creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 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

dCollection

보건학석사 학위논문

중금속 (납, 카드뮴, 수은, 비소) 노출조사를 위한 식품섭취빈도조사지의 타당도 평가

Validity of a Food Frequency Questionnaire to Assess Dietary Exposure of Heavy Metals (Lead, Cadmium, Mercury, Arsenic)

2013 년 2 월

서울대학교 보건대학원

보건학과 보건영양학전공

백 예 지

중금속 (납, 카드뮴, 수은, 비소) 노출조사를 위한 식품섭취빈도조사지의 타당도 평가

Validity of a Food Frequency Questionnaire to Assess Dietary Exposure of Heavy Metals (Lead, Cadmium, Mercury, Arsenic)

지도 교수 정 효 지

이 논문을 보건학석사 학위논문으로 제출함

2013 년 2 월

서울대학교 보건대학원

보건학과 보건영양학전공

백 예 지

백예지의 보건학석사 학위논문을 인준함

2013 년 2 월

위 원 장	정 해 원	(인)
부위원장	김 호	(인)
위 원	정 효 지	(인)

국 문 초 록

본 연구는 중금속 (납, 카드뮴, 수은, 비소) 노출조사를 위한 식품섭취빈도조사지의 타당도를 평가하기 위해 수행되었다. 이를 위해 식품섭취빈도조사, 3일간의 식사기록을 6개월 정도의 간격을 두고 각 2회씩 실시하였고, 분석대상은 성인 165명이었다.

열량, 다량영양소, 중금속에 대해 신뢰도는 1차와 2차 식품섭취빈도조사 자료의 결과를 비교하여 확인하였고, 타당도는 2차 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료를 비교하여 분석하였다. 섭취량을 4분위수로 분류하고 조사방법 사이에 같거나 근접한 분위수에 속하는 정도를 확인하였으며, Bland-Altman plot을 사용하여 중금속 섭취량에 대한 두 조사방법의 일치도를 평가하였다.

1차와 2차 식품섭취빈도조사지의 열량, 다량영양소, 중금속 섭취량에 대한 Pearson 상관계수는 평균 0.51, Spearman 상관계수는 평균 0.49이었다. 2차 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료 결과의 열량, 다량영양소, 중금속 섭취량에 대한 Pearson 상관계수와, Spearman 상관계수는 모두 평균 0.20이었다. 2차 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료에 따른 섭취량을 4분위수로 나누었을 때 평균 28.0%가 같은 분위수에, 평균 41.1%가 근접한 분위수에 속하였다. Bland-Altman plot 결과, 평균 섭취량이 증가할수록 조사방법 사이의 일치도가 낮아지는 경향을 보였으나, 대부분의 값들은 95% Limit of agreement 범위 안에 속하였다.

본 연구에서 사용한 식품섭취빈도조사지의 신뢰도는 적합한 수준이었고, 타당도는 다소 낮은 편이었다. 4분위수 분류에 따른 근접일치도는 높은 것으로 나타나, 식품섭취빈도조사지가 중금속 노출수준을 정성적으로 평가하는 도구가 될 수 있음을 확인하였다. 본 식품섭취빈도조사지는 타당도 수준이 유의하지 않은 카드뮴이나 중금속 분석에 필요한 다량영양소의 섭취수준을 평가할 수 있도록 식품목록을 보완한다면, 중금속 노출조사를 위한 대규모 역학연구에서 유용한 도구로 사용될 수 있을 것이다.

주요어: 식품섭취빈도조사지, 타당도, 중금속

학 번: 2011-22102

목 차

제 1 장 서 론 1

제 2 장 연구내용 및 방법 4

제 3 장 연구결과 8

제 4 장 고 찰 18

제 5 장 결 론 24

참고 문헌 25

부 록 28

Abstract 37

표 목차

Table 1 Baseline characteristics of the participants in the FFQ validation study 9

Table 2 Daily intakes of energy, macro-nutrients and heavy metals estimated by FFQ1, FFQ2, and DR 11

Table 3 Reproducibility and validity of FFQ: Correlations for daily energy, macro-nutrients and heavy metal intakes in FFQ1 and FFQ2; FFQ2 and DR 14

Table 4 Cross-Classification (%) of energy, macro-nutrients and heavy metal distribution quartiles from FFQ2 and DR 15

그림 목차

Figure 1 Design of the FFQ validation study. 5

Figure 2 Box plots for the daily intake distribution of (a) Pb, (b) Cd, (c) Hg, (d) As estimated by FFQ1, FFQ2, and DR.. 12

Figure 3 Bland-Altman plots of the agreement between the FFQ2 and the DR for estimating daily intake of (a) Pb, (b) Cd, (c) Hg, (d) As 16

제 1 장 서 론

1. 연구배경 및 필요성

(1) 식품으로 인한 중금속 노출의 특성

중금속이란 비중 4.0 이상의 무거운 금속으로, 공기, 물, 식품 등을 통해 인체 내에 들어오면, 몸 밖으로 잘 빠져나가지 않아 체내 축적성이 높은 특성이 있다 [1]. 특히 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있는 주요 중금속으로는 납 (Lead), 카드뮴 (Cadmium), 수은 (Mercury), 비소 (Arsenic) 등이 있는데, 인체에 유해한 정도가 높아 각 나라에서 규제대상 물질로 분류하고 있다 [1, 2]. 중금속 관련 산업장에서 노출되는 경우를 제외하면, 일반 인구집단에서 이러한 중금속 노출의 주요 원인은 식품 (food)이고 [3] 중금속마다 노출경로와 유해영향 수준에는 차이가 있다.

납의 경우, 일반 인구집단에서 식품으로 인한 노출은 환경, 식품가공 및 포장과정에서 발생하거나, 대기 중의 납이 농작물에 축적돼 식품을 오염시키는 경우, 그리고 물을 통해 노출되는 경우가 있다 [4]. 납 섭취량을 추정한 국내 연구에 따르면, 납 함량이 높았던 식품군은 두류, 어패류, 육류 및 가금류였고, 납 섭취량 기여도가 높은 식품군은 육류 및 가금류, 음료 및 주류, 어패류였다 [5]. 납의 유해영향으로는 신경발달, 심혈관계 질환으로 인한 사망, 신기능 장애, 고혈압, 출산장애의 가능성이 있으며 신경계에 영향을 미치기 때문에 성장기에 있는 태아, 영유아, 어린이들이 납 노출에 특히 취약하다 [4].

식품으로 인한 카드뮴 노출은 자연적 또는 인위적으로 오염된 토양과 물로부터 발생하며, 오염된 토양에서 자란 농작물과 채소가 주요 원인이다 [2]. 세계보건기구 (WHO) 보고서에 의하면, 국내에서 카드뮴 노출의 주요 원인 식품은 쌀, 채소, 해조류, 해산물이었고, 중국에서는 곡류, 채소, 고기, 해산물, 그리고 유럽에서는 곡류, 채소, 견과류, 동물내장이 주요 노출 식품이었다 [4]. 카드뮴에 만성적으로 노출될 경우 신세뇨관의 상피세포, 네프론을 포함한 신장 손상과 이따이이따이병이나 골다공증과 같이

뼈에 유해영향을 줄 수 있다는 과학적 근거에 따라 국제암연구소에서는 카드뮴을 1급 발암물질 (인체발암물질)로 분류하고 있다 [4, 6].

일반 인구집단이 수은에 노출되는 경우는 대부분 생선을 통한 메틸수은 섭취이다. 메틸수은은 자연계에서 가장 많이 나타나는 수은의 형태로, 다양한 먹이사슬을 통해 인체에 흡수돼 축적된다 [7]. 식품을 통한 수은 노출평가를 실시한 국내 연구결과, 식품 별 수은 노출 기여율은 어패류가 66.8%로 가장 높았고, 그 다음으로 곡류가 17.1%였으며, 어류 중 수은 섭취 기여율이 높은 식품은 새치, 다랑어, 장어, 참치통조림 순이었다 [8]. 수은의 유해영향으로는 신경계 및 심혈관계질환의 가능성이 있고 [9], 생애주기 별 단계에서는 태아가 가장 취약하다 [10].

비소는 주로 어류, 채소, 곡류와 같은 식품과 음용수를 통해 노출되는데, 채소와 곡류의 경우 토양 등 재배환경의 영향을 받는다 [11]. 국내에서 유통 중인 농산물 (곡류, 서류, 채소류, 과실류)에 대한 비소함량을 분석한 연구에 따르면, 곡류 섭취로 인한 무기비소 노출량이 전체 농산물 섭취로 인한 무기비소 노출량의 77%였다 [12]. 무기비소의 장기적인 섭취는 암, 피부병변, 발달영향, 심혈관계질환, 신경독성, 당뇨병과 관련 있다 [13].

이처럼 중금속은 식품을 통해 인체에 노출될 수 있으며, 노출이 만성적으로 진행될 경우에는 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있다. 따라서 식품으로 인한 중금속 노출을 평가하여 인구집단의 노출수준을 파악하는 것이 필요하다.

(2) 식품섭취빈도법의 특성

식품을 통한 유해물질 노출은 만성적인 경우가 많기 때문에, 유해물질 노출수준을 파악하기 위해서는 평소 섭취량 (usual intake)을 추정할 수 있는 식사조사를 수행해야 한다 [14]. 식사조사방법에는 단기간의 식사섭취 자료를 수집하는 24시간회상법 (24-h recall method), 식사기록법 (Dietary records), 그리고 장기간의 식사섭취 자료를 수집하는 식품섭취빈도법 (Food frequency questionnaire) 등이 있다.

24시간회상법이나 식사기록법의 경우, 특정한 날의 식품

섭취량을 정확하게 추정할 수 있는 장점이 있다. 그러나 평소 섭취량을 추정하기 위해서는 여러 날 동안의 섭취량을 조사해야 한다는 어려움이 있다 [15]. 또한 비용이 많이 들고 조사와 분석에 오랜 시간이 소요된다 [15]. 식품섭취빈도조사지는 응답자가 식품목록에 나열된 각 식품을 얼마나 자주 먹는지 응답하도록 구성되므로 특정기간 동안의 식품이나 식품군의 섭취 정도를 정확하게 추정하는 것은 한계가 있다. 그러나 식품섭취실태에 대한 질적 특성을 평가할 수 있고, 다른 방법에 비하여 응답자의 부담이 적은 장점이 있다 [15, 16]. 따라서 식품섭취빈도법은 노출량을 추정하는 정확도는 낮으나, 대상자의 노출수준을 대략적으로 분류하는 대규모 역학연구에서 실용적이고 경제적인 방법으로 많이 사용되고 있다 [16].

(3) 식품섭취빈도조사지 타당도 연구의 필요성

식품섭취빈도조사지는 식품목록, 섭취빈도의 구성이나 연구목적 및 적용대상에 따라 다르게 개발되므로, 타당도 평가가 필수적이다 [15, 16]. 서로 다른 인구집단과 문화에서는 그에 맞는 조사지를 사용하는 것이 바람직하며 [17], 조사지를 조금만 변경해도 수행능력에 영향을 줄 수 있기 때문에, 새로운 조사지를 활용할 때에는 별도의 타당도 연구가 필요하다. 따라서 객관적이고 과학적인 연구를 위해서는 조사목적과 대상집단에 알맞은 식품섭취빈도조사지를 개발하고, 사용하기 전에 이에 대한 타당도 연구를 수행해야 한다. 본 연구진에서는 우리나라에서 사용 가능한 ‘식품으로 인한 유해물질 노출평가를 위한 식품섭취빈도조사지’ [14]를 개발하였고, 이를 역학연구에서 활용하기 위해서는 타당도 검증이 필요하다.

식품섭취빈도조사지의 타당도 연구는 섭취량을 보다 정확하게 측정할 수 있는 다른 조사방법 (Gold standard)을 선택하고, 이를 동일한 대상집단에 적용하여 결과를 비교하는 것이다 [18]. 그러나 식사섭취를 오류 없이 조사하는 방법은 없기 때문에, 대부분의 타당도 연구에서는 비교적 섭취량에 대한 정확한 정보를 측정할 수 있다고 알려진 24시간회상법이나 식사기록법으로 조사한 자료와 식품섭취빈도조사 자료의 결과를 비교하고 있다 [18, 19].

2. 연구목적

본 연구의 목적은 식품으로 인한 중금속 (납, 카드뮴, 수은, 비소) 노출조사를 위해 개발된 식품섭취빈도조사지의 타당도를 검증하여, 중금속 노출 관련 역학연구에의 활용가능성을 확인하는 것이다.

이를 위한 구체적인 목적은 첫째, 중금속 노출 조사를 위해 개발된 식품섭취빈도조사지의 신뢰도를 평가하고, 둘째, 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료의 결과를 비교하여 타당도를 검증하는 것이다.

제 2 장 연구내용 및 방법

1. 연구대상

본 연구대상은 수도권 지역에 거주하는 만 30세 이상의 성인을 대상으로 편의추출하였다. 선행연구들에서 식품섭취빈도조사지의 타당도 검증을 위해서는 개인 내 변이와 개인 간 변이를 고려하여 100-200명 정도의 자료가 필요한 것으로 알려져 있어 [15], 참여에 동의한 218명을 대상으로 선정하였다.

식품섭취빈도조사와 식사기록법을 2회에 걸쳐 모두 완료한 대상자 181명 중, 식사조사를 통한 1일 평균 섭취량이 700kcal 미만이거나 4000kcal를 초과한 경우를 제외한 165명의 자료를 최종 분석에 사용하였다. 대상자 모집은 서울대학교 생명윤리심의위원회의 승인을 받아 진행하였으며 모든 대상자에게 연구 설명 후, 참여동의서를 받았다.

2. 연구방법

(1) 대상자의 일반적 특성

구조화된 설문지를 통해 성, 연령, 교육수준, 가구소득수준, 직업 등의 사회인구학적 특성과 신장과 체중 등의 체격특성을 조사하였고, 모든 정보는 자가 기입하도록 하였다.

(2) 식사조사

신뢰도와 타당도를 검증하기 위해 동일한 대상자에게 식품섭취빈도조사와 3일간의 식사기록법을 각 2회씩 수행하였다. 1차조사는 2011년 7-9월, 2차조사는 2012년 1-2월에 실시하였다 (Figure 1). 조사는 대상자가 거주하는 지역에 방문하여 조사지를 배부한 후, 2주 후에 다시 방문하여 직접 회수하거나 우편을 통해 받았다. 응답의 정확도를 높이기 위해서 조사지 작성방법에 대한 안내문과 작성예시를 첨부하였고, 전화를 통해서도 상세히 설명하였다.

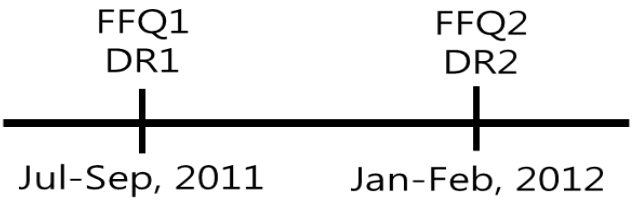


Figure 1 Design of the FFQ validation study. FFQ, Food frequency questionnaire; DR, dietary record.

식품섭취빈도조사지는 기존에 유해물질 노출평가를 위해 개발된 설문지 [14]를 일부 수정한 반정량식품섭취빈도조사지를 사용하였다. 식품목록은 제4기 국민건강영양조사에서 만 19세 이상 성인의 다빈도, 다소비 식품, 식품 중 유해물질 (납, 카드뮴, 수은, 비소)의 함량, 유해물질의 노출변이 기여율을 고려하여 구성하였다. 최종 132개의 식품이 선정되었으며 섭취빈도는 지난 1년 동안을 기준으로 '거의 먹지 않음', '년 2-4회', '년 5-7회', '년

8-11회', '월 1-2회', '월 2-3회', '주 1회', '주 2-4회', '주 5-6회', '일 1회', '일 2회', '일 3회 이상'의 12개 구간으로 구분하였다 (부록).

식사기록은 각 조사시기마다 주중 2일, 주말 1일을 포함한 3일간 섭취한 모든 식품을 대상자들이 직접 기록하도록 하였다. 정확한 조사를 위해서 음식의 종류, 조리방법, 섭취분량을 기재하는 방법에 대한 안내문을 제공하였고, 섭취분량 작성을 돕기 위해 실제 크기의 음식사진, 격자와 원형의 눈금 그림을 첨부하였다.

(3) 영양소 및 중금속 섭취량 평가

영양소 섭취량은 수집된 식사조사자료를 한국영양학회에서 개발한 전문가용 CAN-Pro 3.0 (Computer Aided Nutritional Analysis program)을 이용하여 분석하였다. 중금속 섭취량은 우리나라 국민 상용식품과 중금속 노출 기여율이 높은 식품의 납, 카드뮴, 수은, 비소 함량에 대해 이전 연구에서 구축한 Database [20, 21]를 CAN-Pro 3.0과 연계하여 분석하였다. Database는 제1-4기 국민건강영양조사 자료를 이용하여 파악한 다소비, 다빈도 식품, 중금속 노출 기여율이 높은 식품에 대한 유해물질 함량을 분석한 문헌조사와 직접분석을 통해 구축되었다 [20, 21]. 문헌자료를 이용할 경우에는 시료 수집 계획, 시료 수, 분석방법의 정도관리 (quality control)를 고려하였다 [20, 21].

식품섭취빈도조사 자료로 1일 중금속 (납, 카드뮴, 수은, 비소) 섭취량을 구하기 위해서 조사지에 제시한 각 식품항목의 중금속 함량을 구한 후, 대상자가 년, 월, 주, 일 단위 중의 하나로 응답한 섭취횟수를 1일 섭취횟수로 환산하여 곱하였다. 이를 132개의 모든 식품항목에 대해 구한 후 총합하여, 1일 중금속 섭취량을 산출하였다. '거의 먹지 않음'에 응답한 경우에는 섭취량을 0으로 계산하였다. 식사기록법의 경우, 2회의 식사기록 자료를 합한 6일간의 식사기록 자료로 1일 섭취량을 구하였다. 각 대상자들이 섭취한 모든 식품에 대한 1일 섭취량을 산출한 후, 중금속 Database와 연계하여 각 중금속의 1일 섭취량을 구하였다.

(4) 식품섭취빈도조사지의 신뢰도 및 타당도 검증

식품섭취빈도조사지의 신뢰도를 검증하기 위하여 1차와 2차 식품섭취빈도조사 자료의 결과를 비교하였고, 타당도는 2차 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료를 비교하여 평가하였다. 신뢰도 및 타당도는 열량, 다량영양소 (탄수화물, 단백질, 지방), 중금속 (납, 카드뮴, 수은, 비소)에 대해 분석하였다.

3. 통계분석

대상자의 일반적 특성 중 연령과 BMI (Body mass index, kg/m^2)는 평균과 표준편차로 제시하고, 나머지 특성들에 대해서는 교차분석을 통하여 분포를 나타내었다. 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료로 산출한 열량, 다량영양소, 중금속 섭취량에 대해서는 평균, 표준편차, 최솟값, 중앙값, 최댓값을 제시하였다. Box plot (Schematic type)으로 중금속 섭취량의 분포를 나타내었다.

신뢰도와 타당도 검증을 위해서 Pearson, Spearman 상관분석을 수행하였다. 신뢰도 검증을 위해서는 2회에 걸쳐 수행한 식품섭취빈도조사 자료 결과간에 상관분석을 실시하고, 타당도는 2차 식품섭취빈도조사 자료와 식사기록 자료 결과간에 상관분석을 수행하여 확인하였다. Pearson 상관분석 수행 시 자료의 정규성을 강화하기 위해 각 조사방법으로 산출한 열량, 다량영양소, 중금속 섭취량의 자료를 로그변환 (log_{10})하였다.

식품섭취빈도법과 식사기록법으로 산출한 열량, 다량영양소, 중금속 섭취수준을 4분위 (quartile)로 나누어 두 조사방법 사이의 일치도와 근접일치도를 분석하였고, Weighted kappa statistic (κ_w)을 제시하였다.

Bland-Altman plot을 이용하여 중금속 섭취수준에 따른 두 식사조사 방법 사이의 일치도를 평가하였다. 모든 분석은 SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하였고, 통계적 유의성 검정은 $p<.05$로 하였다.

제 3 장 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자 165명 (남자 72명, 여자 93명)의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 평균 연령은 47.1세, BMI는 23.0kg/m^2이었다. 대상자의 89.7%가 결혼한 상태였으며, 69.7%가 대학교 이상의 교육을 받았다. 대상자의 75.3%는 월 소득이 300만원 이상이었고, 직업 종류는 다양했으며, 남성의 46.4%는 현재 흡연자였다.

분석에서 제외한 53명의 경우, BMI를 제외한 다른 일반적 특성에는 분석대상자의 특성과 통계적으로 유의한 차이가 없었다. BMI는 평균 24.1kg/m^2로 분석대상자보다 유의하게 높았으나 ($p=0.0052$), 분석대상자와 마찬가지로 정상범위 ($18.5 \leq BMI < 25$)에 속하는 수치였다.

Table 1 Baseline characteristics of the participants in the FFQ validation study

Characteristic		Total (n=165)		Men (n=72)		Women (n=93)	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Age (years)		47.1	10	48.6	9.9	46	10.1
BMI (kg/m^2)		23.0	2.5	23.7	2.6	22.4	2.2
Marital status (%)	Never married	7.3		5.6		8.6	
	Currently married	89.7		94.4		86.0	
	Divorced/ separated / widowed	3.0		0.0		5.4	
Education (%)	Middle school or less	2.4		0.0		4.3	
	High school	27.9		26.4		29.0	
	University or more	69.7		73.6		66.7	
Monthly income (%)	≤299 thousand won	24.7		32.4		18.7	
	300-599 thousand won	50.6		49.3		51.7	
	≥600 thousand won	24.7		18.3		29.7	
Occupation (%)	Non manual	29.0		46.5		15.4	
	Manual	37.0		47.9		28.6	
	Not employed or home makers	34.0		5.6		56.0	
Current smokers (%)		21.2		46.4		0.0	

Mean values and standard deviations or percentages.

2. 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료에 의한 열량, 다량영양소, 중금속 섭취량 비교

1차 및 2차 식품섭취빈도조사, 6일간의 식사기록 자료로 산출한 대상자의 열량, 다량영양소 (탄수화물, 단백질, 지방), 중금속 (납, 카드뮴, 수은, 비소) 섭취량에 대한 평균, 표준편차, 최솟값, 중앙값, 최댓값은 Table 2와 같다. 조사방법 간 열량, 다량영양소 섭취량의 중앙값을 비교한 결과, 지방을 제외하고 식품섭취빈도조사 자료로 추정한 섭취량이 식사기록 자료로 추정한 섭취량보다 높았다. 중금속 중 납, 수은, 비소는 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료로 추정한 섭취량의 중앙값 사이에 큰 차이가 없었고, 카드뮴의 경우 식사기록법에 의한 섭취량의 중앙값이 식품섭취빈도조사 자료의 추정량보다 더 높았다.

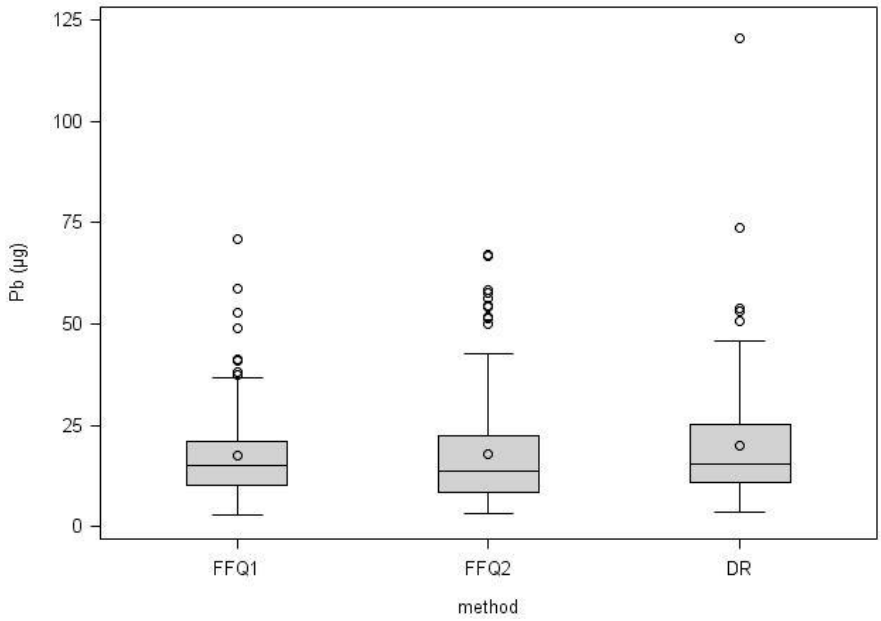
Figure 2에서는 Box plot을 통해 조사방법에 따른 중금속 섭취량의 분포를 나타내었다. 납과 카드뮴의 경우 식사기록법으로 추정한 섭취량의 제 1사분위수와 제 3사분위수 사이의 범위인 사분위 범위 (Interquartile range, IQR)가 식품섭취빈도조사 자료의 결과와 비교해 더 컸으며, 수은과 비소 섭취량의 사분위 범위는 조사방법 간 비교적 비슷한 결과를 보였다. 납, 카드뮴, 수은, 비소 모두에서 조사방법마다 1.5*IQR을 벗어나는 이상치가 존재하였고, 이상치의 분포는 서로 달랐다.

Table 2 Daily intakes of energy, macro-nutrients and heavy metals estimated by FFQ1, FFQ2, and DR

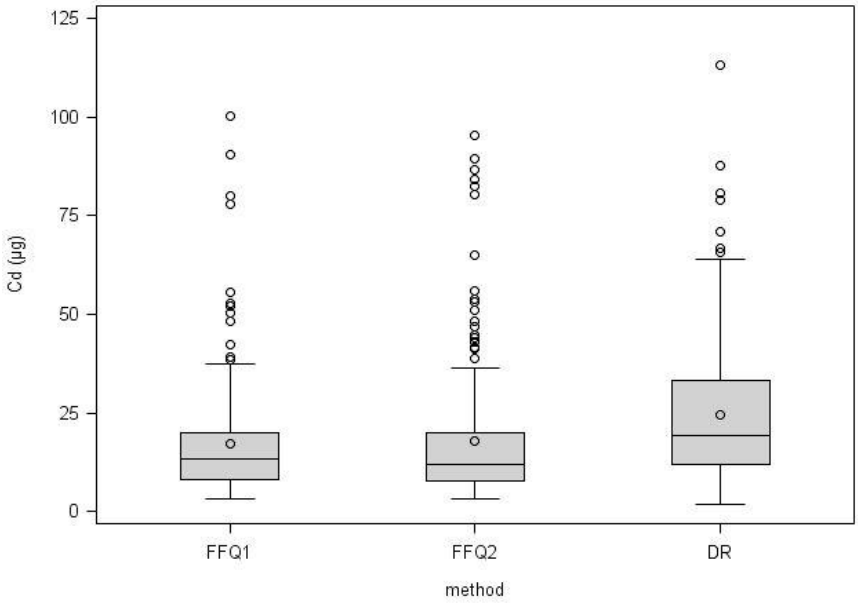
	FFQ1					FFQ2					DR				
Item (units/d)	Mean	SD	Min	Median	Max	Mean	SD	Min	Median	Max	Mean	SD	Min	Median	Max
Energy (kcal)	2202.5	642.1	802.5	2158.0	3901.2	2004.7	651.8	839.0	1941.8	3865.7	1817.2	426.7	849.0	1751.9	3400.4
Carbohydrate (g)	344.3	103.4	94.7	330.2	668.8	309.5	90.5	149.6	302.7	539.9	257.9	55.1	128.1	256.4	419.3
Protein (g)	84.3	28.4	26.4	82.8	203.1	78.3	30.8	28.5	73.8	208.5	74.9	19.3	39.0	72.0	139.6
Fat (g)	47.8	19.0	14.7	44.5	116.1	43.6	20.1	14.2	40.1	106.3	51.0	16.7	17.4	48.0	105.6
Pb (μg)	17.5	10.7	2.9	15.2	71.0	17.8	13.2	3.1	13.8	67.2	19.8	14.1	3.5	15.2	120.6
Cd (μg)	17.1	15.2	3.1	13.2	100.1	18.0	17.9	3.3	11.8	95.2	24.6	18.5	1.8	19.1	113.2
Hg (μg)	4.0	2.3	1.2	3.3	16.9	3.8	2.6	1.0	3.0	18.4	3.7	2.2	0.6	3.4	14.3
As (μg)	18.3	9.6	3.4	15.7	56.4	18.1	11	4.4	15.0	68.1	17.5	11.2	1.7	14.2	67.7

Abbreviation: FFQ, food frequency questionnaire; DR, dietary record; SD, standard deviation; Min, minimum; Max, maximum.

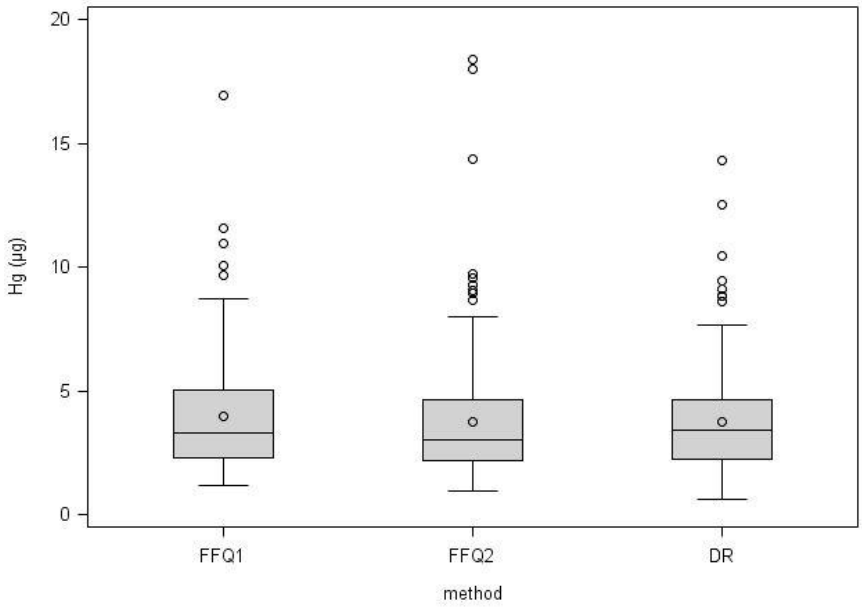
(a)


125
100
75
50
25
0
Pb (µg)
FFQ1
FFQ2
DR
method

(b)


125
100
75
50
25
0
Cd (µg)
FFQ1
FFQ2
DR
method

(c)



(d)

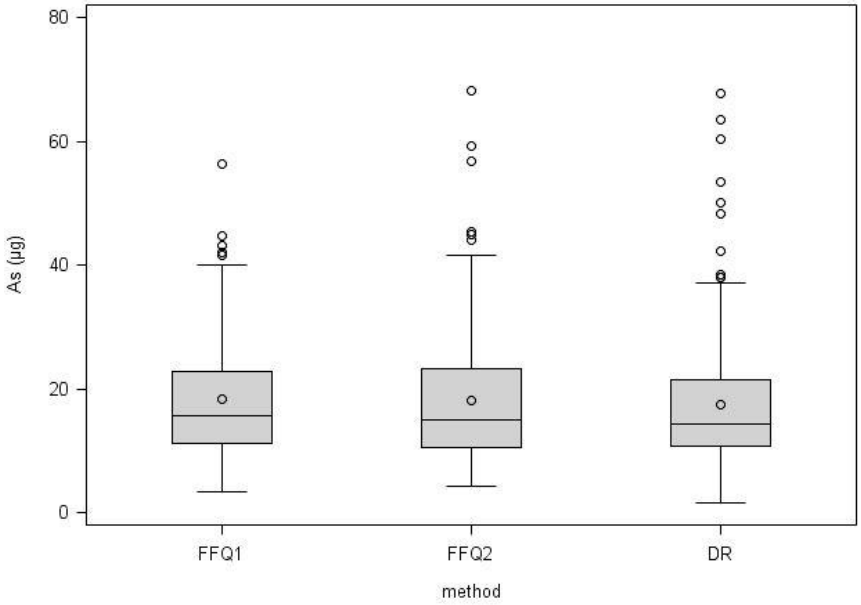


Figure 2 Box plots for the daily intake distribution of (a) Pb, (b) Cd, (c) Hg, (d) As estimated by FFQ1, FFQ2, and DR.

Abbreviation: FFQ, food frequency questionnaire; DR, dietary record.

3. 식품섭취빈도조사지의 신뢰도 및 타당도

식품섭취빈도조사지의 열량, 다량영양소, 중금속에 대한 신뢰도와 타당도는 Table 3에 제시하였다. 신뢰도를 확인하기 위해 1차와 2차 식품섭취빈도조사로 추정한 결과간의 관련성을 분석하였다. 상관분석 결과, Pearson 상관계수는 0.39 (탄수화물)-0.56 (지방, 수은), Spearman 상관계수는 0.38 (탄수화물)-0.55 (지방) 수준이었다. 모든 상관계수는 통계적으로 유의하였다 (p<0.0001).

타당도는 2차 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료로 추정한 열량, 다량영양소, 중금속 섭취량에 대해 상관분석을 수행하여 평가하였다. Pearson, Spearman 상관분석 결과, 수은의 상관계수가 가장 높았으며 다음으로 열량, 탄수화물의 상관계수가 높았다. 카드뮴의 Pearson, Spearman 상관계수와 지방의 Spearman 상관계수는 통계적으로 유의하지 않았다.

Table 3 Reproducibility and validity of FFQ: Correlations for daily energy, macro-nutrients and heavy metal intakes in FFQ1 and FFQ2; FFQ2 and DR

	Reproducibility		Validity	
	FFQ 1 — FFQ 2		FFQ 2 — DR	
	Pearson [1)]	Spearman	Pearson [1)]	Spearman
Energy	0.48 ***	0.47 ***	0.27 **	0.27 **
Carbohydrate	0.39 ***	0.38 ***	0.25 **	0.27 **
Protein	0.51 ***	0.48 ***	0.19 *	0.20 *
Fat	0.56 ***	0.55 ***	0.15 *	0.15
Pb	0.48 ***	0.48 ***	0.17 *	0.17 *
Cd	0.50 ***	0.50 ***	0.06	0.08
Hg	0.56 ***	0.54 ***	0.31 ***	0.28 **
As	0.51 ***	0.50 ***	0.19 *	0.18 *
Mean	0.51	0.49	0.20	0.20

Significance of correlations: * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.0001.

Abbreviation: FFQ, Food frequency questionnaire; DR, dietary record.

1) Intakes of energy, macro-nutrients and heavy metals were log-transformed to improve normality.

4. 조사방법 간 일치도

2차 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료로 산출한 열량, 다량영양소 (탄수화물, 단백질, 지방), 중금속 (납, 카드뮴, 수은, 비소) 섭취량에 따라 연구대상자를 4분위로 분류한 후, 조사방법 간 같은 분위수에 속하는 정도를 살펴보았다 (Table 4). 같은 분위수로 분류되는 정도는 24.2% (지방)-33.9% (납)로 평균 28.0%였다. 근접한 분위수에 속하는 정도는 34.5% (카드뮴)-45.5% (지방), 정반대로 분류되는 정도는 4.8% (열량)-10.3% (지방) 수준이었다. 평균 κ_w는 0.11이었다.

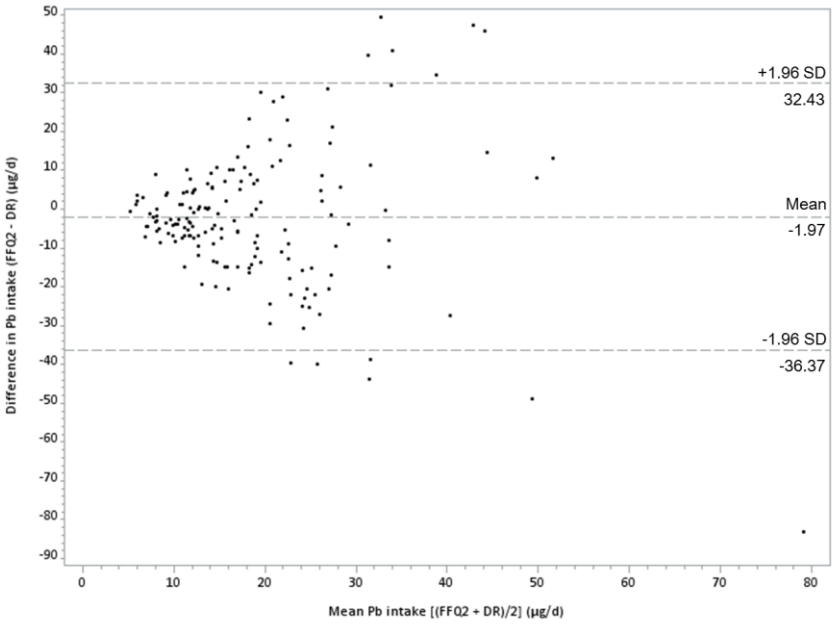
Table 4 Cross-Classification (%) of energy, macro-nutrients and heavy metal distribution quartiles from FFQ2 and DR

	Same	Adjacent	Opposite	Weighted kappa
Energy	26.1	42.4	4.8	0.12
Carbohydrate	28.5	43.0	6.7	0.14
Protein	24.9	43.0	7.9	0.08
Fat	24.2	45.5	10.3	0.07
Pb	33.9	35.8	7.9	0.16
Cd	27.9	34.5	9.1	0.05
Hg	28.5	43.0	6.7	0.14
As	29.7	41.8	9.1	0.13
Mean	28.0	41.1	7.8	0.11

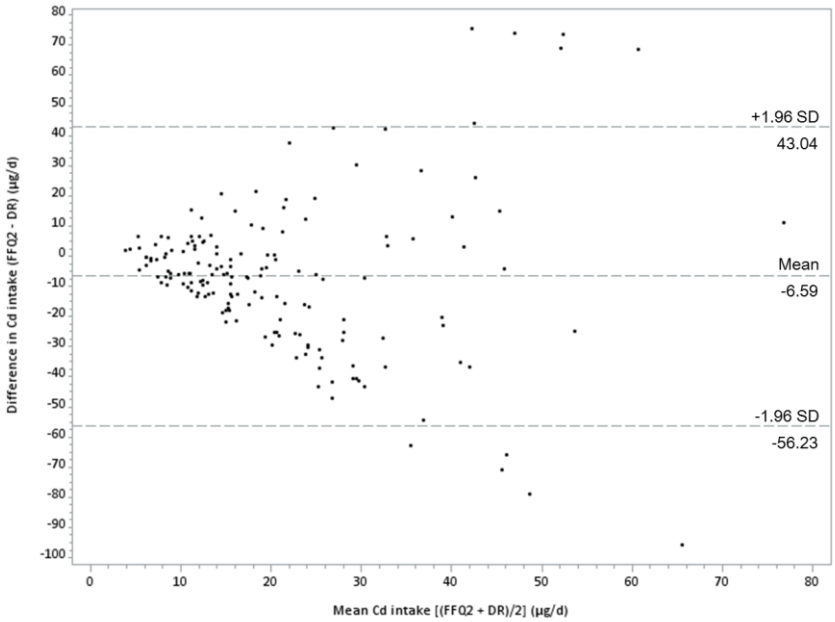
Abbreviation: FFQ, Food frequency questionnaire; DR, dietary record.

2차 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료로 산출한 중금속 섭취량의 일치도를 Bland-Altman plot을 사용하여 분석하였다 (Figure 3). x축은 2차 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료로 산출한 섭취량의 평균값을, y축은 두 조사방법으로 산출한 값의 차이를 의미한다. 납, 카드뮴, 수은, 비소의 조사방법 간 평균 섭취량 값이 증가할수록 (고섭취자일수록), 차이 값들의 산포도가 증가하였다. 조사방법 간 차이의 평균은 수은이 0.03으로 가장 작았고, 카드뮴이 −6.59로 가장 컸다. 일치도 한계 범위인 95% Limit of agreement (두 조사방법 차이 값의 평균 ± 1.96*표준편차)도 수은이 가장 작았으며 카드뮴이 가장 컸다. 중금속마다 95% Limit of agreement 범위의 정도는 달랐으나, 분석결과 두 방법 간 차이 값들은 대부분 이 범위 내에 속하였다.

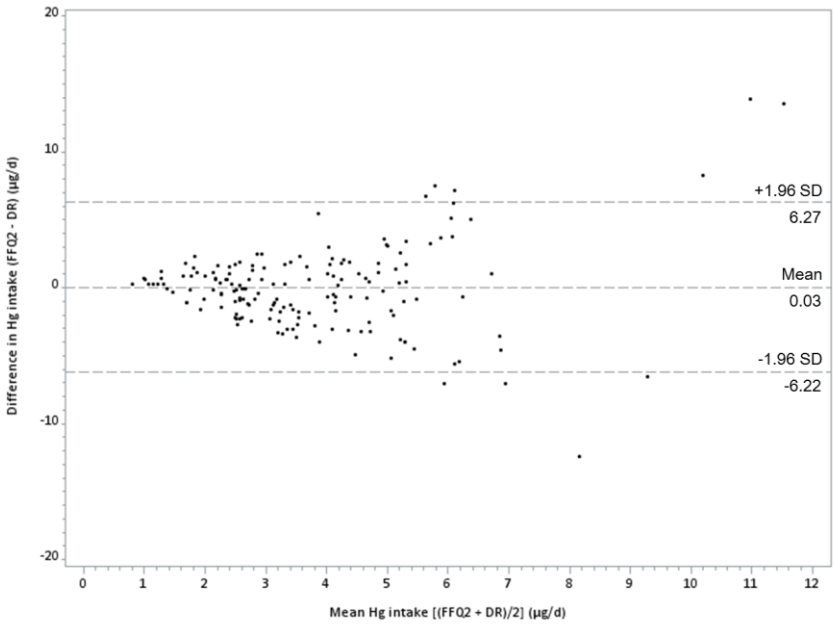
(a)



(b)


+1.96 SD
43.04
Mean
-6.59
-1.96 SD
-56.23
Difference in Cd intake (FFQ2 - DR) (µg/d)
Mean Cd intake [(FFQ2 + DR)/2] (µg/d)

(c)


+1.96 SD
6.27
Mean
0.03
-1.96 SD
-6.22
Difference in Hg intake (FFQ2 - DR) (µg/d)
Mean Hg intake [(FFQ2 + DR)/2] (µg/d)

(d)

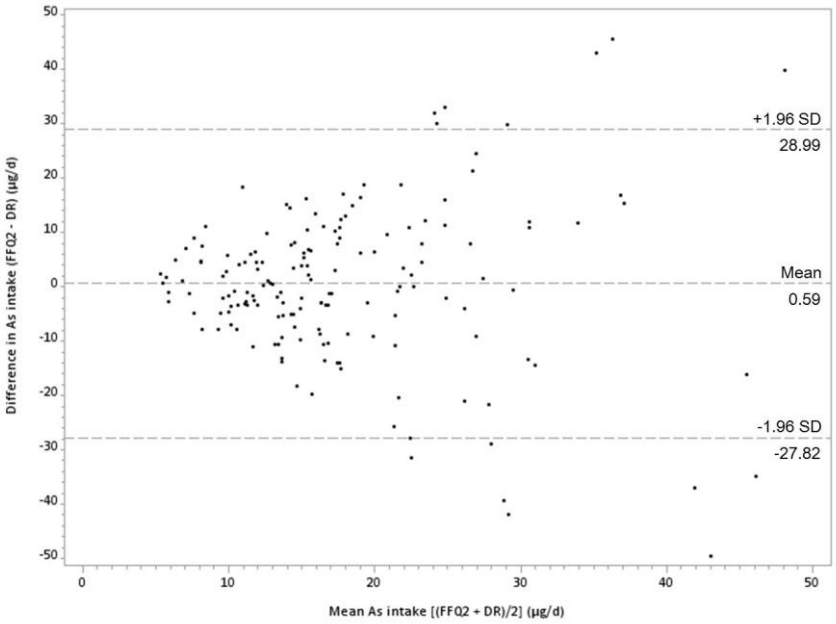


Figure 3 Bland-Altman plots of the agreement between the FFQ2 and the DR for estimating daily intake of (a) Pb, (b) Cd, (c) Hg, (d) As.
Lines are mean difference and lower and upper 95% limits of agreement.
Abbreviation: FFQ, Food frequency questionnaire; DR, dietary record.

제 4 장 고 찰

식품으로 인한 중금속 노출조사를 위한 식품섭취빈도조사지의 신뢰도 및 타당도 평가결과, 신뢰도는 적합하였고 타당도는 다소 낮은 수준이었다.

1차와 2차 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료에 의한 열량, 다량영양소 (탄수화물, 단백질, 지방), 중금속 (납, 카드뮴, 수은, 비소) 섭취량의 중앙값을 비교한 결과, 열량과 다량영양소에서는 지방을 제외하고 식품섭취빈도조사 자료에 의한 섭취량이 많게 나타났다. 이와 비슷하게, 식품섭취빈도조사에 의한 영양소 섭취량의 추정량이 식사기록법이나 24시간 회상법에 의한 결과보다 많게 측정된 선행연구결과가 있었다 [22-24]. 중금속의 경우 납,

수은, 비소에서 조사방법 간 섭취량의 중앙값이 비슷했으며, 카드뮴은 식사기록법에 의한 결과가 높게 나타났다. 일반적으로 식품섭취빈도조사지의 식품목록이 많을수록 영양소 섭취량이 과대평가 될 수 있는데 [15], 본 식품섭취빈도조사지는 132개의 문항으로 구성되었다. 문항의 수가 다소 많은 편이었으나 식품에 함유된 중금속은 미량으로, 식품목록이 적을 경우 중금속 섭취량을 정확하게 추정하는 것은 더욱 어려울 수 있다. 열량과 다량영양소에 비해 중금속의 경우, 조사방법에 따른 섭취량의 차이가 작았다. 이는 본 연구에서 사용한 식품섭취빈도조사지가 중금속 섭취수준을 파악하는데 중점을 두고 개발된 만큼, 영양소에 비해 상대적으로 중금속 섭취수준을 잘 측정한 것으로 볼 수 있다.

조사방법에 따른 중금속 섭취량의 분포를 비교한 결과, 납과 카드뮴은 식사기록법으로 추정한 사분위 범위 (Interquartile range, IQR)가 식품섭취빈도조사지로 추정한 사분위 범위보다 컸고, 수은과 비소의 경우 조사방법간의 사분위 범위가 비교적 비슷하였다. 중금속 섭취량을 평가하기 위해 사용한 Database를 보면, 납과 카드뮴의 함량이 높았던 식품은 굴, 게, 꼬막 등으로 계절적 요인의 영향을 받는 식품이었다. 반대로 조사방법 간 중금속 섭취량의 분포 차이가 크지 않았던 수은은 고등어 등의 어류에, 비소는 호박, 김, 멸치 등 일상적으로 섭취하는 식품에 많이 함유되어 있었다. 본 연구에서 식사기록법은 여름과 겨울에 수행하였는데, 계절에 따른 섭취량의 차이가 큰 식품의 경우 지난 1년간의 섭취량을 조사한 식품섭취빈도조사 결과와 여름, 겨울의 섭취량을 조사한 식사기록 결과는 다를 수 있다. 식사기록법을 계절별로 실시하여 계절적 변동을 고려한 연구참여자의 평소 섭취량을 측정한다면, 식품섭취빈도조사지의 타당도 검증을 보다 정확하게 수행할 수 있을 것이다. 또한 식품섭취빈도조사 자료로 산출한 섭취량을 식사기록법으로 구한 섭취량에 보완하는 통계적 방법을 이용하여 연구결과의 정확도를 높일 수도 있을 것이다.

2차 식품섭취빈도조사지로 추정한 1일 중금속 섭취량의 중앙값은 납 13.8㎍/d, 카드뮴 11.8㎍/d, 수은 3.0㎍/d, 비소 15.0㎍/d였다. 국가자료를 이용하여 1세 이상의 식사로 인한 1일 중금속 섭취량을 추정한 국내 연구결과 (납 24.4㎍/d, 카드뮴 14.3㎍/d, 수은 1.6㎍/d, 비소 38.5㎍/d) [25]와 비교하였을 때, 납, 카드뮴, 비소는

적게 산출됐고, 수은은 많게 산출되었다. 한국 여성 21-56세를 대상으로 수행한 연구에서 납, 카드뮴 1일 평균 섭취량은 각각 20.5㎍/d, 21.2㎍/d로 [26], 본 연구결과와 비교해 높은 수준을 보였다. 미국 총 식이조사 (U.S. Food and Drug Administration Total Diet Study) 자료를 이용하여 산출한 중금속 1일 평균 섭취량은 성인 남자에게서 납 14.8㎍/d, 카드뮴 19.3㎍/d, 수은 8.6㎍/d, 비소 58.5㎍/d, 성인 여자에게서 납 14.9㎍/d, 카드뮴 18.5㎍/d, 수은 8.2㎍/d, 비소 50.6㎍/d였다 [27]. 본 연구결과의 납 추정 섭취량은 다른 연구와 비슷한 수준이었고, 카드뮴, 수은, 비소는 비교적 적게 추정한 것으로 나타났다. 그러나 식사로 인한 중금속 섭취량을 분석할 때는, 식사조사 방법뿐만 아니라 식품의 중금속 함량에 대해 구축된 Database나 대상자의 사회인구학적 특성, 식사섭취 양상에 따른 차이로 결과가 달라질 수도 있다.

본 연구에서 사용한 식품섭취빈도조사지는 식품으로 인한 중금속 노출수준을 평가하기 위해 개발되었다. 그러나 중금속 노출조사를 위한 식품섭취빈도조사지의 타당도를 평가한 선행연구는 없었기 때문에, 타당도 수준에 대한 다른 연구와의 직접적인 비교는 불가능하였다. 또한 식품에 함유된 중금속 양은 미량이고, 열량 및 영양소에 비해 중금속 섭취수준의 개인 간 변이와 개인 내 변이는 클 수 있다. 따라서 중금속 섭취량을 추정하는 것은 다른 영양소보다 더욱 어려울 수 있으므로, 본 식품섭취빈도조사지의 타당도 수준을 다른 연구결과와 비교할 경우 이를 고려해야 한다. 본 식품섭취빈도조사지의 신뢰도를 평가하기 위한 상관분석 결과, 중금속 섭취량에 대한 Pearson 상관계수는 0.48-0.56, Spearman 상관계수는 0.48-0.54 정도였으며 모든 상관계수는 통계적으로 유의하였다. 국내 가임기 여성을 대상으로 한 연구에서는 영양소 섭취수준의 신뢰도가 0.20-0.51 사이로 [28], 본 연구결과보다 낮은 수준을 보였다. 중년 남성을 대상으로 한 국내 연구결과에서 영양소 섭취수준의 신뢰도 상관계수는 평균 0.51이었다 [29]. 스페인에서 55-80세를 대상으로 수행한 연구에서는 영양소 섭취수준의 상관계수가 평균 0.64로 [30], 본 연구결과보다 높았다. 영양소 섭취수준을 평가한 선행연구들과 신뢰도를 비교하였을 때, 중금속의 경우 영양소보다 섭취수준이 미량임에도 불구하고, 본 식품섭취빈도조사지에서는 선행연구들과 비슷한 수준의 신뢰도를

보여, 신뢰도가 적합한 수준임을 확인할 수 있었다.

타당도를 평가하기 위해 식품섭취빈도조사지와 식사기록 자료에 대한 상관분석을 수행한 결과, 중금속 중에서는 카드뮴의 상관계수가 유의하지 않았다. 카드뮴을 제외하고 중금속 섭취량에 대한 Pearson 상관계수는 0.17-0.31, Spearman 상관계수는 0.17-0.28 사이였다. 국내 가임기 여성을 대상으로 한 연구에서는 24시간회상법과 비교하여 영양소 섭취수준간의 상관계수가 0.03-0.51 사이였고 [28], 40-69세 한국성인을 대상으로 수행된 연구에서는 식사기록법과 비교하여 영양소 섭취수준의 상관계수가 0.11-0.33 수준이었다 [31]. 스페인인 55-80세를 대상으로 한 연구에서는 영양소 섭취수준간의 상관계수가 0.24에서 0.49 사이로 평균 0.39였고 [30], 일본계 브라질인 40-70대 성인을 대상으로 한 연구에서는 식품섭취빈도법과 식사기록법으로 조사한 영양소 섭취수준간 상관계수가 0.25-0.70로 [32] 본 연구결과보다 높은 수준을 보였다. 국내 식품섭취빈도조사지 타당도 연구에서 보편적으로 나타나는 영양소 섭취수준의 상관계수는 0.3-0.5 수준이라고 했을 때 [31], 본 연구에서는 중금속의 경우 카드뮴을 제외한 납, 수은, 비소의 상관계수는 모두 유의했으나 상관계수는 다소 낮은 편이었다. 그러나 본 식품섭취빈도조사지는 중금속 섭취에 중점을 두어 개발되었기 때문에, 영양소를 대상으로 수행된 다른 타당도 연구결과와는 직접적으로 비교할 수 없음을 고려해야 한다.

연구결과, 카드뮴의 경우 다른 중금속과 비교해 식사기록과 식품섭취빈도조사 자료로 산출한 섭취량간의 차이가 컸다. 식사기록 자료로 산출한 카드뮴 섭취량이 많았으며, 섭취량에 대한 조사방법 사이의 상관계수는 통계적으로 유의하지 않았다. 식사기록 자료를 통해 산출한 카드뮴 섭취량에 기여도가 높은 식품은 미역, 홍합, 김, 굴, 게, 꼬막 등이었으나 본 식품섭취빈도조사지의 식품목록에 홍합, 꼬막은 포함되지 않았다. 연구참여자가 홍합이나 꼬막을 섭취했을 경우 식사기록법을 통해 이에 대한 섭취량은 구할 수 있으나 식품섭취빈도조사로는 구할 수 없었기 때문에 식품섭취빈도조사 자료로 산출한 카드뮴 섭취량이 식사기록 자료와 비교해 적었을 수 있다. 또한 카드뮴 섭취량에 가장 많이 기여한 식품은 미역이었는데, 식품섭취빈도조사에서는 미역을 “미역, 생 것”으로 조사하였고

식사기록법의 경우, 연구참여자가 섭취한 음식 그대로를 기입하도록 하였다. 예를 들어 응답자가 미역국을 섭취했을 때, 식사기록지에는 미역국이라고 기록할 수 있으나 식품섭취빈도조사지에는 섭취한 모든 미역을 "미역, 생 것"으로 환산하여 응답해야 하는데 이러한 과정에서 두 조사방법으로 산출한 섭취량 사이에 차이가 발생했을 수 있다. 식품섭취빈도조사로 카드뮴의 섭취량을 보다 정확히 추정하기 위해서는 카드뮴 섭취에 기여도가 높은 어패류를 고려하여 식품목록을 보완하고, 섭취횟수를 계산하기 어려운 식품에 대해서 작성방법에 대한 자세한 안내문을 제공하는 등 응답자의 이해를 돕기 위한 방안을 마련할 필요가 있다.

두 식사조사 방법으로 산출한 열량, 다량영양소, 중금속 섭취량을 4분위수로 나누어 분류되는 정도의 일치율을 확인한 결과, 같거나 근접한 분위수까지 속하는 비율은 69.1%였고, 평균 κ_w는 0.11이었다. Kappa 값의 절대적인 기준은 없으나 우연히 발생할 일치율을 고려하여 두 조사방법으로 동일하게 분류되는 정도를 비교할 때, 일반적으로 kappa 값이 0보다 작거나 같으면 불량(poor), 0.01-0.20은 약함(slight), 0.21-0.40은 보통(fair), 0.41-0.60은 적정(moderate), 0.61-0.80은 충분(substantial), 0.81-1.00이면 거의 일치(almost perfect)라고 알려져 있다 [33]. 국내 타당도 연구에서는 근접한 분위수까지 속하는 비율이 70.1%, κ_w가 0.21 [28], 또 다른 연구에서는 69.2% 였다 [31]. 같은 분위수에 속하는 비율이 평균 41%이고 κ_w가 0.27이었던 연구 [32]와 비교해봐도, 본 연구에서 분위수에 따른 대상자 분포의 일치율은 적합하나 κ_w는 낮았다.

두 조사방법에 따른 중금속 섭취량의 일치도를 Bland-Altman plot을 사용하여 평가하였다. 네 종류의 중금속 모두에서 대부분의 값들은 95% Limit of agreement 범위에 속하여 조사방법 사이에 적합한 일치도를 보여주었다. 그러나 고섭취자일수록 조사방법 간 차이의 산포도가 커지는 경향을 보였는데, 육류 및 육가공품, 감자, 단백질, 비타민 B_{12}에서 비슷한 결과가 나타난 연구가 있었다 [30]. 고섭취자의 경우 섭취량의 변이가 크기 때문에 평소 섭취량을 추정하는 것은 더욱 어려울 수 있다. 중금속 섭취량이 높은 대상자에게서는 식품섭취빈도조사와 식사기록 자료로 산출한 결과 사이의 차이가 발생할 수 있으므로, 본 연구에서 사용한 조사지로

중금속 고섭취자를 평가할 때 주의가 필요하다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 식품섭취빈도조사지는 중금속에 중점을 두고 개발되어, 열량 및 영양소 섭취수준을 평가하는 데에는 제한이 있다. 조사지의 식품목록을 구성하는 과정에서, 식품 중 중금속 함량과 중금속 섭취 기여율을 중점적으로 반영하였고, 영양소 섭취수준에 대한 고려는 상대적으로 부족하였다. 식품목록은 식품섭취빈도조사지의 타당성에 영향을 미치는 중요한 요인으로, 다량영양소에 기여하는 식품을 고려하여 식품목록을 일부 보완한다면 열량 및 영양소 섭취수준의 타당도가 높아질 수 있다. 그러나 영양소 섭취수준까지 추정하기 위해서는 조사지에 더 많은 식품목록을 나열해야 할 가능성이 크고, 이에 따른 대상자의 부담이 늘어날 수 있기 때문에 구체적인 조사목적에 맞추어 조사지를 개발하는 것이 효과적일 것이다. 식품목록을 구성할 때는 조사대상이 자주 섭취하는 식품, 관심 있는 물질을 상당량 함유한 식품, 그리고 개인 간 섭취빈도에 차이가 있는 식품으로 정하는 것이 바람직하다 [22]. 둘째, 분석에 사용한 식품 중 중금속 함량 Database는 여러 연구의 문헌조사를 통해 구축되었다. 분석결과에는 검출한계나 ND (Not Detected) 처리방법 등 분석기관과 분석방법에 따른 다양한 요인이 영향을 미치므로, 여러 자료를 통합하는 과정에서 오류가 발생할 수 있다. 중금속 섭취량을 정확하게 추정하기 위해서는 우리나라 국민의 다빈도, 다소비 식품, 중금속 노출 기여율이 높은 식품에 대한 중금속 함량의 정확한 Database가 필요하다. 또한 중금속 함량을 분석하는 연구에서는 정확한 방법으로 분석하는 것도 중요하지만, 분석방법과 분석시료에 대한 구체적인 설명을 기술하여 연구결과의 활용 시 오류를 최소화할 수 있도록 해야 한다. 셋째, 연구대상자의 대표성 문제이다. 본 연구에서 사용한 조사지는 일반 인구집단을 대상으로 한 국민건강영양조사 만 19세 이상 성인의 다빈도, 다소비 식품을 고려하여 개발되었다. 그러나 분석대상자는 수도권에 거주하는 만 30세 이상으로 분석대상의 69.7%가 대졸 이상인 고학력자였다. 넷째, 대상자의 편의를 위해 대부분의 조사를 우편으로 수행하였다. 수집된 자료의 정보가 충분하지 않은 경우에는 전화로 추가조사를 하였지만, 면접법 보다는 정확성이 떨어질 수 있다.

이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 국내외 최초로 식품으로 인한 중금속 노출조사를 위한 식품섭취빈도조사지의 타당도를 평가하였다는 점에 의의가 있다. 기존에 수행된 관련 연구들에서는 농수산식품 등 특정 식품이나 대표섭취식품을 선정하여 식품 중 중금속 함량을 분석한 후, 이를 국가자료에 의한 식품섭취량과 연계해 국민의 노출수준을 추정하였다 [34-36]. 이는 인구집단의 전반적인 노출수준은 평가할 수 있으나, 개인별 식생활에 따른 노출수준은 파악하기 어려울 수 있다. 반면 본 연구는 개인별 식품을 통한 중금속 노출수준을 질적으로 평가할 수 있는 식품섭취빈도조사지의 타당도를 검증함으로써, 유해물질 노출조사를 위한 대규모 역학연구에서 개인별 노출수준을 정성적으로 평가할 수 있는 기반을 마련하였다.

제 5 장 결 론

본 연구는 성인 165명을 대상으로 중금속 (납, 카드뮴, 수은, 비소) 노출수준을 위한 식품섭취빈도조사지의 타당도를 식사기록법과 비교하여 평가하였다. 신뢰도는 적합한 수준이었으며, 타당도는 다소 낮았으나 조사방법 간 4분위수에 따른 일치 정도는 적당하였다. 타당도 수준이 유의하지 않았던 카드뮴과 중금속 분석에 필요한 다량영양소의 섭취수준을 평가할 수 있도록 추후 연구를 통해 설문지를 보완할 필요가 있다. 이를 통해 본 연구에서 사용한 식품섭취빈도조사지는 식품으로 인한 중금속 노출수준을 질적으로 파악하기 위한 대규모 역학연구에서 유용한 도구로 활용될 수 있을 것이다.

참고 문헌

1. KFDA: Food and Heavy Metals. 2011.
2. Järup L: Hazards of heavy metal contamination. *British medical bulletin* 2003, 68:167-182.
3. Llobet JM, Falco G, Casas C, Teixido A, Domingo JL: Concentrations of arsenic, cadmium, mercury, and lead in common foods and estimated daily intake by children, adolescents, adults, and seniors of Catalonia, Spain. *J Agric Food Chem* 2003, 51:838-842.
4. WHO: Evaluation of certain food additives and contaminants(Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). In *WHO Technical Report Series*; 2011.
5. Moon CS: Time Trends in Estimated Dietary Lead Intake from the Variation of Intake Weight Per Food Group. *Korean Journal of Environmental Health* 2011, 37:258-266.
6. Järup L, Åkesson A: Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicology and Applied Pharmacology* 2009, 238:201-208.
7. Gochfeld M: Cases of mercury exposure, bioavailability, and absorption. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2003, 56:174-179.
8. Choi H, Park S-K, Kim M: Risk Assessment of Mercury through Food Intake for Korean Population. *Korean Journal of Food Science and Technology* 2012, 44:106-113.
9. Mergler D, Anderson HA, Chan LH, Mahaffey KR, Murray M, Sakamoto M, Stern AH: Methylmercury exposure and health effects in humans: a worldwide concern. *Ambio* 2007, 36:3-11.
10. WHO: Evaluation of certain food additives and contaminants(Sixty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). In *WHO Technical Report Series*; 2007.
11. Munoz O, Diaz OP, Leyton I, Nunez N, Devesa V, Suner MA, Velez D, Montoro R: Vegetables collected in the cultivated Andean area of northern Chile: total and inorganic arsenic contents in raw vegetables. *J Agric Food Chem* 2002, 50:642-647.
12. Choi H, Park S-K, Kim D-S, Kim M: Risk Assessment of Arsenic in Agricultural Products. *Korean journal of environmental agriculture* 2010, 29:266-272.
13. WHO: Evaluation of certain contaminants in food (Seventy-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). In *WHO Technical Report Series*; 2011.
14. Shin S, Choi SK, Kim H, Lee KY, Shin S, Lee JW, Yu SH, Nam H-S, Yoon H-J, Joung H: Developing a Questionnaire to Assess Exposure to Food-Borne Hazards. *The Korean journal nutrition* 2011, 44:61-73.

15. Willett W: *Nutritional Epidemiology* OXFORD University Press; 1998.
16. Gibson RS: *Principles of Nutritional Assessment* OXFORD University Press; 2005.
17. Cade J, Thompson R, Burley V, Warm D: Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaires - a review. *Public Health Nutr* 2002, 5:567-587.
18. Barrett JS, Gibson PR: Development and Validation of a Comprehensive Semi-Quantitative Food Frequency Questionnaire that Includes FODMAP Intake and Glycemic Index. *Journal of the American Dietetic Association* 2010, 110:1469-1476.
19. Eysteinsdottir T, Thorsdottir I, Gunnarsdottir I, Steingrimsdottir L: Assessing validity of a short food frequency questionnaire on present dietary intake of elderly Icelanders. *Nutrition Journal* 2012, 11:12.
20. Joung H: Research on exposure assessment methodologies for food borne hazardous substances in environmental epidemiological studies. NIER; 2010.
21. Joung H: Feasibility Test for Assessing Food Borne Hazardous Substances in Second Korea National Environmental Health Survey. NIER; 2011.
22. Sun Kyung Ji, Hyung Sook Kim, Choi HM: A Study on Development and Validation of Food Frequency Questionnaire for Estimating Energy Intake of Women in Child-Bearing Age *Korean J Community Nutr* 2008, 13:111-124.
23. Jee Seon Shim, Kyung Won Oh, Il Suh, Mi Yang Kim, Chun Young Sohn, Eun Joo Lee, Nam CM: A Study on Validity of a Semi-Quantitative Food Frequency Questionnaire for Korean Adults *Korean J Community Nutr* 2002, 7:484-494.
24. Hae Jeung Lee , Seon Joo Park, Jung Hee Kim, Cho Il Kim, Kyung Ja Chang, Kyeong Sook Yim, Kyung Won Kim, Choi HM: Development and Validation of a Computerized Semi-Quantitative Food Frequency Questionnaire Program for Evaluating the Nutritional Status of the Korean Elderly *Korean J Community Nutr* 2002, 7:277-285.
25. Lee H-S, Cho Y-H, Park S-O, Kye S-H, Kim B-H, Hahm T-S, Kim M, Ok Lee J, Kim C-i: Dietary exposure of the Korean population to arsenic, cadmium, lead and mercury. *Journal of Food Composition and Analysis* 2006, 19, Supplement:S31-S37.
26. Moon CS, Zhang ZW, Shimbo S, Watanabe T, Moon DH, Lee CU, Lee BK, Ahn KD, Lee SH, Ikeda M: Dietary Intake of Cadmium and Lead among the General Population in Korea. *Environ Res* 1995, 71:46-54.
27. MacIntosh DL, Spengler JD, Ozkaynak H, Tsai L, Ryan PB: Dietary exposures to selected metals and pesticides. *Environ Health Perspect* 1996, 104:202-209.
28. Bo Ram Han, Baek HS: Development and Evaluation of the Semi-quantitative Food Frequency Questionnaire to Assess Folate Intake in

Women of Child-bearing Age *Korean J Community Nutr* 2012, 17:156-166.

29. Mi Kyung Kim, Sang Sun Lee, Ahn YO: Reproducibility and Validity of a Self-Administered Semiquantitative Food Frequency Questionnaire among Middle-Aged Men in Seoul *Korean J Community Nutr* 1996, 1:376-394.
30. Fernández-Ballart JD, Piñol JL, Zazpe I, Corella D, Carrasco P, Toledo E, Perez-Bauer M, Martínez-González MÁ, Salas-Salvadó J, Martín-Moreno JM: Relative validity of a semi-quantitative food-frequency questionnaire in an elderly Mediterranean population of Spain. *British Journal of Nutrition* 2010, 103:1808.
31. Youn Jhin Ahn, Ji Eun Lee, Nam Han Cho, Chol Shin, Chan Park, Berm Seok Oh, Kimm KC: Validation and Calibration of Semi-Quantitative Food Frequency Questionnaire -With Participants of the Korean Health and Genome Study *Korean J Community Nutr* 2004, 9:173-182.
32. Pakseresht M, Miyajima NT, Shelton A, Iwasaki M, Tsugane S, Le Marchand L, Sharma S: Validation of a quantitative FFQ for a study of diet and risk of colorectal adenoma among Japanese Brazilians. *Public Health Nutr* 2012:1-9.
33. Landis JR, Koch GG: The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics* 1977, 33:159-174.
34. Hee-Yun Kim, Jae-In Kim, Jin-Chul Kim, Ji-Eun Park, Kyung-Jin Lee, Sung-Il Kim, Jae-Ho Oh, Jang Y-M: Survey of Heavy Metal Contents of Circulating Agricultural Products in Korea. *KOREAN J FOOD SCI TECHNOL* 2009, 41:238-244.
35. Taeik Hwang, Taehyun Ahn, Eun Jung Kim, Jung Ah Lee, Myoung Hee Kang, Young Mi Jang, Kim M: Monitoring Heavy Metals in Meat and Meat Products. *KOREAN J FOOD SCI TECHNOL* 2011, 43:525-531.
36. Hee-Yun Kim, Jin-Chul Kim, Seo-Young Kim, Jin-Ha Lee, Young-Mi Jang, Myoung-Sook Lee, Jong-Seok Park, Lee K-H: Monitoring of Heavy Metals in Fishes in Korea - As, Cd, Cu, Pb, Mn, Zn, Total Hg -. *KOREAN J FOOD SCI TECHNOL* 2007, 39:353-359.

부　　록

ID			조사일	20　년　월　일
이름			조사 장소	
			설문 확인 담당자	

식품섭취빈도조사지

서울대학교 보건대학원

보건영양학교실

☎ 02) 880-2831

식품섭취빈도조사지 작성요령입니다.

1. 지난 1년간 드신 식품/음식의 평균적인 빈도와 양을 회상하여 주십시오.

최근 드신 것만이 아니라 반드시 지난 1년간의 평균적인 빈도와 양을 고려해 주십시오.
1년 기준이므로, 최근 드신 양을 지난 1년간의 평균적인 빈도와 양으로 변경해주세요.

예) 냉면 최근 3달 동안 주 1회씩 섭취: 월 1회로 계산
계산법) 3개월(12주) ×주1회=1년에 총 12회를 섭취한 것이므로 월 1회 섭취가 됨

2. 각 식품이나 음식 항목에 대해 드신 빈도와 양을 회상하여 주십시오.

① 먼저 한번 잡수실 때 어느 정도의 양을 잡수시는지 제시된 분량을 기준으로 분량을 생각해 주십시오.
② 그 다음 제시된 분량을 하루에, 일주일에, 한 달에, 일 년에, 얼마나 자주 잡수시는지 혹은 거의 먹지 않는지 해당하는 빈칸에 표시를 하여 주십시오.
※ 연 1회 이하로 거의 드시지 않는 경우는 '거의 먹지 않음'에 표시하여 주시고, 평균 1회 섭취 분량을 표시하지 마십시오.
③ 많이 먹을 때도 있고, 적게 먹을 때도 있으시다면, 두 번의 경우를 평균 내서 선택해주시면 됩니다.

3. 한 가지 항목에 여러 가지 식품/음식이 함께 제시된 경우는 각각의 빈도를 모두 합하여 응답하여 주십시오.

한 가지 항목에 여러 가지 식품이 함께 제시된 것은 그 중 하나라도 잡수시는 것이 있다면, 그 식품에 대해 작성하시고, 두 가지 이상 잡수시면 그 빈도를 합하여 주십시오. 주로 먹는 음식의 양을 제시된 분량 기준으로 생각하여 빈도를 표시하여 주시면 됩니다.

예) 나박김치, 동치미

나박김치와 동치미 중 하나라도 잡수시는 것이 있다면, 그 식품에 대해서만 작성하세요.

둘 다 드신다면 각각 먹는 횟수를 더해서 작성해주세요.

* 나박김치만 주 1회 먹는 경우: 주1회로 표시
* 나박김치 주 1회, 동치미 주1회 먹는 경우: 주1회+주1회=주2-4회로 표시
* 양의 경우에는 주로 먹는 음식의 양을 제시된 분량 기준(국 1그릇)으로 하면 됩니다.

4. 특정 계절에만 드시는 음식이 있는 경우 1년 평균 빈도로 환산하여, 표시하여 주십시오.

1년 중 특정 계절에만 잡수시는 식품은 현재에는 잡수시지 않더라도 그 계절에 얼마나 자주 잡수셨는지 생각하셔서 1년을 두고 볼 때 평균적으로 얼마나 잡수시는지 작성하여 주십시오.

예: 냉면을 여름철에만 일주일 한 번 드신다면 1년 평균하여 한 달에 한 번 드시는 것으로 표시해 주십시오.

계산법) 냉면을 여름 3개월 동안 매주 1회씩 드셨다면, 3개월(12주) ×주1회=1년에 총 12회를 섭취한 것이므로 월 1회 섭취가 됨.

냉면을 여름 3개월 동안 매주 2회씩 드셨다면, 3개월(12주)×주2회= 1년에 총 24회를 섭취한 것이므로 월 2회 섭취가 됨.

5. 제시된 1회 섭취 분량이 평소 섭취하는 양과 다른 경우 섭취빈도를 높여서 표시하여 주십시오.

설문에 제시된 1회 섭취 분량이 귀하의 평소 섭취량과 다른 경우, 즉 한 번 드실 때 섭취 분량이 제시된 양의 2배인 경우는 섭취 빈도를 2배 늘려서 표시하여 주십시오.

예: '단팥빵/호빵'

- 한 번 드실 때 3개씩 한 달에 1회 드시는 경우 → 제시된 분량이 한 개이므로, 빈도를 3배 하여서 **한 달에 2-3회** 드시는 것으로 표시
- 한 번 드실 때 ½개씩 한 달에 1회 드시는 경우 → 분량을 ½배하여서 **1년에 5-7회** 드시는 것으로 표시

6. 식품재료 문항은 1년 동안 다양한 음식으로 섭취하신 모든 해당 식품을 고려하여 응답하여 주십시오.

모든 식품재료 문항은 1년 동안 다른 문항에서 응답하신 김밥, 비빔밥, 찌개, 국, 국수, 수제비 등의 **음식에 재료로 넣어 드셨던 것을 포함하여 응답**하여 주십시오. 우엉, 시금치, 감자 등 채소류와 버섯, 두부, 계맛살, 그리고 고기류, 생선 및 조개류, 참치 통조림에 대해 응답하실 때 주의하여 주십시오.

예: '시금치'

'김밥', '비빔밥', '시금치 된장국'으로 드셨던 시금치와 '시금치나물'로 드신 시금치를 모두 합하여 빈도와 양을 표시하여 주십시오.

7. 별도의 음식 문항이 있어 식품 문항에서 합산되지 않는 예외 문항입니다.

① **'배추김치'** 응답 시 '김치찌개'로 드신 김치는 제외하고 응답하여 주십시오.
② **'식빵'** 응답 시 '샌드위치'로 드신 식빵은 제외하고 응답하여 주십시오.
③ **'돼지고기'** 응답 시 '삼겹살'은 제외하고 응답하여 주십시오.
④ **'참치'** 응답 시 '참치 통조림'은 제외하고 응답해 주십시오.

다음은 작성방법의 예입니다.

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2-4회	5-7회	8-11회	1회	2-3회	1회	2-4회	5-6회	1회	2회	3회 이상
쌀밥	1공기											√	
가지	1접시					√							
김치찌개	1국그릇								√				

※ 쌀밥 1공기를 하루에 2회 드실 경우

※ 가지를 1/2접시 정도의 분량으로 월 2회 정도 드실 경우 → 1 접시 분량으로는 월 1회 정도 드시는 것으로 표시

※ 김치찌개를 2국그릇 정도의 분량으로 주 1회 드실 경우 → 1국그릇 분량으로는 주 2회 드시는 것으로 표시

※ 일부 섭취량을 선택하는 식품의 경우는 주로 평균적으로 섭취하는 분량을 선택하여 주시고, 빈도를 표시해 주십시오.

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2-4회	5-7회	8-11회	1회	2-3회	1회	2-4회	5-6회	1회	2회	3회 이상
낙지	☐ 1/3마리 ☐ 1/2마리 ☑ 1마리					√							
어묵	☐ 1/3장 ☑ 1/2장 ☐ 1장(꼬치어묵 1개)							√					

※ 낙지를 평균적으로 1마리씩 월 1회 드실 경우

※ 어묵을 1/2장으로 주 1회 드실 경우

☆식품 섭취 빈도 조사를 시작합니다☆

※ 다음은 **지난 1년 동안** 드신 음식과 식품에 관한 질문입니다. 각 항목마다 얼마나 자주 드시는지(지난 1년간 평균 섭취 빈도) 제시된 분량을 기준으로 생각하여 표시하여 주시기 바랍니다.
※ **모든 항목에 응답**을 하셔야 합니다. 거의 먹지 않는 경우는 '거의 먹지 않음'에 표시하여 주시기 바랍니다.
※ 사진으로 제시된 음식의 양을 보고, **1공기/1대접/1접시/1컵**을 사진의 양을 기준으로 생각하여 표시하여 주시기 바랍니다.

이 사진은 밥 공기 모형의 실물 크기입니다.

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2-4회	5-7회	8-11회	1회	2-3회	1회	2-4회	5-6회	1회	2회	3회 이상
쌀밥	1공기												
콩밥	1공기												
잡곡밥	1공기												
김밥	1줄												
볶음밥	1인분												
비빔밥	1인분												
카레라이스	1인분												

이 사진은 국 모형의 실물 크기입니다.

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2-4회	5-7회	8-11회	1회	2-3회	1회	2-4회	5-6회	1회	2회	3회 이상
호박죽	1국그릇												
곰탕, 사골국	1국그릇(외식½인분)												
된장국	1국그릇												
쇠고기국	1국그릇												
선짓국, 순댓국	1인분												
김치찌개	1국그릇												
된장찌개	1국그릇												
추어탕	1국그릇(외식½인분)												
보신탕	1국그릇(외식½인분)												

이 사진은 배추김치 모형의 실물 크기입니다.

이 사진은 시금치나물 모형의 실물 크기입니다.

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2~4회	5~7회	8~11회	1회	2~3회	1회	2~4회	5~6회	1회	2회	3회 이상
우엉	1접시												
가지	1접시												
고사리	1접시												
미나리, 쑥갓	1접시												

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2~4회	5~7회	8~11회	1회	2~3회	1회	2~4회	5~6회	1회	2회	3회 이상
콩나물, 숙주나물	1접시												
시금치	1접시												
시래기(무청)	1접시												
애호박	1접시												
무	1접시												
부추무침, 파무침	1접시												
샐러드(양배추, 양상추)	1접시												
오이	1접시												
쌈 채소	10장												
풋고추	11cm, 3개												
마늘	3톨												
양파	지름 8cm, 1/8개												
느타리버섯, 표고버섯	4개												
토마토, 방울토마토	지름6cm 1개 (=방울토마토 20개)												
깍두기, 섞박지	1접시												
나박김치, 동치미	종이컵 1/2컵												
배추김치 *김치찌개 제외	1접시												
기타김치 (부추김치, 열무김치, 열무물김치, 오이김치, 총각김치, 파김치)	1접시												
깻잎 장아찌	8장												

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2-4회	5-7회	8-11회	1회	2-3회	1회	2-4회	5-6회	1회	2회	3회 이상
감	지름 7cm, 1개												
귤	지름 6cm, 1개												
배	지름 10cm, 1/5개												
사과	지름 8.5cm, 1개												
수박	중 크기(10×10×2cm) 1조각												
오렌지	지름 9cm, 1개												
딸기	10개												
복숭아	지름 7.5cm, 1/2개												
포도	40알 또는 1/2송이												
망고	1/2개												
바나나	길이 17cm, 1개												
참외	길이 10cm, 1/3개												

이 사진은 꽁치 모형의 실물 크기입니다.

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2-4회	5-7회	8-11회	1회	2-3회	1회	2-4회	5-6회	1회	2회	3회 이상
고등어	작은 것 한 토막												
참치 통조림	작은 캔 1개												
명태/동태	작은 것 한 토막												
장어	작은 것 한 토막												
조기	작은 것 한 토막												
꽁치	작은 것 한 토막												
갈치	작은 것 한 토막												
삼치	작은 것 한 토막												
광어(넙치)	작은 것 한 토막												
참치(참치회, 참치구이) *참치 통조림 제외	1인분												
해파리	1/5컵												
바지락조개	□ 2개 □ 4개 □ 6개												
굴	4개												
새우	중 1마리												
새우튀김	1개												
오징어	□ 1/10마리 □ 1/5마리 □ 1/4마리												
낙지	□ 1/3마리 □ 1/2마리 □ 1마리												

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2-4회	5-7회	8-11회	1회	2-3회	1회	2-4회	5-6회	1회	2회	3회 이상
게	중½마리												
멸치볶음, 잔멸치볶음	3 젓가락												
어묵	□ 1/3장 □ 1/2장 □ 1장(꼬치어묵 1개)												
게맛살	□ 1/3줄 □ 1/2줄 □ 1줄												
젓갈	□ 1젓가락 □ 3젓가락 □ 5젓가락												
김	1장(A4)												
톳	1/5컵												
파래(생 것)	1/5컵												
미역(생 것)	1/3컵												

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2-4회	5-7회	8-11회	1회	2-3회	1회	2-4회	5-6회	1회	2회	3회 이상
쇠고기	1인분(150g)												
곱창, 순대	7조각												
돼지고기 *삼겹살 제외	1인분(150g)												
돼지고기 삼겹살	1인분(150g)												
햄	2조각(7×4×0.5cm)												
오리고기	3조각												
닭고기	가슴살 4조각/닭다리 1개												
계란	계란(중)1개												
두부, 순두부	2조각 (5×5×1.5cm)												

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2-4회	5-7회	8-11회	1회	2-3회	1회	2-4회	5-6회	1회	2회	3회 이상
아이스크림	3/4 종이컵												
요구르트	1개												
요거트	1개												
우유	1컵 (200ml 기준 1개)												
샤베트	1컵												
고추장, 초고추장	1/2 큰술												
된장, 쌈장	1/2 큰술												
토마토케첩	2 찻술												

이 사진은 주스의 실물 크기입니다.

식품 및 음식		섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
			거의 먹지 않음	년			월		주			일		
				2-4 회	5-7 회	8-11 회	1회	2-3 회	1회	2-4 회	5-6 회	1회	2회	3회 이상
두유		1컵												
스포츠음료 (이온음료)		1컵												
식혜		1컵												
탄산음료		1컵												
오렌지 주스, 토마토 주스		종이컵 1컵												
녹차		종이컵 1컵												
기타 차		종이컵 1컵												
믹스커피 (커피분말+설탕+프림)		1봉												
커피	커피분말	□ 1 찻술 □ 2 찻술 □ 3 찻술												
	설탕	□ 1 찻술 □ 2 찻술 □ 3 찻술												
	프림	□ 1 찻술 □ 2 찻술 □ 3 찻술												
막걸리		1병(750ml), 1병=5잔												
맥주		1잔(500ml)												
소주		1병(360ml), 1병=7잔												

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2~4회	5~7회	8~11회	1회	2~3회	1회	2~4회	5~6회	1회	2회	3회 이상
식빵 *샌드위치 제외	2쪽												
샌드위치	1개 (식빵 2장 기준)												
단팥빵, 호빵	1개												
케이크	1조각												
도넛	1개												
쿠키, 크래커	6조각												
스낵과자	1/2봉지												
피자	1조각												
국수 (메밀국수,막국수,비빔국수,잔치국수,콩국수)	1인분												
냉면(물냉면, 비빔냉면)	1인분												
우동, 칼국수, 수제비	1인분												
자장면, 짬뽕	1인분												
라면, 컵라면	1인분												
스파게티	1인분												
떡국	1인분(2국그릇)												
감자, 찐 감자, 구운 감자	중 1개												
고구마, 찐 고구마, 군고구마	중 1/2개												
당면	1접시												
가래떡/백설기	*가래떡: 지름 2.5cm×길이 21cm *백설기: 8×4×4.5cm												
떡볶이	1인분												

식품 및 음식	섭취량	지난 1년 동안 평균적으로 얼마나 자주 드셨습니까?											
		거의 먹지 않음	년			월		주			일		
			2~4회	5~7회	8~11회	1회	2~3회	1회	2~4회	5~6회	1회	2회	3회 이상
시루떡	8×4×2cm 1조각												
인절미, 찰떡, 찹쌀떡, 감자떡	인절미(4×2×2cm)기준, 5개												
옥수수	중 1개												
묵	썬 것 2조각 (4×4×5cm)												

Abstract

Validity of a Food Frequency Questionnaire to Assess Dietary Exposure of Heavy Metals (Lead, Cadmium, Mercury, Arsenic)

Yeji Baek

Public Health Nutrition

The Graduate School of Public Health

Seoul National University

The aim of the present study was to assess the relative validity of a food frequency questionnaire (FFQ) to assess dietary exposure of heavy metals (lead, cadmium, mercury, and arsenic). The FFQ and 3-day dietary records (DR) were administered twice at six month intervals in a sample of 165 participants.

The reproducibility (FFQ1 vs. FFQ2) and the validity (FFQ2 vs. DR) of the FFQ were explored for energy, macro-nutrients, and heavy metal intakes. Cross-classification was used to examine the proportion of participants classified in the same and adjacent quartile between the FFQ2 and the DR. Bland-Altman plots were used to observe the agreement between the two measurements for heavy metal intakes.

The mean Pearson correlation coefficient was 0.51 and the mean Spearman correlation coefficient was 0.49 between the FFQ1 and the FFQ2 for energy, macro-nutrients, and heavy metal intakes. The mean Pearson and Spearman correlation coefficients between the FFQ2 and the DR were 0.20 both for energy, macro-nutrients, and heavy metal intakes. The mean classification into the same quartiles was 28.0% and 41.1% of participants were classified in the adjacent quartile. Bland-Altman plots tended to show the wider scatter with increasing mean intake values but most of the values were laid in the 95 %

Limit of agreement.

The FFQ showed moderate reproducibility and slightly low validity and the overall percentage of same and adjacent cross-classification was adequate. Yet the correlation coefficients for cadmium were not significant and the coefficients for macro-nutrients were low. After improving the food list of the FFQ with more supplementary data, this FFQ will be a useful tool for qualitatively assessing heavy metal intakes from food in the epidemiological research of heavy metal exposure.

Keywords: Food frequency questionnaire (FFQ), validity, heavy metal
Student Number: 2011-22102