J. Fd Hyg. Safety 16(3), 178-187 (2001)

한국인 평균소비자 및 극단소비자에 대한 소르빈산의 일일 추정섭취량 평가

윤혜정 · 조양희* · 박주연 · 이창희 · 박성관 · 조영주* · 한기원* · 이종옥 · 이철원†
*식품의약품안전청 식품첨가물평가부, *한국보건산업진흥원*

Assessment of Estimated Daily Intakes of Sorbates for Average and High Consumers in Korea

Hae Jung Yoon, Yang Hee Cho*, Juyeon Park, Chang Hee Lee, Sung Kwan Park, Young Ju Cho*, Ki Won Han*, Jong Ok Lee, and Chul Won Lee†
Dept. of Food Additives Evaluation, Korea Food & Drug Administration, Seoul, 122-704, Korea
**Korea Health Industry Development Institute, Seoul, 156-050, Korea*

ABSTRACT – A study has been performed to estimate the average and high (90th percentile of consumers-only) daily intakes of sorbates by age-sex groups (> 3 years old) in Korea. The estimation of daily intakes was based on individual-based dietary intake data in 'National Health and Nutrition Survey in 1998' and the contents of sorbates from samples. The estimated daily intakes (EDI) of sorbates for average consumers ranged from 0.09 mg/kg *bw*/day to 0.51 mg/kg *bw*/day corresponding to 0.4-2.1% of acceptable daily intake (ADI). For high consumers, the range of EDI of sorbates was 3.42-14.65 mg/kg bw/day corresponding to 13.7-58.6% of ADI. Foods that contributed most to the daily intakes of sorbates for all age-sex groups were processed fish products, processed meat products, and salted foods. There was an inverse relationship between age and the consumption of sorbates for average and high consumers, whereas no marked pattern was emerged by sex categories. The intake levels of sorbates even among high consumers were below the ADI in Korea.

Key words □ sorbates, estimated daily intake(EDI), acceptable daily intake(ADI)

식품첨가물의 사용실태 및 사용기준이 각 나라마다 상이하고 가공식품의 국제교역시 발생할 통상마찰을 감소시키기 위해서는 각종 첨가물에 대한 국가별 섭취량 조사가 요구된다. 현재 세계적으로 사용되고 있는 식품첨가물의 섭취량 조사방법은 매우 다양하며 각기 장·단점을 가지고 있어서 섭취량 조사를 위해 Codex 식품첨가물 및 오염물질 분과위원회(Codex Committee for Food Additives and Contaminants, CCFAC)에서는 단계별 접근방식(stepwise approach)을 권장하고 있다[1]. 우리나라의 가공식품 중 소르빈산 및 그 염류(sorbates)는 가장 광범위하게 사용[2]되고 있는 보존료로서 1989년 소르빈산의 섭취량에 대한 안전성 평가[3]가 실시된 바 있으나 이후 정기적인 모니터링은 이루어지지 않고 있다.

위해 평가에 대한 여러 보고[4-6]에서는 kg 체중당으로 환산한 노출량이 어린이의 경우 높고 생리적으로 미성숙하여 독성학적인 취약집단으로 간주하고 있으며 이밖에 생리적인 조건이 구별되는 임산부 및 수유부, 노인등 인구 내 취약집단에 대한 평가의 필요성을 제기[6]하고 있다. 또한 첨가물이 사용된 식품을 과다 섭취할 가능성이 있는 극단 소비자는 평균 소비자와는 별도로 독성학적 측면에서 섭취량 평가가 매우 중요한 취약집단[7]이므로 섭취정도가 우려되는 첨가물의 평가에서 이들 집단에 대한 정밀추정은 필수적이라 하겠다. 극단소비자의 섭취량 평가를 위해서 US FDA(Food and Drug Administration)와 FASEB(Federation of American Societies for Experimental Biology)는 소비자(consumers)의 90%위(90th percentile) 값을 가장 의미있는 수치로 권장[7]하고 있다.

최근 윤 등[8]은 1998년도 국민건강·영양조사의 일인당 일일 식품섭취량과 분석치를 이용하여 보존료의 섭취량을 정밀 추정한 결과, 한국인 전체에 대한 평균 소르빈산 섭취량은 일일섭취허용량(Acceptable daily intake, ADI) 의 1% 미만으로 나타나 매우 안전한 수준으로 평가하였으나 전체 인구집단 내 인구아군(subgroups)인 극단소비자(high consumers), 어린이, 가임기 여성 및 노인 등과 같은 취약집단에

†Author to whom correspondence should be addressed.

대한 섭취량 추정은 미비하여 이에 대한 후속연구가 필요하다고 지적하였다.

따라서 본 연구에서는 한국인의 평균 및 극단소비자에 대한 소르빈산 섭취량을 추정하고자 연령-성별에 따른 평균 식품 섭취량 및 극단 식품 섭취량과 식품 내 함량 분석치를 이용하여 소르빈산의 섭취량 실태를 인구 아집단별로 파악하고 이를 일일섭취허용량과 비교 검토함으로서 현재 소르빈산 및 그 염류의 사용기준의 타당성을 검토하는데 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

식품첨가물공전[9]에서 소르빈산(sorbic acid) 및 소르빈산칼륨(potassium sorbate)의 사용이 허용된 14종의 대상식품들의 연령-성별에 따른 일인당 일일 평균 및 극단 식품섭취량은 "1998년도 국민건강·영양조사[10]"와 "식이 섭취량 보고서[11]"를 이용하였다. 연령-성별군의 분류는 국민건강·영양조사의 분류와 동일하며 다만 1-2세 남녀의 조사대상자 수가 200명 미만으로 여러 연구[12),13)]에서 권고하고 있는 가공식품 섭취량 조사시 요구되는 최소대상자수 보다 적어 본 연구대상에서 제외하여 만 3세이상을 대상으로 하였다.

대상 식품의 선정은 국민 전체에 대한 일인당 일일 평균 소르빈산 섭취량을 구한 이전 논문[8]과 동일하나, 국민건강·영양조사에서 제외되어 연령-성별에 따른 일인당 일일 식품섭취량 자료가 없는 식용알로에겔 농축액 및 알로에겔 가공품과 건포류, 성게젓 등은 대상식품에서 제외하였다. 한편, 대상식품의 극단 섭취량은 국민건강·영양조사의 각 대상식품별 소비자 중 90%위(90th percentile) 식품 섭취량을 극단 식품섭취량으로 이용하였다. 소르빈산에 대한 각 식품별 함량은 이전 논문[8]의 분석 결과를 이용하였으며 평균 및 극단 식품섭취량과 함께 Table 1과 2에 제시하였다.

한국인 평균소비자에 대한 소르빈산의 일일 추정섭취량은 각 대상식품의 소르빈산 함량의 평균치(C_{ave})에 국민건강·영양조사에서의 일인당 일일 평균 식품섭취량($F_{(ave)i}$)을 곱하여 산출한 후 각 연령-성별군의 대표 체중으로[14-15] 나누어 체중 kg 당 일일 추정섭취량(EDI_{ave}, mg/kg *bw*/day)을 구하였다(1). 한편, 극단 소비자에 대한 일일 추정섭취량은 국민건강?영양조사의 각 대상식품의 소비자 중 90%위 식품섭취량($F_{(90th)i}$)과 대상식품별 소르빈산 평균함량(C_{ave})을 곱하여 산출하였고 각 연령-성별군의 대표체중으로 나누어 체중 kg 당 일일 추정섭취량(EDI_{90th}, mg/kg bw/day)을 구하였다(2).

$$EDI_{(ave)i} = C_{ave} \times F_{(ave)i},\ EDI_{ave} = \Sigma EDI_{(ave)i}/bwi \quad (1)$$

$$EDI_{(90th)i} = C_{ave} \times F_{(90th)i},\ EDI_{90th} = \Sigma EDI_{(90th)i}/bwi \quad (2)$$

소르빈산의 일일 추정섭취량 평가는 Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives(JECFA)에서 평가한 일일 섭취허용량(ADI; 0-25 mg/kg bw/day)[16] 및 국내외 자료와 비교·평가하였다.

결과 및 고찰

연령-성별에 따른 평균소비자의 소르빈산 섭취실태

한국인 평균소비자에 대한 소르빈산의 일일 추정섭취량은 소르빈산으로서 0.09-0.51 mg/kg *bw*/day에 해당하여 ADI의 0.4%-2.1%로 나타나 평균소비자의 경우 모든 연령-성별군에서 섭취량이 안전한 수준으로 나타났다(Table 3). 연령-성별에 따른 평균소비자의 소르빈산의 일인당 일일 추정섭취량은 13-19세 남녀에서 가장 높게 나타났으나 체중 kg당으로 환산시에는 3-6세 학령전 아동의 kg 체중당 추정섭취량이 가장 높게 나타났다. 이는 65세 이상의 노년층의 5배 이상으로서 전체적으로 연령과 소르빈산 섭취량에는 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 반면, 소르빈산의 섭취에서 성별에 의한 차이는 나타나지 않았다(Fig. 1). 그러므로 소르빈산 섭취에 대한 정밀추정으로서 3-6세 취약집단을 표적인구아군(target subgroup)으로 하는 소규모 조사가 더욱 필요할 것으로 판단된다.

평균소비자의 소르빈산 섭취량에 기여하는 식품은 연령에 따라 서로 다르게 나타났다. 50대 이상의 군에서는 된장소비에서 오는 소르빈산 섭취량이 전체 섭취량의 40%를 초과하였으며 30-49세 남자의 경우에도 된장의 섭취기여율이 가장 높게 나타났다. Codex 식품규격위원회(Codex Alimentarius Commission, CAC)에서는 식품첨가물의 섭취량 조사시 가공식품에 대한 섭취량 만을 이용하도록 권고[1]하고 있으나 가공·유통되는 된장에 대한 각 연령-성별 섭취량 자료의 미비로 보정이 불가하였으므로 가내 가공되어 섭취되는 양이 조사에 포함되어 실제 된장으로부터 오는 이들 연령-성별군의 소르빈산염 섭취는 낮다고 생각된다. 30-49세 여자와 20대 미만의 연령-성별군에서는 어육가공품의 소르빈산염 섭취기여율이 가장 높은 것으로 나타나 연령에 따라 소르빈산염의 섭취에 기여하는 식품들이 달리 나타났다. 다만 3-6세 남아의 경우 식육가공품의 섭취량이 어육가공품의 섭취량보다 다소 높아 식육가공품에서 오는 소르빈산염 섭취가 가장 높은 것으로 추정되었다.

연령-성별에 따른 극단소비자의 소르빈산 섭취실태

평균 식품 섭취량에 비해 모든 대상식품의 극단 섭취량이 크게 증가함으로서 전반적으로 소르빈산의 섭취량이 크게 증가하였다. 극단소비자에 대한 섭취기여율이 가장 높은 품목

Table 1. Average Consumption of Sorbates Permissible Foods by Korean and Mean Concentration of Sorbates of Food Categories

Food Categories	Age(years)	3-6		7-12		13-19		20-29		30-49		50-64		65		Mean Conc. of Sorbates (C_{ave}) (g/kg)
	Sex	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
	No. of people	366	355	494	417	543	567	653	766	1,642	1,685	753	897	378	596	
Soybean paste		1.8	1.6	3.7	3.4	3	2.9	6.3	4.1	8.3	5.9	8.7	7.4	7	6.7	0.39
Ko Ch'u Jang (Fermented soybean paste with red pepper)		1.3	1.2	3.1	2.9	3.5	3.2	5	3.2	6.3	3.9	4.2	2.6	2.1	2.3	0.11
Chun Jang (Chinese style soybean paste)		1.7	0.6	3	0.8	0.9	0.9	1.9	0.5	2.2	0.6	1.2	0.2	1	0	0.60
Mixed soybean paste with Ko Ch'u Jang		0.3	0.1	0.3	0.3	0.7	0.7	1.8	1	1.9	1.1	1	0.8	0.5	0.4	0.27
Chung Kuk Jang (Fermented soybean)		0.7	0.7	0.6	0.6	0.2	0.7	0.9	0.4	1.4	1.3	2	1.8	2.5	2.4	0
Processed fish products[2]		7.4	8.7	11.1	6.3	14.8	17.1	11.6	10.6	6.7	6	3.4	2.6	1.7	2.1	0.47
Dressings (Salad dressings, Mayonnaise)		0.3	0.3	0.7	0.4	0.6	0.6	0.6	1.1	0.6	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0
Tomato ketchup		3.8	1.6	3.1	2.3	3.2	2.6	1.2	2	1	1	0.2	0.2	0.3	0.3	0
Processed meat products[3]		10.5	6.9	7.5	6.8	11.0	9.3	4.9	5.0	2.8	2.3	0.9	0.8	0.1	0.2	0.42
Fruit wines		0	0	0	0	0.1	0	0.2	0.3	1.5	0.4	0.9	0.6	0.7	0.3	0.03
Vinegar cucumber pickling		0	0	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0.17
Salted foods[4]		0	0	0.1	0.1	0.2	0.3	0	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.83
Salt-fermented fish products		0.2	0.2	0.9	0.8	1.6	1.4	2.5	1.5	4.1	3	5	3	4.7	4	0.22
Peanut butter		0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06

M: Male, F: Female

1. $F_{(ave)i}$; g/person/day
2. Processed fish products include fish cakes, fish sausages, and processed frozen fish products.
3. Processed meat products include sausages, hams, bacons, and processed frozen meat products.
4. Salted foods include Dan Mu Ji(salted radish), salted cucumber, and other salted vegetables.

Table 2. High(90th percentile of Consumers-only) Consumption of Sorbates Permissible Foods by Korean and Mean Concentration of Sorbates of Food Categories

Food Categories	Age (years)	3-6		7-12		13-19		20-29		30-49		50-64		65		Mean Conc. of Sorbates (C_{ave}) (g/kg)
	Sex	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
	No. of people	366	355	494	417	543	567	653	766	1,642	1,685	753	897	378	596	
Soybean paste		13.1	12.1	18.9	15	18.6	21.1	30	23.8	32	29.1	33.2	33.3	32.8	33.8	0.39
Ko Ch'u Jang (Fermented soybean paste with red pepper)		12.1	11.4	14.5	13.7	21.3	19.9	26.5	18	28.4	21.3	23.4	19.8	18.1	12.5	011
Chun Jang (Chinese style soybean paste)		38.6	30	120	34.9	82.1	38.6	50.2	50.2	50.2	50	50.2	50.2	50.2	12.9	0.60
Mixed soybean paste with Ko Ch'u Jang		18	6.5	18	19.6	60	65.3	65.3	36	60	37.6	50	30	45.8	46.3	0.27
Chung Kuk Jang (Fermented soybean)		26.9	30.9	27.8	46.9	23.2	82.5	54.5	23.9	48	56.9	61.1	52.5	65.1	66.1	0
Processed fish products[2]		70.0	95.5	141.2	61.0	143.2	115.4	95.5	95.5	73.4	192.3	252.7	61.9	155.4	123.0	0.47
Dressings (Salad dressings, Mayonnaise)		10.8	12.7	40.1	23.9	0	32.7	34.9	45.2	39.3	33.1	35.2	28.5	17.5	12.0	0
Tomato ketchup		77.5	18.4	36.0	25.2	60	36	19.3	74.5	45.4	70.0	20.0	32.1	90	90	0
Processed meat products[3]		198.1	322.5	194.1	272.0	360.5	413.5	153.6	239.7	351.3	362.15	137	143.2	46.9	55.6	0.42
Fruit wines		0.38	1.45	0.27	1.5	44.9	0	113.7	198.8	946.8	312.8	391.9	251.6	173	160	0.03
Vinegar cucumber pickling		4.86	0	77.9	49	52.5	38.1	16.7	74.4	22.7	14.1	0	1.39	0	1.56	0.17
Salted foods[4]		56.3	56.3	85.1	144.75	146.5	170.9	86.7	113.4	146.3	94.7	82.8	47	87.0	73.2	0.83
Salt-fermented fish products		5.9	5.0	9.6	10	23.9	17.7	34.0	32.4	33.5	34.9	39.6	24.2	49.8	40	0.22
Peanut butter		43.1	5.6	0	0	0	0	14	17	0	17	0	0	0	6	0.06

M: Male, F: Female

1. $F_{(90th)i}$; g/person/day
2. Processed fish products include fish cakes, fish sausages, and processed frozen fish products.
3. Processed meat products include sausages, hams, bacons, and processed frozen meat products.
4. Salted foods include Dan Mu Ji(salted radish), salted cucumber, and other salted vegetables.

Table 3. EDI(estimated daily intake) of Sorbates for Average Consumers by Age and Sex Categories

Food Categories	Age(years)	3-6		7-12		13-19		20-29		30-49		50-64		65	
	Sex	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Soybean paste		0.70	0.62	1.44	1.33	1.17	1.13	2.46	1.60	3.24	2.30	3.39	2.89	2.73	2.61
Ko Ch'u Jang		0.14	0.13	0.34	0.32	0.89	0.35	0.55	0.35	0.69	0.43	0.46	0.29	0.23	0.25
Chun Jang (Chinese style soybean paste)		1.02	0.36	1.8	0.48	0.54	0.54	1.14	0.3	1.32	0.36	0.72	0.12	0.6	0
Mixed soybean paste with Ko Ch'u Jang		0.08	0.03	0.08	0.08	0.19	0.19	0.49	0.27	0.51	0.30	0.27	0.22	0.14	0.11
Chung Kuk Jang (Fermented soybean)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Processed fish products		3.48	4.09	5.22	2.96	6.96	8.04	5.45	4.98	3.15	2.82	1.69	1.22	0.8	0.99
Tomato ketchup		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dressings		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Processed meat products		4.41	2.90	3.15	2.85	4.62	3.91	2.06	2.10	1.18	0.97	0.38	0.34	0.04	0.084
Fruit wines		0	0	0	0	0.03	0	0.01	0.02	0.05	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01
Vinegar cucumber pickling		0	0	0.05	0.05	0.05	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0	0
Salted foods		0	0	0.08	0.08	0.17	0.25	0	0.17	0.25	0.17	0.08	0.08	0.17	0.08
Salt-fermented fish products		0.04	0.04	0.20	0.18	0.35	0.31	0.55	0.33	0.90	0.66	1.1	0.66	1.03	0.88
Peanut butter		0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EDI (mg/person/day)		9.88	8.17	12.36	8.33	14.43	14.74	12.71	10.12	11.28	8.01	8.12	5.82	5.75	5.01
EDI (mg/kg *bw*/day)		0.51	0.47	0.38	0.26	0.24	0.28	0.19	0.19	0.17	0.15	0.12	0.10	0.09	0.09
% ADI[2]		2.1	1.89	1.52	1.0	1.0	1.1	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4

M: Male, F: Female

1. $EDI_{(ave)i}$; mg/person/day

2. % of ADI for Sorbates = EDI(mg/kg *bw*/day) of each group/ ADI(25mg/kg *bw*/day)*100

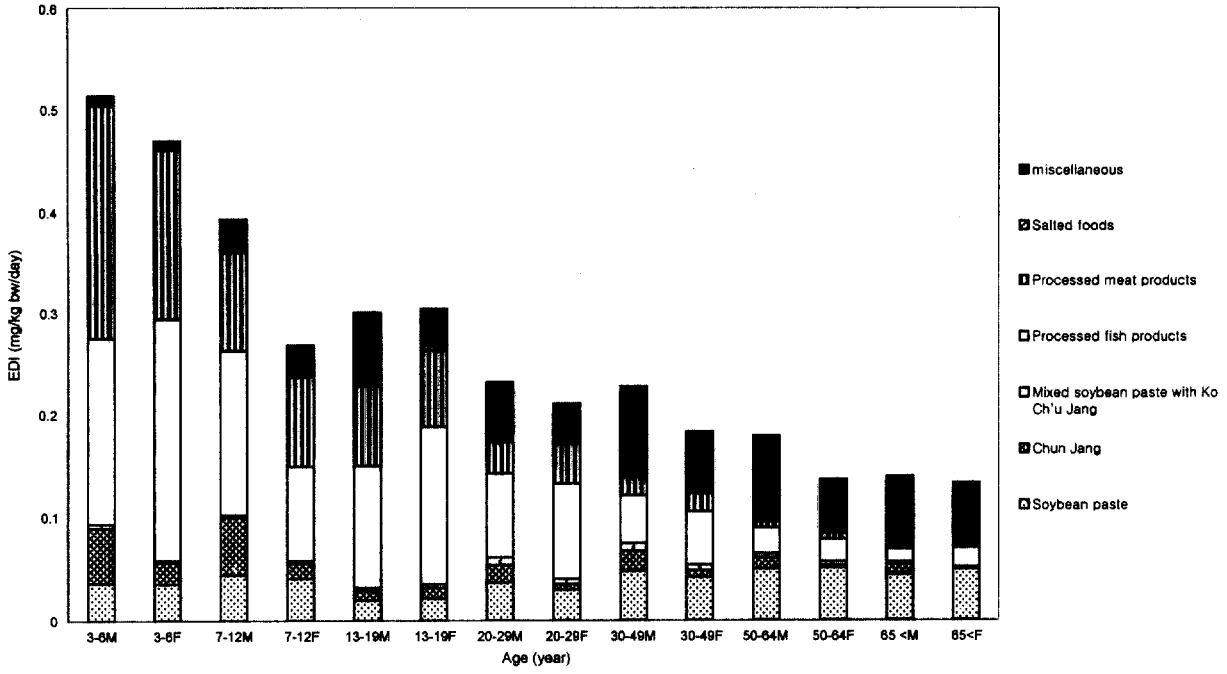

Fig. 1. Contribution to EDI of Sorbates Permissible Foods for Average Consumers.

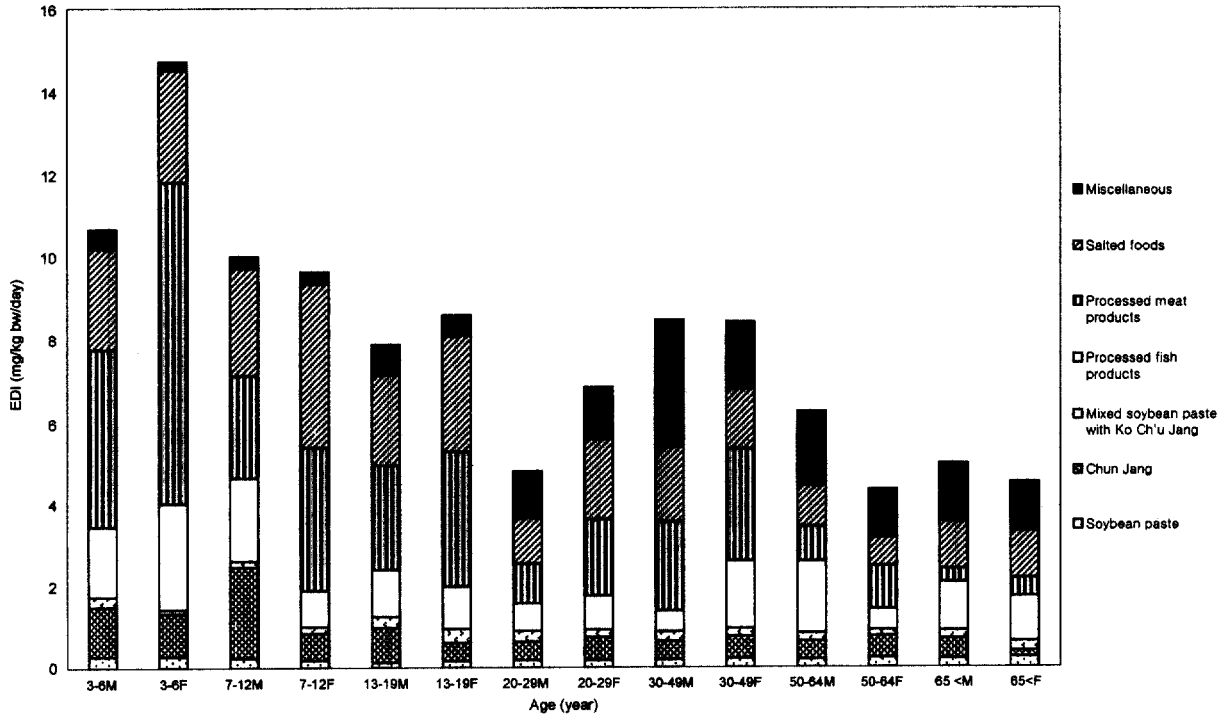

Fig. 2. Contribution to EDI of Sorbates Permissible Foods for High Consumers.

은 식육가공품이었으나 어육가공품의 소르빈산 섭취 기여율은 평균소비자와는 달리 낮게 나타났다. 한편, 절임류의 90% 위 식품 섭취량의 절대량은 타 식품군에 비해 적으나 식품 내 함량이 높아 절임류로부터 오는 소르빈산 섭취량이 모든 연령-성별군에서 매우 높게 나타났다(Fig. 2). 이 밖에 장·노년층의 평균소비자에서 섭취 기여율이 높았던 된장은 식

품 섭취량 증가폭이 타 식품에 비해 적어 극단 소비자의 소르빈산의 섭취량에는 상대적으로 적게 기여하는 것으로 나타났다.

극단소비자의 일인당 일일 추정 섭취량은 평균소비자의 추정 섭취량과 같은 추이를 보여 일인당 추정섭취량은 13-19세 남녀에서 가장 높게 나타났으나 체중 kg당으로 환산시에는 3-6세의 학령 전 아동에서 섭취량이 높게 나타나서 전체적으로 연령과 소르빈산염 섭취량에는 음의 상관관계가 나타났고 성별에 의한 차이는 없는 것으로 나타났다(Table 4).

극단소비자에 대한 소르빈산 추정 섭취량은 3.42 mg/kg bw/day에서 14.6 5mg/kg *bw*/day이었으며 일일섭취허용량(ADI)에 대한 비율은 13.7%에서 58.6%로 나타나 3세 이상 모든 연령-성별군의 섭취량은 ADI보다 낮은 것으로 나타났다(Table 4). 연령-성별군의 소르빈산염 극단 섭취량은 각 군의 평균 섭취량에 비해 20배 이상으로 높게 나타났으나 모든 극단 추정섭취량이 ADI 미만으로서 현재 섭취수준은 안전하다고 사료된다. 그러나 안전성 확보 차원에서 섭취량이 타 연령군에 비해 다소 높게 나타난 3-6세 학령전 아동, 7-12세 학령기 아동, 13-19세 청소년의 극단소비자에 대해서는 보다 정밀하고 지속적인 모니터링이 요구된다 하겠다.

연구 방법론적 특성 및 국내외 자료와의 비교

소르빈산의 섭취량에 관한 여러 연구는 각 연구의 방법론적 차이와 이용된 자료의 특성에 따라 결과가 해석되어야하므로 방법론적 차이 및 장·단점을 이해하고 이에 따른 차이점을 고려한 후 비교되어야 한다[17]. 본 연구의 소르빈산의 평균 및 극단 섭취량은 이용 가능한 최선의 자료를 이용하여 섭취량 추정을 하였으나 각 섭취량은 다소 과대 혹은 과소평가 될 소지를 모두 지니고 있다. 즉, 극단섭취량에서는 각 대상식품별 극단 섭취량을 모두 합산하여 산출하였으므로 과대 평가된 소지가 있으며, 연령-성별에 따른 일인당 일일 평균 및 극단 섭취량 자료가 미비한 건포류와 알로에겔 가공품이 대상식품에서 제외되어 과소 평가된 소지를 모두 가지고 있다. 따라서 본 연구의 극단 섭취는 최악의 시나리오(worst-case scenario)를 고려한 것으로서 해석되어야 하고, 앞으로의 연구에서는 위와 같은 제한점이 보완되어야 할 것이며 가공식품에 대한 섭취량 자료 확보가 시급하다 하겠다.

Gibney 등[12-13]은 가공식품의 정확한 섭취량 자료를 위해 가공식품에 대한 식품 빈도 조사(food frequency questionnaires, FFQ)와 더불어 3일 동안의 식이기록자료(dietary records)가 각 인구아군 당 최소 200명을 대상으로 요구된다고 권고하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국민건강·영양조사에서의 조사대상자의 수가 권장 대상인원인 200명 미만으로 나타난 1-2세 남녀에 대해서는 식품 섭취량의 신뢰성이 낮다고 사료되어 배제하였다. 앞으로의 연구에서는 1-2세 인구아군에 대한 가공식품 섭취량 조사가 보다 정밀하게 이루어져 이들 인구아군에 대한 첨가물의 안전성 확보가 필요하리라 생각된다.

한편 Bingham[18]과 Lowik[19]는 24시간 회상법에 대해서 대규모 조사시 손쉬우나 조사기간이 짧고 개인간 변이가 크기 때문에 섭취자의 수가 저평가되어 섭취자중 극단 섭취량이 지나치게 과장될 수 있음을 지적하였다. 본 연구에서 이용된 식품섭취량 자료는 하루치의 24시간 회상법에 근거함에 따라 극단 식품섭취량이 실제보다 과대평가되었을 수 있으며 본 연구의 결과에서도 각 연령-성별군의 소르빈산의 극단 섭취량이 평균 섭취량수준에 비해 크게 증가한 것으로 사료된다. 이와 더불어 국민 건강·영양조사의 식품섭취량 자료는 영양조사의 관점에서 수집되어 가공식품 섭취량이 저평가되어 있을 수 있으므로 앞으로 더욱 개선된 가공식품 섭취량 자료를 토대로 소르빈산의 섭취가 정밀하게 평가되어야 할 것이다. 따라서 본 연구의 결과는 이와 같은 제한점을 고려하여 해석되어져야 하고 국내외 자료와 비교되어야 한다.

1989년 이 등[3]에 의해 1985년도 국민영양조사의 식품 섭취량과 식품 내 첨가물에 대한 분석결과를 토대로 소르빈산의 섭취량을 조사한 결과 일일섭취허용량의 0.44%였으나 본 연구결과 평균 섭취량은 0.4%-2.1%로 나타나 65세 이상 노년층을 제외하고 10년전에 비해 소르빈산 섭취가 증가한 것으로 나타났다 (Table 5). 이는 소르빈산 및 그 염류가 사용된 가공식품의 섭취량의 증가에 따른 것으로 사료된다. 이전 논문8)에서 보고된 한국인 전체에 대한 소르빈산 평균 섭취량과 비교시 본 연구의 20대 미만의 연령층의 섭취량은 인구전체의 평균 섭취량(ADI의 0.88%)보다 높아 소르빈산의 노출이 이들 연령층에서 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

한편, 단계별 조사방법 중 Budget 방법[20]에 의한 이론적 최대 섭취량은 ADI의 101%로서 본 연구의 극단 섭취량을 상회하는 것으로 나타나 첨가물의 위해성을 평가하기 위한 첫 단계로서 Budget 방법은 매우 유용하다고 생각되며, 식품소비량과 최대허용량을 이용한 단순추정[21]의 섭취량은 ADI의 5%로서 본 연구의 평균 섭취량의 2배에 달하고 극단 섭취량의 30%미만으로 나타나 단순추정의 결과는 보다 정밀한 추정을 위한 전단계로서 이용되어야 한다고 생각된다.

본 연구의 연령-성별에 따른 평균섭취자의 소르빈산 추정 섭취량과 일본에서 조사된 연령별 추정섭취량[22]을 비교하였을 때, 본 연구의 섭취량(5.01-14.74 mg/person/day)이 일본의 섭취량(11.9-22.1 mg/person/day)에 비해 다소 낮은 것으로 나타났다. 일본의 섭취량 조사방식은 Market Basket방식으로 천연에서 유래하는 소르빈산 함량 및 모든 식품의 소르빈산 함량을 포함하는 방식이므로 위와 같은 섭취량 차이

Table 4. EDI(estimated daily intake) of Sorbates for High(90th percentile of Consumers-only) Consumers by Age and Sex Categorie

Food Categories	Age(years)	3-6		7-12		13-19		20-29		30-49		50-64		65	
	Sex	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Soybean paste		5.12	4.74	7.36	5.85	7.27	8.21	11.7	9.28	12.48	11.33	12.95	13.00	12.76	13.19
Ko Ch'u Jang		1.33	1.25	1.60	1.51	2.34	2.19	2.92	1.98	3.12	2.35	2.58	2.18	1.99	1.37
Chun Jang (Chinese style soybean paste)		23.15	18	72	20.91	49.25	23.15	3.01	30.10	30.1	30	30.1	30.1	30.1	7.71
Mixed soybean paste with Ko Ch'u Jang		4.86	1.76	4.86	5.29	16.2	17.63	7.63	9.72	16.2	10.15	13.5	8.07	12.37	12.51
Chong Kuk Jang (Fermented soybean)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Processed fish products		32.71	44.88	66.35	28.66	67.31	54.22	44.88	44.88	34.49	90.36	118.77	29.11	73.05	57.83
Tomato ketchup		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dressings		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Processed meat products		83.19	135.48	81.53	114.23	151.39	173.67	64.53	100.69	147.54	151.50	57.54	60.16	19.68	23.35
Fruit wines		0.01	0.04	0.01	0.05	1.35	0	3.41	5.96	28.40	9.38	11.76	7.55	5.19	4.8
Vinegar cucumber pickling		0.83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salted foods		46.79	46.70	83.86	128.47	130.52	148.32	74.79	106.74	125.29	81.02	68.72	39.25	72.21	60.98
Salt-fermented fish products		1.30	1.09	2.10	2.2	5.25	3.89	7.49	7.13	7.38	7.67	8.70	5.32	10.96	8.80
Peanut butter		2.58	0.34	0	0	0	0	0.84	1.02	0	1.02	0	0	0	0.36
EDI(mg/person/day)		202.34	254.74	320.15	307.64	431.36	431.77	258.75	317.96	405.47	395.26	325.09	195.20	238.78	191.37
EDI(mg/kg *bw*/day)		10.54	14.68	9.85	9.47	7.31	8.22	3.86	5.89	5.96	7.19	4.78	3.42	3.85	3.61
% ADI[2]		42.2	58.2	39.4	37.9	29.2	32.9	15.4	23.6	23.8	28.8	19.1	13.7	15.4	14.4

M: Male, F: Female

1. $EDI_{(90th)i}$; mg/person/day

2. % of ADI for Sorbates = EDI (mg/kg *bw*/day) of each group/ADI (25mg/kg *bw*/day)*100

Table 5. EDI of Sorbates for Average and High Consumers in Different Studies

Sorbates (ADI:0-25mg/kg bw/day)	Present study			Reference Values							
				Korea[1]		Korea[2]		Korea[3]		Japan[4]	
	EDI (mg/person/day)	EDI (mg/kg*bw*/day)	% ADI	EDI (mg/kg*bw*/day)	% ADI	EDI (mg/person/day)	% ADI	EDI (mg/kg *bw*/day)	% ADI	EDI (mg/person/day)	% ADI
Average Consumers	5.49-15.22	0.10-0.54	0.4-2.2	1.39	5	6.01	0.48	25.30	101	11.9-22.1	0.88-3.28
High Consumers	191.37-431.77	3.42-14.68	13.7-58.2								

1) Based on the National food disappearance data and Maximum permitted level(MPL)[12)]

2) Based on analytical data and National Nutrition Survey in 1985[3)]

3) Based on Budget method[21)]

4) Based on a Market basket method in Japan[22)]

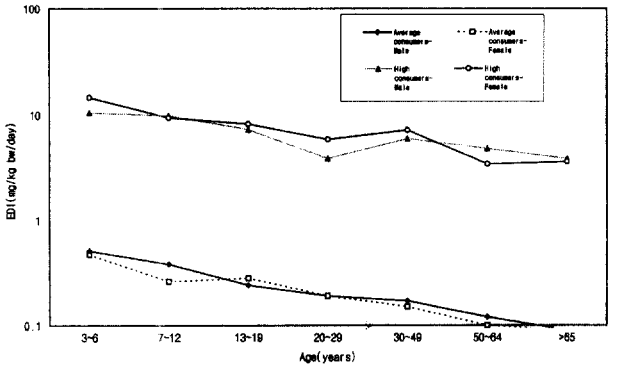

Fig. 3. EDI (estimated dail intake) of Sorbates for Average and High Consumers in Korea.

는 식습관 및 대상식품의 섭취량 차이, 소르빈산염의 허용식품과 그 사용수준 등의 변수와 함께 방법론적 차이에 기인한다고 사료된다.

따라서, 본 연구의 정밀 추정 결과 우리 나라 평균 식이섭취자의 소르빈산 섭취량은 매우 안전한 수준으로 나타났고 극단 소비자의 섭취량도 일일섭취허용량보다 낮은 것으로 나타났다. 보다 정밀한 추정을 위한 소규모 조사시 6세 미만의 취약집단에 대한 연구가 필요할 것으로 사료되고, 일일섭취허용량보다 낮았으나 섭취량이 타 연령군에 비해 다소 높게 나타난 20대 미만의 극단 소비자에 대한 보다 정밀하고 지속적인 모니터링이 요구되며 극단 섭취량 평가를 위해서는 보다 개선된 가공식품 섭취량 자료가 요구된다 하겠다.

감사의 글

본 논문은 보건복지부의 보건의료기술연구개발 사업의 일환으로 수행된 연구의 일부로 이에 감사드립니다.

국문요약

국내에서 널리 사용되고 있는 소르빈산 및 그 염류의 연령·성별에 따른 평균 소비자 및 극단 소비자의 섭취실태를 평가하고자 "1998년도 국민건강·영양조사"의 만 3세이상의 일인당 일일 식품 섭취량과 소르빈산의 실제 농도분석치를 이용하여 일일 추정 섭취량을 구하였다. 조사된 소르빈산 및 그 염류의 일일 평균 추정 섭취량은 소르빈산으로서 0.09-0.51 mg/kg *bw*/day, 극단 추정 섭취량은 3.42-14.65 mg/kg *bw*/day이었으며 일일섭취허용량(ADI)에 대한 비율은 평균 소비자의 경우 0.4-2.1%, 극단 섭취자의 경우 13.7-58.6%로 나타났다. 소르빈산 섭취에 기여하는 식품은 식육가공품, 절임류, 어육가공품으로 나타났고, 소르빈산의 추정 섭취량은 극단 및 평균 소비자에 대해 연령에 반비례하는 경향이었으나 성별에 의한 차이는 나타나지 않았다. 그러므로 국내 소르빈산 섭취량은 극단 소비자를 포함한 3세 이상의 모든 인구아군에서 ADI보다 낮은 것으로 나타났다.

참고문헌

1. FAO/WHO: Food consumption and exposure assessment of chemicals, Report of FAO/WHO consultation Geneva, pp. 17-25, Switzerland, (1997).
2. 식품의약품안전청: 식품첨가물 사용기준의 국제화사업. Unpublished, pp. 154-204 (1999).
3. 이철원, 이달수, 문범수: 한국인의 식품첨가물 섭취량 조사, 식품위생학회지, **4**(1), 1-20 (1989).
4. Ostergaard, G. and Knudsen, I.: The applicability of the ADI for food additives to infants and children. *Food additives and contaminants*, **15**(S), 63-74 (1998).
5. Renwick, A.G., Dorne, J.L., and Walton, K.: An analysis of the need for an additional uncertainty factor for infants and children. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* **31**, 286-296 (2000).
6. ILSI Europe Food Chemical Intake Task Force: Food additive intake, Scientific assessment of the regulatory requirements in Europe. ILSI institute pp. 11-18, (1995).
7. Nutriscan: An Evaluation of the methodologies for the estimation of intakes of food additives and contaminant in European Community, Nutriscan Ltd (1992).
8. 윤혜정, 조양희, 박주연, 이창희, 박성관, 조영주, 한기원, 이종옥, 이철원: 한국인의 식이를 통한 보존료의 일일 추정섭취량 평가. 한국식품위생안전성학회지, **16(1)**, 53-60, 2001.
9. 식품의약품안전청: 식품첨가물 공전, (1998).
10. 보건복지부: 1998년도 국민건강·영양조사 자료처리 및 분석(식품섭취부문), (1999).
11. 한국보건산업진흥원: 식이섭취량 보고서, 한국보건산업진흥원, Unpublished, (2000).
12. Gibney, M.J.: Dietary intake methods for estimating food additives intake. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* **30S**, 31-33 (1999).
13. Gibney, M.J. and Lambe, J.: Estimation of food additive intake methodology overview. *Food additives and Contaminants* **13**(4), 405-410 (1996).
14. 한국영양학회: 한국인 영양 권장량, 제 7차 개정, (2000).
15. 대한소아과학회: 소아발육표준치, (2000).

16. FAO, IPCS: Summary of evaluations performed by the joint FAO /WHO expert committee on food additives, (JECFA), Part III, pp. P-23, S-8 (1999).
17. 박현경, 이종옥, 이철원: 식품첨가물의 위해성 분석을 위한 섭취량 평가 방법, 식품과학과 산업, 32(4), 72-85 (1999).
18. Bingham, S.A.: The dietary assessment of individuals; methods, accuracy, new techniques and recommendations. *Nutrition Abstracts and Reviews (Series A)* **57(10)**, 705-742 (1987).
19. Löwik, M. R. H.: Possible use of food composition surveys to estimate exposure to additives. *Food additives and contaminants*, **13(4)**, 427-441 (1996).
20. 윤혜정, 이미경, 이창희, 이종옥, 이철원: Budget 방법론에 의한 한국의 식품첨가물9종에 대한 이론적 최대 섭취량의 추정, 한국식품위생안전성학회지, **14(2)**, 186-194 (1999).
21. 윤혜정, 박현경, 이창희, 박성관, 박재석, 김소희, 이종옥, 이철원. 식품소비량과 최대허용량을 이용한 보존료의 추정섭취량 평가, 한국식품위생안전성학회지, **15(3)**, 179-185 (2000).
22. Ishiwata, H.: Estimation of the daily intake of food additives.(In Japanese) 食品衛生研究, 51(3), 83-101 (2001).