



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

한국 성인의 해조류 섭취 실태 및
대사증후군과의 연관성

고한빈

제주대학교 대학원

식품영양학과

2024년 2월

한국 성인의 해조류 섭취 실태 및 대사증후군과의 연관성

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함

고한빈


제주대학교 대학원


식품영양학과


지도교수 하경호

고한빈의 이학석사 학위논문을 인준함

2023 년 12 월

심사위원장 이 윤 경 

위원 강 인 혜 

위원 하 경 호 



목 차

I. 초록	1
II. 서론	3
III. 연구 내용 및 방법	7
1. 연구자료 및 대상	7
2. 해조류 섭취량 분석	9
3. 영양소 및 식품군 섭취량	11
4. 신체계측 및 검진조사	11
5. 대사증후군 진단	12
6. 일반적 특성	12
7. 통계처리	13
IV. 연구 결과	14
1. 해조류 섭취실태	14
1) 해조류 섭취 분포	14
2) 일반적 특성에 따른 해조류 섭취량	18
3) 해조류 섭취 수준에 따른 일반적 특성	21
4) 해조류 섭취 수준에 따른 영양소 섭취량	23
5) 해조류 섭취 수준에 따른 식품군별 섭취량	27
6) 해조류 유형별 섭취량 및 주요 급원식품	29

2. 해조류 섭취와 대사증후군의 연관성	32
1) 대사증후군 여부에 따른 일반적 특성	32
2) 해조류 섭취 수준에 따른 대사증후군 지표	35
3) 해조류 섭취 수준과 대사증후군 및 대사증후군 지표와의 연관성	39
4) Restricted cubic spline 모델을 이용한 해조류 섭취량과 대사증후군 및 대사증후군 지표의 연관성	47
V. 고찰	57
VI. 요약 및 결론	62
VII. 참고문헌	64
VIII. Abstract	68
부록	71

표 목 차

Table1. Types of seaweed consumed by the subject	10
Table2. Seaweed intake according to general characteristics of subjects	19
Table3. General characteristics of study subjects according to seaweed intake level	22
Table4. Nutrient intake and nutrient density according to seaweed intake level	25
Table5. Food group intake according to the subject's seaweed intake level	28
Table6. Major sources of seaweed	31
Table7. General characteristics of subjects according to metabolic syndrome	33
Table8. Metabolic syndrome indicators according to seaweed intake level	36
Table9. Metabolic syndrome indicators according to seaweed intake level stratified by sex and age group	38
Table10. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to seaweed intake level	40
Table11. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to seaweed intake level stratified by sex and age group	42
Table12. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to seaweed intake level (II)	44
Table13. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to seaweed intake level stratified by sex and age group (II)	46

그림 목 차

Figure1. Flow chart for selecting study participants	8
Figure2. Mean daily total seaweed intake of study subjects	15
Figure3. Distribution of total seaweed intake by seaweed intake level	17
Figure4. Contribution of specific types of seaweed to total seaweed intake among total subjects	30
Figure5. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and abdominal obesity	48
Figure6. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and high fasting blood glucose	49
Figure7. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and high fasting blood triglyceride	50
Figure8. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and metabolic syndrome	51
Figure9. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and abdominal obesity (II)	53
Figure10. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and high fasting blood glucose (II)	54
Figure11. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and high fasting blood triglyceride (II)	55
Figure12. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and metabolic syndrome (II)	56

<부록>

Supplementary Figure 1. Correlation between seaweed intake measured using the 1-day 24-hour dietary recall and seaweed consumption frequency using the FFQ 72

Supplementary Table1. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to seasoned laver intake level 73

Supplementary Table2. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to seasoned laver intake level (II) 74

Supplementary Table 3. General characteristics of study subjects according to seaweed intake level (subject II) 75

Supplementary Table 4. Nutrient intake according to seaweed intake level (subject II) 77

Supplementary Table 5. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to brown seaweed and red seaweed intake level 78

Supplementary Table 6. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to brown seaweed and red seaweed intake level (II) 79

한국 성인의 해조류 섭취 실태 및 대사증후군과의 연관성

고한빈

제주대학교 대학원 식품영양학과

I. 초록

2021년 기준 우리나라의 만성질환으로 인한 사망률은 전체 사망의 79.6%를 차지하였으며, 대사증후군의 유병률은 21.3%로 점점 증가하는 추세이다. 대사증후군은 당뇨병, 고혈압, 이상지질혈증 등의 질환이 군집을 이루는 것으로 식생활은 대사증후군의 주요한 결정요인으로 알려져 있다. 해조류는 식이섬유, 필수지방산 및 폴리페놀 등의 성분이 풍부하여 동물실험과 임상시험연구에서 항비만, 항당뇨, 항고혈압 등의 효과를 보고하였으나, 한국인을 대상으로 한 역학연구는 연구대상, 평가대상 해조류 등이 제한적이며 상반된 결과를 보고하고 있다. 따라서 본 연구는 한국 성인의 해조류 섭취 실태 및 해조류 섭취와 대사증후군과의 연관성을 확인하고자 했다. 먼저 해조류 섭취실태를 평가하기 위해 2016~2021년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 24시간 회상법에 참여한 만 19세 이상 성인 30,272명(Subject 1)을 대상으로 포함했으며, 해조류 섭취와 대사증후군과의 연관성 분석을 위해 검진조사 미참여자, 대사질환 진단자, 임신수유부 등을 제외한 17,880명(Subject 2)을 대상으로 선정하였다. 해조류 섭취량은 1일 24시간 회상법 자료를 통하여 해조류의 평균 섭취량 및 급원식품을 분석하였으며,

다중로지스틱회귀분석을 이용해 해조류 섭취수준과 대사증후군 및 그 요소와의 연관성을 분석하였다. 본 연구 대상자의 평균 총 해조류 섭취량은 3.7g/day였으며, 종류별 기여율은 홍조류(66%), 갈조류(33%), 녹조류(1%) 순으로 높았고 단일식품으로는 김의 기여율이 62%를 차지하였다. 대상자를 해조류 미섭취자(non-consumers, NC군)와 섭취자로 분류하고, 섭취자는 총 해조류 섭취량 중위수(Median: 3.4g/day)를 기준으로 LS군(Low seaweed intake, <median), HS군(High seaweed intake, ≥median)으로 분류하였다. 그룹별 평균 총 해조류 섭취량은 LS 군에서 1.4±1.0g/day (Median: 1.3g/day), HS군에서 15.3±23.4g/day (Median: 7.8g/day)로 나타났다. 해조류 섭취수준 별 영양소 및 식품군 섭취량 분석 결과 HS군이 다른 군에 비해 나트륨, 백미, 절임채소류의 섭취량이 높았다 ($P < .0001$ for all). 대상자의 해조류 섭취수준에 따른 대사증후군 및 그 요소의 위험성 분석 결과 LS군에 비해 HS군의 복부비만, 고중성지방혈증 및 대사증후군의 교차비가 각각 14% (Odds ratio (OR): 1.14, 95% Confidence intervals, (CI): 1.01–1.30), 26% (OR: 1.26, 95% CI: 1.10–1.43), 23% (OR: 1.23, 95% CI: 1.04–1.44) 유의하게 높아지는 것을 확인하였다. NC군에서는 LS군과 비교했을 때 대사증후군 및 요소와 유의한 연관성을 보이지 않았다. 해조류를 평균 15.3g/day 수준으로 아주 많이 섭취하는 경우 1.4g/day 수준으로 섭취하는 군에 비해 대사증후군의 위험이 높았으며, 해조류 섭취량과 복부비만, 고중성지방혈증 및 대사증후군 위험은 비선형적인 연관성을 갖고 있음을 확인하였다. 본 연구의 결과는 향후 전향적 연구 수행을 통해 대사증후군 예방 및 관리를 위한 해조류의 적정 섭취 수준 모색의 필요성과 다른 영양소 및 식품군과의 균형있는 섭취의 중요성을 시사한다.

II. 서론

2021년 기준 우리나라의 만성질환으로 인한 사망률은 전체 사망의 79.6%를 차지하였으며, 암과 심뇌혈관질환, 만성호흡기질환, 당뇨병으로 인한 사망은 각각 26.0%, 17.0%, 4.4%, 2.8%의 사망률을 보였다(1). 한국인의 주요 사망원인인 심뇌혈관질환의 위험 요인은 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증 등이 있으며, 대사증후군(Metabolic syndrome)은 이와 같은 심뇌혈관 질환의 위험을 증가시키는 것으로 보고되어 있다(2). 또한 국민건강보험공단의 건강검진 통계에 따르면 한국인의 대사증후군 유병률은 2019년 19.2%에서 2021년 21.3%로 점차 증가하는 추이를 나타내고 있다(3). 대사증후군이란 복부비만, 인슐린저항성, 고혈압, 고지혈증 등이 군집을 이루어 발생하는 것으로 유전적 요인뿐만 아니라 식생활, 신체활동 등의 생활습관 요인이 영향을 미치는 것으로 보고되어 있으며, 그 중 식생활은 대사증후군의 예방 및 발병에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(2). 따라서 대사증후군의 위험 감소에 도움을 줄 수 있는 식생활 요인을 규명하는 것이 필요하다.

해조류는 바다에서 나는 조류를 총칭하는 것으로 녹조류, 갈조류, 홍조류 등 3가지로 분류된다. 삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라는 풍부한 해조류 자원을 보유하고 있으며 해조류에 대한 최초의 기록은 1145년 삼국사기에서 발견되어 오랜 역사를 보유하고 있다(4). 2019년 기준 전 세계 해조류 생산량의 약 97%는 아시아에 집중되어 있으나(5) 최근 해조류의 이산화탄소 흡수효과와 생리적 활성으로 인해 국제적인 주목을 받고 있다(9). 그러나 질병관리청의 국민건강통계에 따르면 한국인의 해조류 섭취량은 1998년 7.8g/day에서 2021년 3.3g/day로 최근 20년간 감소하고 있으며 동물성 식품의 섭취는 지속적으로 증가하고 있다(1). 한국 성인의 해조류 섭취 실태를 분석한 선행연구는 제한적이거나 대전 지

역의 성인 250명을 대상으로 24시간 회상법을 이용해 조사한 연구에 따르면, 대상자의 평균 해조류 섭취량은 $2.3 \pm 1.4 \text{g/day}$ 였으며, 남성 $2.0 \pm 1.3 \text{g/day}$, 여성 $2.7 \pm 1.5 \text{g/day}$ 의 섭취량을 보고하였다(10).

해조류는 요오드를 함유하여 갑상선의 기능에 도움을 줄 뿐만 아니라 각종 아미노산과 필수지방산, 식이섬유, 폴리페놀 등의 다양한 생리활성 물질을 함유하며 해조류의 종류에 따라 항비만, 항산화, 항고혈압, 항당뇨, 암 예방 등의 역할을 할 수 있는 것으로 보고되고 있다(6, 7, 8).

해조류의 섭취는 대사증후군의 위험성을 감소시킬 수 있는 것으로 보고되었는데, C2C12 Mouse 근육세포에 청각, 미역귀, 꼬시래기 등의 해조류 추출물 공급 시 추출물 농도 증가에 따라 포도당 흡수 억제 및 포도당 이용 촉진을 통한 항당뇨 효과가 있었다(7). 또한 갈조류 섭취의 혈당 감소 효과에 대한 무작위 배정 임상시험연구(Randomized controlled trial, RCT) 18편을 메타분석한 연구 결과 당뇨 위험이 있거나 당뇨가 있는 성인에서 갈조류 섭취가 공복 혈당 및 식후 혈당 감소에 효과가 있었으며, 이 같은 연구결과는 메타분석에 포함된 국내 연구 3건에서 모두 관찰되었다(11-14). 또한, Jane 등이 대사증후군의 지표 증상 중 1개 이상 보유한 에콰도르의 27명의 성인에게 미역추출물 복용에 따른 대사증후군 지표의 변화를 살펴본 RCT 연구 결과 미역추출물 6g/day를 한달동안 섭취 시 수축기혈압이 10mmHg 감소했으며 여성의 복부둘레가 약 4cm 감소하였다(15).

아시아인을 대상으로 해조류 섭취와 만성질환 위험과의 연관성을 확인한 관찰 연구는 제한적인 실정이나, 일본의 40~79세 성인 6,169명을 대상으로 한 코호트 연구에서 24시간 회상법을 통해 분석한 해조류 섭취량은 남성의 뇌졸중 위험과 음의 연관성을 나타냈다(16). 해조류 섭취와 대사증후군과의 연관성을 살펴

본 국내의 단면연구는 서로 상반된 결과를 보고하였다(17, 18, 19). 한국인유전체역학조사사업(KoGES) 자료를 이용해 40~69세의 성인 5,777명의 해조류 섭취량을 반정량 식품섭취빈도조사법(Semi-quantitative food frequency questionnaire(FFQ))을 이용해 분석하였을 때, 여성에서 하루 약 2.0g의 김 섭취 시 거의 섭취하지 않는 사람들에 비해 대사증후군의 위험이 약 30% 낮았으며, 남성과 여성 모두에서 복부비만의 위험이 각각 약 35%, 50% 낮았다(17). 또한 국내 Multi rural cohort(MRCohort) 자료를 이용해 2,588명의 성인 여성을 대상으로 FFQ를 통해 분석한 해조류 섭취량과 대사증후군 위험과의 연관성을 분석한 연구 결과, 약 2g/day의 김 섭취 시 0.1g/day의 김을 섭취하는 군에 비해 고혈압, 고혈당, 고중성지방혈증 및 저 High density lipoprotein(HDL)-콜레스테롤혈증의 위험이 약 30~45% 감소하였다(18). 그러나 Kim 등(19)이 국립암센터의 연구자료를 이용하여 30세 이상 남성 7,081명의 해조류 섭취량을 FFQ로 분석했을 때, 해조류를 주 4~6회 섭취하는 대상자들이 주 1회 이하로 섭취한 대상자들에 비해 대사증후군의 위험이 약 25% 높았다.

한편, 2020 한국인 영양소 섭취기준(KDRIs)에 따르면 성인 기준 요오드의 권장섭취량은 150 μ g/day, 상한섭취량은 2,400 μ g/day로 설정되어 있는데(20), 일부 선행연구들은 해조류를 통한 요오드 과잉섭취의 건강영향을 보고하였다(21,22). 한국인의 주요 상용 식품 내 요오드 함량 분석 결과 다시마의 요오드 함량이 179,060 μ g/100g으로 가장 높았으며, 미역 8,730 μ g/100g, 김 3,570 μ g/100g 순으로 높았다(21). 또한 Song 등이 2007~2009년 국민건강영양조사에 참여한 성인을 대상으로 요오드 섭취량과 갑상선 질환의 연관성을 분석한 결과 요오드를 상한섭취량 수준으로 섭취한 경우 권장섭취량 수준으로 섭취한 경우에 비해 갑상선 질환의 위험이 63% 더 높아지는 것으로 나타났으며,

상한섭취량 수준으로 섭취하는 그룹의 평균 해조류 섭취량은 $10.7 \pm 0.5\text{g/day}$ 였다(22).

이와 같이 해조류 섭취와 대사질환 위험과의 연관성에 대한 국내의 선행연구들은 연구대상자의 연령, 성별, 거주지역 및 분석 대상 해조류의 종류가 김, 미역, 다시마 등으로 다소 제한적이었으며, 일관적이지 않은 연구결과를 보고하고 있다. 따라서, 본 연구는 국민건강영양조사 자료를 활용하여 19세 이상 한국 성인이 섭취하는 다양한 해조류의 종류와 섭취수준을 파악하고, 해조류 섭취와 대사증후군의 연관성을 규명하고자 한다.

Ⅲ. 연구내용 및 방법

1. 연구자료 및 대상

본 연구는 제7~8기(2016~2021년) 국민건강영양조사에 참여한 19세 이상 성인을 대상으로 하였다. 국민건강영양조사는 질병관리청에 의해 매년 1세 이상 약 1만명을 대상으로 수행되고 있는 국가조사로써, 전국 192개 지역의 25가구를 확률표본으로 추출하여 검진조사, 건강설문조사, 영양조사를 생애주기에 맞게 적용하여 수행하는 조사이다.

본 연구의 대상자 선정 과정은 Figure 1에 제시하였으며, 조사 참여자 총 53,892명 중 건강설문조사와 검진조사 및 영양조사를 완료하지 않은 자(n=8,250), 일일 총 에너지 섭취량이 500 kcal 미만 또는 5,000 kcal 초과인 자(n=638), 만 19세 미만(n=7,668)을 제외한 총 30,275명을 대상으로 먼저 해조류 섭취실태를 평가하였다(Subject I). 이후 해조류 섭취와 대사증후군과의 연관성을 분석하기 위해 추가로 대사증후군 관련 생화학적 및 신체계측 지표에 대한 정보가 없는 자(n=316), 혈액검사 전 공복시간이 8시간 미만인 자(n=1,272), 임신 또는 수유중인자(n=250) 및 조사 당시 당뇨병, 고혈압, 고지혈증을 진단받았거나 현재 치료중인자(n=10,554)를 제외하였다(Subject II, n=17,881명). 본 연구의 연구자료인 국민건강영양조사는 2016년부터 2017년까지는 생명윤리법 제 2조 제 1호 및 동법 시행 규칙 제 2조 제 2항 2제 1호에 따라 국가가 직접 공공복리를 위해 수행하는 연구에 해당하여 연구윤리심의위원회의 심의를 받지 않고 수행되었다가 2018년부터 다시 연구윤리심의위원회의 승인을 받았다(승인번호: 2018-01-03-P-A, 2018-01-03-C-A, 2018-01-03-2C-A, 2018-01-03-5C-A). 또한 본 연구는 제주대학교 생명윤리심의위원회의 심의면제를 승인받았다(승인번호: JJNU-IRB-2023-070).

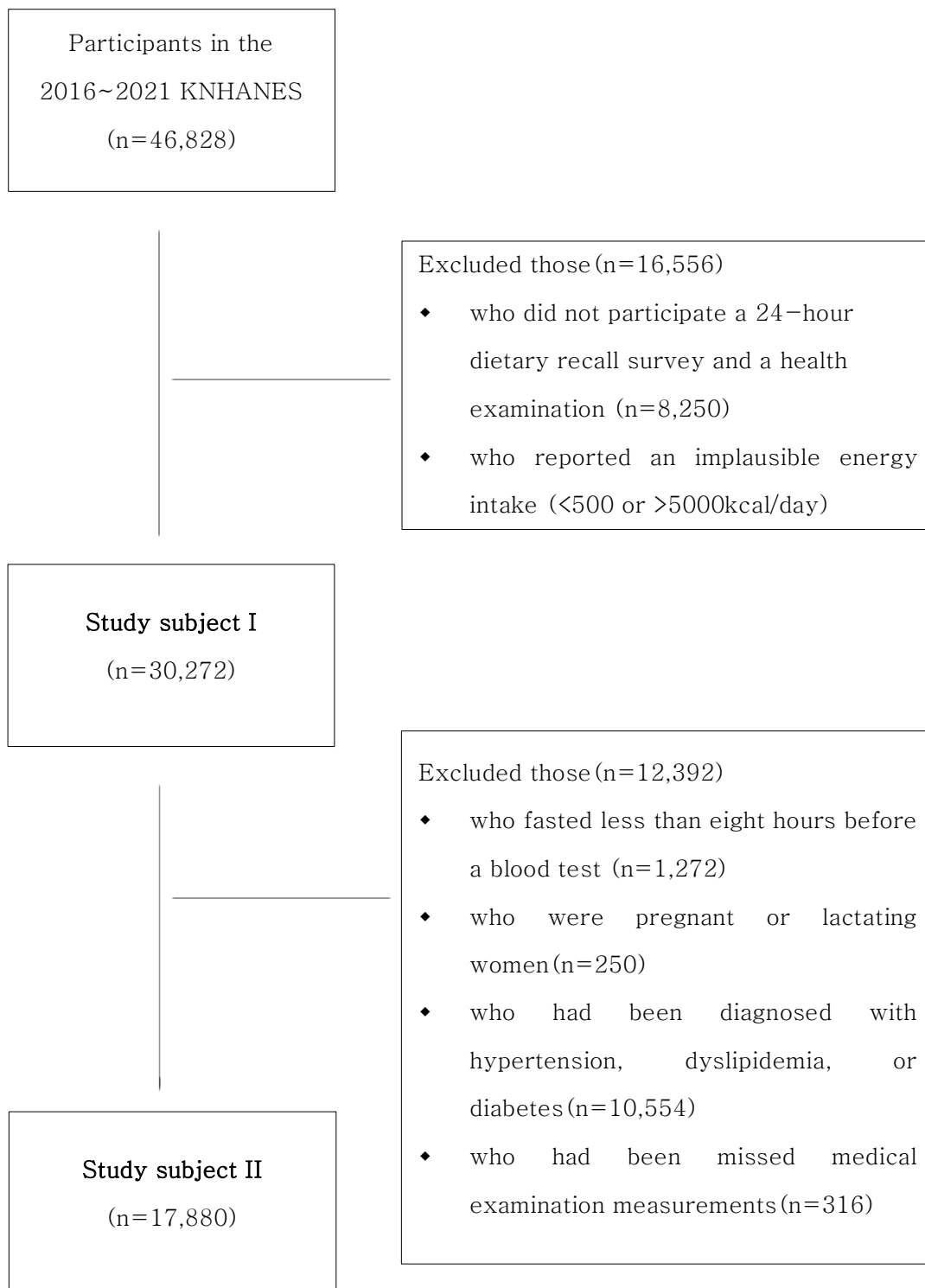


Figure 1. Flow chart for selecting study participants.

2. 해조류 섭취량 분석

1일 24시간 회상법 자료를 활용하여 해조류의 총 섭취량 및 유형별(홍조류, 갈조류, 녹조류) 섭취량을 산출하였으며 본 연구대상자가 섭취한 해조류의 유형별 종류를 Table 1에 제시하였다. 인구사회학적 요인 및 생활습관 요인에 따른 해조류 섭취 수준을 분석하였으며 해조류 섭취에 따른 영양소 및 식품군 섭취량, 해조류 섭취량과 대사증후군과의 연관성을 분석하기 위해 해조류 섭취자와 비섭취자로 구분하고 섭취자는 해조류 섭취량의 중위수를 이용하여 적게 섭취한 그룹과 많이 섭취한 그룹으로 분류하였다.

Table 1. Types of seaweed consumed by the subject

Type	Seaweed
Brown seaweeds	Sea mustard
	Kelp
	<i>Seaweed fusiforme</i>
	Gulfweed
Red seaweeds	Laver
	Agar
	Sea string
Green seaweeds	Green laver
	<i>Seaweed fulvescens</i>
	<i>Codium fragile</i>
	Green moss

3. 영양소 및 식품군 섭취량

1일 24시간 회상법 자료를 이용해 해조류 섭취에 따른 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방(포화지방산, 단일불포화지방산, 다가불포화지방산), 콜레스테롤, 식이 섬유, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 철, 비타민A, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 엽산. 비타민C의 섭취량 및 섭취에너지 1,000kcal 대비 섭취량을 분석하였으며 다량영양소는 총 에너지 대비 섭취 비율을 분석하였다.

또한, 대상자가 섭취한 식품을 해조류 외에 곡류, 서류, 당류, 두류, 종실류, 채소류, 버섯류, 과일류, 양념류, 유지류, 육류, 난류, 어패류, 우유류, 음료류, 주류의 16개의 식품군으로 분류하였다. 곡류군은 다시 백미류와 잡곡류, 면 및 만두류, 빵, 과자 등의 스낵류, 햄버거와 샌드위치, 피자, 빵 등으로 세분화하고, 채소류는 생채소류와 절임채소류로, 육류는 적색육, 가공육, 가금류로 세분화하여 해조류 섭취에 따른 식품군 섭취상태를 평가하였다.

4. 신체계측 및 검진조사

신체계측 및 검진조사는 질병관리본부 전문조사수행팀이 수행을 하였으며, 대상자는 검진용 일회용 가운을 착용하여 신장과 체중을 측정하였다(23). 신장과 체중은 각각 0.1cm, 0.1kg 단위까지 측정을 하였으며, 검진가운 미 착용시 체중을 보정하여 산출하였다. 측정한 신장 및 체중을 바탕으로 체질량지수(body mass index, BMI, kg/m^2)을 산출하였다. 허리둘레는 정확한 측정을 위해 윗옷을 올리고 측정하였으며, 숨을 내쉬 상태에서 줄자가 수평을 이루게 하여 측정을 하였다. 혈압 측정은 비수는 혈압계를 이용해 측정하였으며, 안정된 상태의 혈압을 측정하기 위해 측정 전 5분간 의자에 앉아 안정을 취한 뒤 측정을 진행하였다. 혈액검사는 최소 8시간 이상 및 조사 전 12시간의 공복을 권장하였으며, 정맥을

통해 채혈을 진행한 후 냉장보관하여 분석하였다. 공복혈당과, 중성지방 및 HDL-콜레스테롤은 Hitachi Automatic Analyzer 7600-210(Hitachi / Japan)을 이용해 측정하였다.

5. 대사증후군 진단

NCEP-ATP III(National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III) 및 대한비만학회의 기준에 따라 수축기 혈압 130mmHg 또는 이완기 혈압 85mmHg 이상, 공복 혈당 100mg/dL 이상, HDL-콜레스테롤 남성 40mg/dL, 여성 50mg/dL 미만, 중성지방 150mg/dL 이상, 허리둘레 남성 90cm, 여성 85cm 이상의 5개의 지표 중 3가지 이상에 해당할 경우 대사증후군으로 진단하였다(24, 25).

6. 일반적 특성

인구사회학적 요인으로 성별, 연령, 거주지역, 가구소득, 교육수준을 포함하였으며, 연령은 19~29세, 30~49세, 50~64세, 65~74세, 75세 이상으로 분류하였다. 거주지역은 동/읍면 및 17개의 행정구역으로 구분하였으며, 소득분위는 가구소득을 4분위로 하, 중하, 중상, 상으로 구분하였다. 교육수준은 중졸 이하, 고졸, 대졸이상으로 분류하였다.

생활습관 요인은 신체활동, 흡연, 음주이며, 비만과 임신/수유 여부도 해조류 섭취와 관련된 요인으로 포함하였다. 신체활동 실천 여부는 GPAQ(Global Physical Activity Questionnaire)에 따라 일주일에 중강도 신체활동을 2시간 30분 이상 또는 고강도 신체활동을 1시간 15분 이상 또는 중강도와 고강도 신체활동을 섞어서(고강도 1분은 중강도 2분) 각 활동에 상당하는 시간을 실천할

경우로 정의하였다. 흡연상태는 평생 일반담배(궐련) 5갑(100개비) 이상 피웠고, 현재 일반담배(궐련)을 피우는 경우 현재 흡연 중으로 정의하였고, 음주 여부는 최근 1년 동안 월 1회 이상 음주할 경우 현재 음주 중으로 정의하였다. 비만은 BMI $25\text{kg}/\text{m}^2$ 이상일 경우로 정의하였다.

7. 통계처리

모든 통계 분석은 SAS Software 9.4(SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 분석하였으며, 국민건강영양조사의 복합표본설계를 반영하기 위해 Proc Survey procedure를 이용하였다. 모든 연속형 변수는 평균±표준오차(standard error,SE)로 제시하였으며, 모든 범주형 변수는 빈도와 분율(%)로 제시하였다. 해조류 섭취수준에 따른 인구사회학적 요인, 생활습관, 대사증후군 지표의 차이를 카이제곱검정 (Chi-square test) 와 일반선형모형 (General Linear Model)을 이용하여 분석하였다. 다중로지스틱회귀분석 (Multiple Logistic Regression Analysis)을 통해 해조류 섭취 수준에 따른 대사증후군 및 대사증후군 요소의 교차비(Odds Ratio, OR)를 산출하였으며, 혼란변수로 성별, 연령, 총 에너지섭취량, 거주형태, 가구소득, 교육수준, 유산소신체활동여부, 현재흡연여부, 월간음주 여부 등을 포함하였다. 또한 SAS의 lgtphcurv9 매크로를 사용하여 해조류 섭취량과 대사증후군 및 그 요소의 교차비에 대한 Restricted cubic spline(RCS) curves를 제시하였다. 모든 통계검정은 양측검정을 수행하였으며, 통계적 유의성은 $P < 0.05$ 를 기준으로 하였다.

IV. 연구 결과

1. 해조류 섭취 실태

1) 해조류 섭취 분포

연구대상자의 평균 해조류 섭취량을 Figure 2에 제시하였다. 연구대상자 총 30,272명 중 1일 24시간 회상법을 수행하기 전날 해조류를 섭취한 대상자는 14,060명으로 약 46.4%에 해당하였다. 연구대상자 전체의 평균 해조류 섭취량은 약 3.7g/day였으며, 해조류 섭취자의 평균 해조류 섭취량은 약 7.9g/day로 나타났다.

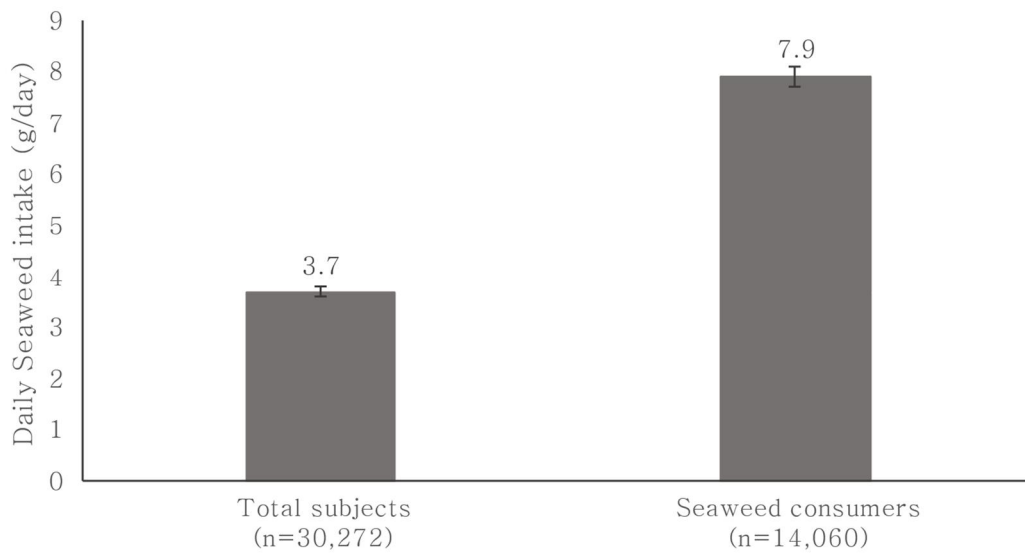


Figure 2. Mean daily total seaweed intake of study subjects

해조류 비섭취자의 비율이 상대적으로 높음에 따라 추후 분석에서는 해조류 비섭취자(Non-consumers, NC)와 섭취자로 구분하였고, 해조류 섭취자의 섭취량 중위수(3.4g/day)를 이용하여 중위수 미만 섭취자는 저해조류섭취(Low seaweed intake, LS)군으로 중위수 이상 섭취자는 고해조류섭취(High seaweed intake, HS)군으로 구분하였다. LS군의 총 해조류 섭취량의 평균은 1.4 ± 1.0 g/day, 중위수는 1.3g/day였으나, HS군의 총 해조류 섭취량의 평균은 15.3 ± 23.5 g/day, 중위수는 7.8g/day로 LS군의 평균 섭취량에 비해 약 11배 높았으며 오른쪽으로 치우친 분포(right-skewed distribution)를 갖고 있는 것으로 나타났다(Figure 3).

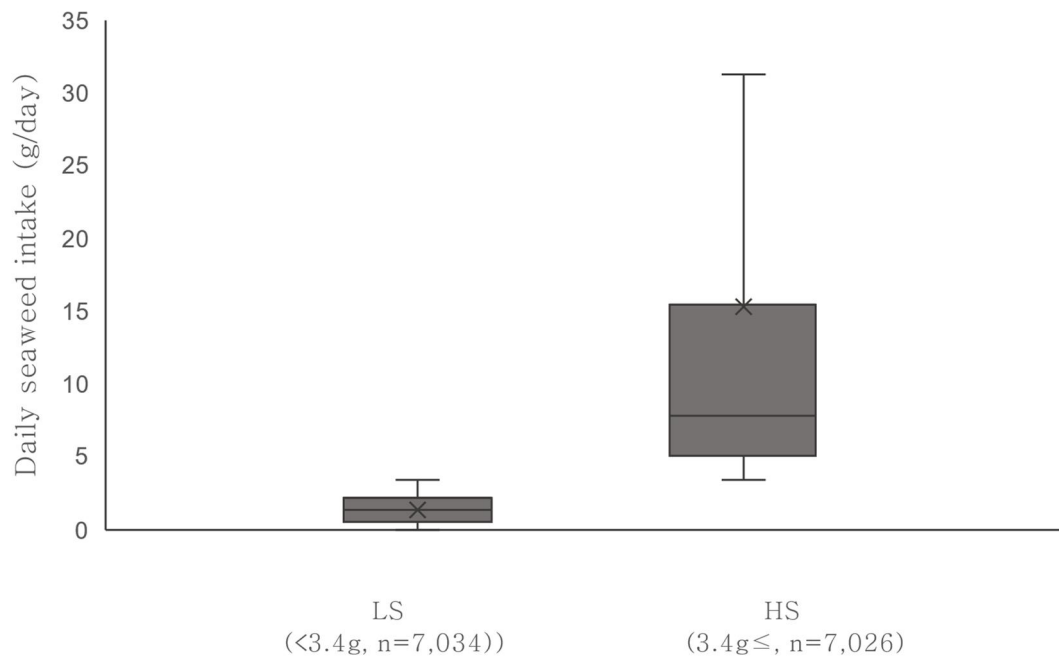


Figure 3. Distribution of total seaweed intake by seaweed intake level

LS : Low seaweed intake, HS : High seaweed intake

2) 일반적 특성에 따른 해조류 섭취량

연구대상자(Subject 1)의 일반적 특성 및 그에 따른 평균 해조류 섭취량을 Table 2에 나타내었다. 표본설계 및 가중치를 부여한 분석 결과 연구대상자의 성별은 남성 49.5%, 여성 50.5%로 유사했으며, 평균 연령은 48.0세였다. 연령대는 30~49세가 36.8%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 거주 지역은 경기와 서울이 각각 25.3%, 22.3%로 높은 비율을 보였으며, 가구소득은 사분위수로 구분하였을 때, 상 분위가 32.5%로 가장 높은 비율을 나타내었고, 교육수준은 대학교 졸업 이상이 43.1%로 가장 높은 비율을 보였다. 비만인 대상자의 비율은 35.4%였고, 신체활동을 수행하지 않는 사람의 비율은 54.0%였다. 대상자의 현재 흡연율은 19.2%로 나타났으며, 월간 음주 여부는 월 1회 이상 음주를 하는 비율이 56.2%를 나타내었고, 수유부는 약 0.9%의 비율을 나타내었다.

전체 대상자의 평균 총 해조류 섭취량은 3.7 ± 0.1 g/day로 나타났으며, 일반적 특성에 따른 평균 해조류 섭취량 분석 결과 남성이 3.8g/day로 여성보다 약 0.3g 더 높은 섭취량을 나타내었으나 통계적인 유의성은 없었다. 연령대별로는 50~64세의 연령에서 4.8g/day로 가장 높았고, 19~29세의 섭취량은 다른 연령에 비해 다소 낮은 1.9g/day였다 ($P < 0.0001$). 거주지역별 해조류 섭취량은 울산이 5.9g/day로 가장 높았고, 부산, 전남, 경남, 제주, 세종의 순서로 높게 나타났으며, 세종을 제외하면 비교적 해안가에 인접한 지역이 다른 지역에 비해 더 높은 해조류 섭취량을 나타내었다 ($P < 0.0001$). 또한 음주를 하지 않는 대상자의 해조류 섭취량이 3.9g/day로 더 높게 나타났다 ($P < 0.05$).

Table 2–1. Seaweed intake according to general characteristics of subjects

Characteristic	Total (n=30,272)	Total seaweed intake (g/day)*	P value
Total		3.7(0.1)	
Sex			0.0515
Male	12,809(49.5)	3.8(0.1)	
Female	17,463(50.5)	3.5(0.1)	
Age(Years)			<.0001
Mean*	48.0(0.2)	–	
19–29	3,423(17.2)	1.9(0.1)	
30–49	9,654(36.8)	3.6(0.2)	
50–64	8,521(26.9)	4.8(0.2)	
65–74	5,007(11.3)	3.9(0.2)	
75+	3,667(7.7)	3.8(0.3)	
Regional type			0.5690
Dong	24,212(85.8)	3.6(0.1)	
Eup-myeon	6,060(14.2)	3.8(0.2)	
Region			<.0001
Seoul	5,739(22.3)	3.2(0.2)	
Busan	1,999(6.8)	5.6(0.5)	
Daegu	1,365(4.6)	3.8(0.4)	
Incheon	1,612(5.9)	2.8(0.3)	
Gwangju	957(3.3)	3.5(0.6)	
Daejeon	972(3.2)	3.2(0.5)	
Ulsan	641(2.1)	5.9(1.1)	
Sejong	634(0.5)	4.7(0.5)	
Gyeonggi	7,066(25.3)	3.3(0.2)	
Kangwon	1,055(2.8)	3.5(0.4)	
Chungbuk	945(2.6)	2.7(0.3)	
Chungnam	1,056(3.5)	2.9(0.4)	
Jeonbuk	1,013(3.2)	3.6(0.7)	
Jeonnam	1,086(2.8)	5.5(0.8)	
Kyungbuk	1,611(4.6)	3.3(0.3)	
Kyungnam	1,908(5.5)	5.5(0.4)	
Jeju	613(1.0)	5.1(0.9)	

All values are presented as N(weighted %)

*value are Presented as Mean(SE)

1) Household income: quartile of monthly household income

2) Obesity: BMI is 25kg/m² or higher

3) Physical activity: performed moderate–intensity activities for at least 150 min or vigorous–intensity activities for at least 75 min or an equivalent combination of moderate– and vigorous–intensity activity during a typical week

4) Current smoking: smoked more than 5 packs(100 cigarettes) of regular cigarettes in his or her lifetime and a current smoker

5) Alcohol consumption: drank alcoholic beverages more than once a month over the past year

Table 2-2. Seaweed intake according to general characteristics of subjects

Characteristic	Total (n=30,272)	Total seaweed intake (g/day)*	P value
Household income ¹⁾			0.7412
Low	6,087 (15.3)	3.6 (0.2)	
Middle-low	7,429 (23.4)	3.7 (0.2)	
Middle-high	8,028 (28.8)	3.5 (0.1)	
High	8,624 (32.5)	3.7 (0.2)	
Education			0.8174
Less than middle school	8,685 (21.4)	3.6 (0.2)	
High school	9,208 (35.5)	3.6 (0.1)	
College or more	10,720 (43.1)	3.7 (0.2)	
Obesity ²⁾			0.6413
Normal	19,502 (64.6)	3.6 (0.1)	
Obesity	10,527 (35.4)	3.7 (0.1)	
Physical activity ³⁾			0.9609
No	16,492 (54.0)	3.7 (0.1)	
Yes	12,089 (46.0)	3.7 (0.1)	
Current smoking ⁴⁾			0.6041
No	25,181 (80.8)	3.7 (0.1)	
Yes	4,783 (19.2)	3.6 (0.2)	
Alcohol consumption ⁵⁾			0.0184
No	14,700 (43.8)	3.9 (0.1)	
Yes	15,281 (56.2)	3.5 (0.1)	
Lactation ⁶⁾			0.7630
No	17,318 (99.1)	3.5 (0.1)	
Yes	145 (0.9)	4.0 (1.5)	

All values are presented as N(weighted %)

*value are Presented as Mean(SE)

1) Household income: quartile of monthly household income

2) Obesity: BMI is 25kg/m² or higher

3) Physical activity: performed moderate-intensity activities for at least 150 min or vigorous-intensity activities for at least 75 min or an equivalent combination of moderate- and vigorous-intensity activity during a typical week

4) Current smoking: smoked more than 5 packs(100 cigarettes) of regular cigarettes in his or her lifetime and a current smoker

5) Alcohol consumption: drank alcoholic beverages more than once a month over the past year

6) Lactation: women who are lactating at the time of survey

3) 해조류 섭취 수준에 따른 일반적 특성

연구대상자의 해조류 섭취 수준에 따른 일반적 특성을 Table 3에 제시하였다. 해조류 섭취 수준에 따른 성별 분포의 차이를 확인하였을 때, LS군은 여성의 비율이 54.3%로 남성보다 더 높았으며, HS군은 남성의 비율이 52.1%로 여성에 비해 높게 나타났다. 세 그룹별 연령의 분포를 확인하였을 때, HS군의 평균 연령은 50.1세로 다른 군에 비해 높았으며, LS군의 평균연령은 46.3세로 가장 낮은 평균연령으로 나타났다. 또한 연령대의 분포 차이를 확인하였을 때, HS군이 50~64세의 비율이 다른 군에 비해 높았으며, 19~29세의 비율이 다른 군에 비해 낮은 분포를 나타내었다. 또한 LS군에서 다른 군에 비해 소득분위가 높은 분위의 비율과 상대적으로 고학력의 비율이 높게 나타났다. 그리고 현재 흡연율의 분포를 확인하였을 때, LS군이 16.8%로 상대적으로 다른 군에 비해 낮은 분포를 나타냈다 ($P < .0001$ for all).

Table 3–1. General characteristics of study subjects according to seaweed intake level

Characteristic	NC (n=16,212)	LS (n=7,034)	HS (n=7,026)	P value
Sex				<.0001
Male	6,924 (50.2)	2,717 (45.7)	3,168 (52.1)	
Female	9,288 (49.8)	4,317 (54.3)	3,858 (47.9)	
Age (Years)				<.0001
Mean*	47.8 (0.2)	46.3 (0.3)	50.1 (0.3)	
19–29	2,095 (19.5)	852 (18.0)	476 (11.0)	
30–49	4,810 (34.9)	2,636 (40.7)	2,208 (37.2)	
50–64	4,202 (24.7)	1,946 (26.3)	2,373 (32.9)	
65–74	2,815 (11.9)	1,003 (9.6)	1,189 (11.7)	
75+	2,290 (9.0)	597 (5.4)	780 (7.2)	
Type of residential area				0.0012
Dong	12,786 (85.0)	5,820 (87.6)	5,606 (85.7)	
Eup-myeon	3,426 (15.0)	1,214 (12.4)	1,420 (14.3)	
Region				<.0001
Seoul	2,985 (21.8)	1,480 (24.5)	1,274 (21.1)	
Busan	1047 (6.6)	416 (6.3)	536 (8.1)	
Daegu	746 (4.8)	308 (4.2)	311 (4.5)	
Incheon	842 (5.9)	409 (6.4)	361 (5.6)	
Gwangju	477 (3.3)	241 (3.3)	239 (3.4)	
Daejeon	504 (3.1)	250 (3.4)	218 (3.2)	
Ulsan	328 (2.0)	153 (2.2)	160 (2.2)	
Sejong	310 (0.4)	152 (0.5)	172 (0.6)	
Gyeonggi	3,790 (25.7)	1,727 (25.9)	1,549 (23.8)	
Kangwon	552 (2.7)	248 (2.8)	255 (2.7)	
Chungbuk	507 (2.7)	218 (2.6)	220 (2.5)	
Chungnam	581 (3.5)	244 (3.7)	231 (3.4)	
Jeonbuk	615 (3.4)	203 (3.1)	195 (3.0)	
Jeonnam	595 (2.8)	182 (2.1)	309 (3.6)	
Kyungbuk	987 (5.2)	297 (3.7)	327 (4.3)	
Kyungnam	999 (5.2)	392 (4.9)	517 (6.8)	
Jeju	347 (1.0)	114 (0.7)	152 (1.1)	

All values are presented as N(weighted %)

*value are Presented as Mean(SE)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group

Table 3–2. General characteristics of study subjects according to seaweed intake level

Characteristic	NC (n=16,212)	LS (n=7,034)	HS (n=7,026)	P value
Household income ¹⁾				<.0001
Low	3,738 (17.3)	1,037 (11.6)	1,312 (14.6)	
Middle–low	3,987 (23.7)	1,640 (21.6)	1,802 (24.4)	
Middle–high	4,151 (28.0)	2,015 (30.3)	1,862 (28.9)	
High	4,282 (30.9)	2,318 (36.5)	2,024 (32.1)	
Education				<.0001
Less than middle school	5,138 (23.6)	1,585 (16.6)	1,962 (21.2)	
High school	4,838 (35.8)	2,160 (34.5)	2,210 (35.7)	
College or more	5,305 (40.6)	2,934 (48.9)	2,481 (43.1)	
Obesity ²⁾				0.0070
Normal	10,328 (64.0)	4,663 (66.4)	4,511 (64.1)	
Obesity	5,739 (36.0)	2,322 (33.6)	2,466 (35.9)	
Physical activity ³⁾				0.1597
No	8,913 (54.5)	3,753 (52.9)	3,831 (53.9)	
Yes	6,342 (45.5)	2,924 (47.1)	2,823 (46.1)	
Current smoking ⁴⁾				<.0001
No	13,337 (79.8)	5,987 (83.2)	5,857 (80.6)	
Yes	2,690 (20.2)	980 (16.8)	1,113 (19.4)	
Alcohol consumption ⁵⁾				0.3944
No	7,875 (43.6)	3,331 (43.5)	3,494 (44.7)	
Yes	8,163 (56.4)	3,639 (56.5)	3,479 (55.3)	
Lactation ⁶⁾				0.8359
No	16,142 (99.6)	6,993 (99.5)	6,992 (99.6)	
Yes	70 (0.4)	41 (0.5)	34 (0.4)	

All values are presented as N(weighted %)

*value are Presented as Mean(SE)

NC: non–consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group

1) Household income: quartile of monthly household income

2) Obesity: BMI is 25kg/m² or higher

3) Physical activity: performed moderate–intensity activities for at least 150 min or vigorous–intensity activities for at least 75 min or an equivalent combination of moderate– and vigorous–intensity activity during a typical week

4) Current smoking: smoked more than 5 packs(100 cigarettes) of regular cigarettes in his or her lifetime and a current smoker

5) Alcohol consumption: drank alcoholic beverages more than once a month over the past year

6) Lactation: women who are lactating at the time of survey

4) 해조류 섭취 수준에 따른 영양소 섭취량

대상자의 해조류 섭취 수준에 따른 영양소 섭취량과 영양소 밀도를 Table 4에 제시하였다. 총에너지는 성별과 연령으로 보정하였고, 이외의 영양소는 총에너지, 성별, 연령으로 보정한 후, 총 에너지, 탄수화물, 단백질 섭취량은 해조류 섭취 수준이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였다. 지방, 포화지방산 및 단일불포화 지방산은 해조류 섭취량이 증가함에 따라 섭취량이 감소하는 경향을 나타내었으며, 다가불포화 지방산은 해조류 섭취 수준이 증가함에 따라 섭취량이 증가하는 경향을 보였다. 티아민의 섭취량은 LS군에서 가장 낮은 섭취량을 나타내었으며, 이외의 미량영양소 및 비타민 등의 섭취량은 해조류 섭취 수준이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다 ($P < 0.05$ for all).

성별과 연령으로 보정한 해조류 섭취수준에 따른 1000 kcal 대비 영양소 밀도 차이 분석 결과 지방과 포화지방산의 영양밀도는 해조류 섭취 수준이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며 티아민과 나이아신, 단일불포화지방산의 밀도는 LS군에서 가장 낮은 밀도를 나타내었다. 이를 제외한 다량영양소 및 무기질과 비타민의 섭취량은 해조류 섭취 수준의 증가에 따라 증가하는 밀도의 경향을 나타내었다 ($P < 0.05$ for all).

Table 4-1. Nutrient intake according to seaweed intake level

Nutrient ¹⁾	NC (n=16,212)	LS (n=7,034)	HS (n=7,026)	P value
Nutrient intake (/day)				
Energy (kcal)	1,856.3(7.7) ^a	1,911.0(11.0) ^b	1,988.9(11.2) ^c	<.0001
Carbohydrate (g)	274.5(0.7) ^a	278.7(1.0) ^b	288.9(1.0) ^c	<.0001
Protein (g)	67.5(0.2) ^a	67.4(0.3) ^a	68.5(0.3) ^b	0.0182
Fat (g)	43.5(0.2) ^a	41.8(0.3) ^b	41.1(0.3) ^b	<.0001
SFA (g)	14.1(0.1) ^a	13.1(0.1) ^b	12.5(0.1) ^c	<.0001
MUFA (g)	13.9(0.1) ^a	13.2(0.1) ^b	13.2(0.1) ^b	<.0001
PUFA (g)	11.0(0.1) ^a	11.4(0.1) ^b	11.3(0.1) ^b	0.0043
Cholesterol (mg)	222.6(1.8) ^a	239.8(2.5) ^b	229.4(2.9) ^a	<.0001
Dietary Fiber (g)	25.0(0.1) ^a	24.8(0.2) ^a	27.4(0.2) ^b	<.0001
Calcium (mg)	485.9(2.8) ^a	483.6(3.8) ^a	527.3(3.9) ^b	<.0001
Sodium (mg)	3,099.3(14.9) ^a	3,345.1(21.5) ^b	3,489.3(23.2) ^c	<.0001
Potassium (mg)	2,682.6(10.8) ^a	2,649.4(12.8) ^b	2,940.7(14.0) ^c	<.0001
Iron (mg)	10.3(0.1) ^a	10.4(0.1) ^a	11.3(0.1) ^b	<.0001
Vit A (µg RAE)	356.4(4.0) ^a	384.9(7.2) ^b	397.5(5.9) ^b	<.0001
Thiamine (mg)	1.20(0.01) ^a	1.17(0.01) ^b	1.21(0.01) ^a	0.0004
Riboflavin (mg)	1.49(0.01) ^a	1.49(0.01) ^a	1.54(0.01) ^b	0.0002
Niacin (mg NE)	12.4(0.1) ^a	12.1(0.1) ^b	12.6(0.1) ^c	0.0002
Folate (µg DFE)	304.0(1.5) ^a	311.1(1.9) ^b	356.2(2.2) ^c	<.0001
Vit C (mg)	60.1(0.9) ^a	64.6(1.7) ^b	69.2(1.2) ^c	<.0001
% of energy				
Carbohydrate (%)	63.7(0.1) ^a	64.4(0.2) ^b	64.9(0.2) ^c	<.0001
Protein (%)	15.2(0.0)	15.2(0.1)	15.2(0.1)	0.5438
Fat (%)	21.1(0.1) ^a	20.4(0.1) ^b	19.9(0.1) ^c	<.0001

All value are presented as adjusted mean(SE)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group SFA: saturated fatty acid, MUFA: monounsaturated fatty acid, PUFA: polyunsaturated fatty acid, Vit: vitamin, RAE: retinol activity equivalent, NE: niacin equivalent, DFE: dietary folate equivalent

1) Adjusted for age, sex, and total energy intake (except for total energy intake).

a, b, c: Indicate significant differences of $p < 0.05$ (Tukey's multiple comparison test)

Table 4–2. Nutrient density according to seaweed intake level

Nutrient ¹⁾	NC (n=16,212)	LS (n=7,034)	HS (n=7,026)	P value
Nutrient density ²⁾				
Carbohydrate(g)	153.5(0.3) ^a	154.6(0.5) ^a	157.4(0.4) ^b	<.0001
Protein(g)	36.3(0.1) ^a	36.1(0.2) ^a	36.8(0.2) ^b	0.0051
Fat(g)	22.4(0.1) ^a	21.8(0.1) ^b	21.9(0.1) ^b	0.0014
SFA(g)	7.3(0.0) ^a	6.8(0.1) ^b	6.6(0.1) ^c	<.0001
MUFA(g)	7.0(0.0) ^a	6.8(0.1) ^b	7.0(0.1) ^a	0.0125
PUFA(g)	5.7(0.0) ^a	6.0(0.0) ^b	6.0(0.0) ^b	<.0001
Cholesterol(mg)	117.3(1.0) ^a	126.8(1.3) ^b	122.3(1.5) ^c	<.0001
Dietary Fiber(g)	14.0(0.1) ^a	13.9(0.1) ^a	15.1(0.1) ^b	<.0001
Calcium(mg)	273.2(1.5) ^a	267.9(2.0) ^b	286.7(2.0) ^c	<.0001
Sodium(mg)	1,697.0(8.2) ^a	1,816.5(11.1) ^b	1,882.7(12.0) ^c	<.0001
Potassium(mg)	1,494.4(6.0) ^a	1,466.6(6.8) ^b	1,605.6(7.3) ^c	<.0001
Iron(mg)	5.7(0.0) ^a	5.7(0.0) ^a	6.1(0.0) ^b	<.0001
Vit A(μg RAE)	196.5(2.1) ^a	210.5(3.6) ^b	217.8(3.0) ^b	<.0001
Thiamine(mg)	0.7(0.0) ^a	0.6(0.0) ^b	0.7(0.0) ^a	<.0001
Riboflavin(mg)	0.81(0.00) ^a	0.81(0.00) ^a	0.83(0.01) ^b	0.0038
Niacin(mg NE)	6.7(0.0) ^a	6.6(0.0) ^b	6.8(0.0) ^a	<.0001
Folate(μg DFE)	171.4(0.8) ^a	174.2(1.0) ^b	195.2(1.1) ^c	<.0001
Vit C(mg)	34.3(0.5) ^a	36.0(0.8) ^{ab}	38.1(0.7) ^b	<.0001

All value are presented as adjusted mean(SE)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group SFA: saturated fatty acid, MUFA: monounsaturated fatty acid, PUFA: polyunsaturated fatty acid, Vit: vitamin, RAE: retinol activity equivalent, NE: niacin equivalent, DFE: dietary folate equivalent

1) Adjusted for age, sex, and total energy intake.

2) Nutrient density: nutrient intake/1000kcal

a, b, c: Indicate significant differences of p<0.05 (Tukey's multiple comparison test)

5) 해조류 섭취 수준에 따른 식품군별 섭취량

해조류 섭취 수준에 따른 식품군별 섭취량은 Table 5와 같다. 연령, 성별, 총 에너지 섭취량을 보정한 후 해조류 섭취 수준이 증가함에 따라 곡류, 감자·전분류, 종실류, 채소류, 과일류, 난류, 어패류 등의 식품군의 섭취량이 증가하는 경향을 보였으며, 육류와 우유류, 주류의 섭취량은 해조류 섭취량 증가에 따라 섭취량이 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 당류, 양념류, 음료류 등의 섭취량은 LS군에서 더 높은 섭취량을 나타내었다 ($P < 0.005$ for all). 또한 곡류 및 채소류의 종류를 세분화하였을 때, HS군이 다른군에 비해 백미와 절임채소류의 섭취량이 더 높은 결과를 나타내었다 ($P < .0001$ for all)

Table 5. Food group intake according to the subject's seaweed intake level

Food group ¹⁾	NC (n=16,212)	LS (n=7,034)	HS (n=7,026)	P value
Grains	263.0(1.3) ^a	282.1(1.8) ^b	277.1(1.8) ^b	<.0001
White rice	149.6(1.1) ^a	161.6(1.4) ^b	185.9(1.5) ^c	<.0001
Grain	36.7(0.7) ^a	40.3(1.2) ^b	35.3(1.1) ^a	0.0051
Noodles	42.2(0.9) ^a	52.2(1.4) ^b	29.0(1.1) ^c	<.0001
Breads	26.6(0.6) ^a	23.9(0.8) ^b	22.7(0.8) ^b	0.0003
Pizza and burger	8.0(0.5) ^a	4.0(0.6) ^b	4.1(0.5) ^b	<.0001
Potato and Starch	36.4(0.9) ^a	31.4(1.1) ^b	33.2(1.3) ^b	<.0001
Sweets	8.5(0.2) ^{ab}	8.9(0.3) ^a	8.0(0.3) ^b	0.0483
Legumes	39.5(0.8)	37.3(1.2)	40.8(1.2)	0.0997
Nuts and seeds	6.3(0.2) ^a	7.1(0.4) ^{ab}	8.1(0.5) ^b	0.0023
Vegetables	300.1(2.0) ^a	299.8(2.6) ^a	312.8(2.9) ^b	0.0004
Unsalted vegetables	189.9(1.8)	189.7(2.2)	190.2(2.6)	0.9883
Salted vegetables	110.2(1.1) ^a	110.1(1.4) ^a	122.7(1.7) ^b	<.0001
Mushroom	6.1(0.2)	6.3(0.3)	6.2(0.4)	0.9260
Fruits	152.6(2.5) ^a	157.6(3.3) ^a	174.6(3.6) ^b	<.0001
Seasonings	34.2(0.3) ^a	34.9(0.5) ^a	32.4(0.4) ^b	0.0005
Plant oils	5.5(0.1) ^a	6.2(0.1) ^b	5.9(0.1) ^b	<.0001
Meats	117.1(1.4) ^a	98.9(1.9) ^b	86.2(1.8) ^c	<.0001
Egg	26.8(0.5) ^a	32.4(0.6) ^b	33.2(0.7) ^b	<.0001
Fish and Shellfish	87.0(1.5) ^a	121.9(2.4) ^b	114.4(2.4) ^c	<.0001
Dairy foods	81.7(1.5) ^a	80.3(2.1) ^{ab}	75.1(2.1) ^b	0.0344
Animal oils	0.4(0.0) ^a	0.2(0.0) ^b	0.2(0.0) ^c	<.0001
Beverages	187.1(3.0) ^a	202.3(4.4) ^b	165.8(4.4) ^c	<.0001
Alcohols	108.4(3.0) ^a	106.5(4.2) ^a	71.2(3.9) ^b	<.0001

All value are presented as adjusted mean(SE)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group

1) Adjusted for total energy intake, age, sex.

a, b, c: Indicate significant differences of $p < 0.05$ (Tukey's multiple comparison test)

6) 해조류 유형별 섭취량 및 주요 급원식품

연구대상자의 해조류 유형별 평균 섭취량은 갈조류 2.2g/day, 홍조류 1.4g/day, 녹조류 0.1g/day로 나타났으며(Figure 4), 해조류를 섭취자의 평균 섭취량은 갈조류 4.6g/day, 홍조류 2.9g/day, 녹조류 0.3g/day였다. 해조류의 주요 급원식품을 살펴본 결과 홍조류인 김의 기여율이 63.4%로 가장 높았고, 갈조류인 미역과 다시마, 녹조류인 파래와 매생이의 순서로 높게 나타났다(Table 6).

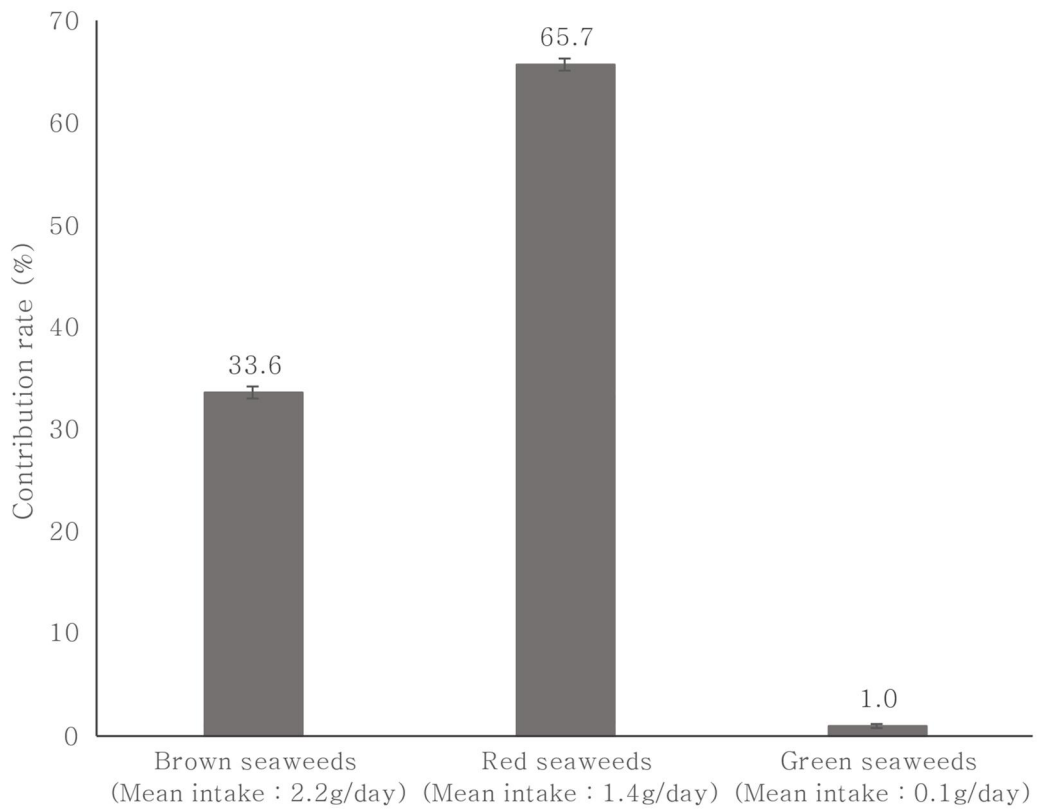


Figure 4. Contribution of specific types of seaweed to total seaweed intake among total subjects

Table 6. Major sources of seaweed

Rank	Seaweed	Number of consumers (n(%))	Mean intake (g/day)	Contribution rate (%)	Cumulative contribution rate (%)
1 st	Laver	10,141 (60.2)	2.3	63.4	63.4
2 nd	Sea mustard	4,499 (26.7)	3.7	26.3	89.7
3 rd	Kelp	1,273 (7.6)	0.8	6.2	95.9
4 th	Green laver	471 (2.8)	0.5	2.1	98.0
5 th	<i>S.Fulvescens</i>	207 (1.2)	0.3	1.0	99.0
6 th	<i>S.Fusiforme</i>	173 (1.0)	0.2	0.7	99.7
7 th	Agar	39 (0.2)	0.2	0.2	99.9

2. 해조류 섭취와 대사증후군의 연관성

1) 대사증후군 여부에 따른 일반적 특성

연구대상자의 (Subject II) 대사증후군 여부에 따른 일반적 특성을 Table 7에 제시하였다. 표본설계 및 가중치를 부여한 분석 결과 전체 대상자의 대사증후군 유병률은 17.4%로 나타났다. 대상자의 성별 분포는 대사증후군이 있는 경우 남성의 비율이 67.3%로 더 높았으며, 대사증후군이 없는 대상자에서는 여성이 53.3%의 분포를 나타내었다 ($P < .0001$). Subject II의 평균 연령은 42.0세였으며, 대사증후군이 있는 그룹의 평균 연령은 47.0세, 대사증후군이 없는 그룹의 평균 연령은 41.0세였다. 연령대의 분포를 확인하였을 때, 전체 대상자와 대사증후군 여부 모두 30~49세의 비율이 가장 높았으며, 대사증후군이 있는 그룹의 경우 50~64세가 두 번째로 높은 비율을 차지하였으나, 대사증후군이 없는 경우 19~29세의 비율이 두 번째로 높았다 ($P < .0001$). 거주지역의 경우 대사증후군이 있는 경우 동·읍면의 거주 비율이 15.2%로 다른 그룹에 비해 높은 비율을 차지하였으며, 서울의 거주 비율이 다른 군에 비해 낮았다 ($P < 0.05$). 가구 소득의 경우 대사증후군이 있는 그룹에서 소득분위가 낮은 비율이 12.7%로 다른 군에 비해 높았다. 대상자의 교육수준의 분포는 대사증후군이 있는 그룹이 다른 군에 비해 학력이 상대적으로 낮은 분포를 나타내었다. 또한 대사증후군이 있는 그룹의 비만율이 73.4%로 상대적으로 높은 분포를 나타내었다. 유산소 신체활동 실천 여부는 대사증후군이 있는 그룹의 경우 42.7%였으며, 대사증후군이 없는 그룹은 51.1%로 상대적으로 높은 비율 분포를 나타내었다. 흡연율은 대사증후군이 있는 그룹이 29.2%로 다른 그룹보다 높은 비율을 나타내었다 ($P < .0001$ for all).

Table 7-1. General characteristics of subjects according to metabolic syndrome

Characteristic	Total (n=17,880)	Normal (n=14,717)	Metabolic Syndrome (n=3,163)	P value
		14,717 (82.6)	3,163 (17.4)	
Sex				<.0001
Male	7,576 (50.3)	5,765 (46.7)	1,811 (67.3)	
Female	10,304 (49.7)	8,952 (53.3)	1,352 (32.7)	
Age (Years)				<.0001
Mean*	42.0 (0.2)	41.0 (0.2)	47.0 (0.3)	
19-29	3,160 (24.2)	2,926 (27.1)	234 (10.4)	
30-49	7,969 (46.0)	6,641 (45.4)	1,328 (49.0)	
50-64	4,445 (21.9)	3,449 (20.5)	996 (28.9)	
65-74	1,480 (5.1)	1,080 (4.5)	400 (7.9)	
75+	826 (2.7)	621 (2.5)	205 (3.9)	
Type of residential area				<.0001
Dong	14,909 (88.0)	12,399 (88.7)	2,510 (84.8)	
Eup-myeon	2,971 (12.0)	2,318 (11.3)	653 (15.2)	
Region				0.0001
Seoul	3,622 (23.3)	3,036 (23.6)	586 (21.5)	
Busan	1,103 (6.4)	960 (6.7)	143 (5.0)	
Daegu	800 (4.6)	685 (4.8)	115 (3.6)	
Incheon	997 (6.1)	800 (5.9)	197 (7.0)	
Gwangju	627 (3.6)	503 (3.4)	124 (4.2)	
Daejeon	575 (3.2)	491 (3.3)	84 (2.6)	
Ulsan	389 (2.0)	321 (2.0)	68 (2.0)	
Sejong	392 (0.5)	328 (0.5)	64 (0.5)	
Gyeonggi	4,435 (26.3)	3,642 (26.2)	793 (26.7)	
Kangwon	548 (2.4)	436 (2.4)	112 (2.7)	
Chungbuk	493 (2.4)	364 (2.2)	129 (3.5)	
Chungnam	565 (3.3)	453 (3.2)	112 (3.8)	
Jeonbuk	544 (3.2)	447 (3.2)	97 (3.1)	
Jeonnam	581 (2.7)	455 (2.6)	126 (3.2)	
Kyungbuk	825 (4.1)	655 (3.9)	170 (4.6)	
Kyungnam	1,023 (5.1)	845 (5.1)	178 (5.0)	
Jeju	361 (0.9)	296 (0.9)	65 (0.9)	

All values are presented as N(weighted %)

*value are Presented as Mean(SE)

1) Household income: quartile of monthly household income

2) Obesity: BMI is 25kg/m² or higher

3) Physical activity: performed moderate-intensity activities for at least 150 min or vigorous-intensity activities for at least 75 min or an equivalent combination of moderate- and vigorous-intensity activity during a typical week

4) Current smoking: smoked more than 5 packs(100 cigarettes) of regular cigarettes in his or her lifetime and a current smoker

5) Alcohol consumption: drank alcoholic beverages more than once a month over the past year

Table 7-2. General characteristics of subjects according to metabolic syndrome

Characteristic	Total (n=17,880)	Normal (n=14,717)	Metabolic Syndrome (n=3,163)	P value
Household income ¹⁾				<.0001
Low	2,173(10.1)	1,668(9.6)	505(12.7)	
Middle-low	4,210(22.4)	3,383(22.0)	827(24.3)	
Middle-high	5,380(31.3)	4,448(31.4)	932(30.8)	
High	6,074(36.2)	5,179(37.1)	895(32.2)	
Education				<.0001
Less than middle school	2,816(11.3)	2,047(9.8)	769(18.3)	
High school	6,105(37.9)	5,082(38.3)	1,023(36.0)	
College or more	8,217(50.8)	7,010(51.8)	1,207(45.7)	
Obesity ²⁾				<.0001
Normal	12,598(69.1)	11,645(78.0)	953(26.6)	
Obesity	5,240(30.9)	3,044(22.0)	2,196(73.4)	
Physical activity ³⁾				<.0001
No	9,136(50.3)	7,337(48.9)	1,799(57.3)	
Yes	7,987(49.7)	6,788(51.1)	1,199(42.7)	
Current smoking ⁴⁾				<.0001
No	14,703(79.7)	12,345(81.6)	2,358(70.8)	
Yes	3,066(20.3)	2,290(18.4)	776(29.2)	
Alcohol consumption ⁵⁾				0.092
No	7,594(38.9)	6,271(39.2)	1,323(37.4)	
Yes	10,181(61.1)	8,368(60.8)	1,813(62.6)	

All values are presented as N(weighted %)

*value are Presented as Mean(SE)

1) Household income: quartile of monthly household income

2) Obesity: BMI is 25kg/m² or higher

3) Physical activity: performed moderate-intensity activities for at least 150 min or vigorous-intensity activities for at least 75 min or an equivalent combination of moderate- and vigorous-intensity activity during a typical week

4) Current smoking: smoked more than 5 packs(100 cigarettes) of regular cigarettes in his or her lifetime and a current smoker

5) Alcohol consumption: drank alcoholic beverages more than once a month over the past year

2) 해조류 섭취 수준에 따른 대사증후군 지표

연구대상자의 해조류 섭취 수준에 따른 대사증후군의 지표의 차이를 Table 8에 제시하였다. 아무것도 보정하지 않은 Model 1과 혼란변수를 보정한 Model 2로 제시하였다. 해조류 섭취 수준에 따른 복부둘레 수치를 비교하였을 때 Model 1의 경우 LS군에서 80.5cm로 가장 낮은 복부둘레 수치를 보였으나 ($P < .0001$), 보정을 진행한 Model 2에서는 유의한 차이가 없었다. 수축기 혈압의 경우 Model 1에서 LS군이 113.7mmHg로 가장 낮은 혈압수치를 나타내었으며, HS군의 경우 115.6mmHg로 가장 높은 수축기 혈압을 나타내었으나 ($P < .0001$), Model 2에서는 유의한 차이가 없었다. 이완기 혈압의 경우 HS군이 75.9mmHg로 다른 군에 비해 더 높은 이완기 혈압 수치를 나타내었으나 ($P < 0.05$), Model 2에서는 유의한 차이가 없었다. 또한 혈당의 경우 HS군에서 96.3mg/dL로 다른 군에 비해 더 높은 혈당 수치를 나타내었으나 ($P < 0.05$), 보정을 진행한 Model 2에서는 통계적 유의성을 띄지 않았다. 혈중 HDL 콜레스테롤의 경우 Model 1에서는 LS군에서 53.6mg/dL로 가장 높고, HS군에서 52.2mg/dL로 가장 낮은 차이가 있었으나 ($P < .0001$), Model 2에서는 유의한 차이가 없었다. 혈중 중성지방 수치의 경우 Model 1에서 LS군이 119.4mg/dL로 가장 낮고, HS군이 131.4mg/dL로 가장 높은 수치를 나타내었으며 ($P < .0001$), 보정을 진행한 Model 2에서 HS군이 137.0 mg/dL로 가장 높은 혈중 중성지방 수치를 나타냈다 ($P < 0.05$).

Table 8. Metabolic syndrome indicators according to seaweed intake level

	NC (n=9,448)	LS (n=4,216)	HS (n=4,216)	P value
Waist circumference (cm)				
Model 1	81.5 (0.1) ^a	80.5 (0.2) ^b	81.7 (0.2) ^a	<.0001
Model 2	82.0 (0.2)	81.7 (0.2)	81.9 (0.2)	0.275
Systolic blood pressure (mmHg)				
Model 1	114.8 (0.2) ^a	113.7 (0.3) ^b	115.6 (0.3) ^c	<.0001
Model 2	116.2 (0.2)	116.0 (0.3)	116.2 (0.3)	0.757
Diastolic blood pressure (mmHg)				
Model 1	75.2 (0.1) ^a	75.0 (0.2) ^a	75.9 (0.2) ^b	0.002
Model 2	74.5 (0.2)	74.6 (0.2)	74.8 (0.2)	0.416
Fasting blood glucose (mg/dL)				
Model 1	95.4 (0.2) ^a	95.0 (0.3) ^a	96.3 (0.3) ^b	0.001
Model 2	96.4 (0.4)	96.5 (0.4)	96.4 (0.3)	0.989
HDL-cholesterol (mg/dL)				
Model 1	52.8 (0.2) ^a	53.6 (0.2) ^b	52.2 (0.2) ^c	<.0001
Model 2	51.5 (0.2)	51.5 (0.3)	51.2 (0.3)	0.368
Fasting triglyceride (mg/dL)				
Model 1	124.3 (1.4) ^a	119.4 (1.6) ^b	131.4 (1.8) ^c	<.0001
Model 2	132.2 (2.0) ^a	131.4 (2.1) ^a	137.0 (2.1) ^b	0.045

All value are presented as Mean(SE)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group, HDL: high density lipoprotein

Model 2: Adjusted for total energy intake, age, sex, town, household income, education, BMI (except for waist circumference), physical activity, current smoking, and alcohol consumption.

a, b, c: Indicate significant differences of $p < 0.05$ (Tukey's multiple comparison test)

해조류 섭취 수준에 따른 대사증후군 지표의 차이를 성별과 연령으로 층화 분석한 결과를 Table 9에 제시하였다. 성별 층화분석 결과 남녀 모두 모든 지표에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 대상자를 19~64세 그룹과 65세 이상 그룹으로 층화분석한 결과 19~64세 그룹에서 혈압 및 혈중 중성지방 수치에서 유의한 차이를 나타내었고, HS군에서 116.3mmHg로 다른 두 그룹에 비해 더 높은 수축기 혈압수치를 나타내었으며, 이완기 혈압 및 혈중 중성지방 수치는 해조류 섭취량이 증가함에 따라 수치가 증가하는 경향을 나타내었다 ($P < 0.05$ for all). 그러나 65세 이상 그룹에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 9. Metabolic syndrome indicators according to seaweed intake level stratified by sex and age group

	NC	LS	HS	P value
Sex				
Male	n=4,079	n=1,748	n=1749	
Waist circumference (cm)	85.6 (0.2)	85.3 (0.3)	85.7 (0.3)	0.479
Systolic blood pressure (mmHg)	119.4 (0.3)	119.3 (0.4)	119.5 (0.4)	0.915
Diastolic blood pressure (mmHg)	77.4 (0.3)	77.4 (0.3)	77.5 (0.3)	0.844
Fasting blood glucose (mg/dL)	98.7 (0.5)	98.6 (0.5)	98.9 (0.6)	0.904
HDL-cholesterol (mg/dL)	47.9 (0.3)	47.9 (0.4)	47.4 (0.3)	0.303
Triglyceride (mg/dL)	150.0 (2.9)	148.1 (3.3)	155.7 (3.5)	0.199
Female	n=5,369	n=2,468	n=2,467	
Waist circumference (cm)	78.5 (0.3)	78.1 (0.3)	78.2 (0.4)	0.283
Systolic blood pressure (mmHg)	113.5 (0.4)	113.2 (0.5)	113.4 (0.5)	0.761
Diastolic blood pressure (mmHg)	73.0 (0.3)	73.1 (0.3)	73.2 (0.3)	0.831
Fasting blood glucose (mg/dL)	94.4 (0.4)	94.5 (0.5)	94.2 (0.4)	0.764
HDL-cholesterol (mg/dL)	56.4 (0.4)	56.5 (0.4)	56.2 (0.4)	0.645
Triglyceride (mg/dL)	109.7 (2.2)	110.8 (2.4)	112.4 (2.5)	0.345
Age group				
19-64 years	n=8,085	n=3,745	n=3,744	
Waist circumference (cm)	82.1 (0.2)	81.9 (0.2)	82.3 (0.2)	0.193
Systolic blood pressure (mmHg)	115.4 (0.3) ^a	115.5 (0.4) ^a	116.3 (0.4) ^b	0.009
Diastolic blood pressure (mmHg)	75.7 (0.2) ^a	75.9 (0.3) ^{ab}	76.3 (0.2) ^b	0.037
Fasting blood glucose (mg/dL)	96.7 (0.4)	96.9 (0.4)	97.5 (0.4)	0.069
HDL-cholesterol (mg/dL)	52.1 (0.2)	52.1 (0.3)	51.6 (0.3)	0.153
Triglyceride (mg/dL)	135.1 (2.3) ^a	134.4 (2.3) ^a	142.8 (2.4) ^b	0.001
65+ years	n=1,363	n=468	n=475	
Waist circumference (cm)	83.1 (0.5)	82.9 (0.6)	83.1 (0.6)	0.940
Systolic blood pressure (mmHg)	124.8 (1.1)	124.9 (1.3)	126.0 (1.3)	0.580
Diastolic blood pressure (mmHg)	73.5 (0.6)	73.3 (0.7)	73.8 (0.7)	0.815
Fasting blood glucose (mg/dL)	100.1 (1.1)	100.3 (1.2)	100.9 (1.2)	0.795
HDL-cholesterol (mg/dL)	50.7 (0.7)	49.9 (0.9)	50.6 (0.9)	0.476
Triglyceride (mg/dL)	124.1 (3.5)	130.2 (4.5)	124.9 (3.9)	0.310

All value are presented as Mean(SE)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group, HDL: high density lipoprotein

1) Adjusted for total energy intake, age (except for age group), sex (except for sex), town, household income, education, BMI (except for waist circumference), physical activity, current smoking, alcohol consumption.

a, b, c: Indicate significant differences of $p < 0.05$ (Tukey's multiple comparison test)

3) 해조류 섭취 수준과 대사증후군 및 대사증후군 지표와의 연관성

해조류 섭취 수준에 따른 대사증후군 및 구성요소의 위험과의 연관성을 분석한 결과를 Table 10에 제시하였다. 혼란변수를 보정하지 않았을 때(Model 1), LS군의 복부비만, 고혈압, 고중성지방혈증 및 대사증후군 위험이 NC 그룹에 비해 각각 16%(OR: 0.84, CI: 0.76-0.93), 11%(OR: 0.89, CI: 0.80-0.99), 12%(OR: 0.88, CI:0.80-0.97), 17%(OR:0.83, CI:0.74-0.94) 낮았으며, HS군이 NC 그룹에 비해 고혈압, 고혈당, 고중성지방혈증, 대사증후군의 위험성이 각각 12%(OR: 1.12, CI: 1.02-1.24), 21%(OR: 1.21, CI: 1.10-1.34), 12%(OR: 1.12, CI: 1.09-1.31), 14%(OR: 1.14, CI: 1.03-1.27) 높아지는 결과를 나타내었다. 혼란변수를 보정했을 때(Model 2), LS군에서 NC 그룹에 비해 복부비만의 교차비가 11% 낮아졌으며(OR: 0.89, CI: 0.79-0.99), 이외의 지표에서는 유의한 연관성이 발견되지 않았다. 또한 HS군의 고중성지방혈증 위험성이 NC 그룹에 비해 16% (OR: 1.16, CI: 1.05-1.29) 높아지는 결과를 나타내었다.

Table 10. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to seaweed intake level

	NC (n=9,448)	LS (n=4,216)	HS (n=4,216)
Abdominal obesity			
Model 1	1.00	0.84 (0.76–0.93)	1.06 (0.97–1.17)
Model 2	1.00	0.89 (0.79–0.99)	1.01 (0.91–1.12)
High blood pressure			
Model 1	1.00	0.89 (0.80–0.99)	1.12 (1.02–1.24)
Model 2	1.00	1.02 (0.90–1.15)	1.04 (0.93–1.16)
High blood glucose			
Model 1	1.00	0.93 (0.84–1.03)	1.21 (1.10–1.34)
Model 2	1.00	0.98 (0.88–1.10)	1.07 (0.96–1.18)
Low-HDL cholesterol			
Model 1	1.00	0.98 (0.89–1.08)	1.08 (0.99–1.18)
Model 2	1.00	1.03 (0.92–1.14)	1.06 (0.96–1.17)
High triglyceride			
Model 1	1.00	0.88 (0.80–0.97)	1.12 (1.09–1.31)
Model 2	1.00	0.93 (0.83–1.04)	1.16 (1.05–1.29)
Metabolic syndrome			
Model 1	1.00	0.83 (0.74–0.94)	1.14 (1.03–1.27)
Model 2	1.00	0.90 (0.77–1.04)	1.10 (0.96–1.25)

All values are presented as Odds ratio (95% CI)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group, HDL: high density lipoprotein

Model 2: Adjusted for total energy intake, age, sex, town, household income, education, BMI (except for abdominal obesity), physical activity, current smoking, and alcohol consumption.

대상자의 해조류 섭취 수준에 따른 대사증후군 유병률 및 대사증후군 지표의 위험성을 성별과 연령으로 층화한 결과를 Table 11에 제시하였다. 두 성별 모두 모든 지표에서 해조류 섭취와 유의한 연관성을 보이지 않았다. 연령을 19~64세 그룹과 65세 이상으로 층화하여 분석한 결과, 19~64세 그룹에서 LS군은 NC 그룹과 비교하였을 때, 유의한 차이를 나타내지 않았으며, HS군의 고혈압, 고혈당, 고중성지방혈증 및 대사증후군 위험성이 각각 18%(OR: 1.18, CI: 1.05-1.33), 24%(OR: 1.24, CI: 1.11-1.38), 23%(OR: 1.23, CI: 1.11-1.37), 21%(OR: 1.21, CI: 1.05-1.39) 높아지는 결과를 나타내었다. 그러나 65세 이상 그룹에서는 두 섭취 그룹 모두 NC 그룹과 비교하였을 때 모든 지표에서 유의한 차이를 나타내지 않았다.

Table 11. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to seaweed intake level stratified by sex and age group

	NC	LS	HS
Sex			
Male	n=4,079	n=1,748	n=1749
Abdominal obesity	1.00	0.88 (0.76–1.01)	1.03 (0.89–1.20)
High blood pressure	1.00	1.06 (0.92–1.24)	1.02 (0.88–1.18)
High blood glucose	1.00	1.01 (0.87–1.18)	1.13 (0.97–1.32)
Low-HDL cholesterol	1.00	1.03 (0.87–1.22)	1.06 (0.90–1.26)
High triglyceride	1.00	0.91 (0.78–1.05)	1.22 (1.06–1.40)
Metabolic syndrome	1.00	0.89 (0.74–1.07)	1.12 (0.94–1.34)
Female	n=5,369	n=2,468	n=2,467
Abdominal obesity	1.00	0.89 (0.76–1.05)	0.98 (0.85–1.14)
High blood pressure	1.00	0.97 (0.81–1.17)	1.05 (0.89–1.24)
High blood glucose	1.00	0.97 (0.83–1.13)	0.96 (0.82–1.12)
Low-HDL cholesterol	1.00	1.00 (0.87–1.14)	1.09 (0.96–1.24)
High triglyceride	1.00	0.95 (0.80–1.14)	1.10 (0.93–1.28)
Metabolic syndrome	1.00	0.91 (0.73–1.14)	1.07 (0.88–1.31)
Age group			
19–64 years	n=8,085	n=3,745	n=3,744
Abdominal obesity	1.00	0.91 (0.81–1.02)	1.02 (0.91–1.14)
High blood pressure	1.00	1.04 (0.92–1.19)	1.18 (1.05–1.33)
High blood glucose	1.00	1.01 (0.89–1.13)	1.24 (1.11–1.38)
Low-HDL cholesterol	1.00	1.04 (0.93–1.16)	1.09 (0.98–1.21)
High triglyceride	1.00	0.92 (0.82–1.04)	1.23 (1.11–1.37)
Metabolic syndrome	1.00	0.92 (0.78–1.07)	1.21 (1.05–1.39)
65+ years	n=1,363	n=468	n=475
Abdominal obesity	1.00	0.83 (0.62–1.12)	1.23 (0.94–1.60)
High blood pressure	1.00	0.98 (0.75–1.28)	1.06 (0.82–1.37)
High blood glucose	1.00	1.00 (0.76–1.32)	0.90 (0.68–1.18)
Low-HDL cholesterol	1.00	1.07 (0.80–1.42)	1.12 (0.85–1.48)
High triglyceride	1.00	1.13 (0.83–1.54)	1.14 (0.84–1.54)
Metabolic syndrome	1.00	1.02 (0.73–1.43)	1.29 (0.94–1.77)

All values are presented as Odds Ratio(95% CI)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group, HDL: high density lipoprotein

Model 2: Adjusted for total energy intake, age (except for age group), sex (except for sex), town, household income, education, BMI (except for abdominal obesity), physical activity, current smoking, alcohol consumption.

해조류 섭취 수준에 따른 대사증후군 및 구성요소의 위험과의 연관성을 LS군을 기준으로 하여 다중로지스틱 회귀분석한 결과를 Table 12에 제시하였다. 혼란변수를 보정하지 않았을 때(Model 1), NC군과 HS군의 복부비만 위험율이 각각 19%(OR: 1.19, CI: 1.08-1.32), 27%(OR: 1.27, CI: 1.12-1.44) 높은 결과를 나타냈으며, 고혈압 또한 NC군과 HS군이 LS군에 비해 12%(OR: 1.12, CI: 1.01-1.25), 26%(OR: 1.26, CI: 1.12-1.42) 높은 위험율을 나타내었다. 고혈당 위험 분석 결과 NC군에서는 유의한 차이가 없었으며 HS군이 LS군에 비해 30%(OR: 1.30, CI: 1.16-1.46) 높은 위험율을 나타내었으며, 고중성지방혈증의 위험성이 NC군에서 14%(OR: 1.14, CI: 1.03-1.26), HS군에서 36%(OR: 1.36, CI: 1.21-1.53) 높은 것으로 나타났다. 또한 NC군과 HS군에서 각각 대사증후군 위험성이 20%(OR: 1.20, CI: 1.07-1.35), 37%(OR: 1.37, CI: 1.20-1.57) 높아지는 결과를 나타냈다.

해조류 섭취수준과 대사증후군 및 대사증후군 구성요소의 위험성 분석을 혼란변수로 보정하였을 때(Model 2), NC군은 통계적 유의한 차이를 나타내지 않았으며, HS군은 복부비만, 고중성지방혈증 및 대사증후군의 위험성이 높아지는 것으로 나타났는데, 각각 14%(OR: 1.14, CI: 1.01-1.30), 26%(OR: 1.26, CI: 1.10-1.43), 23%(OR: 1.23, CI: 1.04-1.44) 높아지는 결과를 나타내었다.

Table 12. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to seaweed intake level (II)

	NC (n=9,448)	LS (n=4,216)	HS (n=4,216)
Abdominal obesity			
Model 1	1.19 (1.08–1.32)	1.00	1.27 (1.12–1.44)
Model 2	1.11 (0.99–1.24)	1.00	1.14 (1.01–1.30)
High blood pressure			
Model 1	1.12 (1.01–1.25)	1.00	1.26 (1.12–1.42)
Model 2	0.99 (0.87–1.11)	1.00	1.02 (0.89–1.17)
High blood glucose			
Model 1	1.07 (0.97–1.19)	1.00	1.30 (1.16–1.46)
Model 2	1.01 (0.90–1.13)	1.00	1.09 (0.96–1.24)
Low-HDL cholesterol			
Model 1	1.02 (0.93–1.13)	1.00	1.10 (0.99–1.24)
Model 2	0.97 (0.87–1.08)	1.00	1.03 (0.92–1.17)
High triglyceride			
Model 1	1.14 (1.03–1.26)	1.00	1.36 (1.21–1.53)
Model 2	1.07 (0.96–1.20)	1.00	1.26 (1.10–1.43)
Metabolic syndrome			
Model 1	1.20 (1.07–1.35)	1.00	1.37 (1.20–1.57)
Model 2	1.10 (0.95–1.28)	1.00	1.23 (1.04–1.44)

All values are presented as Odds Ratio (95% CI)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group, HDL: high density lipoprotein

Model 2: Adjusted for total energy intake, age, sex, town, household income, education, BMI (except for abdominal obesity), physical activity, current smoking, alcohol consumption.

대상자의 해조류 섭취 수준에 따른 대사증후군 유병률 및 대사증후군 지표의 위험성을 LS군을 기준으로 하여 성별과 연령으로 층화하여 다중로지스틱회귀분석한 결과를 Table 13에 제시하였다. 성별로 층화하여 분석한 결과, 남성의 HS군에서 LS군에 비해 대사증후군 위험율이 26%(OR: 1.26, CI: 1.02-1.56) 높아지는 결과를 알 수 있었으며, 여성의 경우 모든 지표에서 유의한 차이를 나타내지 않았다. 연령군으로 층화한 분석 결과 19~64세의 HS군에서 고혈당, 고중성지방혈증 및 대사증후군의 위험이 증가하는 것으로 나타났으며, 각각 24%(OR: 1.24, CI: 1.08-1.42), 34%(OR: 1.34, CI: 1.17-1.55), 32%(OR: 1.32, CI: 1.11-1.57) 높아지는 결과가 도출되었다. 65세 이상군에서는 HS군의 복부비만 위험율에서만 유의한 차이를 나타내었으며, 약 50%(OR: 1.50, CI: 1.07-2.12) 위험성이 높아지는 것으로 나타났다.

Table 13. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to seaweed intake level stratified by sex and age group (II)

	NC	LS	HS
Sex			
Male	n=4,079	n=1,748	n=1749
Abdominal obesity	1.12 (0.97-1.30)	1.00	1.18 (0.99-1.41)
High blood pressure	0.95 (0.81-1.10)	1.00	0.95 (0.80-1.13)
High blood glucose	0.98 (0.84-1.13)	1.00	1.12 (0.94-1.34)
Low-HDL cholesterol	0.97 (0.82-1.15)	1.00	1.04 (0.85-1.26)
High triglyceride	1.10 (0.95-1.27)	1.00	1.34 (1.13-1.60)
Metabolic syndrome	1.11 (0.92-1.34)	1.00	1.26 (1.02-1.56)
Female	n=5,369	n=2,468	n=2,467
Abdominal obesity	1.11 (0.95-1.30)	1.00	1.11 (0.92-1.32)
High blood pressure	1.03 (0.86-1.24)	1.00	1.07 (0.87-1.33)
High blood glucose	1.02 (0.87-1.19)	1.00	0.99 (0.84-1.18)
Low-HDL cholesterol	1.00 (0.88-1.15)	1.00	1.10 (0.94-1.29)
High triglyceride	1.04 (0.87-1.24)	1.00	1.15 (0.94-1.41)
Metabolic syndrome	1.08 (0.87-1.35)	1.00	1.18 (0.93-1.49)
Age group			
19-64 years	n=8,085	n=3,745	n=3,744
Abdominal obesity	1.08 (0.97-1.22)	1.00	1.13 (0.98-1.29)
High blood pressure	0.96 (0.84-1.10)	1.00	1.13 (0.98-1.31)
High blood glucose	0.98 (0.87-1.10)	1.00	1.24 (1.08-1.42)
Low-HDL cholesterol	0.96 (0.86-1.07)	1.00	1.05 (0.93-1.20)
High triglyceride	1.08 (0.96-1.21)	1.00	1.34 (1.17-1.55)
Metabolic syndrome	1.07 (0.92-1.25)	1.00	1.32 (1.11-1.57)
65+ years	n=1,363	n=468	n=475
Abdominal obesity	1.20 (0.90-1.62)	1.00	1.50 (1.07-2.12)
High blood pressure	1.02 (0.78-1.33)	1.00	1.09 (0.77-1.53)
High blood glucose	1.00 (0.76-1.32)	1.00	0.93 (0.67-1.28)
Low-HDL cholesterol	0.94 (0.70-1.25)	1.00	1.05 (0.75-1.46)
High triglyceride	0.89 (0.65-1.21)	1.00	0.99 (0.70-1.41)
Metabolic syndrome	0.98 (0.70-1.36)	1.00	1.28 (0.86-1.90)

All values are presented as Odds Ratio (95% CI)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group, HDL: high density lipoprotein

Model 2: Adjusted for total energy intake, age (except for age group), sex (except for sex), town, household income, education, BMI (except for abdominal obesity), physical activity, current smoking, alcohol consumption.

4) Restricted cubic spline 모델을 이용한 해조류 섭취량과 대사증후군 및 대사증후군 지표의 연관성

앞선 로지스틱 회귀분석 결과 유의한 연관성을 보인 복부비만, 고혈당, 고중성지방혈증 및 대사증후군에 대해 비선형성을 확인하기 위하여 Restricted cubic spline curves를 제시하였다 (Figures 5-8). 해조류 섭취량과 복부비만 위험은 비선형적인 연관성을 보이는 것으로 나타났으며 (P for nonlinearity <0.05), LS군 수준의 섭취 수준에서 NC군에 비해 위험이 낮아지는 것을 알 수 있었다 (Figure 5). 고혈당의 경우 해조류 섭취량과 선형적인 연관성을 보였으며, 해조류 섭취량이 3.6~6.4g/day인 구간에서 0g/day 대비 고혈당의 위험이 증가하는 것으로 나타났다(Figure 6). 해조류 섭취량과 고중성지방혈증 위험은 비선형적인 연관성을 보이는 것을 알 수 있었으며 ($P <0.05$) 약 3.4~8g/day의 해조류 섭취 구간에서 0g/day에 비해 고중성지방혈증 위험이 높아졌다(Figure 7). 대사증후군의 경우에도 해조류 섭취량과 비선형적 연관성을 보이는 것으로 나타났으며 (P for nonlinearity <0.05), 약 2~2.5g/day의 해조류 섭취 구간에서 대사증후군 위험이 낮아지고, 약 4~7g/day의 해조류 섭취 시 대사증후군의 위험이 높아지는 것을 알 수 있었다(Figure 8).

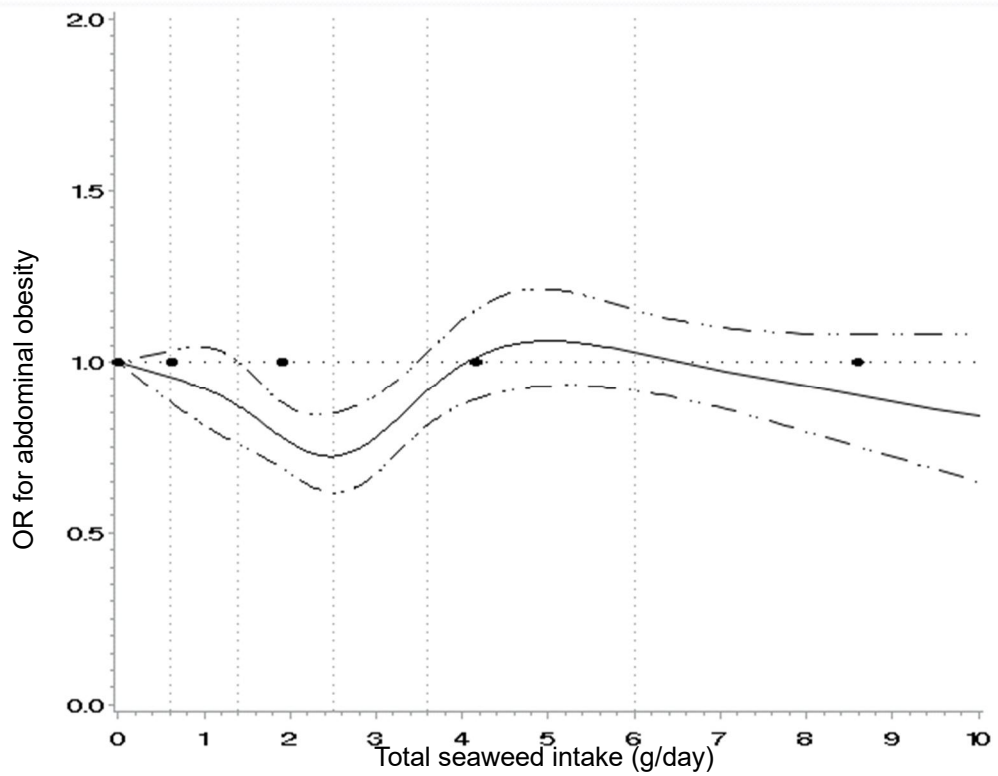


Figure 5. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and abdominal obesity

Five knots are located by dots located at the 0.6, 1.4, 2.5, 3.6, 6 g/day; dashed lines are 95% confidence intervals.
 Models included total energy intake, sex, town, household income, education, physical activity, current smoking, and alcohol consumption.
 OR: Odds ratio
 Ref. value: Total seaweed intake 0g/day
 Curvature test (non-linear relationship): P for nonlinearity < 0.05

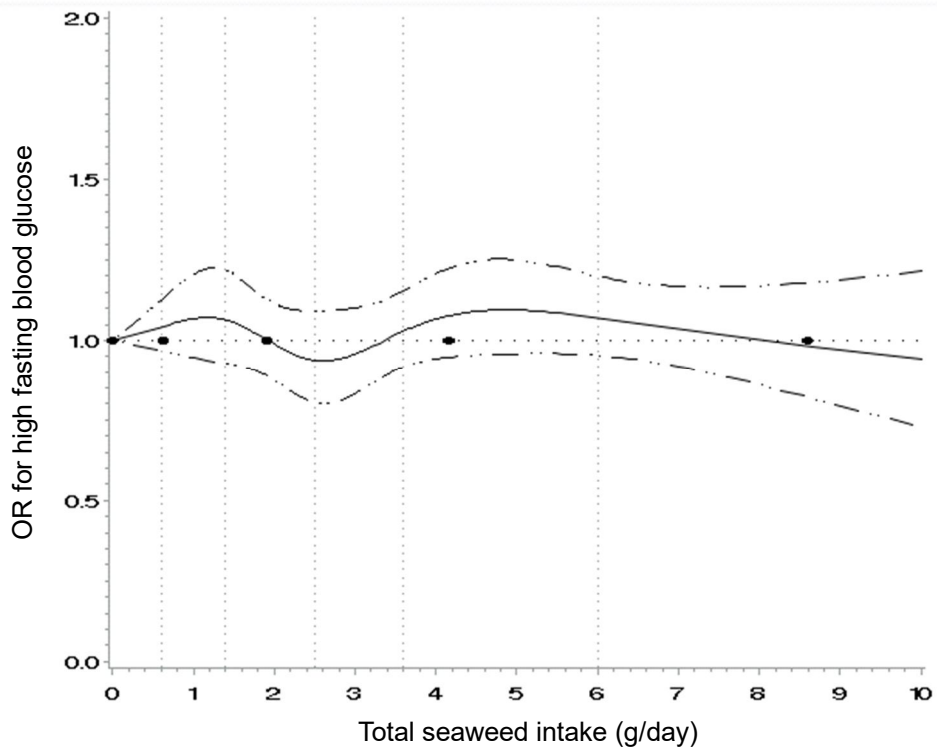


Figure 6. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and high fasting blood glucose

Five knots are located by dots located at the 0.6, 1.4, 2.5, 3.6, 6 g/day; dashed lines are 95% confidence intervals.
 Models included total energy intake, sex, town, household income, education, physical activity, current smoking, and alcohol consumption.
 OR: Odds ratio
 Ref. value: Total seaweed intake 0g/day
 Curvature test (non-linear relationship): P for nonlinearity < 0.05

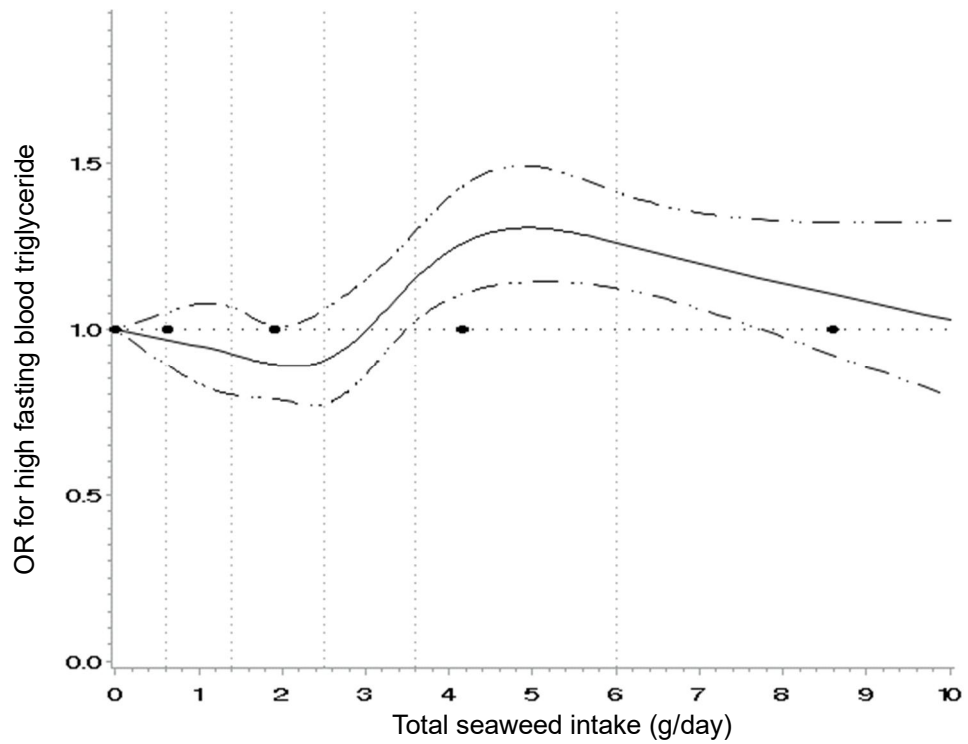


Figure 7. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and high fasting blood triglyceride

Five knots are located by dots located at the 0.6, 1.4, 2.5, 3.6, 6 g/day; dashed lines are 95% confidence intervals.
 Models included total energy intake, sex, town, household income, education, physical activity, current smoking, and alcohol consumption.
 OR: Odds ratio
 Ref. value: Total seaweed intake 0g/day
 Curvature test (non-linear relationship): P for nonlinearity < 0.05

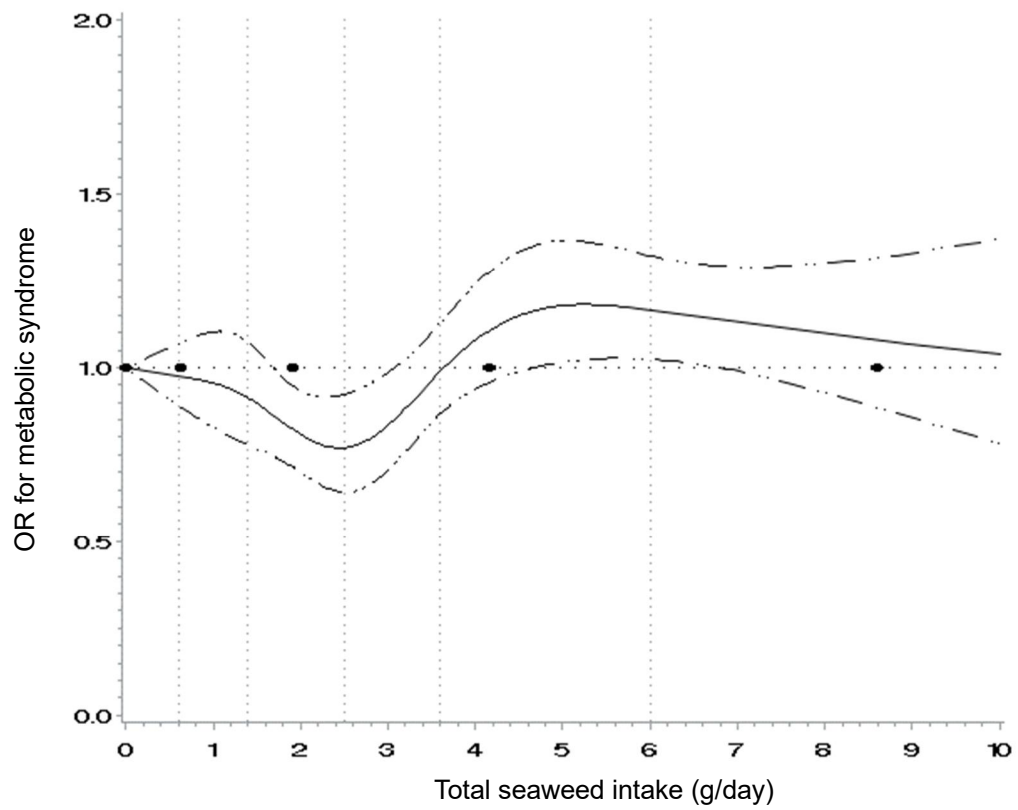


Figure 8. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and metabolic syndrome

Five knots are located by dots located at the 0.6, 1.4, 2.5, 3.6, 6 g/day; dashed lines are 95% confidence intervals.
 Models included total energy intake, sex, town, household income, education, physical activity, current smoking, and alcohol consumption.
 OR: Odds ratio
 Ref. value: Total seaweed intake 0g/day
 Curvature test (non-linear relationship): P for nonlinearity < 0.05

연구대상자(Subject 2)의 해조류 섭취량과 복부비만, 고혈당, 고중성지방혈증 및 대사증후군의 위험 사이의 RCS curves를 LS군의 평균 해조류 섭취량인 1.4g/day를 기준으로 그렸을 때 (Figures 9-12), 모두 0g/day을 기준으로 하였을 때와 동일한 비선형 관계를 나타내었다 (P for nonlinearity <0.05 for all). 복부비만의 경우 1.4g/day 미만으로 섭취 시 교차비가 1.4g/day 섭취 대비 증가하였으며, 약 4~6.6g/day의 섭취 구간에서 다시 교차비가 증가하였다(Figure 9). 고중성지방혈증의 경우, 약 3~8g/day의 해조류 섭취 구간에서 교차비가 증가하는 것을 알 수 있었다(Figure 11). 대사증후군 위험은 약 3.6~8g/day의 섭취 구간에서 1.4g/day의 섭취시보다 높아졌다(Figure 12).

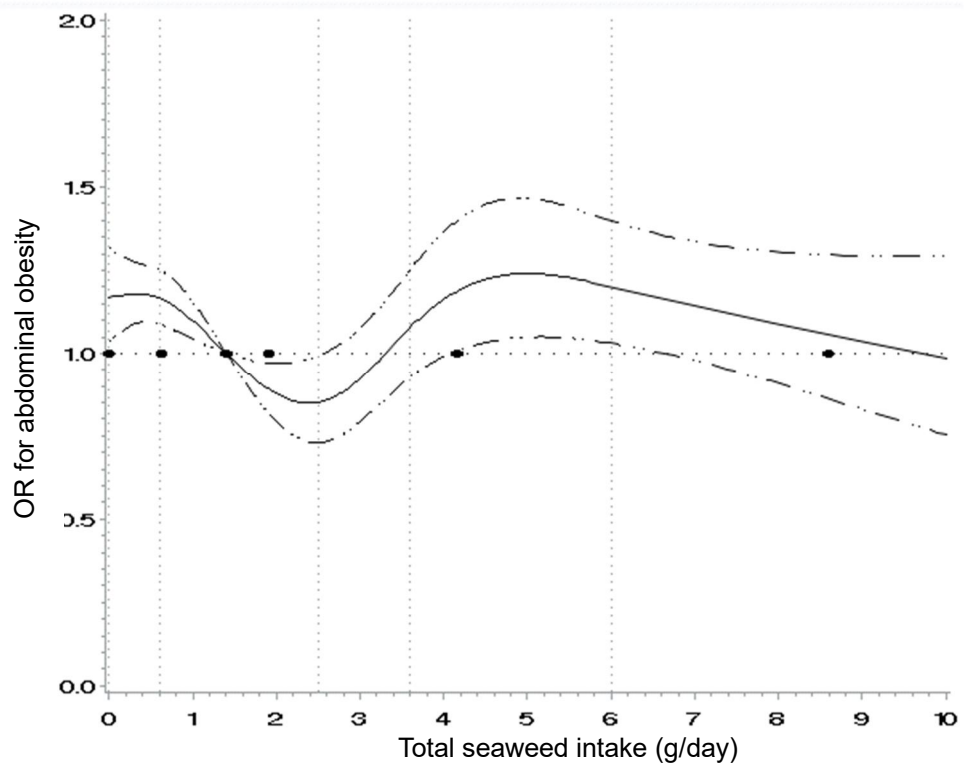


Figure 9. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and abdominal obesity (II)

Five knots are located by dots located at the 0.6, 1.4, 2.5, 3.6, 6 g/day; dashed lines are 95% confidence intervals.
 Models included total energy intake, sex, town, household income, education, physical activity, current smoking, and alcohol consumption.
 OR: Odds ratio
 Ref. value: Total seaweed intake 1.4g/day
 Curvature test (non-linear relationship): P for nonlinearity < 0.05

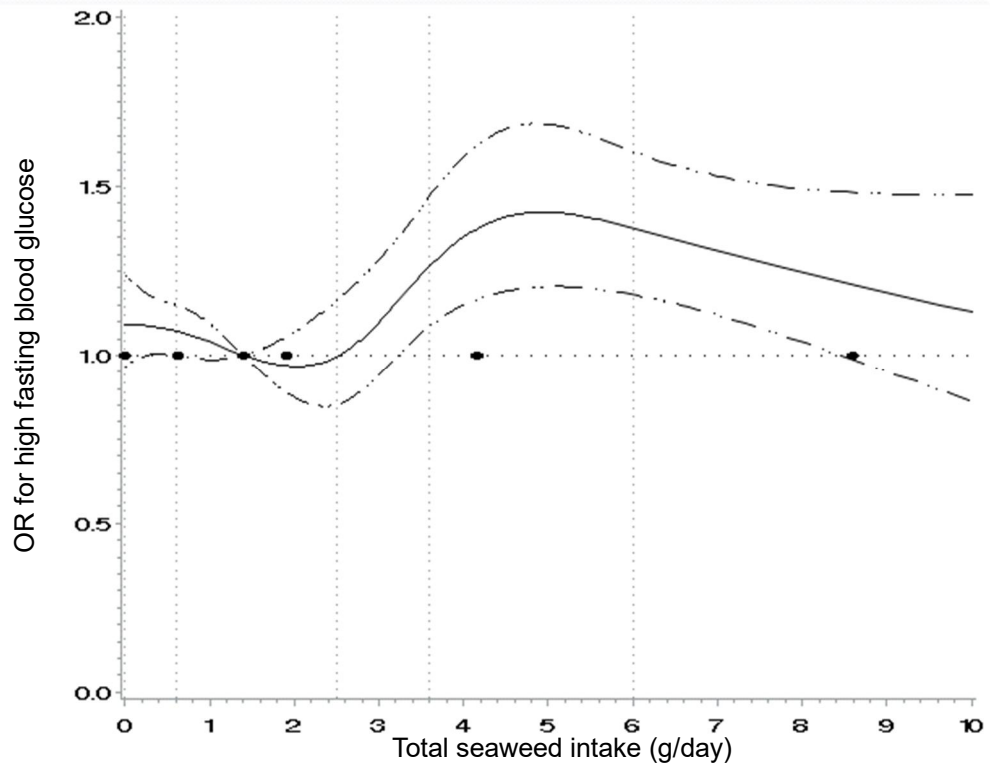


Figure 10. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and high fasting blood glucose (II)

Five knots are located by dots located at the 0.6, 1.4, 2.5, 3.6, 6 g/day; dashed lines are 95% confidence intervals.
 Models included total energy intake, sex, town, household income, education, physical activity, current smoking, and alcohol consumption.
 OR: Odds ratio
 Ref. value: Total seaweed intake 1.4g/day
 Curvature test (non-linear relationship): P for nonlinearity < 0.05

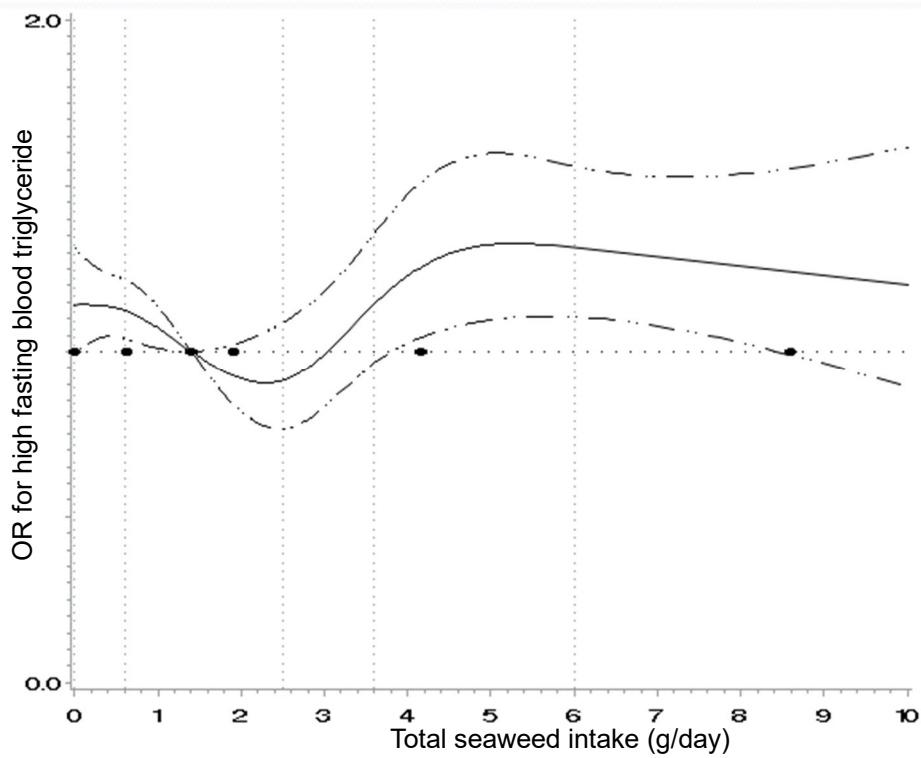


Figure 11. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and high fasting blood triglyceride, (II)

Five knots are located by dots located at the 0.6, 1.4, 2.5, 3.6, 6 g/day; dashed lines are 95% confidence intervals.
 Models included total energy intake, sex, town, household income, education, physical activity, current smoking, and alcohol consumption.
 OR: Odds ratio
 Ref. value: Total seaweed intake 1.4g/day
 Curvature test (non-linear relationship): P for nonlinearity < 0.05

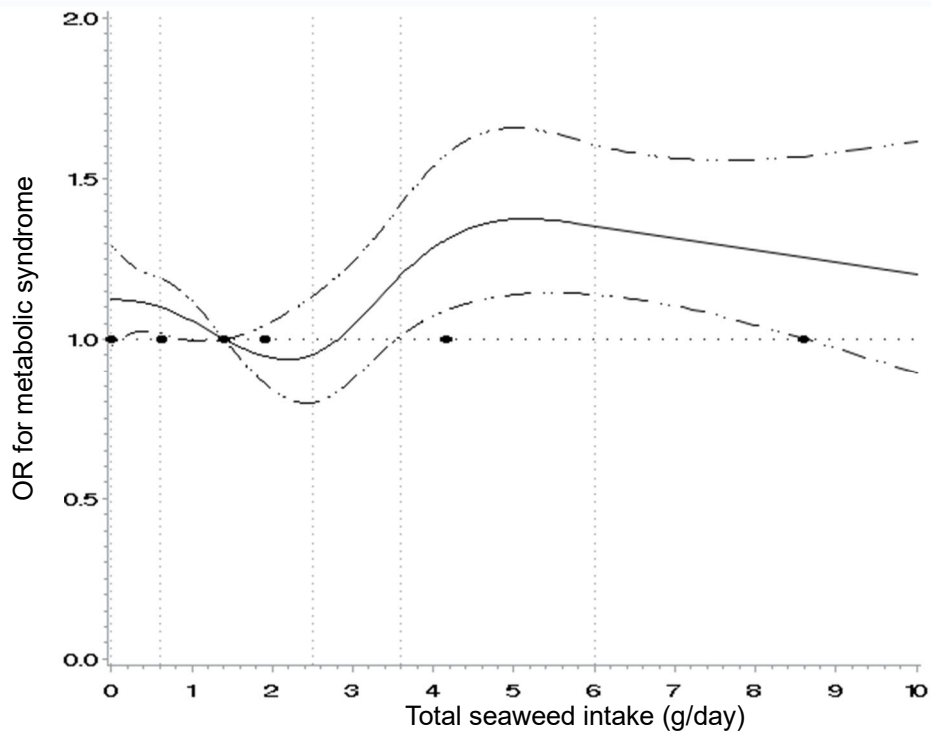


Figure 12. Restricted cubic spline curves for the association between total seaweed intake and metabolic syndrome (II)

Five knots are located by dots located at the 0.6, 1.4, 2.5, 3.6, 6 g/day; dashed lines are 95% confidence intervals.
 Models included total energy intake, sex, town, household income, education, physical activity, current smoking, and alcohol consumption.
 OR: Odds ratio
 Ref. value: Total seaweed intake 1.4g/day
 Curvature test (non-linear relationship): P for nonlinearity < 0.05

V. 고찰

본 연구에서 2016~2021년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 19세 이상 성인 30,272명의 해조류 섭취 실태를 분석하였다. 대상자의 총 해조류 섭취량은 3.7g/day로 질병관리청에서 발표한 국민건강통계의 2021년 해조류 섭취량인 3.3g/day보다 다소 높았고(1), 우리나라와 식생활이 비슷한 일본의 2019년 국민건강영양조사에서 보고한 섭취량인 9.9g/day 보다는 적었다(26).

거주지역에 따른 해조류 섭취량을 분석하였을 때, 세종시를 제외하면 비교적 내륙 지역보다는 해안가에 인접한 지역의 경우 해조류의 평균 섭취량이 높은 것으로 나타났다. 제주지역의 경우 전국에서 생산되는 해조류의 품종 중 약 70%가 제주 해안에 서식하는 것으로 보고되며, 전국 평균 해조류 섭취량 보다 높은 섭취량을 나타내었으나, 울산, 경남, 전남, 부산 등의 지역에 비해 낮은 섭취량을 나타내었다(27).

본 연구에서 해조류 섭취자를 섭취량 중위수를 이용해 구분했을 때 낮은 섭취 그룹의 평균 해조류 섭취량은 1.4g/day였으며, 높은 섭취 그룹은 14.8g/day으로 낮은 섭취 그룹에 비해 약 10배 높았다. 안산과 안성의 코호트 연구 대상자 5,777명을 대상으로 한 선행연구에서 해조류 섭취 삼분위군의 평균 섭취수준은 각각 0.5g/day, 1.4g/day, 3.6g/day로 본 연구에 비해 낮은 섭취수준을 보였다(17). 선행연구는 FFQ를 이용해 김과 미역, 다시마의 두 종의 제한된 해조류 섭취량을 평가 분석하여 제한된 종류의 해조류 섭취량을 분석하였으나, 본 연구는 1일 24시간 회상법을 통하여 대상자가 섭취한 모든 종류의 해조류 섭취량을 분석한 점과 관련이 있을 것으로 생각된다. 또한 일상적인 식사 섭취가 아닌 특정일의 식사를 조사하는 1일 24시간 회상법의 특성상 해조류를 섭취하지 않은

대상자의 수가 50% 이상을 차지해 삼분위수로 분류하지 못했기 때문에 해조류 섭취량의 차이가 나타났을 것으로 사료된다.

해조류 섭취량과 영양소 섭취량의 상관성을 분석한 결과, HS군의 지방 섭취량이 다른 군에 비해 낮게 나타났으며, 총에너지, 탄수화물, 단백질 및 식이섬유 등의 영양소 섭취량이 더 높은 결과를 나타내었는데, 이는 선행연구에서 해조류 섭취량이 높을 경우 총 에너지, 단백질 및 식이섬유의 섭취량이 더 높았던 결과와 유사하였으나, 지방 섭취량도 높아졌던 것과는 상반된 결과였다(17). 본 연구에서 해조류 섭취와 다른 식품군 섭취 패턴을 분석한 결과 해조류 섭취량이 높은 HS군은 비섭취자 및 LS군에 비해 백미 및 절임채소류의 섭취량이 높았고, 육류 섭취량이 낮았다.

미역, 청각, 파래, 톳 등의 해조류는 칼슘, 마그네슘, 칼륨 및 철 등의 무기질의 함량이 풍부한 것으로 보고되었는데(28), 본 연구에서 유사하게 HS군이 다른 군에 비해 칼슘, 칼륨 및 철의 섭취량이 높았으며, 이 외에도 식이섬유 및 기타 무기질과 비타민의 섭취량이 높았다. 이러한 해조류의 영양학적 가치로 미루어 보아 해조류는 건강한 식생활의 구성요소로써 장려될 필요가 있다고 사료된다.

본 연구대상자들이 섭취한 해조류는 총 11종으로 해조류 섭취 기여율은 김, 미역, 다시마, 파래, 매생이, 톳, 우뚝가사리 등의 순으로 높게 나타났다. 한국 성인이 가장 많이 먹는 해조류는 미역으로 평균 섭취량이 3.7g이었고, 김의 평균 섭취량이 2.3g으로 다음으로 높았다. 그러나, 해조류 섭취에 대한 기여율은 김이 63.4%, 미역이 26.2%로 순위가 달라졌는데, 이는 김을 섭취한 대상자가 전체의 88.2%로 미역 섭취자의 비율인 39.1%에 비해 높았던 것이 영향을 미친 것으로 생각된다.

해조류에는 식이섬유와 요오드 및 다양한 폴리페놀과 아미노산, 필수지방산 등의 성분이 풍부하여, 항당뇨 및 혈압감소, 지방축적억제 및 지방세포 생존 억제 효과들이 보고된 바 있다(7, 29, 30). 이에 본 연구는 한국 성인의 해조류 섭취량과 대사증후군 및 대사증후군의 지표와의 연관성을 분석하기 위해 대상자 중 조사당시 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증 진단자, 임신수유부, 대사지표에 대한 정보가 없는 대상자 등을 제외한 총 17,880명을 대상으로 분석을 진행하였다. 해조류의 영양학적 우수성에도 불구하고 아주 높은 해조류의 섭취는 섭취하지 않는 경우에 비해 복부비만, 고중성지방혈증 및 대사증후군의 위험이 높았다. 이는 30세 이상 성인 남성 7,081 명을 대상으로 수행된 연구에서 해조류 주 4~6회 섭취군이 주 1회 미만으로 섭취하는 군 대비 대사증후군의 위험성이 약 25% 높아지는 결과와 유사하였다(19). 반면, 안산 및 안성의 40~69세 성인을 대상으로 수행된 코호트연구에서 FFQ를 통해 산출한 해조류 고섭취수준인 약 3.6g/day의 해조류 섭취 시 약 0.5g/day 수준으로 섭취하는 경우에 비해 대사증후군 및 복부비만 위험이 낮아지는 결과와는 상반됐다(17).

본 연구의 결과는 해조류 섭취가 대사증후군 및 심혈관질환에 긍정적인 효과가 있음을 보고한 동물실험연구(8, 29, 30) 또는 RCT(Randomized Controlled Trial) 연구(11-14)와 상반된 결과를 보였다. 이는 실험연구 또는 RCT 연구는 해조류 추출물 등을 소재로 하여 실험을 진행하였으나(12, 13, 14), 해조류 섭취와 대사증후군과의 양의 연관성을 보고한 본 연구 및 선행연구에서는(19) 대상자가 일상생활에서 주로 김으로 해조류 섭취를 한 점이 실험연구와는 다른 연관성을 보인 것과 관련이 있을 수 있다. 또한 본 연구는 관찰연구이므로 해조류 섭취와 관련된 다른 식품의 섭취로 인한 영향을 배제하기 어려운 제한점을 포함하고 있다. 본 연구대상자 중 해조류 미섭취자의 비율은 50%이상으로 높았고, HS군

의 대상자의 해조류 섭취량의 분포가 우측으로 굉장히 치우쳐 있다는 점도 해조류 섭취량과 대사증후군 위험과의 양의 연관성을 부분적으로 설명할 수 있을 것으로 사료된다. 더 나아가 본 연구에서 확인된 해조류 섭취와 대사증후군의 위험과의 비선형적 연관성은 대사증후군 예방 및 관리를 위해 필요한 해조류의 적정 섭취 수준 모색이 필요함을 시사한다.

해조류 섭취에 따른 영양소 및 식품군 섭취량 분석 결과 HS군의 백미, 절임 채소류 및 나트륨의 섭취량이 다른 군에 비해 더 높았고, 해조류의 급원 식품 분석 결과 김의 기여율이 1위로 가장 높았다. 이에 대한 심층분석 결과 LS군의 조미김 및 미역국의 섭취 기여율은 각각 26%, 5%를 차지하였으나, HS군은 각각 48%, 30%의 기여율을 보이는 차이를 나타내었다. 또한, 조미김 섭취 수준이 증가함에 따라 고혈압 및 고중성지방혈증과 대사증후군의 위험이 유의하게 높아짐을 확인하였다(Supplementary Tables 1, 2). 선행연구에서 흰쌀밥과 김치만을 주로 먹는 식사패턴이 비만의 위험을 높이는 결과를 보고한 바도 있다는 점을 고려할 때(31), 해조류의 적정섭취와 더불어 다른 영양소 및 식품군과 균형 있게 섭취하는 것이 중요할 것이라 사료된다.

본 연구는 대규모 국가조사인 2016~21년도 국민건강영양조사 자료를 사용함으로써 방대한 대상자를 통해 해조류 섭취량과 대사증후군의 연관성을 분석하였다는 강점을 가지고 있다. 또한 총 해조류의 섭취량 뿐만 아니라 해조류의 종류별 섭취량을 구분하여 대사증후군과의 연관성을 분석하였으며 잠재적 교란을 방지하기 위하여 여러 혼란변수들을 보정하였다. 그러나 몇 가지 제한점이 존재하는데, 첫째로 본 연구는 단면연구이므로 해조류 섭취량과 대사증후군의 위험성 사이의 인과관계를 설명하기에는 한계가 있으며, 둘째로 여러가지 혼란변수들을 보정하였음에도 불구하고 잠재적인 바이어스가 존재할 수 있다. 마지막으로

1일 24시간 회상법 자료를 사용하여 대상자의 일상적인 해조류 섭취량 평가에 제한이 있다. 그러나 심층분석을 통해 FFQ를 함께 수행한 2016년 대상자의 FFQ를 통한 해조류 섭취빈도와 24시간 회상법을 통해 분석한 1일 총 해조류 섭취량의 상관관계를 확인한 분석 결과, 해조류 섭취빈도에 따라 24시간 회상법을 통한 해조류 섭취량이 유의하게 증가함을 확인하였다 (Supplementary figure 1).

VI. 요약 및 결론

본 연구에서는 한국 성인의 해조류 섭취 실태를 파악하고 해조류 섭취와 대사증후군과의 연관성을 규명하고자 2016~2021년 국민건강영양조사의 자료를 이용하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 2016~2021년 국민건강영양조사에 참여한 한국 성인 30,272명의 평균 섭취량은 3.7g/day였으며, 해조류의 섭취량은 연령이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 50~64세의 해조류 섭취량이 가장 높았다. 또한 해안가에 거주할수록 해조류의 섭취량이 높은 것으로 나타났으며, 섭취하는 해조류의 약 66%는 홍조류, 약 33%는 갈조류를 섭취하는 것으로 나타났다. 또한 홍조류 중 김의 섭취량이 전체 해조류 섭취 기여율 중의 63%를 차지하는 것으로 나타났다.

2. 연구 대상자의 해조류 섭취 수준을 섭취하지 않는 군(NC), 적게 섭취하는 군(LS), 많이 섭취하는 군(HS)으로 구분하였을 때, LS군의 평균 해조류 섭취량은 1.4 ± 1.0 g/day, HS군에서는 15.3 ± 23.4 g/day로 나타났다. 해조류 섭취수준별 영양소 및 식품군의 섭취량 분석 결과, HS군이 다른 군에 비해 나트륨의 섭취량이 높고 백미와 절임채소류의 섭취량이 높은 것으로 나타났다.

3. 해조류를 평균 15.3g/day 섭취하는 HS군의 경우 LS군에 비해 복부비만, 고중성지방혈증 및 대사증후군의 위험성이 각각 14%, 26%, 23% 증가하는 것으로 나타났다. 또한 해조류 섭취량과 대사증후군 및 그 요소의 위험성을 Restricted cubic spline 분석을 통해 비선형 구조를 확인하였을 때, 해조류섭취량과 복부비만, 고중성지방혈증 및 대사증후군의 위험 사이의 비선형 관계를 확

인할 수 있었다.

본 연구 결과 한국 성인에서 해조류를 평균 15.3g/day 수준으로 아주 많이 섭취하는 경우 1.4g/day 수준으로 섭취하는 경우에 비해 대사증후군의 위험이 높아졌다. 불균형적인 식사패턴에서 해조류의 과도한 섭취는 다른 영양소 및 식품 섭취와의 복합적인 상호작용으로 대사증후군의 위험을 높일 수 있음을 시사한다. 또한 해조류의 섭취량과 복부비만, 고중성지방혈증 및 대사증후군의 위험의 연관성이 비선형적으로 나타났으므로, 향후 전향적 연구 수행을 통해 대사증후군 예방 및 관리를 위한 해조류 적정 섭취 수준 모색 및 다른 영양소 및 식품군의 균형 있는 섭취의 중요성이 필요할 것으로 사료된다.

VII. 참고문헌

1. 국민건강영양통계. 질병관리청, 2021
2. Jeong HS, 대사증후군(Metabolic syndrome) 뇌심혈관계질환 예방은 대사증후군 관리로부터, Korean association of occupational health nurses 2009, 16(4), 10-16
3. National health screening statistical yearbook. 국민건강보험공단, 2021
4. Yoon SJ, 우리나라 해조류의 이용 역사 및 조리법. J. East Asian Soc. Dietary Life 2007, 1-13
5. Zhang L, Liao W, Huang Y, When Y, Chu Y, Zhao C, Global seaweed farming and processing in the past 20 years. Food Production, Processing and Nutrition 2022, 4(1),23
6. Yang YJ, Nam SJ, Kong G, Kim MK, A case-control study on seaweed consumption and the risk of breast cancer. British Journal of Nutrition 2021, 103, 1345-1353
7. Lee Ho, Kim DS, Do JR, Ko YS, Angiotensin-I converting enzyme inhibition activity of algae. J. Korean Fish. Soc 1999, 32(4), 427-431
8. Kim EY, Cui J, Kang IH, Zhang G, Lee YK, Potential antidiabetic effects of seaweed extracts by upregulating glucose utilization and alleviating inflammation in C2C12 Myotubes. Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18(3), 1367
9. Laurens ML, Lane M, Nelson S, Sustainable seaweed biotechnology solutions for carbon capture, composition, and deconstruction. Trends in Biotechnology 2020, 38(11), 1232-1244

10. Kim SH, Kim NY, Yea IS, A study on the dietary habit and nutritional state to obesity index of adults living in Daejeon. *J. East. Asian Soc. Dietary Life* 2005, 15(2), 152–157
11. Kate V, Viren R, David C, Magaly AM, Effect of brown seaweed on plasma glucose in healthy, at-risk, and type 2 diabetic individuals: systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews* 2021, 80(5), 1194–1205
12. Kim MS, Kim JY, Choi WH, Lee SS, Effects of seaweed supplementation on blood glucose concentration, lipid profile, and antioxidant enzyme activities in patients with type 2 diabetes mellitus. *Nutrition Research and Practice* 2008, 2(2), 62–67
13. Lee Sh, Jeon YJ, Efficacy and safety of a dieckol-rich extract (AG-dieckol) of brown algae, *Ecklonia cava*, in pre-diabetic individuals: a double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial. *Food Funct.* 2015, 6, 853–858
14. Shin HC, Kim SH, Park YJ, LEE BH, Hwang HJ, Effects of 12-week Oral Supplementation of *Ecklonia cava* Polyphenols on Anthropometric and Blood Lipid Parameters in Overweight Korean Individuals: A Double-blind Randomized Clinical Trial, *Phytotherapy research* 2012, 26(3), 363–368
15. Jane T, et al., Could dietary seaweed reverse the metabolic syndrome?, *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 2009, 18(2), 145–157
16. Chichibu H, et al, Seaweed intake and risk of cardiovascular disease: The circulatory risk in communities study (CIRCS). *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis* 2021, 28(12), 1298–1306

17. Park HU, Lee KW, Shin DY, Association of Seaweed Consumption with Metabolic Syndrome and Its Components: Findings from the Korean Genome and Epidemiology Study. *Foods* 2022, 11, 1635
18. Park JK, et al., Dietary iodine, seaweed consumption, and incidence risk of metabolic syndrome among postmenopausal women: A prospective analysis of the Korean Multi-Rural Communities Cohort Study (MRCohort). *European Journal of Nutrition* 2021, 60, 135–146
19. Shin AS, Lim SY, Sung JH, Shin HR, Kim JS, Dietary Intake, Eating Habits, and Metabolic Syndrome in Korean Men, *Journal of the American Dietetic Association* 2009, 109(4), 633–640
20. 2020 Dietary reference intakes for Korean, The Korean Nutrition Society 2020
21. Moon SJ, Kim YJ, Chung YJ, Chung YS, The iodine content in common Korean foods. *The Korean Nutrition Society* 1998, 31(2), 206–212
22. Han MR, Ju DL, Park YJ, Paik HY, Song YJ, An iodine database for common Korean foods and the association between iodine intake and thyroid disease in Korean adults. *Int. J. Thyroidol* 2015, 8(2), 170–182
23. 국민건강영양조사 검진조사지침서. 질병관리청, 2022
24. National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III. National Institutes of Health, 2001
25. Clinical practice guidelines for obesity. Korean Society for the study of Obesity, 2022

26. The National Health and Nutrition Survey (NHNS) Japan. Ministry of Health, Labour and Welfare, 2019
27. The Species Diversity of Marine Algae in Jeju Island, Jeju National University, 2005
28. Yoon SH, Kim SY, Park ES, Choi MK, Nutritional assessment focusing on proximate composition and mineral content of Korean seaweeds. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 2022, 32(6), 321–329
29. Ichimura M, et al., Phycocyanin prevents hypertension and low serum adiponectin level in a rat model of metabolic syndrome. *Nutrition Research* 2013, 33(5), 397–405
30. Wang Q, Yan J, Im YR, Bak JW, Go YG, Go YL, Kim HM, In vitro screening of seaweed ethanol extracts for anti-inflammatory and anti-obesity properties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 2023, 55(1), 50–56
31. Kim JH, Jo IH, Joung HJ, A rice-based traditional dietary pattern is associated with obesity in Korean adults. *J. Acad. Nutr. Diet.* 2012, 112, 246–253

Association between seaweed consumption and metabolic syndrome among Korean adults

Hanbin Ko

Department of Food Science and Nutrition

Jeju National University

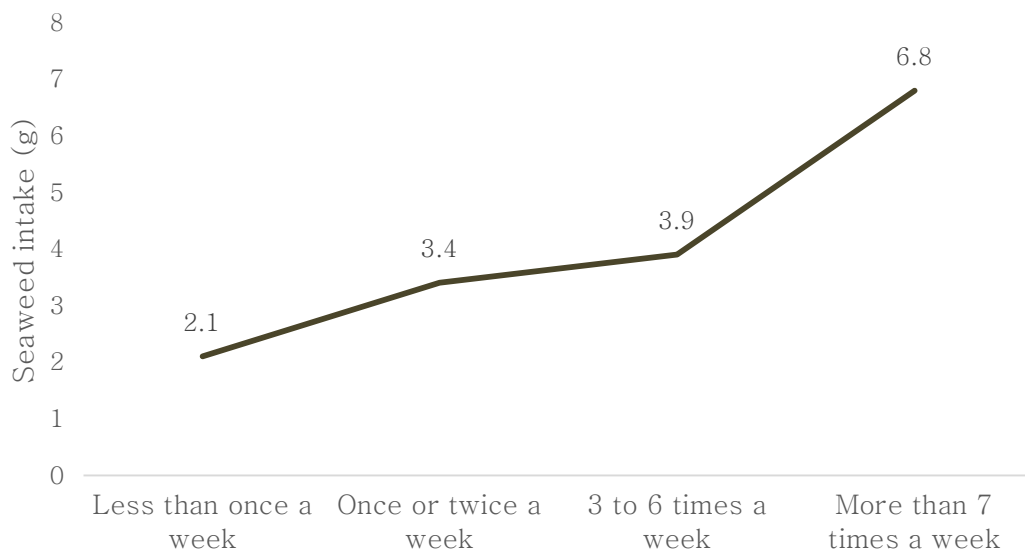
Abstract

As of 2021, the mortality rate attributable to chronic diseases in Korea accounted for 79.6% of all deaths, and the prevalence of metabolic syndrome had increased to 21.3%. Metabolic syndrome is a cluster of diseases such as diabetes, high blood pressure, and dyslipidemia, of which diet is a major determinant. Seaweed is rich in dietary fiber, essential fatty acids, and polyphenols, and has been reported to have anti-obesity, antidiabetic, and antihypertensive effects in animal experiments and clinical trials. However, epidemiological studies conducted to evaluate the effectiveness of seaweed intake among Koreans in this context have reported limited and conflicting results. Therefore, this study was aimed at assessing the relationship between seaweed intake and metabolic syndrome among Korean adults. To evaluate the seaweed intake status among Korean adults, 30,272 individuals

aged 19 years or older who participated in a 24-h recall method were included by using data from the 2016–2021 National Health and Nutrition Survey. Of these, individuals who did not participate in the examination survey, those diagnosed with metabolic disease, and pregnant women were excluded. Eventually, 17,880 participants were selected to analyze the relationship between seaweed intake and metabolic syndrome. The average intake of seaweed and feedstocks was analyzed using data obtained from the 24-h recall method, and the relationship between seaweed intake levels and metabolic syndrome and related factors were analyzed using multiple logistic regression analysis. The average total seaweed intake of the participants was 3.7 g/day, and the contribution by type was in the following order: red seaweed, 66%; brown seaweed, 33%; and green seaweed, 1%; the contribution rate of laver was 62% as a single food. The participants were classified into seaweed non-consumers (NC group) and consumers. The consumers were further classified into low and high seaweed intake groups (LS and HS groups, respectively) based on the median total seaweed intake (3.4 g/day; LS intake: < 3.4 g/day, and HS intake: \geq 3.4 g/day). The average total seaweed intake levels were 1.4 ± 1.0 g/day (median: 1.3 g/day) and 15.3 ± 23.4 g/day (median: 7.8 g/day) in the LS and HS groups, respectively. Results of the analysis of nutrients and food group intake by seaweed intake level revealed that the HS group had the highest intake levels of sodium, white rice, and pickled vegetables ($P < .0001$ for all). Analysis of the risk of metabolic syndrome and its related factors according to the

participants' seaweed intake levels confirmed that the cross-ratios of abdominal obesity, hypertriglyceridemia, and metabolic syndrome in the HS group significantly increased and were 14% (odds ratio [OR]: 1.14, 95% confidence interval [CI]: 1.01–1.30), 26% (OR: 1.26, 95% CI: 1.10–1.43), and 23% (OR: 1.23, 95% CI: 1.04–1.44), respectively. Compared with the LS group, the NC group did not show any significant association with metabolic syndrome or related factors. Furthermore, the risk of metabolic syndrome was confirmed to be higher when very high levels of seaweed were consumed (average: 15.3 g/day) than that associated with the consumption of 1.4 g/day. Furthermore, a nonlinear relationship was confirmed between seaweed intake and abdominal obesity, hypertriglyceridemia, and metabolic syndrome. The results of this study suggest the necessity of determining an appropriate level of seaweed intake for the prevention and management of metabolic syndrome and the importance of a balanced intake of other nutrients and food groups through prospective studies in the future.

Appendices



Supplementary Figure 1. Correlation between seaweed intake measured using the 1-day 24-hour dietary recall and seaweed consumption frequency using the FFQ

Supplementary Table 1. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to seasoned laver intake level

	NC (n=14,333)	LS (n=1,682)	HS (n=1,865)
Abdominal obesity			
Model 1	1.00	0.90 (0.78–1.03)	1.11 (0.97–1.26)
Model 2	1.00	0.98 (0.84–1.13)	1.07 (0.94–1.22)
High blood pressure			
Model 1	1.00	0.79 (0.69–0.92)	1.28 (1.13–1.46)
Model 2	1.00	0.90 (0.77–1.06)	1.22 (1.07–1.40)
High blood glucose			
Model 1	1.00	0.89 (0.77–1.02)	1.19 (1.05–1.35)
Model 2	1.00	0.95 (0.81–1.11)	1.10 (0.95–1.26)
Low-HDL cholesterol			
Model 1	1.00	0.97 (0.84–1.10)	1.11 (0.99–1.26)
Model 2	1.00	1.00 (0.86–1.15)	1.10 (0.97–1.25)
High triglyceride			
Model 1	1.00	0.93 (0.82–1.06)	1.34 (1.19–1.52)
Model 2	1.00	0.99 (0.85–1.16)	1.32 (1.15–1.52)
Metabolic syndrome			
Model 1	1.00	0.85 (0.73–1.00)	1.30 (1.12–1.49)
Model 2	1.00	0.92 (0.74–1.13)	1.29 (1.10–1.52)

All values are presented as Odds Ratio (95% CI)

NC: non-consumer, LS: low seasoned laver intake group (<2.2g/day), HS: high seasoned laver intake group (≥2.2g/day)

Model 2: Adjusted for total energy intake, age, sex, town, household income, education, BMI (except for abdominal obesity), physical activity, current smoking, alcohol consumption.

Supplementary Table 2. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to seasoned laver intake level(II)

	NC (n=14,333)	LS (n=1,682)	HS (n=1,865)
Abdominal obesity			
Model 1	1.12 (0.97–1.29)	1.00	1.24 (1.03–1.48)
Model 2	1.02 (0.88–1.19)	1.00	1.10 (0.91–1.32)
High blood pressure			
Model 1	1.26 (1.09–1.46)	1.00	1.62 (1.34–1.95)
Model 2	1.11 (0.94–1.30)	1.00	1.35 (1.10–1.66)
High blood glucose			
Model 1	1.13 (0.98–1.30)	1.00	1.34 (1.12–1.60)
Model 2	1.05 (0.90–1.23)	1.00	1.15 (0.95–1.41)
Low-HDL cholesterol			
Model 1	1.04 (0.91–1.19)	1.00	1.15 (0.97–1.37)
Model 2	1.01 (0.87–1.17)	1.00	1.11 (0.92–1.33)
High triglyceride			
Model 1	1.07 (0.94–1.22)	1.00	1.44 (1.22–1.71)
Model 2	1.01 (0.86–1.18)	1.00	1.33 (1.10–1.62)
Metabolic syndrome			
Model 1	1.17 (1.00–1.38)	1.00	1.52 (1.25–1.86)
Model 2	1.09 (0.89–1.35)	1.00	1.41 (1.10–1.82)

All values are presented as Odds Ratio (95% CI)

NC: non-consumer, LS: low seasoned laver intake group (<2.2g/day), HS: high seasoned laver intake group (≥2.2g/day)

Model 2: Adjusted for total energy intake, age, sex, town, household income, education, BMI (except for abdominal obesity), physical activity, current smoking, alcohol consumption.

Supplementary Table 3-1. General characteristics of study subjects according to seaweed intake level (subject II)

Characteristic	NC (n=9,448)	LS (n=4,216)	HS (n=4,216)	P value
Sex				<.0001
Male	4079 (51.2)	1621 (45.9)	1876 (52.5)	
Female	5369 (48.8)	2595 (54.1)	2340 (47.5)	
Age(Years)				<.0001
Mean*	41.4 (0.2)	41.0 (0.2)	44.6 (0.3)	
19-29	1934 (27.5)	763 (24.7)	463 (16.0)	
30-49	3986 (43.9)	2076 (49.0)	1907 (47.9)	
50-64	2165 (20.0)	972 (20.6)	1308 (27.9)	
65-74	850 (5.4)	278 (4.0)	352 (5.5)	
75+	513 (3.2)	127 (1.7)	186 (2.7)	
Type of residential area				0.010
Dong	7834 (87.6)	3601 (89.6)	3474 (87.3)	
Eup · myeon	1614 (12.4)	615 (10.4)	742 (12.7)	
Region				<.0001
Seoul	1899 (23.1)	937 (25.6)	786 (21.3)	
Busan	555 (6.1)	247 (6.1)	301 (7.4)	
Daegu	443 (4.9)	169 (3.8)	188 (4.5)	
Incheon	521 (6.1)	253 (6.4)	223 (5.8)	
Gwangju	321 (3.7)	155 (3.4)	151 (3.3)	
Daejeon	280 (3.0)	166 (3.8)	129 (3.1)	
Ulsan	202 (2.0)	91 (2.0)	96 (2.2)	
Sejong	187 (0.5)	87 (0.5)	118 (0.7)	
Gyeonggi	2401 (26.9)	1035 (25.7)	999 (25.4)	
Kangwon	281 (2.4)	140 (2.6)	127 (2.4)	
Chungbuk	252 (2.4)	114 (2.5)	127 (2.5)	
Chungnam	297 (3.2)	149 (3.7)	119 (3.1)	
Jeonbuk	307 (3.3)	118 (3.0)	119 (3.2)	
Jeonnam	309 (2.6)	102 (2.0)	170 (3.8)	
Kyungbuk	485 (4.4)	164 (3.5)	176 (3.9)	
Kyungnam	505 (4.6)	220 (4.8)	298 (6.6)	
Jeju	203 (1.0)	69 (0.7)	89 (1.0)	

All values are presented as N(weighted %)

*value are Presented as Mean(SE)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group

Supplementary Table 3-2. General characteristics of study subjects according to seaweed intake level (subject II)

Characteristic	NC (n=9,448)	LS (n=4,216)	HS (n=4,216)	P value
Household income ¹⁾				<.0001
Low	1314 (11.2)	376 (7.9)	483 (9.9)	
Middle-low	2258 (23.0)	917 (20.2)	1035 (23.3)	
Middle-high	2825 (30.9)	1314 (32.1)	1241 (31.3)	
High	3026 (34.9)	1601 (39.7)	1447 (35.6)	
Education				<.0001
Less than middle school	1665 (12.5)	483 (7.9)	668 (11.9)	
High school	3292 (39.3)	1378 (35.7)	1435 (37.0)	
College or more	4088 (48.2)	2194 (56.4)	1935 (51.1)	
Obesity ²⁾				0.0059
Normal	6590 (68.5)	3053 (71.5)	2955 (68.2)	
Obesity	2830 (31.5)	1153 (28.5)	1257 (31.8)	
Physical activity ³⁾				0.4683
No	4825 (50.4)	2129 (49.5)	2182 (51.1)	
Yes	4204 (49.6)	1925 (50.5)	1858 (48.9)	
Current smoking ⁴⁾				0.0003
No	7683 (78.8)	3549 (82.3)	3471 (79.3)	
Yes	1699 (21.2)	643 (17.7)	724 (20.7)	
Alcohol consumption ⁵⁾				0.0899
No	3991 (38.5)	1724 (38.3)	1879 (40.6)	
Yes	5394 (61.5)	2469 (61.7)	2318 (59.4)	

All values are presented as N(weighted %)

*value are Presented as Mean(SE)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group

1) Household income: quartile of monthly household income

2) Obesity: BMI is 25kg/m² or higher

3) Physical activity: performed moderate-intensity activities for at least 150 min or vigorous-intensity activities for at least 75 min or an equivalent combination of moderate- and vigorous-intensity activity during a typical week

4) Current smoking: smoked more than 5 packs(100 cigarettes) of regular cigarettes in his or her lifetime and a current smoker

5) Alcohol consumption: drank alcoholic beverages more than once a month over the past year

Supplementary Table 4. Nutrient intake according to seaweed intake level
(subject II)

Nutrient ¹⁾	NC (n=9,448)	LS (n=4,216)	HS (n=4,216)	<i>P</i> value
Nutrient intake (/day)				
Energy (kcal)	1943.8(9.2) ^a	1992.6(15.6) ^b	2049.4(15.7) ^c	<.0001
Carbohydrate(g)	278.8(0.8) ^a	282.3(1.4) ^b	290.8(1.5) ^c	<.0001
Protein(g)	71.6(0.3)	71.9(0.5)	72.7(0.5)	0.097
Fat(g)	48.0(0.3) ^a	46.6(0.4) ^b	45.6(0.4) ^b	<.0001
SFA(g)	15.7(0.1) ^a	14.8(0.2) ^b	14.2(0.2) ^c	<.0001
MUFA(g)	15.6(0.1) ^a	14.9(0.2) ^b	14.8(0.2) ^b	<.0001
PUFA(g)	12.0(0.1)	12.4(0.1)	12.1(0.1)	0.055
Cholesterol(mg)	252.5(2.1) ^a	270.4(3.4) ^b	260.9(4.1)	<.0001
Dietary Fiber(g)	24.0(0.1) ^a	23.7(0.2) ^a	26.2(0.2) ^b	<.0001
Calcium(mg)	504.3(3.2) ^a	492.9(4.8) ^b	538.1(5.1) ^c	<.0001
Sodium(mg)	3275.6(18.0) ^a	3475.0(28.4) ^b	3592.8(30.7) ^c	<.0001
Potassium(mg)	2745.7(11.6) ^a	2708.7(16.8) ^b	2985.7(18.6) ^c	<.0001
Iron(mg)	11.3(0.1) ^a	11.2(0.1) ^a	12.2(0.1) ^b	<.0001
Vit A(μg RAE)	373.1(4.6) ^a	406.9(10.6) ^b	417.9(8.7) ^b	<.0001
Thiamine(mg)	1.30(0.01) ^a	1.25(0.01) ^b	1.31(0.01) ^a	0.000
Riboflavin(mg)	1.62(0.01) ^a	1.62(0.01) ^a	1.66(0.01) ^b	0.032
Niacin(mg NE)	13.3(0.1)	13.1(0.1)	13.5(0.1)	0.081
Folate(μg DFE)	308.1(1.7) ^a	311.0(2.5) ^a	351.2(2.8) ^b	<.0001
Vit C(mg)	63.2(1.2) ^a	66.7(2.2) ^{ab}	70.9(1.7) ^b	0.001
% of energy				
Carbohydrate(%)	61.8(0.1) ^a	62.4(0.2) ^b	62.9(0.2) ^b	<.0001
Protein(%)	15.6(0.1)	15.6(0.1)	15.6(0.1)	0.951
Fat(%)	22.6(0.1) ^a	22.0(0.2) ^b	21.4(0.2) ^c	<.0001

All value are presented as adjusted mean(SE)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group SFA: saturated fatty acid, MUFA: monounsaturated fatty acid, PUFA: polyunsaturated fatty acid, Vit: vitamin, RAE: retinol activity equivalent, NE: niacin equivalent, DFE: dietary folate equivalent

1) Adjusted for age, sex, and total energy intake (except for total energy intake).

a, b, c: Indicate significant differences of $p < 0.05$ (Tukey's multiple comparison test)

Supplementary Table 5. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to brown seaweed and red seaweed intake level

	NC	LS	HS
Brown seaweed	n=14,645	n=1,617	n=1,618
Median (Range)*	0.0	2.1	20.0
Abdominal obesity	1.00	0.99 (0.85–1.16)	0.95 (0.81–1.11)
High blood pressure	1.00	0.93 (0.79–1.09)	0.90 (0.76–1.06)
High blood glucose	1.00	1.08 (0.93–1.26)	1.06 (0.92–1.22)
Low-HDL cholesterol	1.00	1.11 (0.96–1.29)	0.96 (0.82–1.11)
High triglyceride	1.00	1.05 (0.90–1.23)	0.97 (0.83–1.13)
Metabolic syndrome	1.00	1.02 (0.83–1.25)	0.96 (0.80–1.15)
Red seaweed	n=11,486	n=3,152	n=3,242
Median (Range)	0.0	0.9	6.6
Abdominal obesity	1.00	0.93 (0.82–1.05)	0.93 (0.83–1.04)
High blood pressure	1.00	1.01 (0.89–1.15)	1.11 (0.99–1.24)
High blood glucose	1.00	0.99 (0.87–1.12)	1.05 (0.94–1.17)
Low-HDL cholesterol	1.00	1.01 (0.90–1.12)	1.10 (0.99–1.22)
High triglyceride	1.00	0.98 (0.87–1.11)	1.20 (1.07–1.34)

All values are presented as Odds Ratio(95% CI)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group, HDL: high density lipoprotein

Model 2: Adjusted for total energy intake, age (except for age group), sex (except for sex), town, household income, education, BMI (except for abdominal obesity), physical activity, current smoking, alcohol consumption.

Supplementary Table 6. Odds ratios of metabolic syndrome and its components according to brown seaweed and red seaweed intake level (II)

	NC	LS	HS
Brown seaweed	n=14,645	n=1,617	n=1,618
Median (Range)	0.0	2.1	20.0
Abdominal obesity	1.01 (0.87–1.18)	1.00	0.96 (0.78–1.18)
High blood pressure	1.08 (0.92–1.27)	1.00	0.97 (0.78–1.21)
High blood glucose	0.93 (0.80–1.08)	1.00	0.98 (0.81–1.19)
Low-HDL cholesterol	0.90 (0.78–1.04)	1.00	0.86 (0.71–1.05)
High triglyceride	0.95 (0.81–1.11)	1.00	0.92 (0.74–1.14)
Metabolic syndrome	0.98 (0.80–1.20)	1.00	0.94 (0.73–1.21)
Red seaweed	n=11,486	n=3,152	n=3,242
Median (Range)	0.0	0.9	6.6
Abdominal obesity	1.08 (0.96–1.22)	1.00	1.00 (0.86–1.16)
High blood pressure	0.99 (0.87–1.13)	1.00	1.10 (0.94–1.28)
High blood glucose	1.02 (0.90–1.15)	1.00	1.07 (0.92–1.24)
Low-HDL cholesterol	1.00 (0.89–1.11)	1.00	1.09 (0.96–1.25)
High triglyceride	1.02 (0.90–1.15)	1.00	1.22 (1.05–1.42)

All values are presented as Odds Ratio(95% CI)

NC: non-consumer, LS: low seaweed intake group, HS: high seaweed intake group, HDL: high density lipoprotein

Model 2: Adjusted for total energy intake, age (except for age group), sex (except for sex), town, household income, education, BMI (except for abdominal obesity), physical activity, current smoking, alcohol consumption.