



저작자표시 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.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 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](#) 

安 洪 錫 教授指導
碩士學位 請求論文

성인여성의 모발 미네랄 함량과 연령,
체질량지수 및 영양소 섭취량과의
상관성

2010

誠信女子大學校 大學院

食品營養學科

洪 世 羅

성인여성의 모발 미네랄 함량과 연령,
체질량지수 및 영양소 섭취량과의
상관성

安 洪 錫 教授指導

이 論文을 碩士學位 論文으로 提出함

2009年 11月


誠信女子大學校 大學院


食品營養學科


洪 世 羅

認 准 書

洪世羅의 碩士學位 論文을 提出함.

審査委員 나혜경 

審査委員 윤현근 

審査委員 안홍석 

誠信女子大學校 大學院

감사의 글

시작부터 지금의 자리까지 동행하여 주신 사랑하는 나의 하나님께 모든 영광과 감사를 돌려드립니다. 늘 부족한 제자이지만 애정 어린 마음으로 보살펴주시고 격려하여 주신 안홍석 지도교수님께 깊은 감사를 드립니다. 아울러 바쁘신 와중에도 논문을 심사해주시고 소중한 가르침과 제언을 주신 나혜경 교수님과 윤현근 교수님께 감사드립니다.

지난 대학원 생활동안 항상 배려하시고 학문의 새로운 자극과 배움의 즐거움을 알게 해주신 이승민 교수님께도 존경과 감사의 마음을 드리며, 2년의 시간을 함께 동거동락하고 더욱 빛나게 해 준 임상영양실험실 동기들 은미, 진희, 선영, 민진이와 서로 의지하고 기댈 수 있었던 지현이, 항상 같은 마음으로 나에게 큰 힘과 위로가 되어 주며 함께 웃고 울었던 슬기, 진순, 민정, 예림, 지원이에게 너무 고맙고 사랑한다고 전하고 싶습니다.

언제나 큰 위로와 버팀목이 되어준 사랑하는 친구 수경이, 멀리서 응원해주었던 항상 그리운 화은가족들과 믿음의 동역자 좋은교회 동생들에게 고맙다고 말하고 싶습니다.

무조건적인 사랑과 기도로 지지와 응원을 보내주시고 믿어주시는 부모님과 착한 동생 세진이, 든든한 멘토 애화언니와 친지분들, 항상 기도해주시고 걱정해주시는 할아버지, 할머니와 마지막으로 대학원 과정 중에 모두 하늘나라로 떠나가셨지만 지금도 깊은 사랑으로 지켜보고 계실 너무 보고 싶은 나의 큰 나무 외할아버지, 외할머니께 이 작은 결실을 드립니다.

2009. 1월

홍세라 드림

논문개요

미네랄은 생리적 요구에 따른 호르몬 분비와 신경 조절, 식이섭취량, 미네랄 간의 균형 및 미네랄과 비타민의 균형, 중금속 오염, 정신적 스트레스 등에 의해 변화된다. 영양미네랄을 비롯하여 중금속 및 약물농도의 측정은 기존의 혈액이나 소변 등의 검사보다는 손톱이나 모발을 이용하는 것이 장기간의 조직 내 미네랄 농도를 더 정확히 반영하기 때문에 최근에 여러 의료기관에서 그 활용빈도가 더 증가하고 있다. 이러한 모발 미네랄 검사를 직접적인 질병의 진단용보다는 특이적 임상의 질병이 없는 만성적인 증상과 영양학적 측면에서 영양결핍 이외에 영양과다, 영양불균형에 대한 평가와 교정의 임상적 건강증진의 자료로서 매우 유용한 수단이 되고 있다.

이에 본 연구는 모발 미네랄 함량과 영양소섭취량, 연령 및 BMI(Body Mass Index)의 상관성을 알아보기 위하여 서울시내 모 여성클리닉에 내원하는 성인여성을 대상으로 식품섭취빈도조사법으로 식이섭취량을 조사하고 채취한 모발에서 미네랄 함량을 측정하여 이들의 상관관계를 살펴보았다.

1. 연구대상자의 평균 연령은 41.26 ± 11.42 세이었고 BMI(Body Mass Index)는 평균 $20.95 \pm 2.02 \text{ kg/m}^2$ 으로 저체중과 과체중은 각각 11.11%, 정상체중은 77.8%으로 분류되었다.

2. 연구대상자의 일일 평균 영양소섭취량을 한국인 영양섭취기준(Korean Deitary Reference Intakes, KDRIs)와 비교했을 때 에너지 섭취상태는 양호하였고 에너지 섭취비율도 권장수준과 유사하였다. 포화지방산의 섭취가 다

소 높아 다가불포화지방산섭취비율이 저조하였다. 미네랄 중 50대 이상 되는 여성에서 칼슘의 평균 섭취량이 한국인 영양섭취기준(KDRIs)의 91.35%로 다소 낮았고 칼륨 섭취량은 모든 연령층에서 권장수준에 크게 미달되었다. 그러나 엽산 섭취량을 제외하고 대부분 비타민 섭취량은 권장수준을 초과하였다.

3. 연구대상자의 모발 내 평균 미네랄 함량에서 칼슘과 구리는 정상범위를 크게 초과하였으며, 반면 셀레늄 함량은 매우 낮아 대상자의 85.19%는 정상범위보다 미달된 상태였다. 그 외 모발의 나트륨, 칼륨, 철 및 망간함량은 15% 이상의 대상자에서 정상수준에 미달되었다.

4. 모발의 나트륨, 크롬, 황 및 카드뮴 함량은 연령과 양의 상관성($p < 0.05$)을 보였으나, 모발의 아연함량은 연령과 음의 상관성($p < 0.05$)을 보여주었다. 모발의 나트륨, 칼륨, 크롬 및 카드뮴 함량은 BMI와 양의 상관성이 있었다 ($p < 0.05$).

5. 연구대상자의 일부 미네랄 함량은 영양소 섭취량과 유의적인 상관성이 있었지만 각각의 미네랄 섭취량은 직접적으로 모발의 미네랄 함량에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

이상에서와 같이 성인여성의 일부 모발 미네랄 함량이 정상수준을 벗어나, 미네랄 영양의 불균형을 조절할 수 있는 영양중재방안이 필요하다고 사료된

다. 또한 일부 모발 미네랄 함량은 연령, BMI 및 영양소 섭취량과 상관성이 있으므로, 향후 특정 목적에 따라 모발 미네랄 검사를 유용하게 활용할 수 있다는 가능성을 제시하였다. 하지만 모발 미네랄 검사를 통해 확인되는 미네랄 불균형 상태에 대한 적절한 영양중재방안의 제시에 앞서, 모발 미네랄 검사에 대한 보다 충분한 이해를 위한 추후 연구가 선행되어야 할 것이다.

목 차

논문개요

I. 서론	1
II. 연구방법 및 내용	4
1. 연구대상자의 선정	4
2. 식이섭취조사	4
3. 모발미네랄 함량분석	5
4. 자료의 처리	7
III. 연구결과	8
1. 일반적 사항	8
2. 영양소섭취량	9
3. 모발미네랄 함량	11
4. 연령과 BMI에 따른 모발의 미네랄 함량	16
5. 방문목적에 따른 모발 내 미네랄 함량의 비교	19
6. 모발미네랄 함량과 식이섭취량의 상관관계	22
IV. 고찰	24
V. 요약 및 결론	30

참고문헌

ABSTRACT

List of Tables

Table 1. General characteristics of subjects	8
Table 2. Nutrient intake of subjects	10
Table 3. Hair Nutritional Mineral Levels of subjects	12
Table 4. Hair Toxic Mineral Levels of subjects	13
Table 5. Hair Significant Mineral Ratios of subjects	14
Table 6. Hair Toxic Mineral Ratios of subjects	15
Table 7. Correlation Coefficient between Hair Minerals and Age and BMI	17
Table 8. Correlation Coefficient among Hair Mineral Ratios, Age and BMI	18
Table 9. Hair minerals of the subjects	20
Table 10. Hair minerals ratios of the subjects	21
Table 11. Significant correlations($p < 0.05$) between hair mineral levels and dietary intake	23

I. 서론

한국인영양권장량이 책정된 이후 미네랄의 섭취권장량은 각 미네랄의 중요한 체내 생리기능과 그 요구량에 대한 기초 연구들이 발전되면서 지속적으로 개정되어 왔다. 최근 2005년에는 한국인의 영양섭취기준(KDRIs, Korean Dietary Reference Intakes)의 개념으로 철분, 아연, 구리, 요오드 및 셀레늄 등의 일부 미량 미네랄에 대한 평균필요량, 권장섭취량 및 상한섭취량 등이 설정되었고, 망간, 불소에 대한 충분섭취량, 상한섭취량 및 몰리브덴은 상한섭취량이 설정되었다(The Korean Nutrition Society 2005).

현재 미네랄은 하루 필요량 100mg을 기준으로 하여 하루 100mg 이상 필요로 하는 미네랄을 다량 미네랄이라고 하여 칼슘, 인, 마그네슘, 나트륨, 칼륨, 염소 및 황이 이에 속하며, 하루 필요량이 100mg 이하로 매우 소량이며 체내 존재하는 미네랄 중 1%이하로 존재하는 미량 미네랄은 철분, 아연, 구리, 요오드, 철, 셀레늄, 망간, 크롬, 몰리브덴 및 코발트가 있다. 또한, 아직 그 필수성이 입증되지 않은 미량 무기질인 실리콘, 니켈, 바나듐, 주석, 알루미늄 및 붕소가 있다. 미네랄은 체내에서 효소작용, 전해질 균형, 신경자극의 전달, 근육수축, 골격형성 및 성장발달에 매우 중요하다. 또한, 미네랄은 식품 내 함유량 이외에 생체이용률에 의해 흡수와 이용정도가 다르다. 생체 이용률은 개인의 건강상태 또는 연령 등에 따른 미네랄의 생리적 요구, 미네랄 간의 경쟁, 비타민과 미네랄의 상호작용 및 다른 식이요인과의 관련성 등에 영향을 받는다(Choi 등 2006).

필수미네랄의 결핍이나 과잉, 독성미네랄의 과잉 등 미네랄의 불균형은 대사 장애와 질병의 원인이 되므로(Campbell 2001), 미네랄의 체내 축적 정도

는 임상적 영양과 질병상태의 진단도구로서 유용한 지표가 되기도 한다 (Marshall 2008).

미네랄 상태의 정확한 진단을 위한 측정은 간이나 모발과 같은 신체조직을 비롯하여 소변이나 척수액 등의 체액, 세포 혹은 비세포 분획, 혈장 단백질 등 특정 미네랄이나 질병 등의 목적에 따라 여러 시료에서 이루어지고 있다(Kim 등 2007). 모발 미네랄 검사(Hair Tissue Mineral Analysis)는 질병, 대사적 장애, 환경적인 노출과 영양상태 등을 평가하는데 비교적 정확성을 가지고 있으며 시료 채취, 운반 및 보관이 용이하고 한 번에 다양한 종류의 미네랄 수준을 평가할 수 있다. 또한, 비교적 미네랄 측정에 민감하고 분석비용이 저렴하며 장기간의 체내 상태를 반영(Dean 등 2001)하므로 세계 여러 나라에서 활용되고 국내 의료기관에서도 사용 빈도가 증가하고 있으며, 최근 다양한 학술연구에서도 미네랄 측정을 위한 도구로서 널리 활용되고 있다(Cho 2003).

최근에 비만 관리에 비타민과 미네랄의 충분한 섭취가 강조되면서 미네랄의 균형 및 과부족을 확인하고 그 결과에 따라 보충제를 처방하는 모발 미네랄 검사의 임상적 가치에 대한 관심이 높아지고 있다(Shin 등 2004). 또한, 고령화 사회로 접어들면서 노화를 예방하고 지연시키기 위해서는 필수 영양소의 체내 확보가 무엇보다 중요하다는 연구보고들이 제시(Bartali 등 2006a)되면서 필수 미네랄 판정방법들이 다양하게 이용되고 있다. 국내외에서 보고된 모발 미네랄 검사가 적용되고 있는 임상적 징후 및 증상은 생리전증후군(Cho 등 2007a), 비만(Seo 2005), 당뇨(Skalnaya & Demidov 등 2007), 내분비(Miekeley 등 2001), 대사증후군(Corica 등 2006), 폐경여성(Cho 등 2007b), 신장과 체중 등에 관한 성장부진(Park & Shin 2004), 생물학적인 노화 및

퇴화(Batzevich 1995; Gentile 1981) 등으로 매우 다양하다.

미네랄의 불균형은 식이 요인을 비롯하여 유전적 소인, 음료수, 스트레스, 알루미늄캔, 조리기구, 화공약품에 의한 접촉 의약품, 샴푸, 거주 또는 근무환경 등의 요인으로부터 야기될 수 있다(Kim 1996). 특히, 독성 미네랄의 축적과 환경문제, 성별 및 연령과의 상관성에 관한 연구가 보고(Kim 등 2002; Lee 2002)되었으며, 모발 미네랄 검사의 임상적 활용성은 독성 미네랄의 축적과 관련된 증상과 질병에 대하여는 비교적 잘 구축되어 있으나, 그 외 연령, 특정 증상 및 질병과 모발의 영양 미네랄과 미량 미네랄 함량, 미네랄간의 균형 등에 대해서는 좀 더 많은 기초 연구가 요구된다.

본 연구에서는 서울 시내 모 여성클리닉에 내원하는 성인여성을 대상으로 모발미네랄 검사와 식이섭취량을 조사하여, 모발의 미네랄함량과 체질량지수(BMI: Body Mass Index) 및 연령 그리고 식이섭취량과의 상관성을 살펴 보아 모발 미네랄 검사의 임상적 활용을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

II. 연구방법 및 내용

1. 연구 대상자의 선정

본 연구는 2008년 1월부터 2008년 8월까지 서울 시내 모 여성클리닉에 내원하는 성인여성을 대상으로 모발 미네랄 검사와 식품섭취빈도조사를 실시하였으며, 연구대상자들의 연령, 체중 및 신장, 방문목적은 설문지와 진찰 기록부를 통해 조사하였다.

2. 식이섭취조사

연구 대상자의 평소 식이섭취에 대한 자료는 질병관리본부의 식품섭취빈도 조사지를 사용하여 수집하였다(Martin-Moreno, 1993; Pellegrini 등, 2007). 식품섭취빈도 조사기록에 대하여 대상자들에게 사전교육을 실시하였으며, 식품·음식의 종류에 따라 섭취 빈도를 월(1회, 2~3회), 주(1~2회, 3~4회, 5~6회), 일(1, 2, 3회), 거의 안 먹음의 총 9회 빈도로, 1회 섭취분량은 3가지의 분량 사진을 제시하여 기록하도록 하였다. 영양소섭취량은 조사된 자료를 기초로 하여 전문가용 영양평가프로그램(Can-Pro 3.0, (사)한국영양학회)을 이용하여 분석하였다.

3. 모발 미네랄 함량 분석

설문지에 응한 대상자 103명 중 모발 미네랄 검사에 참여한 60명을 선별하여 소독된 스테인레스제 가위로 후두부 모발의 기시부에서 4~5 cm 가량의 모발을 80 mg 이상 충분히 채취하였다. 모발분석은 모발 내 미네랄 전문분석기관인 TEI 한국지사에 분석을 의뢰하였으며, 이 시행기관에서는 모발조직 내에 정착된 미량원소 외에 대기 및 외부환경에 따른 대기분진, 땀, 찌꺼기 등의 오염성분을 제거하기 위해 비이온계 계면활성제, 초순수, 아세톤의 과정으로 세척하였다. 세척 시 지속적으로 용출이 되는 나트륨, 칼륨, 등의 원소에 대해 보다 정확한 분석결과를 얻기 위해 일정한 시간 및 속도를 유지하며 자동으로 교반되는 Platform Shaker(Jeio Tech)를 이용하여 세척조건을 일정하게 유지하면서 약 30분간 세척하여 실온에서 자연건조 하였다. 그 후 약 70 mg의 모발 시료를 취하여 0.1 mg까지 질량을 측정 한 다음에 깨끗이 세척한 용기에 분취한 모발을 넣고, 반도체용 질산(동우반도체약품, 전자급, 70%)과 한국표준과학연구원의 내부표준물질을 적당량 가하여 마이크로파 오븐(Milestone MLS-1, Bergamo, Italy)안에서 분해하였다. 분해한 시료는 깨끗이 세척된 폴리에틸렌 병에 옮겨 분석이 가능한 농도로 의석시킨 후 유도 결합 플라즈마 질량분석기(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry(ICP-MS), VG PZExCell, Thermo Lemental, UK)를 이용하여 칼슘(calcium: Ca), 마그네슘(magnesium: Mg), 나트륨(sodium: Na), 칼륨(potassium: K), 구리(copper: Cu), 아연(zinc: Zn), 인 (phosphorus: P), 철(iron: Fe), 망간(manganese: Mn), 크롬(chromium: Cr), 셀레늄

(selenium: Se), 코발트(covalt: Co), 몰리브덴(molybdenum: Mo), 황(sulfur: S)의 14가지 영양미네랄과 수은(mercury: Hg), 카드뮴(cadmium: Cd), 납(lead: Pb), 알루미늄(aluminum: Al)의 4가지 독성미네랄을 정량 분석하였다(Trace Elements. Inc, Dallas, TX, USA).

4. 자료의 처리

설문지 60부 중 부실한 자료를 제외한 후 총 54명의 자료가 본 연구에 포함되었으며, 모든 통계처리는 SAS version 9.1(SAS INC., Cary, NC, USA)을 이용하여 분석하였다. 일반적 특성은 평균과 표준편차 또는 빈도와 비율의 형태로 산출하였고, BMI, 나이, 모발의 각 미네랄 함량, 미네랄 함량비와 영양소 섭취량간의 관계성 탐색은 Spearman correlation analysis를 이용하였다. 방문 목적에 따른 두 그룹간의 미네랄 함량은 t-test 검증을 통해 비교하였다. 통계적 유의성 검증은 $p < 0.05$ 수준에서 실시하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 일반적 사항

연구 대상자들의 일반사항은 Table 1과 같다. 평균 연령은 41.26 ± 11.42 세이고 신장은 평균 163.05 ± 6.81 cm, 체중은 평균 55.81 ± 7.43 kg이었으며, BMI는 20.95 ± 2.02 kg/m²로 정상범위였다. 대한비만학회의 비만기준에 의해 BMI를 분류하면 BMI<18.5인 저체중은 6명(11.11%), $18.5 \leq \text{BMI} < 23$ 인 정상그룹은 42명으로 77.8%였고 나머지 BMI ≥ 23 인 과체중은 6명(11.11%)이었다.

Table 1. General characteristics of subjects (N=54)

	Mean \pm SD	Range
Age (year)	41.26 ± 11.42	19.0-66.0
Height (cm)	163.05 ± 6.81	150.0-180.0
Weight (kg)	55.81 ± 7.43	45.0-77.0
BMI (kg/m ²)	20.95 ± 2.02	16.6-27.9

2. 영양소 섭취량

연구대상자들의 일일 열량 및 영양소 섭취량을 Table 2에 요약하였다. 전체 대상자의 에너지 섭취량은 평균 1881.85 ± 634.01 kcal이고 20-49세의 평균 에너지섭취량은 1852.65 ± 589.39 kcal로 KDRI의 평균 필요추정량의 92.63% 수준이었다. 50세 이상의 평균 에너지섭취량은 1984.06 ± 792.02 kcal로 KDRI의 평균 필요추정량의 116.89% 정도로 에너지 섭취 상태는 양호하였다. 전체대상자의 당질, 단백질, 지질 에너지섭취량의 구성 비율은 61.3 : 16.1 : 22.6로 권장 비율과 비슷하였다. 포화지방 8.63 ± 5.04 g, 단일불포화지방 7.39 ± 3.73 g, 다가불포화지방 5.03 ± 2.88 g를 섭취였고 이들의 섭취 비율은 1 : 0.86 : 0.58 으로 포화지방산의 섭취비율이 높았고 다가불포화지방산의 섭취가 매우 저조하였다. 콜레스테롤은 한국인 영양섭취기준에 제시되어 있지 않지만 FAO/WHO(1994)에서 300 mg이하로 섭취를 권장하고 있는데 본 연구의 두 연령대에서 각각 310.58 ± 181.59 mg, 328.22 ± 224.773 mg으로 약간 높았다. 식이섬유소는 KDRI의 권장섭취량대비 20-49세에서는 98.13%, 50세 이상 135.59%로 20-49세 연령대에서 낮은 섭취를 보였다. 미네랄의 경우, KDRI의 권장섭취량대비 칼슘은 20-49세에서는 102.76%, 50세 이상 되는 대상자는 91.35%로 50세 이상 대상자에서 낮은 섭취를 보였고 칼륨은 두 연령대에서 각각 72.96%, 86.60%로 낮았다. 비타민의 섭취량에서 엽산은 20-49세 80.73%로 낮았지만 이를 제외하고 전체적으로 비타민의 섭취수준은 높았다.

Table 2. Nutrients intakes of subjects (N=54)

	20-49 ages (n=42)	%DRI	≥50 ages (n=12)	%DRI
Energy (kcal)	1852.65 ± 589.39 ¹⁾	92.63	1984.06 ± 792.02 ¹⁾	116.89
Carbohydrate (g)	285.65 ± 88.79		304.10 ± 123.45	
Protein (g)	74.11 ± 28.23	164.69	81.94 ± 36.59	182.09
Fat (g)	46.92 ± 20.10		50.69 ± 31.98	
Fiber (g)	23.55 ± 11.58	98.13	29.83 ± 13.02	135.59
Calcium (mg)	719.34 ± 322.84	102.76	730.83 ± 521.04	91.35
Phosphorus (mg)	1147.45 ± 438.69	163.92	1314.64 ± 566.89	187.81
Iron (mg)	14.96 ± 5.64	106.86	18.09 ± 6.73	201.00
Sodium (mg)	4471.22 ± 2281.54	298.08	5073.83 ± 2535.07	390.29
Potassium (mg)	3429.01 ± 1461.39	72.96	4070.11 ± 1731.35	86.60
Zinc (mg)	11.27 ± 4.74	140.88	12.54 ± 4.93	167.20
Vitamin A (μgRE)	932.20 ± 537.31	143.42	1442.83 ± 1148.10	240.47
Vitamin B ₁ (mg)	1.29 ± 0.49	117.27	1.35 ± 0.63	122.73
Vitamin B ₂ (mg)	1.38 ± 0.57	115.00	1.49 ± 0.85	124.17
Vitamin B ₆ (mg)	2.24 ± 0.95	160.00	2.67 ± 1.11	190.71
Naiacin (mg)	16.56 ± 6.54	118.29	19.34 ± 7.56	138.14
Vitamin C (mg)	151.40 ± 94.23	151.40	192.70 ± 117.65	192.70
Folate (μg)	322.92 ± 158.62	80.73	415.57 ± 192.05	103.89
Vitamin E (mg)	12.06 ± 5.71	120.60	15.67 ± 8.06	156.70
Cholesterol (mg)	310.58 ± 181.59		328.22 ± 224.77	
Carbohydrate (%)	62.32 ± 6.81		61.27 ± 11.57	
Protein (%)	15.81 ± 2.71		16.77 ± 3.63	
Fat (%)	22.24 ± 5.22		22.69 ± 8.44	
SFA (g)	8.65 ± 4.76		8.54 ± 6.16	
MUFA (g)	7.36 ± 3.42		7.46 ± 4.94	
PUFA (g)	4.63 ± 2.32		6.43 ± 4.14	

1) Mean ± SD

3. 모발 미네랄 함량

연구대상자의 모발의 영양미네랄 함량의 결과는 Table 3과 같다. 칼슘, 구리 및 셀레늄을 제외한 다른 미네랄의 모발 내 함량은 참고범위에 속하였다. 즉, 칼슘은 116.94 ± 67.42 mg%, 구리는 5.62 ± 9.71 mg%로 참고치보다 높았고 셀레늄은 0.06 ± 0.02 mg%로 참고치보다 낮았다. 그 외 Table 4에서 제시한 독성미네랄의 함량에서는 수은, 카드뮴, 알루미늄의 농도는 참고범위 미만이었으나 납은 0.097 ± 0.025 mg%로 참고치보다 높았다. 모발의 영양미네랄 비율은 Table 5 에서와 같이 칼슘/인은 8.34 ± 5.20 /1, 칼슘/칼륨은 49.27 ± 52.20 /1, 칼슘/마그네슘은 16.05 ± 4.51 /1로 참고치보다 높았고, 나트륨/마그네슘은 1.91 ± 3.20 /1로 참고치보다 낮았다. 영양미네랄과 독성미네랄 비의 결과는 Table 6과 같다. 철/수은은 6.820 ± 4.483 /1, 셀레늄/수은은 0.496 ± 0.304 /1, 아연/수은은 175.550 ± 170.943 /1 로 정상범위보다 낮았다.

Table 3. Hair nutritional mineral levels of subjects (N=54)

Nutritional minerals	Mean \pm SD (mg%)	Reference Range ¹⁾ (mg%)	<Reference Range n (%)
Ca	116.94 \pm 67.42	22-97	0 (0)
Mg	7.76 \pm 4.78	2-11	1 (1.85)
Na	8.56 \pm 9.27	4-36	16 (29.63)
K	6.07 \pm 8.04	2-24	12 (22.22)
Cu	5.62 \pm 9.71	0.9-3.9	1 (1.85)
Zn	20.70 \pm 21.73	10-21	0 (0)
P	14.35 \pm 2.61	11-20	1 (1.85)
Fe	0.73 \pm 0.29	0.5-1.6	8 (14.81)
Mn	0.02 \pm 0.03	0.010-0.130	13 (24.07)
Cr	0.04 \pm 0.018	0.02-0.08	1 (1.85)
Se	0.06 \pm 0.02	0.08-0.18	46 (85.19)
Co	0.002 \pm 0.003	0.001-0.003	0 (0)
Mo	0.003 \pm 0.003	0.001-0.008	0 (0)
S	3901.37 \pm 824.599	2651-5336	2 (3.70)

1) By TEI (Trace Elements. Inc, Dallas, TX, USA)

Table 4. Hair toxic mineral levels of subjects (N=54)

Toxic mineral	Mean \pm SD	Reference Range ¹⁾ (mg%)	>Reference Range n(%)
Hg	0.136 \pm 0.103	< 0.360	1 (1.85)
Cd	0.002 \pm 0.002	< 0.028	0 (0)
Pb	0.097 \pm 0.025	< 0.060	51 (94.44)
Al	0.84 \pm 0.535	< 3.600	0 (0)

1) By TEI (Trace Elements. Inc, Dallas, TX, USA)

Table 5. Hair significant mineral ratios of subjects (N=54)

Significant mineral ratios	Mean \pm SD	Range
Ca/P	8.340 \pm 5.204	1.4–3.60/1
Na/K	2.013 \pm 1.823	1.40–3.40/1
Ca/K	49.268 \pm 52.198	2.20–6.20/1
Zn/Cu	8.643 \pm 7.462	4.00–12.00/1
Na/Mg	1.906 \pm 3.196	2.00–6.00/1
Ca/Mg	16.053 \pm 4.505	3.00–11.00/1
Fe/Cu	0.318 \pm 0.228	0.20–1.50/1

1) By TEI (Trace Elements. Inc, Dallas, TX, USA)

Table 6. Hair toxic mineral ratios of subjects (N=54)

Toxic mineral ratios	Mean \pm SD	Range(이상)
Ca/Pb	1136.48 \pm 660.195	84.00/1
Fe/Pb	7.130 \pm 2.925	4.40/1
Fe/Hg	6.820 \pm 4.483	22.00/1
Se/Hg	0.496 \pm 0.304	0.80/1
Zn/Cd	14324.51 \pm 6070.23	500.00/1
Zn/Hg	175.550 \pm 170.943	200.00/1
S/Hg	37412.09 \pm 185.90.17	25450.00/1
S/Cd	3616715.39 \pm 2646356.68	71126/2
S/Pb	39958.80 \pm 5076.77	5690.00/1

1) By TEI (Trace Elements. Inc, Dallas, TX, USA)

4. 연령과 BMI에 따른 모발의 미네랄 함량

Table 7에서 보는 바와 같이, 영양미네랄 중에서 나트륨($p < 0.01$), 크롬, 황의 함량은 연령($p < 0.05$)이 많은 대상자에서 높게 나타나는 경향을 보여 양의 상관성이 있었고, 아연 함량($p < 0.05$)은 연령과 음의 상관관계를 보여 연령이 증가할수록 그 농도는 감소하였다. 모발 영양 미네랄과 BMI와의 상관관계에서 나트륨, 칼륨, 크롬의 함량은 BMI가 증가할수록 많아져 유의성 있는 양의 상관성이 있었지만($p < 0.01$), 그 외 영양 미네랄의 함량은 BMI와는 무관한 것으로 나타났다. 독성미네랄의 경우, 카드뮴의 함량은 연령($p < 0.01$)과 BMI($p < 0.05$) 모두에서 유의적인 양의 상관성이 있었고, 다른 독성미네랄의 경우 이들과 무관하였다. Table 8에서와 같이, BMI는 영양미네랄 비 나트륨/마그네슘($p < 0.05$), 황/납($p < 0.05$)과 양의 상관관계를 보였고 아연/카드뮴($p < 0.01$), 황/카드뮴($p < 0.05$)와 유의한 음의 상관관계를 보였다. 연령은 독성미네랄 비 아연/카드뮴($p < 0.0001$)과 음의 상관관계, S/Pb($p < 0.0001$)와 양의 상관관계를 보였다.

Table 7. Correlation coefficient between hair minerals and age and BMI (N=54)

	Age(year)	BMI(kg/m ²)
Nutritional minerals		
Ca	0.0399	-0.0700
Mg	-0.0029	-0.1242
Na	0.3800**	0.3322*
K	0.2419	0.2921*
Cu	0.0037	-0.2158
Zn	-0.2783*	-0.2583
P	-0.0323	0.0822
Fe	0.0756	-0.1381
Mn	0.2430	-0.0871
Cr	0.2802*	0.3216*
Se	0.0528	0.0258
Co	0.2042	-0.0822
Mo	0.0853	0.1570
S	0.3345*	0.2088
Toxic minerals		
Hg	0.1408	-0.0195
Cd	0.3522**	0.3040*
Pb	-0.0641	-0.0118
Al	0.0712	-0.1200

*:p<0.05, **:p<0.01

Significant correlation by Spearman's correlation coefficient (r).

Table 8. Correlation coefficient among hair mineral ratios, age and BMI (N=54)

Significant mineral ratios (mg%)	Age(year)	BMI(kg/m ²)
Ca/P	0.0645	-0.0625
Na/K	0.0805	-0.0731
Ca/K	-0.0754	-0.1959
Zn/Cu	-0.1005	0.1295
Na/Mg	0.2600	0.3244*
Ca/Mg	0.0836	0.1474
Fe/Cu	-0.0068	0.2117
Toxic mineral ratios (mg%)		
Ca/Pb	0.0707	-0.0407
Fe/Pb	0.1244	-0.0948
Fe/Hg	-0.0686	0.0276
Se/Hg	-0.1222	0.0241
Zn/Cd	-0.5348***	-0.4063**
Zn/Hg	-0.2422	-0.0775
S/Hg	-0.0839	0.0661
S/Cd	-0.1609	-0.2942*
S/Pb	0.4738***	0.3048*

*:p<0.05, **:p<0.01

Significant correlation by Spearman's correlation coefficient (r).

5. 방문목적에 따른 모발 내 미네랄 함량의 비교

건강검진과 증상 및 질병의 각 방문목적에 따른 영양섭취 및 모발 내 미네랄 함량에 대한 결과에서 Table 10에서와 같이, 아연/구리에서 건강검진군이 10.68 ± 9.37 /1로 증상 및 질병군의 6.45 ± 3.68 /1와 유의적 차이가 있었고($p < 0.05$) 칼슘/마그네슘에서 건강검진군이 14.28 ± 3.31 /1, 증상 및 질병군이 17.96 ± 4.89 /1로 유의하게 차이가 있었으나($p < 0.05$), 모발 내 영양미네랄, 독성미네랄 및 독성미네랄 비는 두 군 간에 유의적 차이가 없었다.

Table 9. Hair minerals of the subjects

Nutrition minerals (mg%)	Medical examination (N=28)	Symptoms & Disease (N=26)
Ca	111.46 ± 64.65 ¹⁾	122.85 ± 71.10
Mg	8.14 ± 4.61	7.35 ± 5.02
Na	8.79 ± 8.93	8.31 ± 9.78
K	7.25 ± 10.08	4.81 ± 4.93
Cu	6.78 ± 12.92	4.37 ± 4.06
Zn	24.25 ± 29.78	16.89 ± 3.77
P	14.89 ± 1.69	13.77 ± 3.27
Fe	0.72 ± 0.28	0.739 ± 0.31
Mn	0.02 ± 0.02	0.02 ± 0.03
Cr	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01
Se	0.05 ± 0.03	0.06 ± 0.02
Co	0.0015 ± 0.0007	0.0026 ± 0.0039
Mo	0.0035 ± 0.004	0.0028 ± 0.0011
S	4048.6 ± 252.58	3742.8 ± 1149.9
Toxic minerals (mg%)		
Hg	0.13 ± 0.12	0.14 ± 0.09
Cd	0.0019 ± 0.0021	0.0017 ± 0.0012
Pb	0.09 ± 0.03	0.1 ± 0
Al	0.80 ± 0.58	0.88 ± 0.50

1) mean ± SD

*:p<0.05

Significant difference between medical examination and symptoms & disease subjects by t-test.

Table 10. Hair mineral ratios of the subjects

Significant mineral ratios (mg%)	Medical examination (N=28)	Symptoms & Disease (N=26)
Ca/P	7.76 ± 4.89 ¹⁾	8.97 ± 5.55
Na/K	2.16 ± 2.40	1.86 ± 0.87
Ca/K	50.31 ± 59.61	48.14 ± 45.43
Zn/Cu	10.68 ± 9.37*	6.45 ± 3.68
Na/Mg	1.77 ± 2.82	2.06 ± 3.61
Ca/Mg	14.28 ± 3.31	17.96 ± 4.89*
Fe/Cu	0.36 ± 0.25	0.27 ± 0.20
Toxic mineral ratios (mg%)		
Ca/Pb	1051.1 ± 609.79	1228.5 ± 710.95
Fe/Pb	6.89 ± 2.75	7.38 ± 3.14
Fe/Hg	6.88 ± 4.49	6.76 ± 4.56
Se/Hg	0.50 ± 0.33	0.50 ± 0.28
Zn/Cd	14757 ± 6074.7	13859 ± 6150.5
Zn/Hg	202.52 ± 224.03	146.51 ± 77.80
S/Hg	38753 ± 18572	35968 ± 18867
S/Cd	4.07 ± 3.45	3.13 ± 1.24
S/Pb	39128 ± 6152.4	40853 ± 3486.5

1) mean ± SD

*:p<0.05

Significant difference between medical examination and symptoms & disease subjects by t-test.

6. 모발의 미네랄 함량과 식이섭취량의 상관관계

연구대상자의 모발 미네랄 함량과 영양소섭취량 사이의 유의적인 상관관계를 Table 11에 정리하였다. 모발 영양미네랄 중 나트륨은 칼륨($p < 0.05$), 비타민 C($p < 0.01$)섭취량과 유의한 양의 상관관계를 보였고, 크롬 함량은 콜레스테롤 ($p < 0.05$) 및 단백질에너지 섭취비율($p < 0.05$)과 양의 상관관계가 있었다. 망간은 단백질에너지 섭취비율($p < 0.05$)과 양의 상관성을 보였고 몰리브덴의 함량은 에너지($p < 0.05$), 지질($p < 0.05$), 비타민A($p < 0.05$), 비타민B₂($p < 0.05$), 비타민B₆($p < 0.05$) 섭취량과 음의 상관관계가 있었으며, 황은 다가불포화지방산 섭취량($p < 0.05$)과 양의 상관관계를 보였다.

모발 독성미네랄과 식이섭취량의 상관관계에서 카드뮴의 함량은 식이섬유소 ($p < 0.05$), 나트륨($p < 0.05$), 비타민C($p < 0.05$) 섭취량과 양의 상관성이 있었다.

Table 11. Significant correlations($p < 0.05$) between hair mineral levels and dietary intakes (N=54)

Hair minerals	Dietary Intakes	Correlation coefficient ¹⁾
Na	Potassium	0.2702
	Vitamin C	0.3533
Mn	Protein (%)	0.3140
Cr	Cholesterol	0.2759
	Protein (%)	0.2853
Mo	Energy	-0.3238
	Fat	-0.3105
	Vitamin A	-0.2922
	Vitamin B2	-0.3050
	Vitamin B6	-0.2728
S	PUFA	0.1855
Cd	Fiber	0.3377
	Sodium	0.3010
	Vitmin C	0.3291

1) By Spearman's correlation coefficient (r).

IV. 고찰

체내 미네랄의 부족 또는 미네랄의 과잉은 건강문제를 가져올 수 있다. 일부 미량 미네랄의 정상범위는 매우 좁아 미네랄 농도의 세심한 조절관리가 필요하다. 또한, 여러 미네랄의 결핍과 과잉으로 인한 미네랄 상호간의 불균형도 각 미네랄의 역할과 기능을 무력화하거나 한쪽의 과잉으로 인한 부작용을 초래할 수 있다. 따라서 미네랄의 불균형으로 인한 영양소의 과부족 상태를 조직 무기질 검사를 통해 확인함으로써 영양요법을 통한 교정과 질병치료의 가능성을 찾기 위한 연구가 이루어지고 있다(Cambell 2001; Dean등 2001; Kim등 2007; Klevay등 1987). 본 연구에서는 성인 여성을 대상으로 모발의 미네랄함량과 연령, BMI, 그리고 영양소 섭취량과의 상관성을 살펴봄으로써 모발 미네랄 검사의 임상적 활용을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

본 연구대상자의 평균 모발 칼슘농도는 116.94 ± 67.42 mg%로 서울지역 성인남녀 대상의 Bae & Cho (2008)연구의 평균 모발 칼슘농도 113.88 mg%와 유사하였고, Kong등(2007)의 경기도지역 성인남성의 모발에서 분석한 칼슘농도 80.79 ± 43.79 mg%보다도 매우 높았다. 아울러 모발조직의 영양미네랄 간의 비율 중 칼슘/인, 칼슘/칼륨 및 칼슘/마그네슘의 비율이 고칼슘 농도에 기인하여 모두 참고범위를 초과하였다. 고혈압, 인슐린 저항성, 좌심비대와 동맥경화를 포함한 대사증후군에서 전반적 이온조절의 교란으로 칼슘수치가 비정상적으로 상승하여 세포 내 칼슘/마그네슘 비가 상승하였다고 보고된 바 있다(Resnick 1992). 본 연구대상자들의 칼슘 섭취가 KDRIs 기준을 크게 초과하지 않았는데에도 모발의 칼슘농도가 비정상적으로 증가되어 있고 칼슘/마그네슘 농도가 함량기준을 초과하는 것은 Resnick(1992)의 지

적과 같이 체내 미네랄 조절의 교란이 있을 수 있다는 것을 시사한다고 하겠다. 체내 상태를 확인하는 수단으로 모발 미네랄 분석법의 유효성이 비교적 잘 확립된(Cambell 2001) 구리의 농도도 본 연구대상자에서 5.62 ± 9.71 mg%로 참고범위보다 높았다. 이는 성인 남녀 대상의 Bae & Cho(2008) 연구결과 및 생리전증후군이 있는 여성(Cho등 2008)과 폐경기 여성(Cho등 2007b)의 모발 내 구리농도보다 높은 경향이였다. 구리가 체내에서 산화 지방에서의 자유유리기 방출을 용이하게 하므로 주의를 끄는 결과로 여겨진다. 본 연구대상자의 모발 내 셀레늄은 0.055 ± 0.024 mg%로 정상범위보다 낮아 Bae & Cho(2008) 연구에서 나타난 0.063 mg%보다 낮게 분석되었다. Bartali등(2006b)은 체내 혈청의 셀레늄 농도가 낮은 Baltimore 노인여성에게서 빠른 퇴화진행을 관찰한 바 있다. 셀레늄은 비타민 E와 함께 면역계를 강화하고 체내의 산화작용을 방해하는 결정적인 역할을 수행한다. 따라서 부족 시 암 발병과 노화진행의 위험요인이 되므로 일정 수준의 농도 유지를 위한(Cambell 2001) 영양중재 필요성 여부 및 방안에 대한 연구가 추후 필요할 것으로 사료된다.

본 연구대상자의 모발 내 독성미네랄 중 수은, 카드뮴 및 알루미늄은 농도가 참고범위에 있었지만 납은 0.097 ± 0.025 mg%로 참고치보다 높았고 94%에 이르는 대상자가 참고치를 초과하여 납 과잉축적의 우려가 있었다. 사람은 음식물, 음료수로부터 1일 평균 0.3mg, 대기로부터 0.03mg의 납을 흡수하며, 대도시에 사는 사람은 매년 대기로부터 15mg, 음료수로부터 5mg, 음식물로부터 100mg의 납을 섭취하고 있으며 경구섭취 중 8%가 흡수되고 대기에서 들어온 납 중 30%가 흡수된다고 한다(Kim 1996). 따라서 납 등의

독성미네랄의 체내 섭취 및 흡수를 감소시키기 위해서는 그 원인이 되는 생활 환경의 개선과 친환경 식단, 가공정도가 낮은 식품, 식품포장 재질의 개선, 화공약품 등의 접촉횟수를 낮추는 것이 필요하다고 사료된다.

선행 동물실험연구에서 일부 독성미네랄이 성장단계가 높아질수록 그 농도가 유의하게 증가하였음을 보고하는 등(Lee 2003), 체내 미네랄의 농도와 연령 간의 연관성은 꾸준한 관심의 대상이었다. 본 연구의 연령과 모발 미네랄의 상관성 분석에서 나트륨, 크롬, 황, 카드뮴은 연령과 유의한 양의 상관관계를, 아연은 유의한 음의 상관관계를 나타내었다. 이러한 결과는 Lee(2006)가 대구시 대학병원 외래환자를 대상으로 한 연구에서 나이가 높은 군에서 모발 내 나트륨함량이 높았던 것과 나이가 높은 군에서 아연의 농도가 더 낮았던 경향을 보고하였던 것과 일관된 결과이다. 또한 Lee(2002)의 대구지역의 남녀 대상자의 연령과 모발 미네랄 수준과의 상관성 분석 결과에서 카드뮴과 연령이 양의 상관성을 나타내 역시 본 연구의 결과와 일치하였다. 한편 같은 연구에서 아연은 연령별로 유의한 차이가 없음을 보고하였다. 그러나 다수의 연구에서 체내 아연의 농도가 성인기에서 노인기로 이행하면서 감소하는 것으로 보고(Bunker등 1984; Smit Vanderkooy & Gibson 1987; Swanson등 1988)된 바, 체내 아연함량은 연령에 따라 감소하는 것으로 사료된다. 미국의 50대 이상의 그룹을 대상으로 한 Aberrethy(1979)연구에서 흑인 40%와 백인 20%에서 혈청의 나트륨 농도가 높았고 이들은 고혈압을 가지고 있었다. 이러한 결과는 본 연구의 나트륨과 연령 간의 양의 상관성이 연령 증가에 따른 혈압의 상승과 연계하였을 수도 있으리라는 점을 시사한다.

과거 비만 연구는 열량과 3대 영양소 섭취수준에 관심을 가졌으나 최근 미

네랄의 체조직 내 축적정도는 과체중이나 비만을 유도하는 대사 장애와 관련이 있을 거라는 결과가 제시되어왔다. 구체적으로, 비만자 그룹에서 열량의 섭취는 과다하나 미량 영양소는 권장량에 도달하지 못하여 영양불균형 상태를 초래하고 이것이 다른 이차적인 문제를 야기 시킬 수 있다는 보고된 바 있으며(Luque-Diaz등 1982), 비만 또는 당뇨병자의 체내 미네랄 농도가 상대적으로 높거나 낮은 등의 불균형을 가지고 있음을 보고한 일련의 연구결과들이 제시되었다.(Lee & Kim 2005; Skalnaya & Domidov 2007; Teegarden, 2003) 이에 따라 우리나라에서도 체중과 신장 그리고 체질량지수에 따른 모발조직의 미네랄 함량이 보고된 바 있다(Park & Shin 2004; Seo등 2005). 본 연구대상자의 BMI와 모발 미네랄 함량의 상관성 분석에서 BMI가 높을수록 나트륨, 칼륨, 크롬 및 카드뮴의 농도가 증가되어 유의한 양의 상관성을 보여주었다. Bae & Cho(2008) 연구에서도 마그네슘, 나트륨, 칼륨, 철 및 아연이 BMI와 유의한 양의 상관성을 보여주어 본 연구에서의 나트륨과 칼륨이 BMI와 유의한 상관성을 보인 것과 일치하였다. 모스크바 지역에 거주하는 46-60세 여성의 모발 미네랄 분석결과 비만여성에서 칼륨, 수은, 납의 농도가 상승되었으며, 칼슘, 마그네슘, 아연 및 요오드 등은 감소되어 있었다(Skalnaya & Demidov 2007). Cambell(2001)에 따르면 크롬은 백미, 백설탕, 흰 빵 등 정제곡물을 섭취하는 경우 감소하며 적은 크롬농도는 비만과 관련 있다고 하였으나, 본 연구에서는 크롬과 BMI가 양의 상관관계를 보여 상반되었다. Bae & Cho(2008)에서 모발의 크롬이 정상체중군보다 과체중과 비만군에서 낮은 경향을 보였고 Shin등(2004) 연구에서 크롬은 비만도와 무관하다고 하여 크롬과 비만의 연관성에 대해서는 좀 더 심도 있는 연구가 요

구되어진다.

본 연구대상자의 모발 미네랄 함량과 영양섭취량의 상관성을 살펴보았을 때, 모발 나트륨농도는 칼륨, 비타민C와 유의한 양의 상관관계를 보였고 모발의 크롬농도는 콜레스테롤, 단백질 에너지비율과 유의한 양의 상관관계가 있었으며 탄수화물 에너지비율과 유의한 음의 상관관계를 보였다. 모발의 크롬농도와 콜레스테롤, 단백질, 탄수화물의 섭취량간의 직접적인 상관성은 알 수 없지만, 크롬이 체내 이동시 트랜스페린이나 알부민과 같은 단백질과 결합하여 이동하며 당내성인자의 성분으로 인슐린작용을 돕고 당질대사 관여 및 콜레스테롤의 합성에 관여하는 점(Choi등 2006)에서 어떠한 연관성이 있을 것으로 사료된다. 모발의 몰리브덴은 열량, 지방, 비타민A, 비타민B₂, 비타민B₆ 섭취량과 음의 상관관계를 보였고 황은 다가불포화지방산과 유의한 양의 상관관계를 보였다. 몰리브덴은 다른 모발미네랄보다 전체 열량, 지방을 비롯하여 주로 비타민류의 식이섭취와 밀접한 상관성을 보여주고 있지만, 체내 몰리브덴에 대한 결핍이나 과잉에 대한 원인을 식이섭취의 일반적인 관점에서 보기에는 무리가 있다고 지적(Howerde 1999)된 바 있어, 몰리브덴의 결핍과 과잉의 원인과 적합한 영양관정방법은 계속적으로 연구가 필요하다고 사료된다.

모발의 독성미네랄과 영양소섭취량의 상관관계에서는 모발 카드뮴 농도는 식이섭취와 나트륨, 비타민C 섭취량과 유의한 양의 상관관계를 보였다. Gonzalez-Munoz등(2008)의 연구에서 스페인 대학생들을 대상으로 독성미네랄에 주로 노출되는 경로를 식품으로 보고 식이섭취와 모발 독성미네랄의 상관관계를 보았으나, 식이를 통한 독성미네랄의 노출이 모발 독성미네랄 수준과는 유의적인 상관관계가 없었다. 이는 모발 미네랄 수준이 식이섭취량에

따라 즉각적으로 반영하는 것이 아니며, 미네랄의 주된 노출원이 식품이지만 모발은 먼지, 땀, 나이, 성별, 거주지환경에 의해 오염되는 것을 단점으로 지적하였다.

본 연구의 결과를 해석하는 데 있어 몇 가지 제한점을 고려하여야 한다. Cho(2003)는 모발분석결과를 해석하고 처리하는 한국형 의료정보 데이터베이스의 결여로 인해 모발분석결과가 서구식 의료정보 데이터베이스에 의해 처리되어 검사결과에 대한 신뢰성 문제를 지적하였다. 또한, 모발과 환경요인에 대한 많은 선행연구들(Combs등 1982; Kim 1996; Kim등 2007; Pinheir 등 2005)에서 지적하였듯이 모발 미네랄 농도에 영향을 주는 요인들이 많으므로 보다 신뢰성 있는 모발의 미네랄 분석 protocol이 확립되어야 할 것이다. 마지막으로 본 연구가 소수의 편의집단을 대상으로 실시되었으며 열량 섭취에 비하여 비교적 영양소 밀도가 높은 식사를 하는 대상자였다는 점을 감안할 때 연구의 결과를 일반화하는 데 있어 제약이 따른다고 볼 수 있다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 모발 미네랄 함량과 영양소섭취량, 연령 및 BMI(Body Mass Index)의 상관성을 알아보기 위하여 서울시내 모 여성클리닉에 내원하는 성인여성을 대상으로 식품섭취빈도조사법으로 식이섭취량을 조사하고 채취한 모발에서 미네랄 함량을 측정하여 이들의 상관관계를 살펴보았다. 본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 연구대상자의 평균 연령은 41.26 ± 11.42 세이었고 BMI는 평균 $20.95 \pm 2.02 \text{ kg/m}^2$ 으로 저체중과 과체중은 각각 11.11%, 정상체중은 77.8%으로 분류되었다.

2. 연구대상자의 일일 평균 영양소섭취량을 한국인 영양섭취기준(Korean Dietary Reference Intakes, KDRI)와 비교했을 때 에너지 섭취상태는 양호하였고 에너지 섭취비율도 권장수준과 유사하였다. 포화지방산의 섭취가 다소 높아 다가불포화지방산섭취비율이 저조하였다. 미네랄 중 50대 이상 되는 여성에서 칼슘의 평균 섭취량이 한국인 영양섭취기준(KDRI)의 91.35%로 다소 낮았고 칼륨 섭취량은 모든 연령층에서 권장수준에 크게 미달되었다. 그러나 엽산 섭취량을 제외하고 대부분 비타민 섭취량은 권장수준을 초과하였다.

3. 연구대상자의 모발 내 평균 미네랄 함량에서 칼슘과 구리는 정상범위를

크게 초과하였으며, 반면 셀레늄 함량은 매우 낮아 대상자의 85.19%는 정상 범위보다 미달된 상태였다. 그 외 모발의 나트륨, 칼륨, 철 및 망간함량은 15% 이상의 대상자에서 정상수준에 미달되었다.

4. 모발의 나트륨, 크롬, 황 및 카드뮴 함량은 연령과 양의 상관성($p < 0.05$)을 보였으나, 모발의 아연함량은 연령과 음의 상관성($p < 0.05$)을 보여주었다. 모발의 나트륨, 칼륨, 크롬 및 카드뮴 함량은 BMI(Body Mass Index)와 양의 상관성이 있었다($p < 0.05$).

5. 연구대상자의 일부 미네랄 함량은 영양소 섭취량과 유의적인 상관성이 있었지만 각각의 미네랄 섭취량은 직접적으로 모발의 미네랄 함량에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

이상에서와 같이 성인여성의 일부 모발 미네랄 함량이 정상수준을 벗어나, 미네랄 영양의 불균형을 조절할 수 있는 영양중재방안이 필요하다고 사료된다. 또한 일부 모발 미네랄 함량은 연령, BMI 및 영양소 섭취량과 상관성이 있으므로, 향후 특정 목적에 따라 모발 미네랄 검사를 유용하게 활용할 수 있다는 가능성을 제시하였다. 하지만 모발 미네랄 검사를 통해 확인되는 미네랄 불균형 상태에 대한 적절한 영양중재방안의 제시에 앞서, 보다 충분한 이해를 위한 추후 연구가 선행되어야 할 것이다.

참고 문헌

- Abernethy JD (1979): Sodium and potassium in high blood pressure. *Food Technol* 33 (12) : 57-59
- Bae YK, Cho MS (2008): Analysis of hair tissue mineral contents according to body mass index. *The Korean Journal of Food and Nutrition* 21 (2) : 256-262
- Bartali B, Frongillo EA, Bandinelli S, Lauretani F, Semba RD, Fried LP, Ferrucci L (2006a): Low nutrient intake is an essential component of frailty in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 61 (6) : 589-593
- Bartali B, Semba RD, Frongillo EA, Varadhan R, Ricks MO, Blaum CS, Ferrucci L, Guralnik JM, Fried LP (2006b): Low micronutrient levels as a predictor of incident disability in older women. *Arch Intern Med* 166 (17) : 2335-2340
- Batzevich VA(1995): Hair trace element analysis in human ecology studies. *Sci Total Environ* 164 : 89-98

Bunker V, Hinks LJ, Lawson MS, Clyton BE (1984): Assessment of zinc and copper status of healthy elderly people using metabolic balance studies and measurement of leucocyte concentrations. *Am J Clin Nutr* 40 (5) : 343

Cambell JD (2001): Life style, minerals and health. *Med Hypotheses* 57 (5) : 521-531

Cho HH, Jung IC, Jung JE, Choi SK, Kim SY, Kim MR, Lim YT, Kim EJ, Kim JH (2008): Clinical symptom of premenstrual syndrome in Korean women according to tissue mineral concentration. *Korean Journal of Obstetrics and Gynecology* 51 (1) : 60-67

Cho HH, Jung JE, Lee JY, Kim MR, Lew YO, Lim YT, Kim EJ, Kim JH (2007a): Characteristics of dietary pattern and tissue mineral in premenstrual syndrome patients. *Korean Journal of Obstetrics and Gynecology* 50 (4) : 666-672

Cho HH, Jung JE, Jung IC, Kim MJ, Kim SY, Hwang SJ, Kim MR, Kim JH, Kim JH (2007b). Influences of Hormone therapy to tissue mineral concentration and quality of life in menopausal women.

Journal of The Korean Society of Menopause 13 (3) :
209–217

Cho YI (2003): Implementation of medical information system for Korean by tissue mineral analysis. *Journal of Korean Multimedia Society* 6 (1) : 148–160

Choi HM, Kim JH, Lee JH, Kim CI, Song KH, Jang KJ, Min HS, Lim KS, Byun KW, Song ES, Yeo YJ, Lee HM, Kim KW, Kim HS, Kim CI, Yoon EY, Kim HA, Kim HS, Kim YH & Ku JO (2006): *21century Nutrition*, third edition, p.294–382. Kyomunsa, Seoul. Republic of Korea.

Combs DK, Goodrich RD, Meiske JC (1982): Mineral concentrations in hair as indicator of mineral status: a review. *J Anim Sci* 54 (2) : 391–398

Corica F, Corsonello A, Ientile R, Cucinotta D, Benedetto AD, Perticone F, Dominguez LJ, Barbagallo M (2006): Serum ionized magnesium levels in relation to metabolic syndrome in type 3 diabetic patients. *J Am Coll Nutr* 25 (3) : 210–215

- Dean AB, Darrell H, David Q, Karen U (2001): Trace elements analysis in hair: factors determining accuracy, precision, and reliability. *Altern Med Rev* 6 (5) : 472–481
- Gentile PS, Trentalange MJ, Coleman M (1981): The relationship of hair zinc concentrations to height, weight, age, and sex in the normal population. *Pediatric Res* 15 (2) : 123–127
- Gonzalez–Munoz MJ, Pena A, Meseguer I (2008): Monitoring heavy metal contents in food and hair in a sample of young Spanish subjects. *Food Chem Toxicol* 46 (9) : 3048–3052
- Howerde ES (1999): Laboratory tests for the assessment of nutritional status. p.299–477, second edition, *CRC Press LLC, New York, USA*.
- Kim HJ, Yang SY, Lee IH(2002): A study on the contents of heavy metals in hairs by sex and coloring. *J. Korean Society for Hygienic Sciences* 8 (2) : 67–74
- Kim HS (1996): Toxic metal and mineral balance in human hair. *The Journal of Institute of Global Environment* 7 : 186–198

- Kim MH, Choi MK, Jun YS, Cho HK, Sung CJ (2007): Relation among hair mineral contents, nutrient intakes and clinical symptoms of male middle school students in urban and local area. *Korean Journal of Community Nutrition* 12 (2): 133-141
- Klevay LM, Bistran BR, Fleming CR, Neumann CG (1987): Hair analysis in clinical and experimental medicine. *Am J Clin Nutr* 46 (2) : 233-236
- Kong MH, Park SB, Kim KM, Kim BT, Joo NS, Lee TY, Choi SH (2007): Calcium and magnesium levels of hair tissue and insulin sensitivity. *Journal of Korean Society for the Study of Obesity* 16 (3) : 111-115
- Lee EJ, Kim SM (2005): The association of hair Zinc with metabolic risk factors for selected women in Korea. *Journal of Korean Society for the Study of Obesity* 14(3): 170-177.
- Lee IH (2002): A study on heavy metals in hairs of residents in Daegu city. *J. Korean Society for Hygienic Sciences* 8 (2) : 51-57
- Lee SJ (2006): The relationship of hair tissue mineral and heart rate

variability. *Master's thesis, Keimyng University Medical Graduate School, Daegu. Republic of Korea*

Lee SM (2003): A study on the heavy metal contents in black-tailed gulls *Larus crassirostris* in relation to the growth stage at Hong islet. *Master's thesis, Kyunghee University Graduate School, Seoul. Republic of Korea*

Luque-Diaz MJ, Dean-Guelbenzu M, Culebras-Poza JM (1982): Changes in the metabolism of iron, copper and zinc in obesity. *Rev Esp Fisiol* 38(Suppl) : 155-158

Marshall WJ (2008): Nutritional assessment: its role in the provision of nutritional support. *J Clin Pathol* 61 (10) : 1083-1088

Martin-Moreno JM, Boyle P, Gorgojo L, Maisonneuve P, Fernandez-Rodriguez JC, Salvini S, Willett WC (1993): Development and validation of a food frequency questionnaire in Spain. *Int J Epidemiol* 22 (3) : 512-519

Miekeley N, de Fortes Carvalho LM, Portoda Silveira CL, Lima MB (2001): Elemental anomalies in hair as indicator of

endocrinologic pathologies and deficiencies in calcium and bone metabolism. *J Trace Elem Med Biol* 15 (1) : 46–55

Pellegrini N, Salvatore S, Valtuena S, Bedogni G, Porrini M, Pala V, Del Rio D, Sieri S, Miglio C, Krogh V, Zavaroni I, Brighenti F(2007): Development and validation of a food frequency questionnaire for the assessment of dietary total antioxidant capacity. *J Nutr* 137 : 93–98

Pinheiro MC, Muller RC, Sarkis JE, Vieira JL, Oikawa T, Gomes MS, Guimaraes GA, Nascimento JL, Silveira LC (2005): Mercury and selenium concentrations in hair samples of women in fertile age from Amazon riverside communities. *Science of the Total Environment* 349(1–3) : 284–288

Park HS, Shin KO (2004): Hair zinc and lead: relationship to nutrient intake and height and body weight in Korean preschool children. *The Korean Journal of Nutrition* 37(3) : 193–201

Resnick LM (1992): Cellular ions in hypertension, insulin resistance, obesity, and diabetes: a unifying theme. *J Am Soc Nephrol* 3 : S78–85

- Seo HS, Jang SY, Choi JY, Lee SN, Lee KR (2005): The Association of hair tissue magnesium level with obesity related variables. *Journal of Korean Society for the Study of Obesity* 14 (1) : 22–28
- Shin HT, Song JC, Lee JS, Lee KH (2004): The correlation between HTMA (Hair Tissue Mineral Analysis) results and obese degree. *Journal of Korean Oriental Association for Study of Obesity* 4 (1 : 67–80
- Skalnaya MG, Demidov VA(2007): Hair trace element contents in women with obesity and type 2 diabetes. *J Trace Elem Med Biol* 21 : 59–61
- Swanson CA, Mansourian R, Dirren H, Rapin CH (1988): Zinc status of healthy elderly adults: response to supplementation. *Am J Clin Nutr* 48 (2) : 343–349
- Smit Vanderkooy PD, Gibson RS (1987): Food consumption patterns of Canadian preschool children in relation to zinc and growth status. *Am J Clin Nutr* 45 (3) : 609–616
- TEI (2001): Human tissue mineral analysis outcome (Trace Elements.

Inc, Dallas, TX, USA). www.teikorea.com. Accessed on 2003.

Teegarden D(2003): Calcium intake and reduction in weight or fat mass. *J Nutr* 133 : 249S–251S

The Korean Nutrition Society (2005): *Dietary Reference Intakes*. The Korean Nutrition Society, Seoul. Republic of Korea

ABSTRACT

Association between Hair Minerals and Age, BMI and Nutrient Intakes among Korean Female Adults

Hong, Se Ra

Department of Food & Nutrition

Graduate School

Sungshin Women's University

This study was performed to investigate the association between hair mineral levels and nutrient intakes, age, and BMI in female adults who visited a woman's clinic located in Seoul. Dietary intakes were assessed by food frequency questionnaire and mineral levels were measured in collected hairs, and the relationship between these were examined. The average daily nutrient intakes of subjects were compared to those of the KDRI, and the energy intake status was fair. The average intake of calcium in women of 50 years and over was 91.35% of KDRI and the potassium intake was greatly below the recommended levels in all age groups. In the average hair mineral contents in subjects, calcium and copper exceeded far more than the reference range while selenium was very low with 85.19% of subjects being lower than the reference value. In addition, the concentrations

of sodium, potassium, iron, and manganese in the hair were below the reference ranges in over 15% of subjects. The concentrations of sodium, chromium, sulfur, and cadmium in the hair showed positive correlations ($p < 0.05$) with age, but the hair zinc level showed a negative correlation ($p < 0.05$) with age. The concentrations of sodium, potassium, chromium, and cadmium in the hair showed positive correlations ($p < 0.05$) with BMI. Some mineral levels in subjects of this study showed significant correlations with nutrient intakes, but it seems that the hair mineral content is not directly influenced by each mineral intake. As described above, some hair mineral levels in female adults were deviated from the normal range, and it is considered that nutritional intervention to control the imbalance of mineral nutrition is required. Also, as some correlations were shown between hair mineral levels and age, BMI, and nutrient intakes, the possibility of utilizing hair mineral analysis for specific purposes in the future is suggested.