

한국인 상용 식품의 콜린 함량*

조효정 · 나진석 · 정한옥 · 정영진[§]

충남대학교 식품영양학과

Choline Contents of Korean Common Foods*

Cho, Hyojung · Na, Jinsuk · Jeong, Hanok · Chung, Youngjin[§]

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

ABSTRACT

Choline is important for normal membrane function, acetylcholine synthesis and methyl group metabolism. In this study, 185 food items customarily eaten by Koreans were selected from the data of the 2001 Korean National Health and Nutrition Survey and analyzed on the total choline content of the foods using enzymatic method of choline oxidase. Foods with high choline concentration (mg/100 g) were listed in sequence of quail egg (476.04 mg), dried squid (452.42 mg), beef liver (427.16 mg), pork liver (424.92 mg), tuna canned in oil (414.44 mg), boiled and dried anchovy (381.30 mg), dried Alaskan pollack (378.88 mg), chicken egg (309.88 mg), chicken liver (259.38 mg), soybean (238.62 mg), French bread with garlic (193.18 mg) and barley (183.73 mg). From this result, it is shown that dried fishes, prepared fishes, livers, eggs, pulses and cereals might be categorized as high choline food. Citron tea and green tea showed low choline content below 1 mg. Vegetables and fruits were also categorized into low choline food. No choline was detected in red pepper powder, beer, soju, soybean oil and corn oil out of foods analyzed in this study. Further study is required for analytic procedure of the foods of which results are inconsistent with USDA's data such as rice and wheat flour. (Korean J Nutr 2008; 41(5): 428~438)

KEY WORDS: food composition, choline, Korean common food.

서 론

콜린은 세포막에서 인지질의 합성, 메틸 그룹 대사, 콜린 성 신경전달에 요구된다.¹⁾ Betaine은 콜린의 유도체로, homocysteine에서 methionine을 형성하게 하는 메틸 그룹의 공급원으로 메틸 그룹 대사에 직접 관여한다.^{2,3)} 1998년 U.S. Institute of Medicine⁴⁾에서는 콜린을 식이로 반드시 섭취해야 하는 인체에 필수적인 영양성분으로 정하고, 콜린 평균필요량을 추정하기에는 아직 자료가 충분하지 않아 현재로서는 충분섭취량 (AI, Adequate Intake)을 정하였다. 콜린이 제거된 완전정맥영양 (Total parenteral nutrition, TPN)을 공급받은 남성과 여성의 경우 지방간과 간손상이 유발되었으며, 이들에게 콜린을 식사로 공급하였을

때 정상으로 회복되었다.⁵⁻⁹⁾ 콜린 결핍 식이를 투여한 동물의 경우에도 발달과 성장의 지연, 신장 기능 부전, 용혈, 골격 기능의 이상을 보였다.^{10,11)} 또한 건강한 남성이 엽산과 비타민 B₁₂를 정상적으로 공급받되, 콜린 결핍 식이를 투여한 경우에 콜린 결핍이 유도되어 간경변과 간손상이 유발되었으며, 혈청 alanine aminotransferase의 활성이 증가되었다.¹²⁾ 이와 같이 콜린은 자체로 메틸기 대사에서 중요한 기질이 되는 외에, 엽산과 비타민 B₁₂ 등 기타 비타민과 대사적으로 상호 연관되기 때문에 역학 연구에서 콜린 섭취와 엽산 섭취나 혈액의 엽산 농도, colorectal adenoma 또는 암,¹³⁾ 심장 질환¹⁴⁾과의 발생 간에 상호 연관성을 강하게 지적하고 있다.

또한 콜린 섭취에 있어 결핍증만이 아니라 과잉증도 보고되었다. 콜린을 7.5 g 정도로 과다 섭취할 경우 콜린 대사물질인 trimethylamine의 배설 시에 역한 체취를 내며, 그 외에도 구토, 발한, 저혈압, 위장 질환을 유발하는 것으로 보고되었다.¹⁵⁾ 섭취한 콜린으로부터 생긴 odorous trimethylamine을 non-odorous trimethylamine N-oxide로 전환시키는 역할을 하는 Flavin-containing monooxygenase의

접수일 : 2008년 7월 1일 / 수정일 : 2008년 7월 14일

채택일 : 2008년 7월 16일

*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

염색체 이상에 의한 Flavin-containing monooxygenase 3 gene (FMO3)가 결핍된 일부 사람에서 콜린으로부터 장관 내 박테리아에 의해 생성된 분해산물인 trimethylamine이 축적되어 생선냄새를 유발시켰다고 하였다.^{16,17)} 이에 관해 1999년 NIH workshop에서는 trimethylamineuria에서의 유전자 결함은 미국 인구의 1%만이 해당되며, 아직 정확한 발생율은 알려져 있지 않다고 보고하였다.¹⁸⁾ 이런 환자나 콜린의 과다 섭취 시에 콜린 제한 식이를 주면 냄새를 감소시키는데 유용하다고 하였다.¹⁸⁾

이와 같이 콜린결핍이나 과잉을 예방하기 위한 권장량의 설정이나 식이 콜린과 관련 질병과의 역학 연구를 위해서는 식품의 콜린 함량 분석이 선행되어야 한다. 육류^{19,20)}와 콩류,²¹⁾ 우유류²²⁾ 등 국한적으로 몇몇의 식품분석에 대한 일부 외국 자료가 나와 있으며, 최근 미국 USDA에서 콜린 데이터베이스가 구축되어 수록되었다.^{23,24)} 그러나 이 결과는 미국의 상용 식품을 분석한 것으로 한국인의 상용 식품으로 대체 사용하는 데는 무리가 있다. 현재 우리나라에서는 콜린 섭취 상태를 다룬 2004년 한국 젊은 성인을 대상으로 동량 수거법에 의해 음식의 콜린 함량을 분석한 연구,²⁵⁾ 한국인의 성별, 연령별, 지역별 콜린 섭취량을 추정한 연구,²⁶⁾ 한국 청소년의 콜린 섭취를 추정한 연구²⁷⁾가 있을 뿐 식품 중 콜린 함량 분석에 대한 연구는 거의 찾아보기 힘든 상태이다.

그러므로 지금까지 외국에서 보고된 콜린에 대한 주요 분석방법을 살펴보면, 식품이나 인체 혈액 내 유리형 콜린의 함량이 kg당 μg 단위로 너무 미량이어서 분석이 용이하지 않은 점 때문에 그동안 행해진 식품이나 인체 내 콜린 함량에 대한 결과는 정확성이 크지 못하였다. Zeisel이 방사성 동위 원소를 이용한 이온교환수지 방법,²⁸⁾ GC-mass spectrometry 방법²⁹⁾과 ^{14}C -methyl과 ^2H -methyl, ^{15}N -choline, γ - ^{32}P 를 내부 표준물로 사용하여 HPLC-radiometric detector를 이용하여³⁰⁾ 분석한 보고를 내놓았으며, 또한 electrochemical detector 사용 시 유출물로 탐지되는 betaine과 hydrogen peroxide로 콜린을 변환시키는 post-column reaction을 사용하는 HPLC 방법³¹⁾과 FIA (flow injection analysis) system을 이용한 방법,³²⁾ LC-ESI-IDMS (liquid chromatography/electrospray ionization-isotope dilution mass spectrometry)³³⁾을 이용한 분석방법이 소개하였다. 그러나 방사선 동위원소의 사용이 어렵고, HPLC-Radiometric detector를 보유한 곳이 매우 한정되어 있으며, FIA (Flow injection analysis) system과 LC-ESI-IDMS의 경우에도 그 실험을 위하여 설계·고안한 것으로 아직 상품화 되어 있지 않아 적용에 어려움이 있다. 이에 콜린 분석

방법으로 AOAC에 효소를 이용하여 흡광도를 비색 정량함으로써 간편하게 콜린량을 측정할 수 있는 효소법³⁴⁾이 발표되었다. 이 효소법은 2004년 한국 젊은 성인을 대상으로 한 연구²⁵⁾에서 사용된 방법으로 분석 결과치에 대한 평균 편이 계수가 7.56 (최소값 1.32, 최대값 16.85)으로 신뢰도가 높았고, 우유 분석 시 다른 효소법을 이용한 Maeda 등²²⁾과 LC-ESI-IDMS을 이용한 Zeisel 등²⁴⁾의 실험 값과 유사한 값을 나타내었다.

이에 본 연구에서는 한국인이 주로 섭취하는 다소비, 다빈도 식품과 콜린 함량이 높은 식품류를 중심으로 choline oxidase에 의한 효소법³⁴⁾을 사용하여 한국인 상용 식품 내의 콜린 함량을 분석하였다.

재료 및 방법

시료 선정 및 전처리

분석 대상 식품의 선정은 2001년 국민건강영양조사 자료³⁵⁾를 이용하여 연령과 성에 따른 다소비, 다빈도 식품과 콜린이 많이 함유된 것으로 보고된³⁶⁾ 소고기, 돼지고기, 닭고기, 땅콩을 포함하여 총 185종으로 하였다. 이들을 식품성분표 (농촌진흥청, 6차 개정판)³⁷⁾의 식품군에 따라 분류한 후 식품 번호순으로 제시하였다.

대전 지역 대형 할인 매장인 월마트, 이마트 두 군데와 농협 하나로 마트에서 식품을 구입하였으며, 185종의 식품 중에서 29종의 식품은 신선한 야채와 어류의 경우는 원산지가 다른 식품을, 가공식품의 경우는 제조사가 다른 식품으로 최소 2개 이상의 식품을 구입하여 총 227개 식품을 분석하였다 (Table 1). 구입한 식품은 식품별로 각기 중량을 재고, 가식부분을 취하여 -70°C 의 deep freezer에서 얼린 후 냉동건조기로 옮겨 5일 이상 건조시키고 이들을 분말화하여 최종 정량 분석에 사용하였다.

콜린 함량 분석

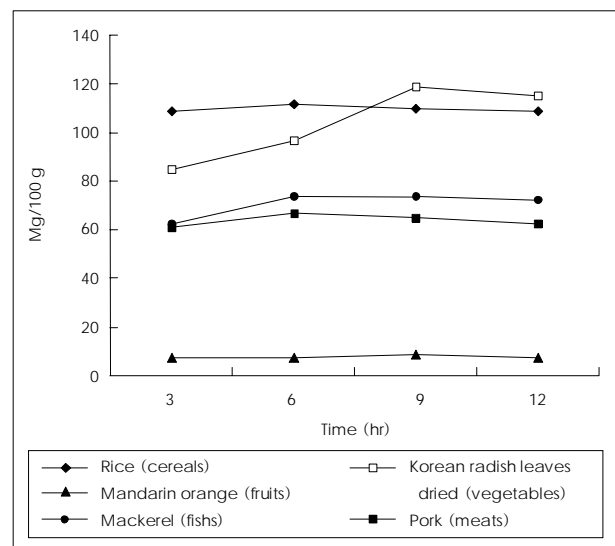
시료의 콜린 정량법은 2004년 한국 젊은 성인을 대상으로 한 연구²⁵⁾에서 사용된 효소법³⁴⁾으로 식품 시료에 PC (phosphatidylcholine)나 SM (sphingomyelin) 등 인지질 상태로 들어있는 choline을 phospholipase D를 사용하여 분리해 낸 후 콜린옥시다아제를 처리하여 시료 속의 콜린으로부터 생성되는 과산화수소를 퍼옥시다아제와 함께 4-aminoantipyrine 및 DAOS <3,5-dimethoxy-N-ethyl-N (2-hydroxy-3-sulfo-propyl)-sodium aniline>와 반응시켜 정량적으로 생성되는 청색색소의 흡광도를 비색 정량하여 분석하였다.³⁴⁾ 본 연구에서는 분석 대상 식품이 콜린 농

Table 1. The list of food with two or more origins or manufacturers

Food group	Food	N
Potatoes and starches	Sweet potatoes (raw)	1
Vegetables	Green pepper (raw), Dong Chi Mi, Korean cabbage Kimchi, Garlic (bulb, raw), Radish (Korean radish, root), Korean Chinese cabbage (raw), Lettuce (green), Spinach (raw), Crown daisy (raw), Onion (raw), Chwi NaMul (Wild plant, raw), Soybean sprout (raw), Welsh onion (large), Sweet pepper (green)	14
Fruits	Strawberry (raw)	1
Fishes and shellfishes	Little neck clam (raw)	1
Seaweeds	Laver (dried), Sea mustard (dried)	2
Milks and milk products	Cow's milk (whole milk), Cow's milk (processed milk, low fat), Cow's milk (strawberry flavored milk), Cow's milk (banana flavored milk), Cow's milk (chocolate milk), Yoghurt (liquid type), Yoghurt (curd type, strawberry)	7
Beverages	Green tea (dried, infusion), Coffee (powder, instant), Coffee (canned)	3
	Total	29

도를 모르는 상태이기 때문에 원 분석 시료의 농도를 포함하여, 2배, 4배, 8배의 총 4가지 농도로 희석하여 각기 최소 3번 반복 실험하고 경우에 따라 희석 배수를 재조정하였다. 식품 자체의 색을 보정하기 위해서 산분해한 후 효소 시약을 첨가하기 전의 시료의 흡광도를 측정하고 시료 내의 콜린이 시약의 효소 작용을 받아 반응물을 생성하여 정색반응을 일으킨 흡광도 결과로부터 감해증으로써 원 식품에 들어있는 색소에 의한 영향을 배제하였다. 또한 여러 종류의 식품으로부터 콜린을 분리해 내기 위해서는 Woolard 등³⁴⁾에서 지적한 바와 같이 식품의 화학적 조성과 물리적 구조에 따라 산분해 시간을 다르게 적용하는 것이 요구되는 바, 식품의 조직 특성을 고려하여 각 식품군별 대표식품을 선정하여 3시간, 6시간, 9시간으로 산분해시간을 증가시켜 산분해 시간에 따른 콜린 함량의 변화를 살펴본다. 그 결과 쌀 (곡류)은 3시간, 6시간, 9시간 처리 시에 100 g당 콜린 함량이 108.93 mg, 111.65 mg, 109.77 mg으로 6시간까지 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보였고, 돼지고기 (육류)도 60.98 mg, 66.69 mg, 65.03 mg으로 6시간에서 가장 콜린 함량이 높았으며, 또한 고등어 (어류)인 경우도 62.39 mg, 73.72 mg, 73.56 mg으로 비슷한 양상을 보였다. 이에 비해 무청시래기 (채소류)는 6시간에서 96.65 mg, 9시간에서 118.89 mg, 12시간에서 115.01 mg으로 9시간 처리 시에 콜린 함량이 높았으며, 굴 (과일류) 또한 7.14 mg, 8.56 mg, 7.32 mg으로 무청과 같이 9시간 처리 시에 높았다. 따라서 식품군에 따라 산분해 시간을 곡류와 어육류의 경우에는 6시간, 채소와 과일류는 9시간으로 하였고, 기타 식품군 (조미료, 당류, 음료 및 주류 등)들은 3시간 분해시간을 그대로 유지하였다 (Fig. 1).

콜린 분석 결과는 폐기부분을 제외한 가식부분 100 g당과 함께 1인 1회 함량 당으로 계산하였다. 1회 분량은 식품참고량 및 1회 분량 설정 연구결과³⁸⁾를 참고하였다.

**Fig. 1.** Comparison of choline contents change of some food groups by acid-incubation time.

결 과

한국 상용 식품의 콜린 함량 분석

곡류, 감자류 및 전분류, 당류 콜린 함량

곡류는 각 식품 100 g당 32.22~193.18 mg으로 식품 종류에 따라 콜린 함량의 큰 차이를 나타내었으며, 참쌀이 32.22 mg으로 가장 낮았고, 마늘빵이 193.18 mg로 가장 높았다. 그리고 쌀보리가 182.73 mg, 빵가루가 181.07 mg으로 콜린 함량이 높게 나타났다. 곡류에서는 1회 분량이 높아 식품 1회 분량당 콜린 함유량이 높은 경향을 나타내었으며, 이 중 강력분이 179.69 mg으로 가장 높았다. 감자류 중에서는 당면이 4.7 mg으로 100 g당 가장 낮았으며, 튀긴 감자칩이 162.63 mg으로 가장 높았다. 당류 중에서는 100 g당 물엿이 3.79 mg로 가장 낮았으며, 초코

렛이 41.16 mg으로 가장 높았다 (Table 2).

두류, 견과류 및 종실류, 채소류 콜린 함량

두류의 경우 식품 100 g당 두유가 24.65 mg으로 가장 낮았으며, 대두가 238.62 mg으로 가장 높았다. 두부는 대두 가공품으로 수분 함량이 높음에도 불구하고 100 g당 49.27 mg으로 높았다. 1회 분량으로 살펴보면, 흑태가 16.26 mg으로 가장 낮았으며, 두유가 49.31 mg으로 가장 높아 1회 분량에 따른 콜린 섭취량의 차이가 큼을 알 수 있었다. 견과류 및 종실류에서는 식품 100 g당 호두가 28.47 mg으로 가장 낮았으며, 땅콩이 166.01 mg으로 가장 높았다. 참깨, 잣이 각각 97.65 mg, 98.30 mg으로 호두를 제외한 식품에서 높은 콜린 함량을 보였다. 채소류의 콜린 함량은 각 식품 100 g당 녹색 피망의 1.49 mg부터 무청시래기 118.89 mg까지 다양한 범위를 나타내었다. 무청시래기 118.89 mg, 마늘 61.04 mg, 깻잎 54.68 mg, 꼬들배기김치 36.09 mg, 브로콜리 32.47 mg 등의 몇 품목을 제외하고 대부분의 채소류는 30 mg 이하의 낮은 콜린 함량을 나타내었다. 또한 같은 종류의 식품이라도 원산지에 따라 양파의 경우 1.45 mg과 7.58 mg, 무의 경우 2.59 mg와 10.40 mg으로 콜린 함량에 큰 차이를 보였다 (Table 3).

버섯류, 과일류, 육류, 난류의 콜린 함량

버섯류에서는 각 식품 100 g당 양송이버섯이 21.44 mg부터 팽이버섯 41.79 mg까지 종류에 따라 콜린 함량에 차이를 보였다. 과일류에서도 채소류와 같이 식품 100 g당 감 77.94 mg을 제외하고는 모두 20 mg 수준의 낮은 콜린 함량을 나타내었다. 육류의 식품 100 g당 콜린 함량은 46.13~427.16 mg으로 닭가슴살이 46.13 mg으로 가장 낮았으며, 소고기간은 427.16 mg으로 가장 높았다. 전반적으로 채소류와 과일류보다는 높은 콜린 함량을 보였다. 난류에서는 각 식품 100 g당 메추리알이 476.04 mg으로 달걀의 309.88 mg 보다 높았으며, 다른 식품에 비해 이들 난류의 콜린 함량이 높았다 (Table 4).

어류, 해조류 콜린 함량

어류에서는 100 g당 44.34~452.42 mg로 어류의 종류에 따라 함량이 다양하였다. 모시조개가 44.34 mg으로 가장 낮았고, 마른 오징어가 452.42 mg으로 가장 높았다. 전반적으로 44 mg 이상의 높은 콜린 함량을 보였다. 해조류의 식품 100 g당 콜린 함량은 파래가 2.46 mg으로 가장 낮은 콜린 수준을 보였으며, 김이 179.47 mg로 가장 높은 수준을 보였다.

해조류 건조제품인 다시마와 미역은 100 g당 76.70 mg

과 112.74 mg으로 높은 콜린 함량을 보였으나, 1회 분량을 기준으로 살펴보았을 때는 각각 1.53 mg, 2.26 mg으로 낮은 수준을 나타내었다 (Table 5).

Table 2. Choline contents of cereals, potatoes and starches and sugars and sweeteners

Food ¹⁾	Choline content (mg)		Serving size (g) ²⁾	N ³⁾
	per 100 g	per serving		
Cereals				
Wheat flour, hard, imported	179.69	179.69	100	1
Wheat flour, medium, imported	153.00	153.00	100	1
Wheat flour, soft, imported	145.81	145.81	100	1
Wheat product, bread crumbs	181.07	45.27	25	1
Noodles, dried	168.84	168.84	100	1
Ra myeon	131.98	158.37	120	1
Macaroni, dried	168.14	168.14	100	1
Udong, raw	56.99	85.49	150	1
French bread with garlic	193.18	135.23	70	1
Sandwich, fast food, fish	82.78	124.17	150	1
Sandwich, ham and cheese	60.10	152.68	150	1
Custard cream puffs	95.51	66.86	70	1
Loaf bread	111.27	77.89	70	1
Jam bread	83.78	58.65	70	1
Cake, whipping cream cake	85.20	59.64	70	1
Hamburger, regular	81.23	121.85	150	1
Barley, barley, polished grain	171.72	154.55	90	1
Barley, naked barley, polished	182.73	164.46	90	1
Cereals, almond flakes	53.24	15.97	30	1
Cereals, corn flakes	66.05	19.82	30	1
Rice, paddy rice, well-milled rice	111.65	100.49	90	1
Rice, glutinous rice, brown rice	90.26	81.24	90	1
Rice, glutinous rice, well polished	32.22	29.00	90	1
Cooked rice, well polished	41.69	87.55	210	1
Rice cakes, Ga Rae Tteok	64.73	64.73	100	1
Rice cakes, Paek Soel Gi	62.34	62.34	100	1
Glutinous rice flour	34.69	31.22	90	1
Glutinous millet	88.00	79.20	90	1
Potatoes and starches				
Potatoes, raw	11.97	15.57	130	1
Potatoes, potato chips, fried	162.63	65.05	40	1
Sweet potatoes, raw	21.98	28.57	130	2
Starch vermicelli, dried	4.70	0.94	20	1
Sugars and sweeteners				
Starch syrup	3.79	0.19	5	1
Sugars, white sugar	10.76	0.54	5	1
Chocolates, milk chocolate	41.16	12.35	30	1

1) Food Composition Table, 6th revision, National rural living science Institute, 2001²⁷⁾

2) Study of determination of reference amounts of food and serving size. Korea Health industry development institute, 2004³⁸⁾

3) Number of samples analyzed

Table 3. Choline contents of pulses, nuts and seeds and vegetables

Food ¹⁾	Choline content (mg)		Serving size (g) ²⁾	N ³⁾
	per 100 g	per serving		
Pulses				
Soybeans, black soybeans	162.63	16.26	10	1
Soybeans, yellow soybeans	238.62	23.86	10	1
Soybean curd, pressed	49.27	29.56	60	1
Soybean milk	24.65	49.31	200	1
Nuts and seeds				
Peanuts, dried	166.01	16.60	10	1
Pine nuts, dried	98.30	9.83	10	1
Sesame, white sesame, roasted	97.65	0.98	1	1
Walnuts, dried	28.47	2.85	10	1
Vegetables				
Green pepper, raw	9.52	0.19	2	2
Red pepper, leaves, raw	27.70	8.31	30	1
Chard, raw	8.64	2.59	30	1
Kimchi, mustard leaves	19.89	4.97	25	1
Kimchi, Go Deul Ppae Gi	36.09	9.02	25	1
Kimchi, Kkak Du ki	9.75	3.90	40	1
Kimchi, Na Bak kimchi'i	3.64	2.18	60	1
Kimchi, Dong Chi Mi	14.31	8.58	60	2
Kimchi, Korean cabbage	10.62	4.25	40	2
Kimchi, Yeol Mu	3.02	0.76	25	1
Kimchi, small radish	18.71	7.48	40	1
Perilla, leaves, raw	54.68	16.40	30	1
Carrot, root, raw	11.06	3.32	30	1
Garlic, bulb, raw	61.04	1.22	2	2
Radish, Korean radish, root ⁴⁾	6.50	1.95	30	2
Radish, Korean radish leaves, dried	118.89	17.83	15	1
Water dropwort, raw	8.14	2.44	30	1
Korean Chinese cabbage, raw	5.64	1.69	30	3
Broccoli, raw	32.47	9.74	30	1
Lettuce, red	15.72	4.72	30	1
Lettuce, green	10.14	3.04	30	2
Spinach, raw	29.09	4.37	30	2
Crown daisy, raw	12.75	3.82	30	2
Mallow	22.44	6.73	30	1
Cabbage, raw	15.18	4.55	30	1
Onion, raw ⁵⁾	4.51	1.35	30	2
Lotus root, raw	21.82	6.54	30	1
Cucumber, improved, raw	9.36	2.81	30	1
Cucumber, native, raw	5.90	1.77	30	1
Wild plant, Chwi NaMul, raw	13.78	4.14	30	2
Chicory, leaves, green	10.24	3.07	30	1
Kale	17.00	5.10	30	1
Soybean sprout, raw	29.00	8.70	30	2
Tomato, raw	4.16	6.24	150	1

Table 3. Continued

Food ¹⁾	Choline content (mg)		Serving size (g) ²⁾	N ³⁾
	per 100 g	per serving		
Welsh onion, large	8.44	0.17	2	2
Welsh onion, medium	15.23	0.30	2	1
Sweet pepper, green	1.49	0.45	30	2
Pumpkin, immature, raw	17.58	5.27	30	1

1) Food Composition Table, 6th revision, National rural living science Institute, 2001³⁷⁾

2) Study of determination of reference amounts of food and serving size. Korea Health industry development institute, 2004³⁸⁾

3) Number of samples analyzed

4) Mean content of choline of two different place of origin (A: 1.45 mg, B: 7.58 mg)

5) Mean content of choline of two different place of origin (A: 2.59 mg, B: 10.40 mg)

우유류, 유지류, 음료 및 주류 콜린 함량

우유류는 식품 100 g당 7.23~163.54 mg으로 종류에 따라 콜린 함량의 큰 차이를 보였다. 요구르트가 7.23 mg으로 가장 낮은 콜린 함량을 보였으며, 조제분유의 경우 발육 단계별 제품에 따라 100 g당 162.63 mg, 163.17 mg, 163.54 mg, 163.17 mg으로 콜린량에 큰 차이가 없었다. 아이스크림과 우유류는 9.69~20.07 mg로 낮은 콜린 수준을 나타내었다. 유지류에서는 콩기름과 옥수수기름의 경우 콜린이 전혀 검출되지 않았으나, 들기름에서는 100 g당 7.26 mg의 콜린이 검출되었다.

음료 및 주류에서는 콜린이 전혀 검출되지 않은 소주 (알콜 25%)에서부터 100 g당 함량인 22.6 mg인 막걸리까지 다양한 수준을 나타내었다. 막걸리 다음으로 인스턴트 커피 분말이 19.72 mg으로 콜린 함량이 높았고, 본 실험에서 탄산음료는 오렌지 소다에서 0.34 mg이 검출되었으며, 그 외 다른 종류에서는 콜린이 검출되지 않았다 (Table 6).

조미료류, 가공식품류 콜린 함량

조미료류에서는 식품 100 g당 전통 된장이 78.03 mg으로 가장 높았으며, 고춧가루, 소금, 조미료에서는 콜린이 검출되지 않았다. 가공 식품류에서는 자장소스가 20.02 mg의 콜린 함량을 나타냈다 (Table 7).

주요 콜린 식품 급원 목록

100 g당 콜린 함량이 높은 식품을 살펴보았을 때, 메추리알이 479.04 mg으로 가장 높았고, 다음으로 마른 오징어가 452.42 mg으로 높았으며, 소고기간 427.16 mg과 돼지고기간 424.92 mg, 참치통조림 414.44 mg, 중멸치 381.30 mg, 북어 378.88 mg, 잔멸치 341.73 mg, 달걀 309.88 mg, 큰멸치 290.46 mg, 닭고기간 259.38 mg,

Table 4. Choline contents of mushrooms, fruits, meats and eggs

Food ¹⁾	Choline content (mg)		Serving size (g) ²⁾	N ³⁾
	per 100 g	per serving		
Mushrooms				
Oyster mushroom, raw	26.00	7.80	30	1
Agaricus bisporos, raw	21.44	6.43	30	1
Winter fungus, raw	41.79	12.54	30	1
Lentinus edodes, wet form, raw	39.39	11.82	30	1
Fruits				
Persimmon, hard	77.94	116.91	150	1
Citrus fruit, satsuma mandarin, raw, normal ripening	8.56	12.84	150	1
Strawberry, raw	4.68	7.02	150	2
Banana, raw	11.60	17.39	150	1
Pear, raw	10.17	15.26	150	1
Peach, raw, white	6.52	9.78	150	1
Peach, raw, yellow	9.22	13.84	150	1
Apple, raw, fuji	3.99	5.98	150	1
Watermelon, raw, red pulp	8.73	13.09	150	1
Orange, raw	8.83	13.25	150	1
Melon, raw	15.99	23.98	150	1
Pineapple, raw	8.82	13.23	150	1
Grape, campbell's early	11.18	16.78	150	1
Meats				
Chicken, breast, lean only, raw	46.13	27.68	60	1
Chicken, leg, lean only, raw	56.23	33.74	60	1
Chicken, edible viscera, liver, raw	259.38	115.63	60	1
Pork, ribs, raw	83.98	50.39	60	1
Pork, ham, raw	66.69	40.02	60	1
Pork, belly	55.12	33.07	60	1
Pork, edible viscera, liver, raw	424.92	254.95	60	1
Pork products, ham	44.88	13.46	30	1
Beef, ribs, raw	65.95	39.57	60	1
Beef, Korean beef cattle, loin, raw	57.73	34.64	60	1
Beef, Korean beef cattle, plate, raw	69.22	41.53	60	1
Beef, edible viscera, liver, raw	427.16	256.30	60	1
Eggs				
Hen's egg, whole egg, fresh	309.88	154.94	50	1
Quail's egg, fresh	476.04	238.02	50	1

1) Food Composition Table, 6th revision, National rural living science Institute, 2001³⁷⁾
 2) Study of determination of reference amounts of food and serving size. Korea Health industry development institute, 2004³⁸⁾
 3) Number of samples analyzed

대두 238.62 mg, 마늘빵 193.18 mg, 쌀보리 182.73 mg 순으로 건조어류와 어류 가공품, 간류, 난류, 두류의 콜린 함량이 높았다 (Table 8).

Table 5. Choline contents of fishes and shellfishes and seaweeds

Food ¹⁾	Choline content (mg)		Serving size (g) ²⁾	N ³⁾
	per 100 g	per serving		
Fishes and shellfishes				
Hair tail, raw	54.62	27.31	50	1
Mackerel, raw	73.72	36.86	50	1
Pacific saury, raw	98.03	49.01	50	1
Tuna, bluefin tuna, canned in oil	414.44	124.33	30	1
Anchovy, boiled and dried, large anchovy	290.46	43.57	15	1
Anchovy, boiled and dried, medium anchovy	381.30	57.20	15	1
Anchovy, boiled and dried, anchovy larvae	341.73	51.26	15	1
Alaska pollack, dried, mature	378.88	56.83	15	1
Alaska pollack, raw	78.60	39.30	50	1
Eel, eel, raw	62.06	31.03	50	1
Yellow croaker, raw	71.73	35.87	50	1
Yellow croaker, salt-cured and dried	87.65	43.83	50	1
File fish, fillet, dried	122.10	18.31	15	1
Fish pase, crab flavored	55.45	16.63	30	1
Fish paste, fried	72.62	21.79	30	1
Oyster, raw	92.31	36.93	40	1
Little neck clam, raw	44.34	17.74	40	2
Crab, blue crab, raw	87.89	35.16	40	1
Shrimp, Siba shrimp, raw	99.41	39.76	40	1
Common squid, raw	100.28	40.11	40	1
Common squid, dried	452.42	67.86	15	1
Seaweeds				
Laver, dried	179.47	3.59	2	2
Sea tangle, dried	76.70	1.53	2	1
Sea mustard, raw, cultivated	11.53	3.46	30	1
Sea mustard, dried ⁴⁾	112.74	2.26	2	2
Sea lettuce, raw, green confertii	2.46	0.74	30	1

1) Food Composition Table, 6th revision, National rural living science Institute, 2001³⁷⁾
 2) Study of determination of reference amounts of food and serving size. Korea Health industry development institute, 2004³⁸⁾
 3) Number of samples analyzed
 4) Mean content of choline of two different place of origin (A: 150.03 mg. B: 75.44 mg)

1회 분량 당 콜린 함량을 비교해 본 결과 소고기기간에서 가장 많은 콜린량 256.30 mg이 나타났으며, 그 다음으로 돼지고기기간 254.95 mg, 메추리알 238.02 mg, 밀가루 강력분 179.69 mg, 국수 168.84 mg, 마카로니 168.14 mg, 쌀보리 164.46 mg, 라면 158.37 mg, 달걀 154.94 mg, 걸보리 154.55 mg으로 높았다. 난류, 간류와 함께 곡류가 serving size가 커서 1회 분량 당 콜린 함량이 높게 검출되었다 (Table 9).

Table 6. Choline contents of milk and milk products, oils and fats & beverages

Food ¹⁾	Choline content (mg)		Serving size (g) ²⁾	N ³⁾
	per 100 g	per serving		
Milks and milk products				
Milk powders, Modified, 1st step	162.63	40.66	25	1
Milk powders, Modified, 2st step	163.17	40.79	25	1
Milk powders, Modified, 3st step	163.54	40.88	25	1
Milk powders, Modified, 4st step	163.17	40.79	25	1
Cow's milk, whole milk	13.95	27.89	200	5
Cow's milk, processed milk, low fat	16.11	32.21	200	2
Cow's milk, high calcium milk	15.38	30.77	200	1
Cow's milk, strawberry flavored milk	14.55	29.09	200	3
Cow's milk, banana flavored milk	13.96	27.92	200	2
Cow's milk, chocolate milk	12.55	25.10	200	3
Cow's milk, coffee milk	9.69	19.38	200	1
Ice cream, strawberry	17.87	17.87	100	1
Ice cream, vanilla	17.28	17.28	100	1
Ice cream, chocolate	20.07	20.07	100	1
Yoghurt, liquid type	7.23	10.85	150	7
Yoghurt, curd type, strawberry	18.46	20.31	110	3
Cheese, Mozzarella	13.68	2.74	20	1
Cheese, cheddar	28.50	5.70	20	1
Oils and fats				
Perilla seed oil	7.26	0.36	5	1
Corn oil	0.00	0.00	5	1
Sesame seed oil	1.85	0.09	5	1
Soybean oil	0.00	0.00	5	1
Beverages				
Carbonated beverages, fruit, with sugar 12.3 g, orange soda	0.34	0.67	200	1
Carbonated beverages, fruit, with sugar 12.3 g, grape soda	ND ⁴⁾	ND	200	1
Carbonated beverages, clear soda pop	ND	ND	200	1
Carbonated beverages, coke	ND	ND	200	1
Tak ju (Korean turbid rice liquor), alcohol 6%	22.60	45.20	200	1
Beer alcohol 4.5%, imitation type alcohol 4.5%	ND	ND	200	1
So Ju, mild (distilled liquor), alcohol 25%	ND	ND	45	1
Green tea, dried, infusion	0.04	0.04	100	2
Citron tea	0.08	0.01	8	1
Coffee, powder, instant	19.72	1.58	8	3
Coffee, canned	4.00	4.00	100	3
Black tea, canned	ND	ND	100	1

1) Food Composition Table, 6th revision, National rural living science Institute, 2001³⁷⁾

2) Study of determination of reference amounts of food and serving size. Korea Health industry development institute, 2004³⁸⁾

3) Number of samples analyzed

4) Not detected

Table 7. Choline contents of seasonings and prepared foods

Food ¹⁾	Choline content (mg)		Serving size (g) ²⁾	N ³⁾
	per 100 g	per serving		
Seasonings				
Soy sauce, shoyu (Japanese soy style)	25.09	2.51	10	1
Soy sauce, Kan Jang (Korean soy style)	9.21	0.92	10	1
Red pepper powder	ND ⁴⁾	ND	1	1
Go Chu Jang, fermented red pepper paste, improved	49.45	4.95	10	1
Sesame, roasted and ground	75.16	0.75	1	1
Doen Jang, Soybean paste, traditional soybean paste	78.03	7.80	10	1
Seasoning powder, beef ext	19.19	0.19	1	1
Salt, table salt	ND	ND	1	1
Worcester sauces	14.00	1.40	10	1
97.5% M.S.G. & 2.5% nucleic acid	ND	ND	1	1
Tomato ketchup	16.66	1.67	10	1
Pepper, black pepper	25.11	0.25	1	1
Prepared foods				
Ja Jang, retort pouched	20.02	2.00	10	1

1) Food Composition Table, 6th revision, National rural living science Institute, 2001³⁷⁾

2) Study of determination of reference amounts of food and serving size. Korea Health industry development institute, 2004³⁸⁾

3) Number of samples analyzed

4) Not detected

고 찰

본 연구는 한국 상용 식품의 콜린 함량을 분석하기 위하여 실시되었다. 각 식품군에 따른 콜린 함량을 살펴보면, 곡류의 경우 강력분, 중력분, 박력분이 각각 179.69 mg, 153.00 mg, 145.81 mg으로 밀가루가 전반적으로 콜린 함량이 높았으며, LC-ESI-IDMS를 이용한 Zeisel 등²⁴⁾의 결과에서는 밀가루가 10.4 mg으로 매우 낮은 콜린 함량을 나타냄에 비해 화학미생물법을 이용한 McIntire 등²⁰⁾에서는 52 mg, 전기 화학적 검출기 HPLC법을 이용한 Matsuzawa 등²¹⁾ 연구에서는 117 mg으로 나타나 분석방법에 따라 결과의 차이가 큼을 알 수 있었다. 쌀밥의 경우, 본 연구에서는 41.69 mg이었으나, Zeisel 등²⁴⁾에 의하면 2.0 mg을 나타내어 본 연구 결과가 Zeisel 등²⁴⁾에 비해 20배 가량 높은 수치를 보였다. 쌀밥을 주식으로 하는 우리나라의 경우에 Zeisel의 결과를 사용하여 1인 총 콜린 섭취량을 계산하면 매우 낮아질 가능성을 나타내었다. 그러나, 다른 분석방법인 전기 화학적 검출기를 이용한 HPLC법에 의한 Matsuzawa 등²¹⁾의 결과에서는 47 mg으로 본 결과와 비슷한 수치가 나타나 분석방법에 따라 결과에 차이가 있음

Table 8. Major food sources of choline per 100 g of food

Rank	Food ¹⁾	Choline content (mg) per 100 g
1	Quail's egg, fresh	476.04
2	Common squid, dried	452.42
3	Beef, edible viscera, liver, raw	427.16
4	Pork, edible viscera, liver, raw	424.92
5	Tuna, bluefin tuna, canned in oil	414.44
6	Anchovy, boiled and dried, medium anchovy	381.30
7	Alaska pollack, dried, mature	378.88
8	Anchovy, boiled and dried, anchovy larvae	341.73
9	Hen's egg, whole egg, fresh	309.88
10	Anchovy, boiled and dried, large anchovy	290.46
11	Chicken, edible viscera, liver, raw	259.38
12	Soybeans, yellow soybeans	238.62
13	French bread with garlic	193.18
14	Barley, naked barley, polished	182.73
15	Wheat product, bread crumbs	181.07
16	Wheat flour, hard, imported	179.69
17	Laver, dried	179.47
18	Barley, barley, polished grain	171.72
19	Noodles, dried	168.84
20	Macaroni, dried	168.14
21	Peanuts, dried	166.01
22	Milk powders, Modified, 3st step	163.54
23	Milk powders, Modified, 2st step	163.17
24	Milk powders, Modified, 4st step	163.17
25	Potatoes, potatochips, fried	162.63
26	Soybeans, black soybeans	162.63
27	Milk powders, modified, 1st step	162.63
28	Wheat flour, medium, imported	153.00
29	Wheat flour, soft, imported	145.81
30	Ra myeon	131.98

1) Food Composition Table, 6th revision, National rural living science Institute, 2001³⁷⁾

을 알 수 있었다. 쌀에서도 같은 경향을 나타내어 본 연구에서는 111.65 mg, Matsuzawa 등²¹⁾에 의하면 96 mg으로 큰 차이를 보이지 않았다. 감자류 중에서는 생감자의 경우 본 연구에서는 11.97 mg, Zeisel 등²⁴⁾에 의하면 11.0 mg로 유사한 값을 보였다. 생고구마의 콜린 함량은 본 연구에서는 21.98 mg이었으나, McIntire 등²⁰⁾에서는 35.0 mg으로 분석되어 본 결과에 비해 높았다. 당류 중에서는 초코렛의 경우 100 g당 본 연구에서는 41.16 mg, Zeisel 등²⁴⁾에서는 제과용 무가미 초코렛이 45.7 mg으로 나타나 가공처리에 따라 또한 분석방법에 따라 큰 차이를 보이지 않았다 (Table 2, 10).

Table 9. Major food source of choline per serving

Rank	Food ¹⁾	Choline content (mg) per serving	Serving size (g) ²⁾
1	Beef, edible viscera, liver, raw	256.30	60
2	Pork, edible viscera, liver, raw	254.95	60
3	Quail's egg, fresh	238.02	50
4	Wheat flour, hard, imported	179.69	100
5	Noodles, dried	168.84	100
6	Macaroni, dried	168.14	100
7	Barley, naked barley, polished	164.46	90
8	Ra myeon	158.37	120
9	Hen's egg, whole egg, fresh	154.94	50
10	Barley, barley, polished grain	154.55	90
11	Wheat flour, medium, imported	153.00	100
12	Sandwich, ham and cheese	152.68	150
13	Wheat flour, soft, imported	145.81	100
14	French bread with garlic	135.23	70
15	Tuna, bluefin tuna, canned in oil	124.33	30
16	Sandwich, fast food, fish	124.17	150
17	Hamburger, regular	121.85	150
18	Persimmon, hard	116.91	150
19	Chicken, edible viscera, liver, raw	115.63	60
20	Udong, boiled	113.34	300
21	Rice, paddy rice, well-milled rice	100.49	90
22	Udong, raw	85.49	150
23	Rice, glutinous rice, brown rice	81.24	90
24	Glutinous millet	79.20	90
25	Loaf bread	77.89	70
26	Common squid, dried	67.86	15
27	Custard cream puffs	66.86	70
28	Potatoes, potatochips, fried	65.05	40
29	Rice cakes, Ga Rae Tteok	64.73	100
30	Rice cakes, Paek Soel Gi	62.34	100

1) Food Composition Table, 6th revision, National rural living science Institute, 2001³⁷⁾

2) Study of determination of reference amounts of food and serving size. Korea Health industry development institute, 2004³⁸⁾

두류의 경우 식품 100 g당 살펴보면, 대두는 본 연구에서는 238.62 mg을 나타내어 Matsuzawa 등²¹⁾ 결과인 205 mg과 약간의 분석치의 차이를 보였으나, 모두 높은 함량을 나타내었으며, 두유의 경우는 본 결과에서는 24.65 mg, Zeisel 등²⁴⁾의하면 23.5 mg으로 차이를 거의 보이지 않았다. 100 g당으로 비교해보았을 때 두부에 비해 높은 함량을 보인 대두가 1회 분량으로 살펴보았을 때는 대두 23.86 mg, 두부 29.56 mg으로 오히려 두부보다 낮은 콜린수치를 보여 1회 분량에 따라 섭취량에 큰 차이를 보일 수 있음을 알 수 있었다. 견과류 및 종실류의 콜린 함량을 살펴보면 땅콩은 본 연구에서는 166.01 mg으로 Engel 등¹⁹⁾

Table 10. The comparison of choline content of foods showing difference between Zeisel and this study

NDB No ¹⁾	Food	Choline content (mg/100 g)	
		Zeisel [†]	This study
20045	Rice, white, long-grain, regular, cooked	2.0	41.69
20081	Wheat flour, white, all-purpose, enriched, bleached	10.4	153.00
16087	Peanuts, all types, raw	52.5	166.01
11090	Broccoli, raw	18.7	32.47
11109	Cabbage, raw	10.6	15.18
11257	Lettuce, red leaf, raw	11.8	15.72
11282	Onions, raw	6.2	4.51
11529	Tomatoes, red, ripe, raw, year round average	6.7	4.16
09003	Apples, raw, with skin	3.4	3.99
09040	Bananas, raw	9.7	11.6
09112	Grapefruit, raw, pink and red, all areas	7.6	11.18
09236	Peaches, raw	2.6	6.52
09252	Pears, raw	5.1	10.17
09429	Pineapple, raw, traditional varieties	5.4	8.82
09316	Strawberries, raw	5.7	4.68
09326	Watermelon, raw	4.1	8.73
13325	Beef, variety meats and by-products, liver, raw	333.2	427.16
05027	Chicken, liver, all classes, raw	194.5	259.38
01123	Egg, whole, raw, fresh	251.0	309.88
15141	Crustaceans, crab, blue, canned	33.5	87.89
01009	Cheese, cheddar	16.5	28.50
19095	Ice creams, vanilla	26.0	17.28
14003	Alcoholic beverage, beer, regular	9.9	ND ²⁾
14400	Carbonated beverage, cola, contains caffeine	0.3	ND
14150	Carbonated beverage, orange	0.6	0.34

1) A five digit numerical code used in the USDA Nutrient Database for Standard Reference (SR)

2) Not detected

†: from the reference²⁴⁾ of Zeisel et al

157 mg와 비슷한 수준을 나타내었으나, Zeisel 등²⁴⁾의 52.5 mg와는 차이를 보였다. 그러나 호두의 경우는 본 결과에서는 28.47 mg, Zeisel 등²⁴⁾의 결과에서는 32.1 mg로 비슷한 수치를 나타내었다. 채소류의 콜린 함량은 각 식품 100 g당 본 연구 분석치보다 Zeisel 등²⁴⁾의 분석치가 낮은 채소로는 브로콜리, 적상추, 양배추이었으며, 비슷한 수준을 보인 품목은 오이이었고, Zeisel 등²⁴⁾의 연구결과치가 본 결과보다 더 높은 품목은 양파, 토마토이었다. 결과적으로 볼 때 오이를 제외한 채소류의 콜린 함량이 품종과 분석방법에 따라 1.5배에서 2배 이상까지 차이가 남을 알 수 있었다 (Table 10).

버섯류에서는 각 식품 100 g당 콜린 함량이 20 mg 이상으로 채소류보다는 전반적으로 다소 높은 콜린 함량을 나타내었다 (Table 4). 과일류에서 식품 100 g당 콜린 함량을 Zeisel 등²⁴⁾의 결과와 비교해 보면 딸기, 바나나, 배, 복숭아, 사과, 수박, 오렌지, 파인애플, 포도의 본 연구의 결과가 대부분 Zeisel 등의 결과에 비해 약간 높았으며, 특히 배, 수박, 파인애플, 포도, 복숭아 등은 1.5~2.5배 정도 차이가 났다. 이 모든 차이는 5 mg 이내의 차이에 머물렀다. 육류에서는 식품 100 g당 소고기 427.16 mg, 돼지고기 424.92 mg, 닭고기 259.38 mg으로 간의 콜린 함량이 매우 높았다. 닭고기간의 경우 본 연구에서는 259.38 mg을 나타내었으나, Zeisel 등²⁴⁾에 의하면 194.5 mg를 나타내어 다소 차이를 보였다. 소고기간의 경우 또한 본 연구에서 427.16 mg, Engel 등¹⁹⁾의 결과에서는 630 mg, Me-Intire 등²⁰⁾에서는 470~570 mg, Zeisel 등²⁴⁾에서는 333.2 mg으로 분석방법에 따라 콜린 함량에 차이를 보였다. 난류의 경우 달걀에서 100 g당 본 연구에서는 309.88 mg, Zeisel 등²⁴⁾에서는 251.00 mg의 수치를 보여 수치의 차이는 있으나, 모두 높은 콜린 함량을 보여 난류가 콜린의 주요 공급원이 될 수 있음을 알 수 있었다 (Table 4, 10).

어류의 100 g당 콜린 함량은 계의 경우 본 연구에서는 87.89 mg, Zeisel 등²⁴⁾의 캔 제품에서 33.5 mg을 나타내어 가공과정이나 분석방법에 따라 콜린 함량에 차이가 남을 알 수 있었다 (Table 5, 10). 이 중에서는 마른 오징어가 452.42 mg으로 100 g당 콜린 함량이 가장 높았으나, 1회 분량 당으로 보았을 경우는 방어포가 137.17 mg, 마른 오징어가 67.86 mg으로 방어포가 오히려 더 높아 100 g당 콜린 함량만이 아니라 1회 분량 당 콜린 함량으로도 비교해 보는 것이 실제 생활에서는 더 필요할 수도 있음을 알 수 있었다. 해조류의 식품 100 g당 콜린 함량은 미역의 경우 종류에 따라 150.03 mg과 75.44 mg으로 2배의 함량 차이를 보여 원산지나 품종에 따른 차이가 있음을 알 수 있었다. 수분 함량이 많은 생파래와 물미역도 각각 2.46 mg, 11.53 mg으로 낮은 콜린 함량을 보였다 (Table 5).

우유류의 콜린 함량은 식품 100 g당 일반 우유와 저지방 우유가 각기 본 연구에서는 각각 13.95 mg, 16.11 mg, Zeisel 등²⁴⁾에서는 14.2 mg, 16.4 mg으로 모두 일반우유에 비해 저지방우유에서 콜린 함량이 다소 높았으며, 본 결과와 Zeisel 등²⁴⁾의 결과 간에 유사한 결과를 나타내었다. 이에 비해, 유가공식품인 바닐라아이스크림의 경우는 본 연구에서는 17.28 mg, Zeisel 등²⁴⁾에서는 26 mg, 초코렛 아이스크림은 각기 20.07 mg, 22.4 mg으로 첨가물 질에 따라 콜린 함량에 차이를 보였으며, 모짜렐라 치즈는

13.68 mg, 14.1 mg, 체다치즈는 28.5 mg, 16.5 mg으로 국가별, 가공처리별, 분석방법별로 다소 분석결과치의 차이를 보였다. 대부분의 유지류에서는 10 mg 미만의 낮은 콜린 함량을 보였다. 음료 및 주류에서 살펴보면, 인스턴트 커피(분말)가 19.72 mg, 캔커피가 4.00 mg으로 100 g 당 콜린 함량이 분말형태의 커피가 캔커피보다 5배 정도 높아 콜린 함량의 차이가 컸으나, 1회 분량 당 콜린 함량은 인스턴트 커피(분말)가 1.58 mg, 캔커피가 4.00 mg으로 캔커피가 분말형태의 커피보다 오히려 콜린 함량이 높았다. 탄산음료 오렌지소다의 경우 본 연구 결과에서는 0.34 mg, Zeisel 등²⁴⁾에서는 0.6 mg으로 미량의 콜린이 검출되었다.

그러나 콜라의 경우, 본 연구 결과에서는 콜린이 검출되지 않았으나, Zeisel 등²⁴⁾에서는 0.3 mg으로 콜린이 다소나마 검출되었으며, 또한 맥주에서도 콜라와 마찬가지로 본 연구에서는 콜린이 검출되지 않았으나, Zeisel 등²⁴⁾에서는 9.9 mg의 콜린이 검출되었다 (Table 6, 10).

조미료류에서는 고춧가루, 소금, 조미료에서는 콜린이 검출되지 않았으며, 가공 식품류의 콜린 함량은 자장소스가 비교적 가장 낮은 콜린 함량을 나타냈다 (Table 7).

100 g당 콜린 함량이 높은 식품 순서로 살펴보았을 때, 메추리알, 마른 오징어, 소고기간, 돼지고기간, 참치통조림, 중멸치, 북어, 잔멸치, 달걀, 큰 멸치, 닭고기간, 대두 순으로 콜린 함량이 높아 건조어류, 어류 가공품, 동물의 간, 난류, 두류가 고 콜린 식품으로 분류될 수 있겠고, 그 뒤를 이어 마늘빵, 쌀보리가 고 콜린 식품으로 나타나 곡류도 상당한 콜린 공급원인 것으로 나타났다 (Table 8).

1회 분량 당 콜린 함량을 비교해 본 결과 소고기간, 돼지고기간, 메추리알, 밀가루 강력분, 국수, 마카로니, 쌀보리, 라면, 달걀, 걸보리 순으로 나타나 간과 난류, 곡류가 콜린의 주요 공급원임을 재차 확인할 수 있었으며, 주요한 콜린 공급원 10가지에 간류가 2가지, 난류 2가지, 곡류군이 6가지가 포함되어 간을 포함하는 어육류군과 난류와 함께 곡류가 콜린의 주요 공급원임을 알 수 있었다 (Table 9).

이와 같이 효소법³⁴⁾에 의한 결과가 Zeisel 등²⁴⁾에서 LC-ESI-IDMS을 사용하여 분석한 수치와 비교할 때 다른 식품군에서는 대체로 비슷한 수준을 보였으나, 쌀이나 밀가루의 콜린 함량에서 큰 차이를 보여 앞으로 이에 대한 확인이 이루어져야 할 것으로 사료된다 (Table 2, 10). 또한 나라마다 상용 식품의 종류와 품종이 다르므로 콜린 섭취 상태의 정확한 연구를 위해서 계속적으로 여러 가지 식품의 콜린 함량 분석을 통해 완전한 콜린 database의 구축이 요구된다.

요 약

본 연구는 한국인 상용 식품의 콜린 함량을 분석하기 위하여 2001년도 국민건강영양조사의 다소비 식품과 다빈도 식품 185종에 대하여 choline oxidase 효소법을 사용하여 식품의 총 콜린함량을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

식품 100 g당 총 콜린 함량이 높은 식품은 메추리알 476.04 mg, 마른 오징어가 452.42 mg, 소고기간 427.16 mg, 돼지고기간 424.92 mg, 참치통조림 414.44 mg, 멸치 381.30 mg, 북어 378.88 mg, 달걀 309.88 mg, 닭고기간 259.38 mg, 대두 238.62 mg로 건조어류, 동물의 간, 난류와 두류가 고콜린 식품으로 분류될 수 있겠고, 그 뒤를 이어 마늘빵이 193.18 mg, 쌀보리가 182.73 mg으로 곡류도 상당한 콜린 공급원인 것으로 나타났다. 채소류와 과일류에서 낮은 콜린 함량을 보였으며, 또한 유자차, 녹차에서도 1 mg 이하의 낮은 콜린 함량을 보였다. 고춧가루, 맥주, 소주, 콩기름, 옥수수 기름 등에서는 콜린이 검출되지 않았다. 채소류, 과일류, 조미료류와 식물성 유지류가 저 콜린 식품임을 알 수 있었다.

이상의 결과에서 볼 때 건조어류, 어류 가공품과 간, 난류, 두류, 곡류가 고콜린군 식품이며, 식물성 식품에서는 두류와 곡류 및 그 체품이, 동물성 식품에서는 어패류, 난류, 육류가 콜린의 주요 공급원임을 알 수 있었다. 앞으로 Zeisel의 결과에 비해 크게 상이한 결과를 보인 쌀이나 밀가루 등 일부 식품에 대한 보다 정확한 분석절차에 대한 연구가 뒤따라야 하리라고 본다.

Literature cited

- 1) Zeisel SH, Blusztajn JK. Choline and human nutrition. *Annu Rev Nutr* 1994; 14: 269-296
- 2) Finkelstein JD, Harris BJ, Kyle WE. Methionine metabolism in mammals: kinetic study of betaine-homocystein methyltransferase. *Arch Biochem Biophys* 1972; 153: 320-324
- 3) Millian NS, Garrow TA. Human betaine-homocysteine methyltransferase is a zinc metalloenzyme. *Arch Biochem Biophys* 1998; 356: 93-98
- 4) Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Folate, Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline, Vol.1. National Academy Press, Washington, DC; 1998
- 5) Buchman AL, Dubin M, Moukarzel A, Jenden D, Moukarzel A, Roch MH, Rice K, Gorbein J, Ament ME, Eckhart CD. Lecithin increases plasma free choline and decreases hepatic steatosis in

- long-term total parenteral nutrition patients. *Gastroenterology* 1992; 102: 1363-1370
- 6) Buchman AL, Dubin M, Jenden D, Roch MH, Rice K, Gornbein J, Ament M. Choline deficiency: a cause of hepatic steatosis during parenteral nutrition that can be reversed with intravenous choline supplementation. *Hepatology* 1995; 22: 1399-1403
 - 7) Buchman AL, Moukarzel A, Jenden D, Roch MH, Rice K, Ament ME. Low plasma free choline is prevalent in patients receiving long-term parenteral nutrition and is associated with hepatic aminotransferase abnormalities. *Clin Nutr* 1993; 12: 33-37
 - 8) Chawla RK, Wolf DC, Kutner MH, Bonkovsky HL. Choline may be an essential nutrient in malnourished patients with cirrhosis. *Gastroenterology* 1989; 97: 1514-1520
 - 9) Shapira G, Chawia RK, Berry CJ, Williams PJ, Roy RGB, Rudman D. Cystein, tyrosine, choline and carnitine supplementation of patients on total parenteral nutrition. *Nutr Int* 1986; 2: 334-339
 - 10) Newberne PM, Rogers AE. Labile methyl groups and the promotion of cancer. *Annu Rev Nutr* 1986; 6: 407-432
 - 11) Fairbanks BW, Krider JL. Significance of B vitamins in swine nutrition. *N Am Vet* 1945; 26: 18-23
 - 12) Zeisel SH, Dacosta KA, Franklin PD, Alexander EA, Lamont JT, Sheard NF, Beiser A. Choline, an essential nutrient for humans. *FASEB J* 1991; 5: 2093-2098
 - 13) Mason JB, Levesque T. Folate: effects on carcinogenesis and the potential for cancer chemoprevention. *Oncology* 1996; 10: 1727-1743
 - 14) Voutilainen S, Rissanen TH, Virtanen J, Lakka TA, Salonen JT. Low dietary folate intake is associated with excess incidence of acute coronary event: The Kuopio Ischemic Heart Disease Risk Factor Study. *Circulation* 2001; 103: 2674-2680
 - 15) LSRO/FASEB (Life Sciences Research Office/Federation of American Societies for Experimental Biology). Effects of Consumption of Choline and Lecithin on Neurological and Cardiovascular Systems. Report # PB-82-133257. Bethesda, MD: LSRO/FASEB; 1981
 - 16) Al-Waiz M, Ayesh R, Mitchell SC, Idle JR, Smith RL. Trimethylaminuria (fish-odour syndrome): a study of an affected family. *Clin Sci (Lond.)* 1988; 4: 231-236
 - 17) Al-Waiz M, Ayesh R, Mitchell S C, Idle JR, Smith RL. Trimethylaminuria: the detection of carriers using a trimethylamine load test. *J Inher Metab Dis* 1989; 2: 80-85
 - 18) McConnell HW, Mitchell SC, Smith RL, Brewster M. Trimethylaminuria associated with seizures and behavioural disturbance: a case report. *Seizuer* 1997; 6: 317-321
 - 19) Engel RW. The choline content of animal and plant products. *J Nutr* 1942; 25: 441-446
 - 20) Melntire JM, Schweigert BS, Elvehjem CA. The choline and pyridoxine content of meats. *J Nutr* 1944; 28: 219-223
 - 21) Matsuzawa M, Kawai H. Determination of choline in spices and beans by HPLC with an electrochemical detector. *Japan Food Hygiene J* 1996; 37 (2): 72-76
 - 22) Maeda T, Okano C, Miyake A, Sawa J. Determination of choline on milk and dairy products by enzymatic method. *Japan Food Hygiene J* 1993; 34 (1): 32-37
 - 23) Zeisel SH. Concentration of choline-containing compounds and betaine in common foods. *J Nutr* 2003; 133: 1302-1307
 - 24) Zeisel SH, Dacosta KA, Mar MH. Nutrient data laboratory agricultural research service U.S. department of agriculture. USDA database for the choline content of common foods; 2008
 - 25) Chung YJ, Cho HJ, Na JS. Dietary choline intake of Korean young adults. *Korean J Nutr* 2004; 37 (1): 61-67
 - 26) Jeong HO, Kim CI, Lee HS, Chung YJ. Estimation of dietary choline intake of Korean by gender, age and region. *Korean J Nutr* 2005; 38 (4): 320-326
 - 27) Na JS. Estimated dietary choline intake of Korean adolescents and the factors related with their choline intake [a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Food and nutrition conferred], Chungnam: Chungnam National University; 2004
 - 28) Zeisel SH, Char D, Sheard NF. Choline, phosphatidylcholine and sphingomyelin in human and bovine milk and infant formulas. *J Nutr* 1986; 116: 50-58
 - 29) Zeisel SH, Dacosta KA. Choline determination using gas chromatography-mass spectrometry. *J Nutr Biochem* 1990; 1: 55-59
 - 30) Zeisel SH. Choline and phosphatidylcholine. Modern nutrition in health and disease. Maurice ES, James AO, Moshe S. editors. Philadelphia: Lea & Febiger; 1999. p.513-523
 - 31) Masao A, Takako M, Takashi K, Kannosuke F, Katsunobu Y. Determination of acetylcholine and choline in rat brain tissue by liquid chromatography/electrochemistry using an immobilized enzyme post column reactor. *J Liquid Chromatography* 1986; 9 (1): 199-215
 - 32) Lima JLFC, Delerue-Matos C, Vaz MCVF. Enzymatic determination of choline in milk using a FIA system with potentiometric detection. *Analyst* 2000; 125: 1281-1284
 - 33) Koc H, Mar MH, Ranasinghe A, Swenberg JA, Zeisel SH. Quantitation of choline and its metabolites in tissues and foods by liquid chromatography/electrospray ionization-isotope dilution mass spectrometry. *Anal Chem* 2002; 74: 4737-4740
 - 34) Wollars DC, Indyk HE. Determination of choline in milk and infant formulas by enzymatic analysis: Collaborative study. *J AOAC International* 2000; 83 (1): 131-138
 - 35) Korean National Health and Nutrition Survey. The Ministry of Health and Welfare of Korea; 2001
 - 36) Zeisel SH, Growdon JH, Wurtman RJ, Magil SG, Logue M. Normal plasma choline responses to ingested lecithin. *Neurology* 1980; 30: 1226-1229
 - 37) Food Composition Table 6th Revision. National Rural Lining Science Institute. RDA; 2001
 - 38) Study of determination of reference amounts of food and serving size. Korea Health industry development institute; 2004