韓國營養學會誌 39(2) : 115~120, 2006

젊은 성인의 혈장 콜린 농도와 콜린 섭취량과의 상관성*

나진석[1] · 조효정[1] · 임종환[2] · 윤효인[2] · 석대은[3] · 이주운[4] · 변명우[4] · 정영진[1]§

충남대학교 생활과학대학 식품영양학과,[1] 충남대학교 수의과대학,[2] 충남대학교 약학대학,[3]
한국원자력연구소 방사선식품 · 생명공학연구팀[4]

Plasma Choline Concentration of Some Korean Young Adults and Correlation with Dietary Choline Intake*

Na, Jin-Seok[1] · Cho, Hyo-Jung[1] · Lim, Jong-Hwan[2] · Yun, Hyo-In[2]
Sok, Dai-Eun[3] · Lee, Ju-Woon[4] · Byun, Myung-Woo[4] · Chung, Young-Jin[1]§

Department of Food and Nutrition,[1] Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
Department of College of Veterinary Medicine,[2] Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
Department of College of Pharmacy,[3] Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
Radiation Food Science and Biotechnology Team,[4] Korea Atomic Energy Research Institute, Jeongeup 580-185, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the concentration of plasma choline of Korean and to clarify the relationship between plasma choline concentration and choline intake. Plasma choline concentration of 30 young adults (15 males, 15 females) aged 20 − 30 years living in Deajeon metropolitan city are analyzed and their dietary choline intake. Choline content of one day meal was directly analyzed with the use of enzymatic method. Plasma choline concentration from more than 12 hr fasting blood was analyzed by using HPLC-MS. Choline intakes of male subjects were in the range of 253.51 − 1724.14 mg and those of female subjects were in the range of 240.85 − 938.06 mg. Mean intakes of choline were 634.53 ± 353.68 mg in male subjects and 473.99 ± 183.76 mg in female subjects. Plasma choline concentration of total subjects was in the range of 5.08 − 14.01 μmol/L. Mean plasma choline concentration was 9.19 ± 2.05 μmol/L in male subjects and 8.11 ± 1.70 μmol/L in female subjects. Plasma choline concentration did not show significant correlation with choline intake in male and total subjects, but showed positive correlation with choline intake in female subjects ($p < 0.05$). This result shows that more studies on large scaled samples are needed. (*Korean J Nutrition* 39(2) : 115~120, 2006)

KEY WORDS : young adults, HPLC-MS, plasma choline concentration, choline intake.

서 론

콜린 (choline)은 1862년에 돼지의 담즙에서 처음으로 분리되었으며, 1932년 콜린이 쥐에게 있어 필수 식이성분의 하나라는 것이 밝혀진 이래 동물사료에 필히 첨가하도록 하고 있으나, 인체에서는 대사를 위해 필요한 양의 콜린이 생합성 된다고 알려져 왔기 때문에 오랫동안 필수영양소로 생각되지 않아왔다.[1] 그러다가 콜린의 필요량에 관한 연구에서 개체의 성장속도나 다른 영양소-메티오닌, 엽산, 비타민 B_{12}-와의 복잡한 상호작용에 의해 필요량이 변화될 수 있으며 결핍증을 확인하기는 어려우나 콜린을 전혀 섭취하지 않을 경우 간손상이 나타난다는 보고가 나왔다.[2] 메틸기 공여체인 엽산이나 비타민 B_{12}와의 관계에 대한 대사 연구에서 엽산과 비타민 B_{12} 영양상태가 정상상태에 있는 건강한 성인 남자에게 콜린결핍식이를 제공했을 때 혈장 콜린과 포스파티딜 콜린 농도가 감소되고, 간손상이 나타났다는 보고가 있었으며, 또 다른 메틸 공여체인 메티오닌과 함께 엽산과 비타민 B_{12}를 제공하면서 콜린결핍식이를 3주간 남자에게 제공했을 때에도 역시 간손상과 콜린 저장량이 저하되었다고 하였다.[3-5] 정상 성인 남자에게 1주간 콜린을 함유한 식이를 섭취시킨 후 다시 3주 동안 콜린을 제거한 반합성식이를 먹였을 때 혈장의 콜린과 포스파티딜콜린 농도가 3주 동안 평

접수일 : 2005년 11월 13일
채택일 : 2006년 2월 10일
*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.
E-mail : yjchung@cnu.ac.kr

© 2006 The Korean Nutrition Society

균 30% 감소했고, 혈청 alanine aminotransferase (ALT) 활성이 꾸준히 증가했으며 조직 내 콜린 저장고가 고갈되고 초기 간기능 저하 증세를 나타내었다고 하였다.[6] 또한 콜린이 제외된 완전정맥영양을 공급받은 사람이나 이와 비슷한 특수상황에 처한 사람에서는 체내 필요량을 충족시킬 만한 충분한 양이 생합성 되지 않고 결핍증이 발생하였다는 보고[7,8]가 나온 이후 인체에서의 콜린 섭취의 중요성이 알려지게 되었고 그 결과 콜린을 필수영양소로 인정하게 되었다. 미국에서는 1997년 영양권장량을 새로 개정하면서 콜린의 적정 섭취량 (Adequate Intake, AI)을 추산하여 제시[9]하였다.

14명의 건강한 성인 대상자에게 8일 동안 콜린을 제거한 식사를 섭취시켰으나 혈장 콜린 농도가 정상치의 50%미만으로는 더 감소하지 않았다는 보고가 있는데, 이는 많은 양의 콜린이 저장되어 있는 세포막의 인지질에서 최저 수준의 혈장 콜린 농도를 유지하기 위해 가수분해 되기 때문일 것이라고 하였다.[10] 그리고 콜린결핍식이를 섭취한지 3주 후에 인체의 혈장 콜린 농도는 약 30% 감소되었고, 고콜린식사 후에는 2배로 증가, 콜린보충제 섭취 후에는 3~4배로 증가됨으로써 혈장 콜린 농도는 콜린 섭취수준을 반영한다고 하는 보고들도 있다.[7,11] 공복 혈장의 콜린 농도는 평균 10 μmol/L로서 7~20 μmol/L의 범위내에 있다고 하였다.[10]

혈장내의 콜린 분석 방법으로 여러 가지 다양한 방법들이 제시 되었다. 면역효소측정법의 경우 간단한 시료 전처리 후 액체크로마토그래피법, 효소반응법, 전기화학적 검출법 등의 복잡한 과정들을 필요로 하는 단점이 있어, 이를 대체하기 위한 방법으로 보다 간편하며, 정확한 형광검출법을 이용한 액체크로마토그래피법이 개발되었다. 그러나 형광검출법을 이용한 액체크로마토그래피법은 별도의 유도체화 과정이 필요하며 이로 인해 내부표준물질의 사용이 제한되는 단점을 갖고 있다. 최근에는 액체크로마토그래피/질량분석법을 이용한 콜린 및 그 대사물을 정량하는 방법이 보고된 바 있다. 액체크로마토그래피/질량분석법은 형광검출법이나 가스크로마토그래피법 등과 달리 별도의 유도체화 과정이 필요하지 않으며, 내부표준물질 선택에 제한을 받지 않는 장점이 있다. 또한 기존의 가스크로마토그래피법이나 형광검출법에 비해 시료의 전처리나 검량에 있어서 시간이 절약되는 장점을 갖고 있다.[12] 따라서 본 연구는 젊은 성인의 혈장 콜린 농도를 액체크로마토그래피/질량분석법을 이용하여 분석하고, 식사 속의 콜린 섭취량은 효소법을 이용하여 분석하여 혈장 콜린 농도와 콜린섭취량이나 다른 영양소 섭취량과의 상관성을 파악하고자 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 15명, 총 30명을 대상으로 2004년 2월 5일부터 2월 15일까지 식사섭취조사, 공복 혈액 채취 및 신체계측을 실시하였다.

2. 신체계측

조사대상자의 신장과 체중을 측정하여 체질량지수[BMI = 체중 (kg)/신장 $(m)^2$]를 계산하였고, 허리둘레와 엉덩이 둘레를 측정하여 허리/엉덩이 둘레비 (waist/hip ratio, WHR)을 구하였다. 그 외 상완위 측정용 줄자를 이용하여 상완위를 측정하였고, Caliper (SKYNDEX, USA)를 사용하여 상완 삼두근의 피하지방 두겹집기를 측정하였다.

3. 혈장과 혈청 콜린 농도 분석

조사대상자들의 식품섭취조사를 실시한 다음날 아침 12시간 이상의 공복 혈액을 채취하여 혈장과 혈청을 분리한 후 콜린 분석에 사용하였다. 조사대상자들의 혈청 및 혈장내의 콜린농도는 Koc 등의 방법[12]을 개량하여 분석하였다. 시료 60 μL에 내부표준물질인 Choline-trimethyl-d_9-choline이 10 μmol/L농도로 포함된 Acetonitrile을 180 μL 첨가하여 제단백시킨 후 12,000 rpm에서 2분간 원심분리하였다. 원심분리된 상층액을 HP1100 series LC/MSD (Agilent, USA)를 이용하여 분석하였다. Choline과 Choline-trimethyl-d_9-choline의 분리는 순상컬럼 (Nova-Pak®, Waters, USA)를 사용하였으며, 이동상은 10 mM ammonium acetate (pH 3, A)와 메탄올 (B)을 기울기용리법을 이용하여 0.8 mL/min의 유속으로 흘려주었다. 질량분석기의 이온화법은 atmospheric pressure ionization-electrospray ionization (API-ESI)을 이용하였다. Choline과 Choline-trimethyl-d_9-choline은 positive ion mode에서 각각의 물질의 $[M + H]^+$ 형태를 선택적으로 selective ion monitcring (SIM) mode를 사용하여 분석하였다.

4. 식사 섭취 조사

조사대상자들에 대한 식사섭취 조사는 섭취한 식품을 동량 수거 (duplicate food collection)[13]하여 직접 분석하는 방법을 이용하였다. 콜린 섭취량은 1일 섭취한 음식 전량을 수거하여 개개 음식의 중량을 재고, 함께 잘 혼합한 후 -70℃

의 deep freezer와 동결건조기를 사용하여 건조시켜서 분말화하고 진공포장하여 −20℃에서 냉동보관하면서 콜린 분석에 사용하였다. 그리고 앞에서 중량을 측정한 음식을 영양평가 프로그램 (CAN-PRO 2.0)을 이용하여 콜린 이외의 영양소 섭취량을 산출하였다.

5. 식사 시료의 콜린 분석

개인별 분말화한 식사 시료의 콜린 함량은 효소법[14]을 이용하여 정량하였다. 시료에 phospholipase D와 choline oxidase를 처리하여 생성되는 과산화수소를 peroxidase와 함께 4-aminoantipyrine 및 3,5-dimethoxy-N-ethyl-N (2-hydroxy-3-sulfopropyl)-sodium aniline와 반응시키면 정량적으로 산화 축합해 청색색소를 생성하는데, 그 청색색소의 흡광도를 비색 정량하여 대상자들의 콜린 섭취량을 산출하였다.

6. 통계처리

본 결과의 통계처리는 SPSS 12.0 version을 이용하였다. 신체계측치, 혈장과 혈청 콜린 농도, 콜린섭취량 및 기타영양소 섭취량 등은 평균과 표준편차로 제시하였고, 성별 차이 검증은 t-test에 의해 $p < 0.05$수준에서 유의성을 검증하였다. 혈장 콜린 농도와 콜린섭취량 및 기타영양소 섭취량들 간의 상관관계는 스피어만의 상관계수 (Spearman's correlation coefficient)를 구하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 조사대상자의 신체계측치

대상자들의 평균 신장과 체중은 남자 173.8 ± 5.0 cm 70.6 ± 8.2 kg, 여자 159.7 ± 3.8 cm, 52.7 ± 5.9 kg으로 한국인 영양권장량 (제 7 차 개정판)[15]에서 제시한 20~29세의 기준치인 남자 174 cm, 67 kg, 여자 161 cm, 54 kg과 비교하여 신장은 비슷한 수준이었으나, 체중은 본 연구 대상자 중 남자는 3 kg정도 높았고, 여자는 1 kg정도 낮았다. 본 조사 대상자의 체질량지수가 남자 23.4 ± 2.6 kg/m^2, 여자 20.6 ± 2.3 kg/m^{2}로서 2002년 제주도 대학생을 대상으로 한 연구[16]에서의 남자 22.94 kg/m^2, 여자 21.70 kg/m^{2}에 비하여 남자는 체질량지수가 본연구 대상자에서 0.5 kg/m^2 높게, 여자는 1.0 kg/m^{2}낮게 나타났다. 허리엉덩이둘레비는 남자 0.79 ± 0.06, 여자 0.72 ± 0.03로서 2002년 제주도 대학생을 대상으로 한 연구[16]에서 남자 0.81, 여자 0.81에 비해 0.02낮은 수준이었으나, 여자는 본 연구 대상자에서 0.09가량 낮았다 (Table 1).

2. 조사대상자의 혈장과 혈청 콜린 농도

전체대상자들의 혈장의 콜린 농도는 5.08~14.01 μmol/L의 범위로, 혈청의 콜린 농도는 5.99~13.93 μmol/L의 범위로 분포하였다. 혈장의 평균 콜린 농도는 전체 8.65 ± 1.93

Table 1. Anthropometric characteristic and body composition of the subjects

Variables	Male	Female	Total	p-value[1]
Height (cm)	173.8 ± 5.0[2]	159.7 ± 3.8	166.7 ± 8.4	0.000
Weight (kg)	70.6 ± 8.2	52.7 ± 5.9	61.7 ± 11.5	0.000
BMI[3]	23.4 ± 2.6	20.6 ± 2.3	23.0 ± 2.8	0.004
WHR[4]	0.79 ± 0.06	0.72 ± 0.03	0.75 ± 0.06	0.000
TSF[5] (mm)	14.7 ± 5.3	18.4 ± 4.4	16.6 ± 5.2	0.047
Upper arm circumference (cm)	30.1 ± 3.2	26.8 ± 2.9	28.5 ± 3.4	0.006

[1] p-value by t-test
[2] Mean ± SD
[3] BMI (Body Mass Index) = Weight (kg)/Height (m)^2
[4] WHR (Waist-Hip Ratio) = Waist (cm)/Hip (cm)
[5] TSF: Triceps skinfold thickness

Table 2. Plasma and serum choline concentration of the subjects

	Choline concentration (μmol/L)					
	Male		Female		Total	
	Plasma	Serum	Plasma	Serum	Plasma	Serum
Mean ± SD	9.19 ± 2.05	9.50 ± 2.32	8.11 ± 1.70[1)NS]	7.62 ± 1.39[2)NS]	8.65 ± 1.93	8.56 ± 2.11
Rang	6.51 – 14.01	6.16 – 13.96	5.08 – 11.15	5.99 – 10.76	5.08 – 14.01	5.99 – 13.93

NS: not significant
[1] Significantly different from the sex in plasma choline concentration
[2] Significantly different from the sex in serum choline concentration

Table 3. Distribution of choline intake of the subjects

	Choline intake (mg/day)		
	Male	Female	Total
Mean ± SD	634.53 ± 353.68	473.99 ± 183.76*	553.76 ± 288.86
Median	589.20	413.06	484.71
Range	253.51 – 1724.14	240.85 – 938.06	240.85 – 1724.14

*: $p < 0.05$

μmol/L, 남자 9.19 ± 2.05 μmol/L, 여자 8.11 ± 1.70 μmol/L로 남자에서 여자에 비해 1 μmol/L가량 높게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다. 혈청 콜린 농도는 전체 8.56 ± 2.11 μmol/L, 남자 9.50 ± 2.32 μmol/L, 여자 7.62 ± 1.39 μmol/L로 남자에서 여자에 비해 약 2 μmol/L정도 높게 나타났으나 혈장농도에서와 마찬가지로 남녀간 차이에 유의성은 없었다 (Table 2). 2003년 발표된 Normal-phase chromatography-tandem mass spectrometry를 기본으로 한 방법[12]으로 혈장 콜린 농도를 분석한 보고에서 혈장의 평균 콜린 농도는 8.0 μmol/L, 혈청의 평균 콜린 농도는 9.8 μmol/L로 혈장의 콜린 농도는 본 연구 결과와 비슷한 수준으로 나타났으나, 혈청의 콜린 농도는 본 연구에서보다 1 μmol/L정도 높게 나타났다. 혈장 콜린 농도와 혈청 콜린 농도간에 피어슨 상관 계수를 구해 본 결과 상관성이 나타나지 않았다. 전기화학적 검출기를 사용한 액체크로마토그래피 방법을 이용하여 혈장 콜린 농도를 분석한 보고[17]에서 혈장 콜린농도의 범위는 5~16 μmol/L로 나타났고, 평균 혈장 농도는 9.0 μmol/L로 본 연구 결과와 비슷한 수준의 혈장 콜린 농도를 나타내었다.

3. 조사대상자의 콜린 섭취량

조사대상자들의 콜린섭취량은 남자 253.51~1724.14 mg, 여자 240.85~938.06 mg의 범위 내에 분포하였고, 평균 섭취량은 남자 634.53 ± 353.68 mg, 여자 473.99 ± 183.76 mg으로 남자의 평균 섭취량이 여자에 비해 160 mg가량 유의적으로 높았다. 콜린섭취량의 개인차가 4~5배 정도로 나타나는 것은 1일 섭취량만을 조사한 것으로 인한 개인 섭취량의 차이로 사료된다. 또한 중위치는 전체대상자에서 484.71 mg이었으며, 남자는 589.20 mg, 여자는 413.06 mg을 나타냈다 (Table 3). 2004년 대전지역 성인을 대상으로 한 연구[18]에서의 평균 콜린섭취량이 남자 658.2 mg, 여자 423.3 mg으로 본 연구 대상자가 2004년 대상자에 비해 콜린 섭취량이 남자에서는 20 mg가량 낮았고, 여자에서는 50 mg가량 높았다. 조사대상자들의 콜린 섭취상태를 파악하기 위해서 미국의 AI (남자 550 mg, 여자 425 mg)를 기준으로 하여 남녀 각각 AI의 75%미만, 75~125%, 125%이상에 속하는 대상자의 분포를 살펴보았다. 미국 AI의 75~125%를 섭취하는 경우는 남녀 모두 동일하게 40% (6명)으로 나타났으나, 75%미만 섭취하는 경우가 남자는 26.7% (4명), 여자는 46.7% (7명)로 여자가 남자에 비해 결핍이 우려되는 비율이 0.75배가량 높았으며 125%이상을 섭취하는 경우도 남자가 33.3% (5명), 여자가 13.3% (2명)으로 남자가 여자의 2.5배나 높게 나타났다 (Table 4).

Table 4. Frequency distribution of choline intake of the subjects by the levels of Adequate Intake (AI) in USA[1]

Choline intake[2]	Male	Female	Total	p-value[3]
Below 75%	4 (26.7)[4]	7 (46.7)	11 (36.7)	
75 – 125%	6 (40.0)	6 (40.0)	12 (40.0)	NS
Over 125%	5 (33.3)	2 (13.3)	7 (23.3)	

[1] AI of male is 550 mg and female is 400 mg
[2] The classification of choline intake was based on the level of AI of USA
[3] p-value by χ^2-test
[4] N (%)
NS: not significantly different at $p < 0.05$

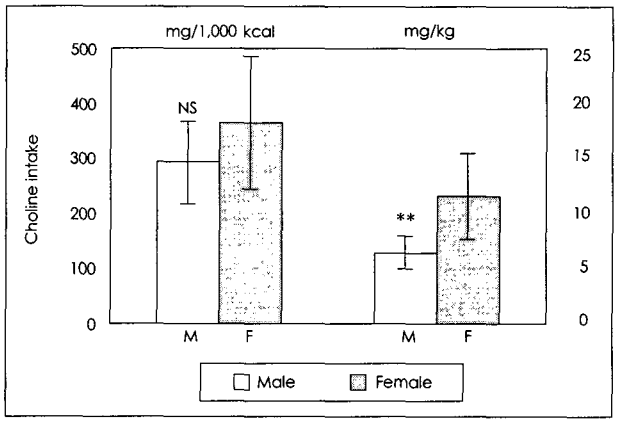

Fig. 1. Choline intakes of the subjects adjusted by caloric intake and body weight of the subjects. **: $p < 0.001$, NS: not significantly different at $p < 0.05$.

각 개인의 콜린 섭취량을 체중 또는 섭취 칼로리로 보정한 결과는 Fig. 1에 제시하였다. 체중 kg당 콜린 섭취량은 남자 6.42 ± 1.46 mg, 여자 11.50 ± 3.91 mg, 전체 8.96 ± 3.88 mg을 나타내었고, 남녀간에 유의적으로 큰 차이를 나타내었다 ($p < 0.000$). 섭취 1,000 kcal당 콜린 섭취량은 남자 291.93 ± 74.95 mg, 여자 364.10 ± 121.96 mg, 전체 328.02 ± 106.01 mg으로 남녀간에 유의적인 차이는 없었으나, 여자에서 콜린 섭취량이 70 mg가량 높았다. 2004년 대전지역 성인 대상 연구[18]에서는 체중 kg당 콜린 섭취량이 남자 9.5 ± 3.4 mg, 여자 8.1 ± 3.1 mg이었고 섭취 1,000 kcal당 콜린 섭취량은 남자 277.1 ± 78.4 mg, 여자 275.9 ± 62.4 mg으로 본 연구대상자의 콜린섭취량이 2004년 연구대상자에 비해 남자는 낮고, 여자는 높게 나타났다.

Table 5. Nutrient intake of the subjects

Nutrients	Male	Female	Total
Energy (kcal)	2019.9 ± 855.7[1] (76.1)[2]	1427.4 ± 287.6 (71.4)	1723.7 ± 695.8 (73.7)
Protein (g)	102.6 ± 43.6 (139.5)	79.2 ± 21.2 (144.0)	90.9 ± 35.7 (141.8)
Vitamin A (μg RE)	888.8 ± 1226.9 (123.2)	464.0 ± 224.1 (66.3)	676.4 ± 893.1 (94.8)
Vitamin E (mg)	13.8 ± 7.9 (132.3)	9.9 ± 5.1 (99.0)	11.8 ± 6.8 (115.7)
Vitamin C (mg)	70.6 ± 36.2 (99.5)	86.0 ± 50.9 (122.9)	78.3 ± 44.1 (111.2)
Vitamin B_1 (mg)	1.4 ± 0.7 (98.4)	0.9 ± 0.3 (92.5)	1.2 ± 0.6 (95.5)
Vitamin B_2 (mg)	1.2 ± 0.6 (54.9)	0.8 ± 0.3 (78.4)	1.0 ± 0.5 (66.7)
Nacin (mg)	16.5 ± 7.8 (93.5)	108.8 ± 3.7 (83.0)	13.7 ± 6.7 (88.3)
Vitamin B_6 (mg)	2.3 ± 1.3 (150.4)	1.4 ± 0.6 (96.8)	1.8 ± 1.1 (123.6)
Folate (μg)	261.6 ± 148.5 (102.0)	170.1 ± 53.2 (68.0)	215.9 ± 119.1 (85.0)
Calcium (mg)	659.9 ± 250.9 (88.6)	531.5 ± 246.5 (75.9)	595.7 ± 253.0 (82.3)
Phosphorus (mg)	1062.0 ± 406.7 (141.5)	731.1 ± 229.0 (104.4)	896.6 ± 365.4 (123.0)
Iron (mg)	17.7 ± 6.6 (140.9)	17.4 ± 9.9 (108.9)	17.6 ± 8.3 (124.9)
Zinc (mg)	8.6 ± 4.9 (68.7)	5.6 ± 1.3 (55.7)	7.1 ± 3.9 (62.2)

[1] Mean ± SD
[2] Percentage of Korean RDA of nutrient intake

Table 6. Correlation coefficient of choline and other nutrients intake and plasma choline concentration of the subjects

Nutrients	Male	Female	Total
Choline (mg)	−0.054[1]	0.518*	0.325
Energy (kcal)	−0.075	0.257	0.040
Protein (g)	−0.250	0.211	−0.003
Vitamin A (μg RE)	0.057	0.646**	0.387*
Vitamin E (mg)	0.196	−0.021	0.216
Vitamin C (mg)	−0.025	−0.225	−0.194
Vitamin B_1 (mg)	0.229	−0.025	0.165
Vitamin B_2 (mg)	0.268	0.104	0.250
Niacin (mg)	−0.029	0.129	0.165
Vitamin B_6 (mg)	0.068	0.282	0.298
Folate (μg)	0.171	0.250	0.373*
Calcium (mg)	0.300	0.032	0.196
Phosphorus (mg)	−0.011	0.454	0.304
Iron (mg)	0.464	−0.146	0.277
Zinc (mg)	−0.214	0.307	0.102

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$
[1] Spearman's correlation coefficients

4. 열량 및 기타영양소 섭취량의 한국인 영양 권장량에 대한 백분율

본 연구 대상자의 평균 에너지 섭취량은 남자 2019.9 ± 855.7 kcal, 여자 1427.4 ± 287.6 kcal로 권장량에 대한 평균백분율은 남자 76.1%, 여자 71.4%로 나타났다, 단백질은 평균 섭취량이 남자 102.6 ± 43.6 g, 여자 79.2 ± 21.2 g로 권장량에 대한 평균 백분율은 남자 139.5%, 여자 144.0%로 나타났다. 섭취량의 권장량에 대한 백분율의 평균이 75% 수준에도 못 미치는 영양소는 남자에서 비타민 B_2와 아연, 여자에서 에너지, 비타민 A, 엽산, 아연으로 나타나 에너지와 비타민 B_2, 엽산, 아연이 섭취 부족의 우려가 큰 영양소로 나타났다 (Table 5). 2003년 대구지역 대학생을 대상으로 한 연구[19]에서 남자는 권장량에 대한 영양소 섭취량의 백분율이 에너지 (61.8%), 비타민 B_2 (61.5%), 칼슘 (73.4%)으로 나타나 본 연구대상 남자에서 대구지역 대학생에 비해 에너지와 칼슘섭취량은 높고, 비타민 B_2의 섭취량은 낮은 수준이었다. 그러나 여자는 2003년 서울시 여대생을 대상으로 한 연구[20]에서 권장량에 대한 백분율이 에너지 (83.5%), 비타민 A (85.2%), 비타민 B_2 (89.2%)로써 본 연구대상자의 영양소 섭취량이 이들 서울지역 여자대상자에 비해 훨씬 낮았다.

5. 조사대상자들의 혈장 콜린 농도와 콜린 섭취량과의 상관성

연구 대상자들의 혈장의 콜린 농도와 콜린섭취량 및 다른 영양소섭취량과 상관성을 살펴본 결과 혈장의 콜린 농도와 콜린섭취량과의 상관성은 여자에서만 양의 상관관계를 나타내었으며, 남자와 전체대상자에서는 상관성을 나타내지 않았다. 그 외 영양소섭취량과 혈장 콜린 농도와 상관성을 살펴보면 전체대상자에서 비타민 A와 엽산의 섭취량이 혈장의 콜린 농도와 양의 상관성을 나타낸 반면, 그 밖의 영양소 섭취량과는 상관성을 나타내지 않았다 (Table 6). 표로 제시하지는 않았지만, 혈청 콜린 농도와 콜린섭취량 및 다른 영양소섭취량과 상관성을 살펴본 결과에서도 전체, 남자, 여자대상자 모두에서 유의적 상관성을 나타내지 않았다.

요약 및 결론

본 연구는 대전 지역에 거주하고 있는 만 20세 이상 30

세 미만의 성인 남녀 각각 15명씩 총 30명을 대상으로 1일 콜린 섭취량과 혈장 콜린농도를 분석하고, 그 상관성을 파악하고자 수행되었다. 식품 중의 콜린 분석은 효소법[14]을 사용하였고, 혈장 콜린 농도는 액체크로마토그래피/질량분석방법[12]을 사용하여 분석하였다. 조사대상자들의 콜린 섭취량은 남자 253.51~1724.14 mg, 여자 240.85~938.06 mg의 범위로 분포하였고, 평균 콜린섭취량은 남자 634.53 ± 353.68 mg, 여자 473.99 ± 183.76 mg으로 남자의 섭취량이 여자에 비해 평균치가 160 mg이상 통계적으로 유의성 있게 높았다. 전체대상자들의 혈장 콜린 농도는 5.08~14.01 μmol/L의 범위로 분포하였고, 혈장의 콜린 농도는 전체 8.65 ± 1.93 μmol/L, 남자는 9.19 ± 2.05 μmol/L, 여자는 8.11 ± 1.70 μmol/L로 나타났다. 대상자들의 혈장 콜린 농도가 콜린 섭취량이나 다른 영양소섭취량과 상관성을 보이는지 살펴본 결과, 혈장 콜린 농도와 콜린 섭취량 간에 남자대상자와 전체대상자에서는 상관성을 나타내지 않았으나, 여자대상자에서는 양의 상관관계를 나타냈다. 다른 영양소 중에서는 비타민 A와 엽산의 섭취량이 전체대상자에서 혈장의 콜린 농도와 양의 상관성을 나타낸 반면, 그 밖의 영양소섭취량과는 상관성을 나타내지 않았다. 본 결과는 소수 대상자에 대한 연구결과로서 대표성을 나타내기에는 부족하므로 좀 더 다수를 대상으로 한 연구가 요구된다.

Literature cited

1) Best CH, Huntsman ME. The effects of components of lecithin upon deposition of fat in the liver. *J Physiol* 75: 405-412, 1932
2) Zeisel SH. Choline: An essential nutrient for humans. *J Nutrition* 16: 669-671, 2000
3) Zeisel SH. Choline and phosphatidylcholine. In: Shils M.E, Olson JA, Shike M, Ross AC, ed. Modern nutrition in health and disease, 9th ed, 513-523, Williams and Wilkins, Baltimore, 1999
4) Zeisel SH. Diet and brain function: Available information and misinformation. In: Grand RJ, Sutphen JL, Dietz WH, ed. Pediatric Nutrition: Theory and Practice, 801-808, Butterworth Press. Boston, 1987
5) Zeisel SH. Biological consequences or choline deficiency. In: Wurtman R, Wurtman J, ed. Nutrition and the brain, pp.75-99, Raven press. New York, 1990
6) Zeisel SH, da Costa KA, Franklin PD, Alexander EA, LaMont JT, Sheard NF, Beiser A. Choline, an essential nutrient for humans. *FASEB J* 5: 2093-2098, 1991
7) Buchman A, Dubin M, Moukarzel A. Choline deficiency: a cause of hepatic steatosis during parenteral nutrition that can be reversed with intravenous choline supplementation. *Hepatology* 22: 1399-1445, 1995
8) Buchman AL, Moukarzel A, Jenden DJ. Low plasma free choline is prevalent in patients receiving long-term parenteral nutrition and is associated with hepatic aminotransferase abnormalities. *Clin Nutr* 12: 33-39, 1993
9) The National Academy of sciences, Nutrition Research Council (NRC). Dietary Reference Intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B_6, folate, vitamin B_{12}, pantothenic acid, biotin and choline. 390-422, National Academy Press. Washington DC, 2000
10) Savendahl L, Mar MH, Underwood LE, Zeisel SH. Prolonged fasting in humans results in diminished plasma choline concentrations but does not cause liver dysfunction. *Am J Clin Nutr* 66: 622-625, 1997
11) Zeisel SH, Growdon JH, Wurtman RJ, Magil SG, Logue M. Normal plasma choline responses to ingested lecithin. *Neurology* 30: 1226-1229, 1980
12) Koc H, Mar MH, Ranasinghe A, Swenber JA, Zeisel SH. Quantitation of choline and its metabolites in tissues and foods by liquid chromatography/electrospray ionization-isotope dilution mass spectrometry. *Anal Chem* 74: 4734-4740, 2002
13) 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
14) Chang YK, Chung YJ, Moon HK, Yooon JS, Park HR. Nutritional assessment lst revision, 86-87, Shinkwang publishing Co. Seoul, 2001
15) Recommended Dietary Allowance for Koreans 7th Revision. The Korean Nutrition Society. Seoul, 2000
16) Hong SC, Lee SY, Hyun IS. Body composition by bioelectrical impedence analysis in primary, middle, high and college students in Cheju. *J Korean Public Health Assoc* 28 (2): 149-157, 2002
17) Webb LE, Johnson RC. Choline in plasma measured by liquid-chromatography with electrochemical detection. *Clin Biochem* 19: 212-215, 1986
18) Chung YJ, Cho HJ, Na JS. Dietary choline intake of Korean young adults. *Korean J Nutr* 37 (1): 61-67, 2004
19) Lee YS. A study on the eating behavior, nutrient intake and health condition of college students attempting weight control in the Daegu area. *J East Asian Soc Dietary Life* 13: 577-585, 2003
20) Kim JH, Ahn HJ, Lee SE. Body composition, food intake and clinical blood indices of female college students. *Korean J Community Nutr* 8 (6): 977-985, 2003