

한국형 총식이조사에 근거한 우리 국민의 식품 기인 요오드 섭취량 추정

이지연¹⁾²⁾ · 여윤재³⁾ · 서민정⁴⁾ · 이계호⁵⁾ · 김초일^{6)†}

¹⁾한국보건산업진흥원 의료서비스혁신단 건강영양관리팀, 책임연구원, ²⁾공주대학교 대학원 보건행정학과, 대학원생,
³⁾한국보건산업진흥원 의료서비스혁신단 건강영양관리팀, 연구원, ⁴⁾한국분석기술연구소, 분석팀장,
⁵⁾한국분석기술연구소, 대표이사, ⁶⁾한국보건산업진흥원, 기획이사

Estimation of Dietary Iodine Intake of Koreans through a Total Diet Study (TDS)

Jeeyeon Lee¹⁾²⁾, Yoonjae Yeoh³⁾, Min Jeong Seo⁴⁾, Gae Ho Lee⁵⁾, Cho-il Kim^{6)†}

¹⁾Principal researcher, Nutrition Policy & Promotion Team, Department of Healthcare Service Innovation, Korea Health Industry Development Institute, Chungcheongbuk-do, Korea

²⁾Graduate student, Department of Health Administration, Kongju National University Graduate School

³⁾Researcher, Nutrition Policy & Promotion Team, Department of Healthcare Service Innovation, Korea Health Industry Development Institute, Chungcheongbuk-do, Korea

⁴⁾Team leader, Korea Research Institute of Analytical Technology, Daejeon, Korea

⁵⁾Emeritus Professor, Korea Research Institute of Analytical Technology, Daejeon, Korea

⁶⁾Executive Director, Korea Health Industry Development Institute, Chungcheongbuk-do, Korea

†Corresponding author

Cho-il Kim
Korea Health Industry
Development Institute, 187
Osongsaengmyeong-2-ro,
Osong-eup, Heungduk-gu,
Cheongju-si, Choongbuk 28159,
Korea

Tel: +82-43-713-8401
Fax: +82-43-713-8907
E-mail: kimci@khidi.or.kr

Acknowledgments

This research was supported by a grant from the Ministry of Food and Drug Safety (20180225181-00, Korean Total Diet Study)

Received: January 27, 2021
Revised: February 23, 2021
Accepted: February 23, 2021

ABSTRACT

Objectives: This study was conducted to estimate the dietary iodine intake of Koreans by a Total Diet Study (TDS) which provides ‘closer-to-real’ estimates of exposure to hazardous materials and nutrients through an analysis of table-ready (cooked) samples of foods.

Methods: Dietary intake data from 2013-2017 Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) was used to select representative foods (RFs) for iodine analysis. A total of 115 RFs were selected and 158 ‘RF × cooking method-combination’ pairs were derived by pairing each RF to corresponding cooking method(s) used more frequently. RFs were collected from 9 mega-markets in 9 metropolitan cities nationwide and mixed into composites prior to cooking preparation to a ‘table ready’ state for iodine analysis by inductively coupled plasma mass spectrometry. Iodine intake of Koreans was estimated based on the food intake data of the 2016-2018 KNHANES.

Results: High iodine content was detected in seaweeds such as sea mustard and kelp. The mean iodine intake/capita/day was 418.4 µg and the median value was 129.0 µg. Seaweeds contributed to 77.4% of the total iodine intake and the contribution by food item was as follows: sea mustard (44.0%), kelp (20.4%), laver (13.1%), milk (3.9%), egg (3.5%). Compared to the Dietary Reference Intakes for Koreans 2020, the proportion of people with iodine intake exceeding the tolerable upper intake level or below the estimated average requirement was high in the physiologically vulnerable groups (infants, children, pregnant women, and lactating women).

Conclusions: The results, drawn from a TDS, are regarded closer to real estimates for iodine intake of Koreans compared with values in existing literature, which were based on a very limited variety of foods. On the other hand, it seems necessary to seek out solutions for the problematic iodine intake among physiologically vulnerable groups through in-depth analyses on food intake data collected with significant scale & quality.

Korean J Community Nutr 26(1): 48-55, 2021

KEY WORDS total diet study, dietary iodine intake, representative foods, iodine content

서 론

요오드는 인체의 필수 미량성분이며, 음식을 통해 섭취된 요오드는 위와 소장 상부에서 대부분 흡수되어 갑상선과 신장으로 이동한다. 갑상선에 흡수된 요오드는 갑상선 호르몬 합성에 필요한 정도만 선택적으로 농축되고, 나머지는 대부분 소변으로 배설된다. 요오드가 부족하면 갑상선 기능저하증이나 인지기능장애가 나타날 수 있고, 과다하면 갑상선염, 갑상선종, 갑상선기능 항진증 및 저하증이 초래될 수 있다[1].

요오드는 해수에 이온 상태로 존재하며, 미역, 다시마, 김 등 해조류에 높은 함량으로 포함되어 있는 것으로 알려져 있다. 이에, 우리나라와 같이 수산물이 풍부하고 해조류의 섭취가 많은 지역의 경우에는 요오드 과량 섭취에 대한 우려가 있다. 호주 New South Wales 주 보건부의 다문화건강소통 담당 부서에서는 한국, 일본, 중국 일부 지역에서 이주한 임신부 및 수유부에게 요오드 섭취량이 높은 미역국 섭취를 중단하라는 자료를 배포한 바 있다[2]. 해당 자료에는 전통적으로 믿고 있는 미역국 섭취가 모유량을 증가시킨다는 일설은 과학적인 근거가 없으며, 오히려 미역에 함유되어 있는 요오드의 과량 섭취로 아기에게 갑상선 기능 저하증을 일으킬 수 있다는 경고의 내용이 포함되어 있다.

요오드 섭취 수준과 갑상선 기능 이상에 대한 다수의 연구가 수행되었으나, 보고된 연구의 결과가 일관적이지 않으며 특히 임신 중 요오드 과량 섭취가 자녀에게 미치는 장기적인 영향에 대해서는 결과가 명확하지 않은 것으로 나타났다[3]. 그러나 일부 연구에서 요오드 섭취 수준과 갑상선 질환 발병의 관련성이 나타났고, 적절한 요오드 섭취는 갑상선 호르몬 합성 및 기능에 필수적이므로, 인구집단의 요오드 섭취 수준에 대한 실태조사 및 평가가 필요하다.

요오드 섭취량은 24시간 회상법을 통해 섭취한 식품 및 음식으로부터 요오드 섭취량을 추정하는 방법과 소변 중 요오드 배설량을 측정하여 요오드 섭취량을 추정하는 방법으로 조사된다. 음식을 통해 섭취된 요오드의 90%가 대사과정을 거쳐 소변으로 배출되므로 소변의 요오드 양으로부터 요오드 섭취량 추정이 가능하다. 그러나 소변 수집 과정이 매우 번거롭고, 대규모의 인구집단을 대상으로 할 때 상당한 시간과 비용 소모가 발생하며 소변 채취 시기에 따라 요오드 함량이 부정확할 가능성이 있다[4].

한편, 제6기 국민건강영양조사 자료를 활용하여 요오드 배설량으로 추정된 요오드 섭취량과 식품 및 음식으로부터 추정된 요오드 섭취량을 비교 평가한 연구 결과에서 유의적 상관관계가 있는 것으로 나타났다[5]. 이에 섭취한 식품 및 음식

식으로부터 요오드 섭취량을 추정하는 방법이 효율 측면에서 보다 유리할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 이 방법의 경우 식품 중의 요오드 함량에 대한 정보에 대한 확보가 우선적으로 필요하다. 우리나라의 경우 농촌진흥청에서 발표하는 식품성분표에 일부 식품의 요오드 함량이 수록되어 있으나[6], 우리나라 국민이 주로 섭취하는 식품에 대한 요오드 함량 자료가 불충분하여 아직까지 이를 활용하여 우리 국민의 요오드 섭취량을 추정하기에는 부족함이 있다.

한편, 총식이조사(TDS, Total Diet Study)는 국민이 일상적으로 섭취하는 식품을 선정하여 섭취 직전의 상태로 조리한 다음, 함유되어 있는 중금속 등의 유해물질 및 영양성분을 분석하고, 분석한 결과를 반영하여 유해물질/영양성분의 섭취량을 추정하는 방식으로, 가장 실제에 근접한 섭취량 평가이며(close-to-real estimate) 다수의 국가에서 자국의 식품안전관리를 위해 총식이조사를 수행하고 있다[7]. 우리나라에서는 식품의약품안전처에서 우리 국민의 식생활 실정을 고려한 한국형 총식이조사 수행을 위한 기반 마련 연구를 수행하였으며[8], 이를 토대로 2018년부터 한국형 총식이조사를 수행하여 식품안전관리를 위한 근거자료로 활용하고 있다. 본 연구에서는 국내 최초로 한국형 총식이조사에 근거하여 우리 국민의 식생활 전반에서 섭취되는 요오드 섭취량을 추정하고 요오드 섭취 수준을 평가하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 총식이조사의 대상식품 선정, 수집 및 시료 조제

우리 국민이 일상적으로 섭취하는 식품을 총식이조사의 대상식품으로 선정하기 위해, 질병관리청 홈페이지에 게시되어 있는 2013~2017년의 국민건강영양조사 영양조사 부문의 식품섭취량 조사 원자료(raw data)를 활용 분석하였다. 연도별 원자료를 통합하여 식품섭취량 데이터 셋을 구축한 후 식품별 평균 섭취량을 산출하여 총 식품섭취량에 대한 누적 기여율 90%에 포함되는 식품을 목록화 하였으며, 섭취량에 대한 기여는 적으나 소금, 후추 등 자주 섭취하는 식품 등을 추가적으로 포함하여 국민건강영양조사 3차 식품코드 기준으로 130개의 식품을 대상식품으로 1차 선정하였다. 요오드 함량이 높은 것으로 추정되는 식품 중 1차 선정된 식품에 포함되지 않은 다시마를 추가하고, 국내·외 선행 연구결과에 근거하여 유해물질 검출가능성이 없는 설탕, 간장, 들기름, 바나나 등의 식품을 제외하여, 총 115개를 대상식품으로 최종 선정하였다.

식품섭취량 데이터 셋에서 대상식품이 포함된 모든 음식을 추출하고, 음식명으로 조리법을 판단한 뒤 대상식품이 사

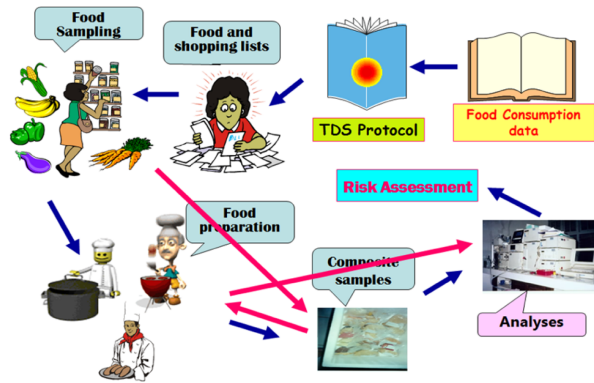


Fig. 1. Total Diet Study (TDS) procedure

용된 양 및 조리법 빈도를 토대로 대표조리법을 선택하여 ‘식품×조리법 pair’를 구성하였다. 예를 들어, 대상식품인 시금치의 경우, 시금치가 사용된 음식 중 사용된 시금치의 양 및 조리법 빈도로 데치기(시금치나물), 끓이기(시금치된장국)가 대표조리법으로 선택되었고 ‘시금치×데치기’, ‘시금치×끓이기’의 2개의 pair를 구성하였다. 결과적으로 대상 식품과 대표조리법이 매칭된 총 158개의 ‘식품×조리법 pair’를 구성하였다.

시료 조제를 위한 대상식품 수집 계획 수립 시, 한정된 시간 및 예산 여건 하에서 지역적 대표성 및 계절에 따라 생산·유통되는 식품에서 발견되는 유해물질 등의 함량이 달라질 수 있다는 점을 반영하고자 하였다. 전국을 수도권, 강원·경상권, 전라·충청권으로 권역을 구분하고, 인구 규모에 근거하여 [9] 권역별 3개 도시, 즉, 서울, 인천 수원, 광주, 대전, 청주, 부산, 대구, 울산 총 9개 도시를 대상식품 수집 지역으로 하여 전국을 포괄하면서 가능한 한 많은 사람이 접근 가능한 지역에서 대상식품을 수집할 수 있도록 하였다. 또한 햇마늘과 묵은 마늘, 여름배추와 겨울 감장 배추 등과 같이 계절에 따라 특성이 달라지는 식품에 대해서는 년 2회 수집할 수 있도록 계획하였고, 계절과 무관하게 생산·유통되거나 특정 계절에만 유통되는 식품은 년 1회 수집될 수 있도록 계획하였다.

‘식품×조리법 pair’당 최대 6개의 시료 확보를 목표로 하여 시료 조제를 수행하였다. 년 1회 수집되는 대상식품은 9개 도시의 인구 규모를 고려하여, ‘서울’, ‘인천’, ‘수원’, ‘부산’, ‘대구 및 울산’, ‘대전, 광주 및 청주’로 pooling 하여 시료를 조제하였고, 년 2회 수집되는 대상식품은 권역별로 pooling하여 시료를 조제하였으며, 총 456건의 시료가 조제되었다. 총식이조사의 대상식품 선정, 수집 및 시료 조제와 관련해서는 식품의약품안전처의 “한국형 총식이조사 지침서 [10]”에 제시된 원칙 및 방법을 준수하여 수행하였다.

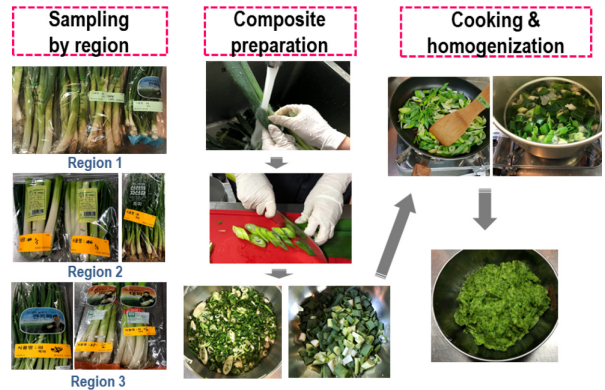


Fig. 2. Preparation of food samples in Total Diet Study

2. 요오드 분석법 확립 및 시료 분석

시료의 수분 함량에 따라 3종 matrix 및 소금 시료 1종을 대표 matrix로 선정하여 검량선의 직선성 및 범위, 정확성, 검출한계 및 정량한계, 내/외부 품질관리 등 분석법 및 분석 데이터의 신뢰성 평가를 통해 분석법을 확립하였다. TMAH (Tetra Methyl Ammonium Hydroxide) 분해법 [11]에 준하여 시료를 전처리하였으며, ICP-MS (iCapQ, Thermo, Waltham, MA, USA)로 분석하였다.

검량선을 측정된 결과 R^2 값은 0.99 이상이었으며, 정확성 (Accuracy)은 인증표준물질 (Certified reference material, CRM)인 Tomato leaves (1573a, NIST), infant formula (1849a, NIST) 2종류를 구매해서 분석하여 코텍스 기준인 회수율 80~120% 안에 들어옴을 확인하였다. 검출한계는 0.02 mg/kg, 정량한계는 0.06 mg/kg으로 목표 검출한계를 만족하였고 FAPAS 외부 숙련도 시험에 참여하여 z-score 2이하의 ‘만족’ 결과를 얻었다. 이렇게 확립된 분석법을 사용하여 총식이조사용 식품 시료에 대한 분석을 수행하였다.

3. 요오드 섭취량 산출

제7기 (2016~2018년) 국민건강영양조사 원자료 [12]의 개인별 섭취량에 분석한 요오드의 함량을 적용하여 개인별 요오드 섭취량을 산출한 후 개인별 가중치를 반영하여 평균 요오드 섭취량 및 분포를 추정하였다. 요오드가 해조류에 높은 함량으로 함유되어 있으므로 개인의 해조류 섭취량이 국민 평균 섭취량에 영향을 미칠 수 있을 정도로 비정상적으로 많을 경우 제외되어야 할 것으로 판단되어, 건조 상태의 해조류 섭취량을 기준으로 1일 10 g 이상 섭취자를 추출하여 검토 후, 124명을 제외하였다.

총 21,147명을 대상으로 요오드 섭취량을 산출하였으며, 대상자 중 남자는 9,381명 (44.4%), 여자는 11,766명

(55.6%)이었다. 연령은 19~64세가 12306명 (58.2%)로 가장 많았고, 1~2세, 3~5세, 6~11세, 12~18세, 65세 이상은 각각 524명 (2.5%), 851명 (4.0%), 1,631명 (7.6%), 1,406명 (6.6%), 4,447명 (21.0%)이었다. 산출된 요오드 섭취량이 2020년 한국인영양소섭취기준 [1]에 제시된 성, 연령, 임신/수유부의 ‘요오드 평균필요량 이상 ~ 상한섭취량 이하’ 범위에 포함된 경우를 ‘적정섭취 수준’으로 평가하였다.

결 과

1. 대상식품의 요오드 함량

전체 115개의 식품 시료 중 69개 (60%)에서 요오드가 검출되었다 (Table 1). 해조류, 어패류, 우유류, 두류, 난류에서 모두 검출되었으며, 육류, 곡류, 조미료류에서도 70% 이상 검출되었다.

식품 시료별 요오드 함량 분석 결과 함량이 높은 상위 20위는 Table 2와 같다. 다시마(생것) 212.0~266.9 mg/kg, 미역(건조) 231.8 mg/kg으로 높은 농도로 요오드가 검출되었다. 다음으로 김(건조) 14.6~115.5 mg/kg, 홍합(생것) 2.3~4.3 mg/kg, 고춧가루 0.5~2.5 mg/kg, 멸치(건조) 0.4~2.1 mg/kg, 새우(생것) 0.1~2.0 mg/kg, 굴(생것) 1.0~1.7 mg/kg의 순이었으며, 해조류를 포함한 수

산물에서 상대적으로 높은 함량의 요오드가 검출되었다. 우유 및 유제품류의 경우 0.1~0.5 mg/kg으로 함량이 높지 않았다.

Table 1. Proportion of foods containing iodine in each food group

Food group	No. of food evaluated	No. of food containing iodine (%)
Grains and cereals	14	11 (79%)
Tubers	2	1 (50%)
Sugars and sweets	1	-
Beans and legumes	1	1 (100%)
Seeds and nuts	2	1 (50%)
Vegetables	26	13 (50%)
Mushrooms	3	-
Fruits	10	4 (40%)
Meat and meat products	8	7 (88%)
Egg and egg products	1	1 (100%)
Fishes and shellfishes	12	12 (100%)
Seaweeds	3	3 (100%)
Milk and dairy products	6	6 (100%)
Oils and fats	1	-
Beverages and alcoholic drinks	14	1 (7%)
Seasoning	10	7 (70%)
Processed/cooked products	1	1 (100%)
Total	115	69 (60%)

Table 2. Iodine concentration according to foods and cooking methods

Food group	Tertiary food code	Food name at tertiary level	Cooking method	Iodine concentration (mg/kg)
Seaweeds	12017	Sea tangle, raw	Boiled and taken out (use liquid)	266.9
Seaweeds	12033	Sea mustard, dried	As is/raw	231.8
Seaweeds	12017	Sea tangle, raw	Raw	212.0
Seaweeds	12004	Dried laver	Baking	55.7
Seaweeds	12004	Dried laver	As is/raw	32.9
Fishes and shellfishes	11550	Mussel	Boiling	2.7
Fishes and shellfishes	11550	Mussel	Stir-frying	2.5
Seasoning	-	Red pepper powder	Boiling	2.5
Fishes and shellfishes	11163	Anchovy, dried	Stir-frying	2.1
Fishes and shellfishes	11594	Shrimp	Boiling	2.0
Fishes and shellfishes	11594	Shrimp	Stir-frying	1.8
Fishes and shellfishes	11466	Oyster	Pan-frying	1.7
Fishes and shellfishes	11170	Alaska pollack	Boiling	1.7
Fishes and shellfishes	11491	Little nect clam	Boiling	1.7
Vegetables	6069	Kimchi, small radish	As is/raw	1.4
Seaweeds	11466	Oyster	As is/raw	1.2
Seasoning	-	Red pepper powder	Stir-frying	1.2
Fishes and shellfishes	11466	Oyster	Boiling	1.0
Fishes and shellfishes	11560	Crab	Boiling	0.7
Fishes and shellfishes	11560	Crab	As is/raw	0.7

Table 5. Distribution of estimated daily dietary iodine intakes in pregnant and breast-feeding women

Group	n	Mean	Standard Error	5 th	10 th	25 th	50 th	75 th	90 th	95 th
µg/day										
Pregnant women	89	312.2	48.8	22.1	48.7	82.6	145.8	249.9	696.4	1,184.2
Lactating women	103	452.9	104.4	17.7	24.5	60.2	120.8	245.9	1,224.9	2,533.7

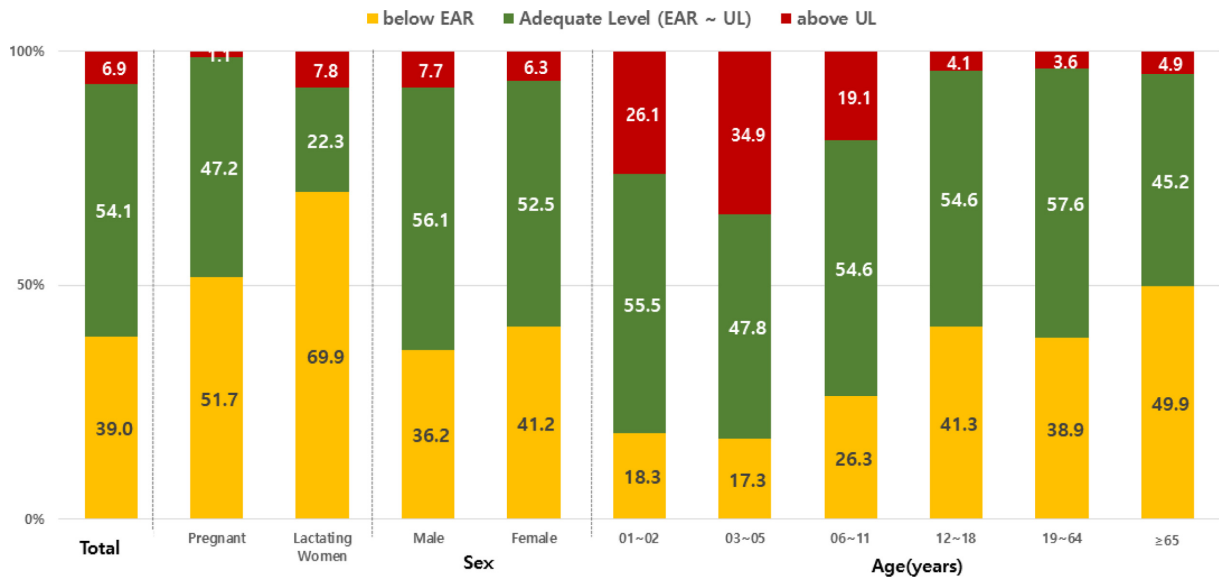


Fig. 3. The Proportion of subjects with iodine intake below EAR¹⁾, adequate level (EAR~UL²⁾ and above UL
 1) Estimated average requirement
 2) Tolerable upper intake level

3. 요오드 섭취 수준 평가

한국형 총식이조사에 기반한 개인별 요오드 섭취량으로 요오드 적정섭취 수준을 평가한 결과는 Fig. 3과 같다. 우리 국민의 절반 정도(54.1%)가 요오드를 적절하게 섭취하고 있었으며, 39.0%가 적정섭취 수준 미만에 해당하여 요오드 섭취가 부족한 것으로 나타났다. 성인, 특히 임신/수유부에서 적정섭취 수준 미만의 비율이 높았으며 11세 이하 어린이의 경우 적정섭취 수준을 초과하는 비율이 약 20~35% 였다.

고 찰

한국형 총식이조사에서는 한국인이 주로 섭취하는 음식의 형태가 반영되도록 대상식품을 조리하여 유해물질 및 영양 성분을 분석하며 이 점은 생산·유통되는 식품 중 유해물질 함량을 분석하는 식품모니터링과의 가장 큰 차별점이다. 본 연구에서는 대상식품별로 그대로, 끓이기, 볶기, 부치기 등 매칭된 대표조리법을 적용하여 시료를 조제·분석하였으며, 계의 경우, ‘그대로’, ‘끓이기’로 조리·분석된 결과 100 g 당 요오드 함량이 각각 66 µg, 73 µg 였고, 굴의 경우 ‘그대

로’, ‘끓이기’, ‘부치기’로 조리·분석된 결과 100 g 당 요오드 함량이 각각 117 µg, 101 µg, 172 µg 로 조리 방법에 따라 요오드 함량이 크게 변하지 않는 것으로 나타났다. 계, 굴 외에 다수의 대상식품에서 조리에 따른 요오드 함량 변화가 크지 않은 것으로 나타났다. 그러나 다시마의 요오드 함량은 ‘그대로’ 21,198 µg/100 g, ‘끓여 건져내기’ 26,690 µg/100 g로 나타나 조리 후 상당한 변화가 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 다시마를 끓인 후 건져내고 남은 육수를 분석한 결과이므로 다시마를 15분 동안 물에 삶으면 요오드 함량이 99% 감소한다는 연구[13]와 직접적인 비교는 어려우나 요오드는 물에 잘 용해되고, 끓이는 과정의 가열로 인해 요오드 추출이 더 잘 되어진 것으로 보여지며, 다시마 육수로 섭취하는 경우 요오드 섭취가 많아 질 수 있음을 짐작할 수 있다.

국내 선행 연구[11]에서 보고된 식품 100 g 당 평균 요오드 함량은 김(건조) 5,160 µg(1,280 ~ 17,400 µg), 미역(건조) 15,800 µg(1,390 ~ 33,400 µg)으로 본 연구의 분석한 평균 요오드 함량과 유사하였다. 상기 자료에서 다시마(건조)의 요오드 함량 192,700 µg(1 ~ 501,000 µg)을

국민건강영양조사에서 제시된 정상변환 환산계수를 적용하면 다시마(생것)의 요오드 함량은 19,775 µg(1,880 ~ 51,413 µg)이 되며, 이는 본 연구 결과의 다시마 평균 요오드 함량이 해당 범위에 포함되었다. 국민의 요오드 섭취와 관련해 지속적으로 연구하고 있는 노르웨이의 식품 중 요오드 함량 자료[14]와 본 연구의 우유, 달걀 등의 요오드 함량을 비교하였을 때도 유사하게 나타났다. 본 연구 결과와 국·내외 선행 연구 결과의 식품 중 요오드 함량이 유사하였으나 요오드와 같은 미량 영양소의 경우, 분석 대상 식품의 수집 지역, 시기 등에 따라서 함량의 차이가 크게 나타날 수 있기 때문에 지속적으로 함량 자료를 확보하는 것이 중요하다.

농촌진흥청의 식품성분표 9차 개정에 수록된 요오드 함량 및 식약처 등에서 발표한 요오드 함량 자료를 활용하여 요오드 섭취량을 추정된 최 등의 연구[5]에서 평균 요오드 섭취량은 670.0 µg/day였으며, 중앙값은 347.8 µg/day로 보고되어 한국형 총식이조사에 기반하여 추정된 평균 요오드 섭취량 및 중앙값 보다 약 1.6배, 2.7배 많은 양이었다. 해조류 섭취량 및 기여율은 376.4 µg/day 및 55.7%로 본 연구의 해조류 섭취량(324.1 µg/day)과는 유사하였으나 기여율(77.4%)에서는 차이를 보였다. 이는 최 등의 연구에서 해조류 다음으로 기여율이 높았던 절임 채소류(16%) 때문인 것으로 해석되며, 절임 채소류 분류된 식품 중 요오드 함량이 높은 식품으로 인한 결과로 보인다. 그러나 해당 식품이 무엇인지는 언급되지 않아 확인이 불가하였다.

전 세계 학령기 아동을 대상으로 소변 내 요오드 농도의 중앙값으로 요오드 섭취 상태를 파악한 최근 자료[15]에서 총 131개국 중 102개국은 '적정' 수준이었으나 19개국은 적정 수준 미만이었으며, 우리나라를 포함한 10개국은 적정 수준을 초과한 것으로 나타났다. 2017년에 69개국의 임산부를 대상으로 요오드 섭취량을 조사한 연구 결과에 따르면[16], 조사된 국가의 절반 이상(39개국)에서 요오드 섭취가 부족한 것으로 나타났다. 요오드 섭취 수준은 갑상선 질환 발병의 관련이 있으며[1], 특히 가임기 여성의 요오드 섭취 부족은 생식력 저하와 관련 있는 것으로 알려져 있다[17]. 이에 요오드 섭취가 부족한 국가에서는 영양관리 차원에서 해당 국가의 요오드 섭취 주요 급원식품에 대해서 계절별·지역별 요오드 함량을 분석하여 보고하고 있으며, 요오드 권장 섭취량을 충족할 수 있도록 노력하고 있다[18-20].

우리나라에서는 일상적으로 해조류를 섭취하고 있으며, 특히 여성의 경우 전통적인 산후 조리 풍습에 따라 수유 중에 미역국 섭취가 극단적으로 많아지므로 오히려 요오드의 과잉 섭취에 대한 염려가 있다. 한국형 총식이조사에 기반한 평균 요오드 섭취량은 전 연령층에서 한국인의 권장섭취 기준

(80~150 µg)의 2.8~4.8배였으며, 임신부 및 수유부의 경우 권장섭취 기준(240 µg, 340 µg)의 1.3배였다. 11세 이하 어린이의 중앙값이 다른 연령대에 비해 가장 높았으며, 이는 권장섭취량의 1.3~1.9배 수준이었다. 그러나 한국인의 영양소 섭취기준의 평균필요량 미만 섭취자 비율도 11세 이하의 어린이에서 18.3 ~ 26.3%였고, 12세 이상 연령에서 38.9 ~ 49.9%였으며 임신부 및 수유부에서 각각 51.7%, 69.9%로 상당한 비율을 차지하였다. 상대적으로 국민건강영양조사의 표본 수가 적은 영유아, 어린이, 수유부에서 상한섭취량을 초과하는 비율이 높거나 평균필요량 미만으로 섭취하는 비율이 높은 것으로 판단되었다. 표본 수가 적은 경우 특별 식품섭취량을 산출하기 불충분하고 식품섭취량 자료가 1일의 섭취량이기 때문에 특정 식품에만 고농도로 함유된 영양소의 경우 조사 당일의 해당 식품섭취 여부에 따라 영양소 섭취량의 변이가 큰 한계점이 있다고 할 수 있겠다. 이에 취약계층을 대상으로 하는 대규모의 비연속 2일 식품섭취량 조사 등을 기획하고 별도로 조사 수행하여 일상적인 식품 섭취량 자료를 확보하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

요약 및 결론

생산·유통 단계의 식품이 아니라 섭취 직전 단계(table-ready)까지 조리된 식품에 대한 유해물질 및 영양성분 함량 분석을 통해 우리 국민의 유해물질/영양성분 섭취량에 대한 가장 실제에 가까운 추정을 가능하게 하는 한국형 총식이조사를 기반으로 요오드 섭취량 추정하고 섭취 수준을 평가하였다.

1. 우리 국민의 섭취량 및 섭취빈도를 고려하여 주로 섭취하는 식품 115개를 대상식품으로 선정하였으며, 대상식품이 재료로 사용된 음식으로부터 식품별 대표조리법을 선택하여 '식품×조리법 pair' 158건을 구성하였다.
2. 전국을 3개의 권역으로 구분하고 인구 규모에 근거하여 권역별로 3개의 도시를 선정하여 대상식품 수집 지역으로 하였으며, 계절 특성 반영하여 수집하여 시료를 조제하였으며, 총 456건의 시료를 조제하였다.
3. 분석법 및 분석 데이터의 신뢰성 평가를 통해 확립한 방법으로 요오드를 분석한 결과, 대상식품 115개 중 69개(60%)에서 요오드가 검출되었으며, 다시마, 미역, 김과 같은 해조류에서 높은 농도로 검출되었다.
4. 요오드 함량 분석 결과 및 7기 국민건강영양조사 식품섭취량 자료를 활용하여 요오드 섭취량을 추정된 결과, 우리 국민의 1인 1일 평균 요오드 섭취량은 416.5 µg/day이었고 중앙값은 129.0 µg/day 이었다. 평균 요오드 섭취량은

65세 이상이 가장 높았으나 중앙값은 3~5세가 가장 높고, 다음으로 6~11세로 학령 전 및 학령기 아동에서 높았다.

5. 요오드 섭취량에 기여한 주요 식품군은 해조류(기여율 77.3%), 우유류(5.2%), 어패류(4.5%), 채소류(3.9%) 순이었으며 성별, 연령층별 모두 유사한 경향을 나타냈고 연령층이 낮을수록 우유류의 기여율이 다소 높았다.

6. 우리 국민의 절반 정도(54.1%)는 적정 수준으로 요오드를 섭취하고 있는 것으로 평가되었다.

현재 생산·유통 중인 식품을 실제 섭취하는 상태로 조리해 분석하는 총식이조사를 기반으로 요오드 섭취량을 추정 한 본 연구 결과는 지극히 제한된 범위의 식품에 근거해 추정되었던 기존 문헌의 우리 국민 요오드 섭취량에 비해 상대적으로 현실성이 높은 결과라고 사료된다. 한편, 생리적 취약 계층에서의 요오드 섭취 현황 및 관련 문제를 파악하기 위해서 충분한 규모의 식품 섭취량 자료 확보가 필요하며, 이에 근거한 심층 분석을 통해 해결방안을 모색할 수 있을 것이다. 또한 본 연구 결과는, 요오드 과잉 섭취와 부족의 우려가 공존하는 우리 국민의 식생활 특성에 맞춘 영양정책과 교육 자료에 활용될 수 있을 것이다.

ORCID

Jeeyeon Lee: <https://orcid.org/0000-0002-4017-6508>

Yoonjae Yeoh: <https://orcid.org/0000-0003-2161-117X>

Min Jeong Seo: <https://orcid.org/0000-0001-8999-7692>

Gae Ho Lee: <https://orcid.org/0000-0003-1856-4288>

Cho-il Kim: <https://orcid.org/0000-0002-6495-8483>

감사의 글

이 연구는 식품의약품안전처의 지원을 받아 수행된 연구입니다(20180225181-00, 한국형총식이조사).

References

1. The Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. 2020 Dietary Reference Intakes for Koreans: Minerals. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2020. p. 270-291.
2. New South Wales Government. Warning to pregnant and breastfeeding women: Seaweed soup [internet]. Northern Sydney Local Health District; 2012 [cited 2019 Dec 12]. Available from: <https://www.mhcs.health.nsw.gov.au/publications/9120>.
3. Farebrother J, Zimmermann MB, Andersson M. Excess iodine intake: sources, assessment, and effects on thyroid function. *Ann NY Acad Sci* 2019; 1446(1): 44-65.
4. Perrine CG, Cogswell ME, Swanson CA, Sullivan KM, Chen TC, Carriquiry AL et al. Comparison of population iodine estimates from 24-hour urine and timed-spot urine samples. *Thyroid* 2014; 24(4): 748-757.
5. Choi JY, Ju DL, Song Y. Revision of an iodine database for Korean foods and evaluation of dietary iodine and urinary iodine in Korean adults using 2013–2015 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *J Nutr Health* 2020; 53(3): 271-287.
6. Institute of Agricultural Sciences. 9th revision Korean Food Composition Table. Wanju-gun: Institute of Agricultural Sciences; 2016.
7. Kim C, Lee J, Kwon S, Yoon H. Total diet study: For a closer-to-real estimate of dietary exposure to chemical substances. *Toxicol Res* 2015; 31(3): 227-240.
8. Kim CI, Koh EM, Yon MY, Lee YN, Kim DH, Lee JY et al. Planning of total diet study for hazardous materials. Ministry of Food and Drug Safety; 2011 Sep. Report No. 11162food safety073.
9. Korean Statistical Information Service. Population by census [Internet]. 2019 [cited 2020 Mar 2]. Available from: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1B040A3.
10. Kim CI, Park HM, Lee HS, Kim DH, Lee JY, Yon MY et al. A guidebook for Korean total diet studies. Ministry of Food and Drug Safety; 2017 Dec. Report No. 11-1471000-000303-01.
11. Park KS, Yang JY, Kim SH, Lee JY. Study of international standards for Iodine in seaweed. Ministry of Food and Drug Safety; 2015 Nov. Report No. 15162seafood661.
12. Korea Disease Control and Prevention Agency. Korean National Health and Nutrition Examination Survey [internet]. 2019 [updated 2020 Sep 1; cited 2019 Feb 1]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes>.
13. Zava TT, Zava DT. Assessment of Japanese iodine intake based on seaweed consumption in Japan. *Thyroid Res* 2011; 4(11): 1-7.
14. Carlsen MH, Andersen LF, Dahl L, Norberg N, Hjartaker A. New iodine food composition database and updated calculations of iodine intake among Norwegians. *Nutrients* 2018; 10(7): 930.
15. Iodine global network. Global scorecard of iodine nutrition in 2020 [internet]. Iodine global network; 2020 [cited 2019 Dec 19]. Available from: <https://www.ign.org/scorecard.htm>.
16. Iodine global network. Global scorecard of iodine nutrition in 2017 [internet]. Iodine global network; 2018 [cited 2019 Dec 19]. Available from: <https://www.ign.org/scorecard.htm>.
17. Brantsaeter AL, Abel MH, Caspersen IH, Sengpiel V, Jacobsson B, Magnus PM et al. Inadequate iodine intake is associated with subfecundity in mild-to- moderately iodine deficient Norwegian women. *Proceedings of the Nutrition Society*; 2019 Oct 15-18; Dublin: p. 112.
18. Dahl L, Opsahl JA, Meltzer HM, Julshamn K. Iodine concentration in Norwegian milk and dairy products. *Br J Nutr* 2003; 90(3): 679-685.
19. Food Safety Authority of Ireland. Report on a total diet study carried out by the food safety authority of Ireland in the period 2012–2014. Dublin; 2016 Mar. Report No. 978-1-910348-06-2.
20. Medin AC, Carlsen MH, Andersen LF. Iodine intake among children and adolescents in Norway: Estimates from the national dietary survey Ungkost 3 (2015-2016). *J Trace Elem Med Biol* 2020; 58: 126427.