 부각되어, 미국에서 1997년 영양권장량을 새로 개정하면서 콜린의 적정 섭취량 (Adequate Intake, AI)과 상한 허용량 (Tolerable Upper Intake Level, UL)을 추산하여 제시¹⁰⁾하였다.

이와 같이 미국을 비롯한 외국에서는 이미 1998년 콜린을 필수영양소로 인정하여 권장수준을 설정하여 놓고 있기 때문에 우리나라에서도 콜린의 영양권장량 책정을 위해서는 이에 대한 연구가 필요하다고 사료된다. 그러나, 현재까지 우리나라에서 이루어진 콜린 영양에 대한 연구는 1987년 처음으로 실험동물을 대상으로 콜린을 결핍시키고 메티오닌과 콜린 간의 상호관계를 밝힌 연구¹¹⁾와 1992년 콜린을 결핍시키고 지방의 종류를 달리하여 지질과산화반응이나 지질대사와 성장에 미치는 효과¹²⁾ 및 콜린의 필요량이 증대하는 시기인 노령 흰쥐와 태아기 및 신생아기에서 식이 PC보충에 의한 쥐의 기억력 향상에 관한 연구¹³⁾ 등이 몇 편 있을 뿐이며, 인체를 대상으로 한 연구는 전혀 찾아 볼 수 없다. 특히 인구집단을 대상으로 한 콜린 섭취상태나 필요량에 관한 연구는 국내외적으로 아직 보고되어 있지 않

고 더욱이 콜린의 식품성분표도 아직 없기 때문에 우리나라 사람들의 식사 내 콜린 섭취량은 전혀 추측할 수 없는 상태이다.

정부가 국민의 식생활을 지도하고 영양상태 개선을 도모하기 위해서는 그 기본적인 도구가 되는 바람직한 영양기준 (Diet standard)이 필요하다. 영양기준으로 많은 나라에서 사용되어 온 것은 영양권장량으로서 영양권장량의 책정을 위한 관련 자료가 부족할 경우에는 건강한 정상인의 섭취량을 조사하여 필요량을 추산하는 방법을 사용하기도 한다. 이러한 방법의 사용은 우선 조사하고자 하는 영양소의 함량이 식품성분표에 나와 있을 때 가능하며 식품성분표에 나와 있다 하더라도 이로부터 얻은 결과는 조사 과정상 개인의 일상섭취량을 정확하게 회상할 수 있는 능력의 한계, 조사기술의 미숙, 식품성분표의 불완전성, 식품성분표에서와는 다른 저장·조리방법으로 인한 손실, 빈도조사에 포함된 음식항목의 종류나 제시된 섭취 분량의 대표성과 정확성 여부, 자료 입력이나 코딩시의 오류 등으로 인해 실제 섭취량과는 차이가 크게 나게 된다. 따라서 이러한 경우 본 연구에서 사용하고자 하는 동량수거에 의한 직접 분석 방법이 가장 정확한 영양소 섭취 조사방법으로 알려져 있다.¹⁴⁾

이에 본 연구는 우리나라 건강한 젊은 성인 남녀의 식사를 동량 수거하여 국내에서는 처음으로 음식의 콜린 함량을 분석하고 정상 성인의 콜린 섭취량을 조사하여, 한국인의 콜린 적정 섭취량을 구하는데 필요한 자료로 이용하고자 하였다.

연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 대전광역시에 거주하고 있는 만 20세 이상 30세 미만의 건강한 성인 중 간질환이나 심장혈관계질환의 가족력이 없는 사람으로서 본 연구의 취지에 동의한 성인 남녀 각 28명, 총 56명을 대상으로 2002년 9월 10일부터 10월 11일까지 식사섭취조사와 신체계측을 실시하였다.

2. 연구내용 및 방법

1) 신체계측

조사대상자의 체위 상태를 알기 위해 신장과 체중을 자동 측정기 (In Body 3.0)로 측정하였다.

2) 식사 섭취 조사 및 수거 음식의 처리

콜린은 식품성분표에 나와 있지 않은 성분이므로 조사대상자들에 대한 식사섭취 조사는 섭취한 식품을 동량 수거

(duplicate food collection)¹⁴⁾하여 직접 분석하는 방법을 이용하였다. 조사대상자의 평상시 식품섭취상태를 잘 반영하는 날을 택하되 주말과 특별한 날을 제외한 주중의 하루를 선택하여 3끼니와 간식으로 섭취한 모든 음식과 음료를 동량 각각 지퍼백이나 플라스틱 포장용기에 수집하여 냉장 박스를 이용하여 실험실로 운반하였다. 수거음식은 각기 중량을 재고, -70°C의 deep freezer와 동결건조기를 사용하여 건조시켰다. 이들을 분말화한 후 진공포장하여 -20°C에서 냉동보관하면서 최종 분석에 사용하였다. 음식 수거와 동시에 각 음식에 사용된 식품의 종류와 중량을 재고 조리 전 중량으로 환산하였다가 영양평가 프로그램 (CAN-PRO 2.0)을 이용하여 콜린 이외의 영양소 섭취량을 산출하였다

3) 식사 시료의 콜린 분석

식품내 유리형 콜린의 함량이 kg당 µg단위로 너무 미량이라서 분석이 용이하지 않은 점 때문에 그동안 식품내 콜린분석에 대한 여러 편의 보고¹⁵⁻¹⁹⁾가 발표되었다. 그중에서도 방사성 동위원소를 이용한 GC-mass spectrometry 방법¹⁶⁾이나 HPLC-Radiometric detector,¹⁷⁾ Electrochemical detector를 이용하는 HPLC 방법¹⁸⁾ 등이 매우 정확한 방법으로 거론되고 있으나, 국내여건에서는 이들 방법 모두 사용에 어려움이 많다.

본 연구에서 사용된 식사 시료의 콜린 정량법은 최근 외국의 여러 연구자들이 각각의 실험실에서 분석하여 결과를 비교·고찰한 후 발표한 효소법¹⁹⁾으로서 시료속의 콜린에 choline oxidase를 처리하여 생성되는 과산화수소를 peroxidase와 함께 4-aminoantipyrine 및 3,5-dimethoxy-N-ethyl-N (2-hydroxy-3-sulfopropyl)-sodium aniline (DAOS)와 반응시키면 정량적으로 산화 촉합해 청색 색소를 생성하는데, 그 청색색소의 흡광도를 비색 정량하는 원리이다. 시료 5 g에 1M HCl 30 ml을 넣어 잘 섞은 다음, 70°C의 수조에서 3시간 동안 분해시키면서 과도한 압력의 생성을 피하기 위해 공기를 배출시켜 주고, 1시간 간격으로 제어 주었다. 실온에서 식힌 후, 50% NaOH로 pH를 3.5~4.0으로 조절하고 정용하여, 5°C 3000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 여과지를 이용하여 맑은 상등액을 수집하였다. 이 상등액 0.1 mL에 phospholipase, choline oxidase, peroxidase를 함유하는 chromogenic reagent 3.0 mL을 가하여 37°C의 water bath에서 15분간 반응시켰다. 이를 실온에서 방치한 후 choline bitartrate (Sigma제, C-2654)를 콜린 표준물질로 사용하여 505 nm에서 흡광도를 측정하고 계산에 의하여 콜린 함량을 구하였다. 한 시료에 대해 3회 반복 실험하였다.

4) 통계 처리

본 결과의 통계처리는 SPSS version 10를 이용하여, 남녀별 신장, 체중, 콜린 및 기타영양소 섭취량의 평균과 표준편차를 구하고, 각 군간의 비교는 t-test에 의해 $\alpha < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 식사 시료의 콜린 분석법의 비교 검토

본 실험 방법으로서 Woollard, Indyk¹⁹⁾방법을 사용하여 분석한 결과치에 대해 변이 계수 (coefficient of variance)를 구해본 결과 평균 7.56 (최소값 1.32와 최대값 16.85)으로 이 분석방법의 신뢰도는 비교적 높다고 볼 수 있었다. 정확도 역시 우유의 콜린 함량을 분석한 다른 결과들과 비교할 때 본 실험결과는 13.5 mg/dL이었는데 전기화학적 검출기를 사용한 HPLC 방법¹⁸⁾에서는 10.0 mg/dL로 나타나 대략 25%의 차이를 보였으나, 본 실험방법과 비슷한 원리를 이용하면서 방법상 약간의 차이가 있는 또 다른 효소 방법¹⁵⁾에서는 13.3 mg/dL로서 별 차이를 보이지 않았다 (Table 1).

2. 연구 대상자의 신체 계측

전체 조사대상자의 평균 연령은 22.0 ± 1.6세이었으며, 남자 대상자의 신장과 체중은 각각 173.1 ± 5.6 cm, 69.8 ± 8.9 kg, 여자 대상자는 160.0 ± 4.5 cm, 53.2 ± 5.3 kg으로 한국인 영양권장량 (제 7 차 개정판)²⁰⁾에서 제시한 20~29세의 기준치인 남자 174 cm, 67 kg, 여자 161 cm, 54 kg과 비교하여 거의 유사한 수준이었으며, 직장인 351명을 대상으로 영양상태를 평가한 연구 보고²¹⁾에서의 결과인 평균 연령이 남자 28.4 ± 0.4세, 여성 23.9 ± 0.3세이고, 남자 대상자의 신장과 체중이 각각 171.5 cm, 67 kg, 여자 대상자는 159.8 cm, 51.7 kg과 비교하여 연령이 젊은 사람들로 구성되어 신장과 체중이 상대적으로 높은 경향을 나타내었다. 체질량 지수 (BMI, Body mass index)는

Table 1. Comparison of the choline contents in milk by different studies

Method	Averages choline contents (mg/100 mL)
Enzymatic method ¹⁾	13.3
HPLC-electrochemical detector method ²⁾	10.0
Enzymatic method ^{3)*}	13.5

1) Maeda T, Okano C, Miyake A and Sawa J.¹⁵⁾

2) Matsuzawa M, Kawai H.¹⁸⁾

3) Woollard DC, Indyk HE.¹⁹⁾

*: The method was used in this study

남자는 23.3 ± 2.4 kg/m², 여자 20.8 ± 2.1 kg/m², 전체 22.0 ± 2.6 kg/m²이었다. 체질량 지수 결과는 젊은 직장인 351명을 대상으로 조사²¹⁾된 BMI 남자 22.0 kg/m², 여자 20.3 kg/m²와 비교하여 남자는 다소 높은 경향을, 여자는 유사한 경향을 나타내었다 (Table 2).

3. 조사대상자들의 콜린 섭취량의 분포

조사대상자들이 섭취한 콜린의 섭취범위는 Table 3에서와 같이 남 353.5~1222.5 mg, 여 213.1~722.3 mg이었다. 이는 미국 성인 남자를 기준으로 식품 내 유리 콜린과 phosphatidylcholine 함량의 추산치로 계산한^{22,23)} 콜린의 식이 섭취량 추정치²⁴⁾인 730~1,040 mg의 수치가 모두 포함된 수치이다. 조사대상자의 콜린 섭취량의 평균과 표준편차는 전체 540.7 ± 228.0 mg, 남자 658.2 ± 243.9 mg, 여자 423.3 ± 133.6 mg으로 남자의 섭취량이 여자에 비해 평균치가 200 mg 이상 통계적으로 유의성있게 높았다. 이는 아마도 식품섭취량의 차이 때문으로 보인다. 또한 퍼센타일치 분포를 살펴보면 전체 대상자의 중앙값 (median)은 496 mg이었으며, 남자는 이보다 훨씬 높은 608.8 mg, 여자는 이보다 낮은 419.9 mg을 나타내었다. 본 조사 대상자 중에서 90분위수는 남자 1198.6 mg, 여자 618.3 mg으로서 남자가 여자에 비해 훨씬 높은 섭취상태를 나타내었다. 그러나 섭취량의 최대치가 남자에서 1222.5 mg으

로 권장량의 222%로 나타나 섭취 상한 수준 (tolerable intake level, UL)을 넘는 case는 한명도 없었다 (Table 3).

콜린의 섭취량의 분포를 100 mg 단위로 살펴보았을 때, Table 4에서와 같이 총대상자의 46.5%가 500 mg이상에 분포하였고, 1/4 이상 (26.8%)이 400 mg에서 500 mg 사이에 분포하였다. 남자에서는 50%정도가 500~700 mg 사이에, 여자에서는 약 40% (39.3%)의 대상자가 400~500 mg 사이에, 28.6%가 300~400 mg 사이에 분포하였다. 남자가 여자보다 전체적으로 콜린 섭취상태가 양호하여 500 mg 미만을 섭취하는 비율이 남자 25%, 여자 82.2% 이었고 1000 mg 이상 섭취하는 경우도 남자에서만 10.7% (3명)가 되었다. 콜린 섭취량의 전체평균과 표준 편차값에 기준하여 섭취분포를 살펴보았을 때, 평균에서 1표준편차를 뺀 값인 312.7 mg 미만에 속하는 남자대상자는 한명도 없었으나, 여자대상자는 21.4%가 속하였고, 312.7 mg 이상부터 평균치인 540.7 mg까지에 속하는 비율이 남자가 35.7% 여자는 67.9%나 차지하여 여자에서 전체 평균값인 540.7 mg 미만에 속하는 비율이 89.3%나 되었다 (Table 4).

또한 미국에서 정한 콜린의 적정 섭취량 (AI)¹⁰⁾인 남 550 mg, 여 425 mg 기준을 사용하여 남녀 각 AI의 75%미만, 75~100%, 100~125%, 125%이상에 속하는 비율을 구해 보았을 때 75~125% 사이는 남녀 각기 64.3% (18명),

Table 2. Anthropometric characteristics of the subjects

Variable	Male (n = 28)	Female (n = 28)	Total	p-value
Mean age (yrs)	22.9 ± 1.6 ¹⁾	21.1 ± 0.9	22.0 ± 1.6	0.000
Height (cm)	173.1 ± 5.6	160.0 ± 4.5	166.5 ± 8.3	0.000
Weight (kg)	69.8 ± 8.9	53.2 ± 5.3	61.5 ± 11.1	0.000
BMI	23.3 ± 2.4	20.8 ± 2.1	22.0 ± 2.6	0.000

1) Mean ± SD

BMI (Body Mass Index) = Weight (kg) / Height² (m²)

Table 3. Distribution of choline intake of the subjects

	Choline intake (mg/day)		
	Male	Female	Total
Minimum	353.5	213.1	213.1
Maximum	1222.5	722.3	1222.5
Mean	658.2**	423.3	540.7
Standard Deviation	243.9	133.6	228.0
Percentiles			
10th	380.9	255.8	310.8
25th	505.0	329.8	387.8
50th	608.8	419.9	496.0
75th	723.5	485.8	640.8
90th	1198.6	618.3	846.8

*: p<0.01, **: p<0.05

Table 4. Frequency distribution of choline intake of the subjects by interval of 100 mg and by mean and standard deviation of choline intake

Choline intake (mg/day)	N (%)		
	Male	Female	Total
200 - < 300	0 (0)	4 (14.3)	4 (7.1)
300 - < 400	3 (10.7)	8 (28.6)	11 (19.6)
400 - < 500	4 (14.3)	11 (39.3)	15 (26.8)
500 - < 600	7 (25.0)	2 (7.1)	9 (16.0)
600 - < 700	7 (25.0)	1 (3.6)	8 (14.3)
700 - < 800	1 (3.6)	2 (7.1)	3 (5.4)
800 - < 900	1 (3.6)	0 (0)	1 (1.8)
900 - <1000	2 (7.1)	0 (0)	2 (3.6)
1000 - <1100	0 (0)	0 (0)	0 (0)
1100 - <1200	1 (3.6)	0 (0)	1 (1.8)
1200 - <1300	2 (7.1)	0 (0)	2 (3.6)
<312.7 ¹⁾	0 (0)	6 (21.4)	6 (10.7)
312.7 - 540.7 ²⁾	10 (35.7)	19 (67.9)	29 (51.8)
540.7 - 768.7 ³⁾	12 (42.9)	2 (7.1)	14 (25.0)
≥ 768.7 ⁴⁾	6 (21.4)	1 (3.6)	7 (12.5)

1) <Mean - 1SD

2) Mean - 1SD - Mean

3) Mean - Mean + 1SD

4) ≥ Mean + 1SD

67.9% (19명)으로 나타나 비슷한 분포를 보였으나, AI의 75%미만을 섭취한 경우가 남자는 10.7% (3명), 여자는 21.4% (6명)으로 나타나 전체적으로 콜린 영양상태가 다른 영양소에 비해 낮은 수준이라고는 볼 수 없으며, 여자가 남자에 비해 결핍이 우려되는 비율이 2배나 높았다. 이와는 반대로 125%이상 섭취하는 경우는 남자 25% (7명), 여자 10.7% (3명)으로 나타나 남자가 여자보다 권장량 이상으로 과다 섭취하는 비율이 2배 이상 높았다 (Table 5).

각 개인의 콜린 섭취량을 체중 또는 섭취 칼로리로 보정한 결과, 체중 kg당 콜린 섭취량은 남자 9.5 ± 3.4 mg, 여자 8.1 ± 3.1 mg, 총 평균 8.8 ± 3.3 mg을 나타내어 남녀별 평균치의 차이를 보였으나 통계적 유의성은 없었고, 섭취 1,000 kcal당 콜린 섭취량도 남자 277.1 ± 78.4 mg, 여자 275.9 ± 62.1 mg, 총 평균 276.5 ± 70.1 mg으로 남녀간에 평균치가 비슷한 수준으로 나타났다 (Figure 1).

4. 콜린과 기타 영양소 섭취량의 한국인 영양 권장량에 대한 백분율

콜린 섭취상태를 파악하기 위해서는 섭취 기준량에 대한 비교가 필요하고 또한 콜린 섭취량의 결과치에 대한 타당도를 가늠해 보기 위해 다른 영양소와의 비교가 필요하다. 콜린의 경우 미국 AI를 기준으로 하여 조사대상자별로 섭취량의 권장량에 대한 백분율을 계산한 결과, 남자의 경우

권장량의 119.7 ± 44.3%, 여자의 경우 99.6 ± 31.4%, 총 대상자에서는 109.6 ± 39.4%를 섭취하는 것으로 나타나서 본 연구대상자인 이들 젊은 남녀 성인들에서의 콜린 섭취상태는 부족하지 않은 것으로 보여진다. 기타 영양소 섭취량에 대해서는 한국인 영양권장량을 기준으로 백분율을 구하여 보았을 때 권장량에 대한 백분율의 평균치가 90%에 못 미치는 영양소가 남자에서는 칼슘 (89.6%)과 아연 (85.9%)의 두 가지 뿐이었으며, 에너지 (97.6%)를 제외한 다른 모든 영양소에서 100%이상으로 나타났다. 그러나 여자에서는 단백질, 비타민 C, 비타민 B₁, 비타민 B₆, 비타민 E, 인이 권장량의 90%이상을 섭취하는 것으로 나타났을 뿐이고 에너지 (77.9%)와 함께, 비타민 B₂ (89.1%), 나이아신 (85.6%), 철분 (84.8%), 엽산 (75.1%)은 영양 권장량의 90%수준에는 못 미치나, 권장량의 3/4수준 이상을 섭취하는 것으로 나타났다. 특히 비타민 A (71.7%), 칼슘 (70.7%), 아연 (65.1%)은 권장량의 3/4수준에도 못 미치는 섭취량을 보여 이들 영양소가 여자에서 특히 섭취 부족의 우려가 큰 영양소로 나타났다 (Table 6).

또한 영양소별로 권장량의 75% 미만을 섭취하는 사람들의 비율을 살펴본 결과는 Table 7에서와 같다. 콜린의 경우 미국 AI를 기준으로 하여 계산하였을 때 권장량의 75% 미만을 섭취하는 비율이 남자 10.7%, 여자 21.4%로 나타나 콜린의 섭취 부족이 우려되는 비율이 여자가 남자에 비해 2배 가량 높았다. 한편 다른 영양소에 대해서는 남자대상자의 경우 칼슘 (50.0%), 아연 (35.7%), 엽산 (28.6%), 에너지 (25.0%)의 순으로 부족우려가 큰 것으로 나타났으

Table 5. Frequency distribution of choline intake of the subjects by the levels of Adequate Intake (AI) in USA¹⁾

Choline intake ²⁾	N (%)			F-value
	Male	Female	Total	
Below 75%	3 (10.7)	6 (21.4)	9 (16.1)	2.648
75 - 100%	8 (28.6)	8 (28.6)	16 (28.6)	
100 - 125%	10 (35.7)	11 (39.3)	21 (37.5)	
Over 125%	7 (25.0)	3 (10.7)	10 (17.8)	

1) AI of male is 550 mg and AI of female is 425 mg

2) The classification of choline intake was based on the level of AI

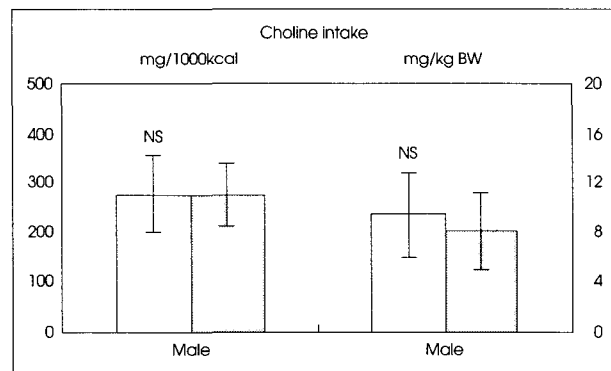


Fig. 1. Choline intakes of the subjects adjusted by calorie intake and body weight of the subjects. NS: Nonsignificant difference between male and female.

Table 6. Percentage of Korean RDA of nutrient intake of the subjects (%)

Nutrients	Male	Female	Total
Choline ¹⁾	119.7 ± 44.3 ²⁾	99.6 ± 31.4	109.6 ± 39.4
Energy	97.6 ± 32.9	77.9 ± 20.6	87.8 ± 29.0
Protein	129.8 ± 49.2	97.3 ± 28.1	113.6 ± 42.9
Vitamin A	133.9 ± 74.7	71.7 ± 39.3	102.8 ± 67.0
Vitamin E	196.0 ± 84.8	127.0 ± 58.5	161.5 ± 80.1
Vitamin C	137.7 ± 64.4	91.5 ± 75.7	114.7 ± 73.5
Thiamin	117.7 ± 59.4	92.12 ± 30.4	104.9 ± 48.5
Riboflavin	135.5 ± 73.5	89.1 ± 64.3	112.4 ± 72.4
Niacin	113.8 ± 38.3	85.6 ± 29.7	99.7 ± 36.8
Vitamin B ₆	167.9 ± 84.7	99.2 ± 47.8	133.4 ± 76.4
Folic acid	115.4 ± 58.1	75.1 ± 41.1	95.3 ± 53.8
Calcium	89.6 ± 50.6	70.7 ± 35.5	80.1 ± 44.3
Phosphorus	177.6 ± 54.0	111.5 ± 33.6	144.5 ± 55.7
Iron	145.7 ± 58.1	84.8 ± 52.8	115.3 ± 63.0
Zinc	85.9 ± 25.0	65.1 ± 18.4	75.5 ± 24.1

1) Reference standard of choline: AI of USA

2) Mean ± SD

Table 7. Percentage distribution of the subjects taking nutrients lower than 75 percent of Korean RDA (%)

Nutrients	Male	Female	Total
Choline ¹⁾	10.7	21.4	16.1
Energy	25.0	39.3	32.1
Protein	0.0	17.9	8.9
Vitamin A	14.3	57.1	35.7
Vitamin E	3.6	21.4	12.5
Vitamin C	10.7	67.9	39.3
Thiamin	21.4	32.1	26.8
Riboflavin	17.9	57.1	37.5
Niacin	17.9	35.7	26.8
Vitamin B ₆	3.6	39.3	21.4
Folic acid	28.6	64.3	46.4
Calcium	50.0	60.7	55.4
Phosphorus	0.0	10.7	5.4
Iron	0.0	67.9	33.9
Zinc	35.7	67.9	51.8

1) Reference standard of choline: AI of USA

며, 단백질, 인, 철분에서는 한명도 해당자가 없었고 비타민 E, 비타민 B₆, 콜린, 비타민 C 등도 해당자가 1~3명 정도에 머물렀다. 그러나 여자대상자의 경우에는 철분, 아연, 비타민 C, 엽산, 칼슘, 비타민 A, 비타민 B₂에서 권장량의 75%미만을 섭취하는 대상자의 수가 50%이상으로 높았고 에너지, 비타민 B₁, 나이아신, 비타민 B₆,도 권장량의 75%미만을 섭취하는 비율이 조사 대상자의 30%이상으로 높게 나타났다. 단백질, 비타민 E, 콜린, 인은 부족한 상태에 있는 비율이 적었다. 남자에 비해 여자에게서 부족의 우려가 있는 영양소의 수가 월등하게 많았고 부족 정도가 커서 젊은 성인 여성들의 영양문제가 심각함을 알 수 있었다. 이와 함께 에너지나 다른 영양소, 특히 칼슘, 아연, 엽산, 철분, 비타민 A, 비타민 B₂에 비해 콜린의 섭취상태가 상대적으로 양호하다고 볼 수 있겠다 (Table 7).

요약 및 결론

본 연구는 대전 지역에 거주하고 있는 만 20세 이상 30세 미만의 성인 남녀 각각 28명, 총 56명을 대상으로 한국 젊은 성인 남녀의 콜린 섭취량을 파악함으로써 한국인의 적정 권장량을 구하는데 필요한 자료를 얻고자 시도되었다. 효소법을 이용한 콜린의 분석법을 정립한 후, 1일간 섭취한 식품을 동량 수거 (duplicate food collection)하여 냉동 건조한 후 직접 분석하였다. 콜린의 섭취량은 남자는 353.5~1222.5 mg, 여자는 213.1~722.3 mg의 범위를 나타내었고, 평균과 표준편차는 남자 658.2 ± 243.9 mg, 여자

423.3 ± 133.6 mg으로 남자의 평균 섭취량이 여자에 비해 200 mg 이상 높았다. 또한 전체적으로 중앙값 (median)은 496 mg이었으며, 남자는 이보다 훨씬 높은 608.8 mg, 여자는 이보다 낮은 419.9 mg을 나타내었다. 또한 미국 성인의 콜린 적정 섭취량 (adequate intake, AI)인 남 550 mg, 여 425 mg 기준을 사용하여 남녀 각 AI의 75% 미만, 75~100%, 100~125%, 125%이상에 속하는 비율을 구해 보았을 때 75~125%사이는 남, 여 각기 64.3%, 67.9%로 나타나 비슷한 분포를 보였으나, AI의 75%미만을 섭취한 경우가 남자 10.7%, 여자 21.4%로 여자가 남자에 비해 결핍이 우려되는 비율이 2배 가량 높았다. 한편 125%이상 섭취하는 경우는 남자 25%, 여자 10.7%로 남자가 여자보다 과다 섭취 비율이 2배 이상 높았다. 체중 kg당 콜린 섭취량은 남자 9.5 ± 3.4 mg, 여자 8.1 ± 3.1 mg, 평균 8.8 ± 3.3 mg이었고, 섭취 1,000 kcal당 콜린 섭취량은 남자 277.1 ± 78.4 mg, 여자 275.9 ± 62.1 mg, 평균 276.5 ± 70.1 mg이었다. 전체적으로 콜린 섭취상태가 계산에 의해 구한 다른 영양소의 섭취량에 비해 낮은 수준은 아니었으므로, 한국인 콜린 적정 섭취량권장량 (AI)은 섭취 1,000 kcal당 섭취량 276.5 ± 70.1 mg이나 체중 kg당 섭취량 8.8 ± 3.3 mg을 기준으로 미국 AI수준을 참고하여 정하면 무리가 없을 것으로 사료된다.

Literature cited

- 1) Zeisel SH, Blusztajn JK. Choline and human nutrition. *Annu Rev Nutr* 14: 269-296, 1994
- 2) Best CH, Huntsman ME. The effects of components of lecithin upon deposition of fat in the liver. *J Physiol* 75: 405-412, 1932
- 3) Burt ME, Hanin I, Brennan MF. Choline deficiency associated with total parenteral nutrition. *Lancet* 2: 638-639, 1980
- 4) Tayek JA, Bistran B, Sheard NF, Zeisel SH, Blackburn GL. Abnormal liver function in malnourished patients receiving total parental nutrition: A prospective randomized study. *J Am Coll Nutr* 9: 76-83, 1990
- 5) Zeisel SH, da Costa KA, Franklin PD, Alexander EA, LaMont JT, Sheard NF, Beiser A. Choline, an essential nutrient for humans. *FASEB J* 5: 2093-8, 1991
- 6) Zeisel SH, Zola T, da Costa KA, Pomfret EA. Effect of choline deficiency on S-adenosylmethionine and methionine concentrations in rat liver. *Biochem J* 259: 725-729, 1989
- 7) Zeisel SH. Choline and phosphatidylcholine. In: Shils M.E, Olson JA, Shike M, Ross AC, ed. *Modern nutrition in health and disease*, 9th ed, pp.513-523, Williams and Wilkins, Baltimore, 1999
- 8) Zeisel SH. Diet and brain function: Available information and misinformation. In: Grand RJ, Sutphen JL, Dietz WH, ed. *Pediatric Nutrition: Theory and Practice*, pp.801-808, Butterworth

- Press. Boston, 1987
- 9) Zeisel SH. Biological consequences of choline deficiency. In: Wurtman R, Wurtman J, ed. *Nutrition and the Brain*, pp.75-99, Raven Press. New York, 1990
 - 10) The National Academy of Sciences, Nutrition Research Council (NRC). *Dietary Reference Intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B₆, folate, vitamin B₁₂, pantothenic acid, biotin and choline*. pp390-422, National Academy Press. Washington DC, 2000
 - 11) Ko YG, Ha JK, Han IK. Studies on the interrelationships of Methionine, choline and inorganic sulfate in broiler chicks. *Korean J Animal Sci* 29(4) : 176-201, 1987
 - 12) Cho EY, Choi HM, Kim HA, Byun KW, Song JH, Kim JH. Effect of choline deficiency and different fats on the hepatic glutathione-dependent enzyme activities in 2-acetylaminofluorene treated rats. *Korean Biochem J* 25(4) : 381-386, 1992
 - 13) Cheon YH, Chang YK, Baik TK. Evidence of memory improvement by phosphatidylcholine supplement at fetus and neonate-Studies of basal fore-brain cholinergic neuronal activities. *Korean J Nutr* 32(8) : 864-869, 1999
 - 14) Chang YK, Chung YJ, Moon HK, Yoon JS, Park HR. *Nutritional assessment 1st revision*, pp.86-87, Shinkwang publishing Co. Seoul, 2001
 - 15) Maeda T, Okano C, Miyake A and Sawa J. Determination of choline on milk and dairy products by enzymatic method. *Japan Food Hygiene J* 34(1) : 32-37, 1993
 - 16) Zeisel SH, da Costa KA. Choline determination using gas chromatograph-mass spectrometry. *J Nutr Biochem* 1: 55-59, 1990
 - 17) Zeisel SH, Mar MH, Zhou ZW, da Costa KA. Pregnancy and lactation are associated with diminished concentration of choline and its metabolites in rat liver. *J Nutr* 125(30) : 49-54, 1995
 - 18) Matsuzawa M, Kawai H. Determination of choline in spices and beans by HPLC with an electrochemical detector. *Japan Food Hygiene J* 37(2) : 72-76, 1997
 - 19) Woollard DC, Indyk HE. Determination of choline in milk and infant formulas by enzymatic analysis: collaborative study. *J AOAC Int* 83(1) : 131-138, 2000
 - 20) *Recommended Dietary Allowance for Koreans 7th Revision*. The Korean Nutrition Society. Seoul, 2000
 - 21) Kim YJ, Cho YW. A study on the development of method for measuring nutrients intakes at the worksite (Ⅱ). *J Korea Diet Assoc* 5(2) : 137-144, 1999
 - 22) Nutrition Research Council (NRC), *Comprehensive GRAS survey. usage levels reported for NAS. appendix A substances (group 1) used in regular foods*. Food and Nutrition Board, National Academy Press. Washington DC, 1973
 - 23) Welhrauch JL, Son Y-S. The phospholipid content of food. *J Am Oil Chem* 60: 1971-1978, 1983
 - 24) Wood JI, Allison RG. Effects of consumption of choline and lecithin on neurological and cardiovascular systems. *Federation Proc* 41: 3015-3021, 1982