



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](#)

의학 석사학위 논문

모발 미네랄 검사를 통해 살펴본  
갑상선 호르몬과 미량 미네랄의 연관성

아주대학교 대학원

의학과 / 의학전공

권정대

모발 미네랄 검사를 통해 살펴본  
갑상선 호르몬과 미량 미네랄의 연관성

지도교수 박 셋 별

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함.

2009 년 2 월

아주대학교 대학원

의학과 / 의학전공

권정대

권정대의 의학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 박 셋 별 인

심사위원 임 신 영 인

심사위원 김 혜 진 인

아 주 대 학 교 대 학 원

2008년 12월 22일

## 모발 미네랄 검사를 통해 살펴본 갑상선 호르몬과 미량 미네랄의 연관성

**배경:** 갑상선 질환은 비교적 흔한 질환으로 현재 혈청학적인 진단 방법을 사용하고 있다. 그러나 질병에서는 혈청학적 검사가 유용하지만 증상만 나타나는 경우에는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 모발 미네랄 검사를 통해 체내 미량 미네랄들과 갑상선 호르몬의 상관관계를 알아보려고 하였다.

**방법:** 2003년부터 2006년까지 경기도 일개 대학병원 건강 검진 센터를 방문한 성인 수진자 336명을 연구 대상으로 하였다. 정형화된 설문지를 통해 나이, 흡연력, 음주력, 운동 정도 그리고 경제적 여건을 조사하였으며 키(m)와 체중(kg)은 신체 계측기를 이용하여 측정하였다. 갑상선 검사는 갑상선 자극 호르몬(TSH)와 유리 타이로신(fT4)을 혈장에서 표본을 채취하여 검사 하였으며 모발 미네랄 검사를 시행하여 미네랄의 양을 분석하였다. 연구 분석은 갑상선 질환이 없고, 갑상선 기능이 정상인 314명을 대상으로 하였다.

**결과:** 연구 대상자는 남자 206명(65.6%), 여자 108명(34.4%)이었으며 갑상선 자극 호르몬과 유리 타이로신의 평균과 표준 편차는 각각  $1.81 \pm 0.97$  uIU/mL와  $1.30 \pm 0.19$  ng/dL이었다. 모발 미네랄 검사를 통한 미량 미네랄의 양은 칼슘(Ca)  $97.6 \pm 65.2$  mg%, 마그네슘(Mg)  $7.05 \pm 5.28$  mg%으로 나타났다. 갑상선 호르몬과 미량 미네랄의 상관관계를 살펴본 결과 칼슘과 마그네슘이 유리 타이로신과는 나이, 체중, 신장, 체질량지수를 보정 후에도 통계적 유의한 음의 상관관계(Ca;  $r = -0.204$ ,  $P < 0.001$ , Mg;  $r = -0.169$ ,  $P = 0.003$ )를 보였다. 아연은 갑상선 자극 호르몬과 유의한 음의 상관관계( $r = -0.091$ ,  $P = -0.041$ )를 보였다. 선형 회귀분석을 통해 살펴본 결과 칼슘과 마그네슘이 유리 타이로신과 유의한 음의 상관관계(Ca;  $r^2 = 0.042$ ,  $P < 0.001$ , Mg;  $r^2 = 0.029$ ,  $P = 0.003$ )를 보였다.

**결론:** 정상 갑상선 기능을 지니고 있는 수검자를 대상으로 유리 타이로신과 모

발 내 칼슘과 마그네슘의 농도가 음의 상관관계를 보였으며, 나이 등을 보정 후에도 통계적 유의성을 보였다. 그러나 앞으로 혈중 미네랄과 모발 미량 미네랄 간의 갑상선 호르몬에 대한 비교 연구와 미네랄의 투여에 따른 갑상선 기능의 변화에 대한 추후 연구가 필요하겠다.

---

**핵심어:** 갑상선 자극 호르몬(TSH), 유리 타이로신(fT4), 미량 미네랄, 모발 미네랄 검사

# 차 례

국문 요약 .....	i
차례 .....	iii
그림 차례 .....	iv
표 차례 .....	v
I. 서론 .....	1
II. 연구대상 및 방법 .....	3
A. 연구대상 .....	3
B. 연구방법 .....	4
C. 통계처리 .....	6
III. 결과 .....	7
IV. 고찰 .....	13
V. 결론 .....	17
참고문헌 .....	18
ABSTRACT .....	22

## 그림 차례

Fig. 1. The relationship between calcium, magnesium in hair analysis and Free thyroxine 4 (fT4) in serum .....	12
---	----



## 표 차 례

Table 1. General characteristics of the study subjects .....	9
Table 2. Thyroid hormone and essential mineral concentrations in the study subjects .....	10
Table 3. The relationship between thyroid hormones and essential minerals .....	11

## I. 서론

갑상선 질환은 흔한 내분기계의 질환으로 국내에서도 비교적 흔한 질환에 속한다. 갑상선을 평가하는 방법은 지난 수십 년간에 걸쳐 발전을 하여 왔으며 기술의 발달로 0.01mU/L까지 측정 가능해진 갑상선 자극 호르몬(TSH)이 혈중 갑상선 호르몬의 생리적 효과를 나타내 주는 가장 예민하고 특이한 지표로 여겨지고 있다. 또한 유리 타이로신(fT4)의 측정으로 갑상선 호르몬 결합 단백질과는 무관하게 직접적으로 활성도를 파악할 수 있게 되었다. 이에 따라 건강검진 등 정상인의 갑상선 기능의 선별검사는 물론 갑상선 질환의 역학을 조사하는데 갑상선 자극 호르몬과 유리 타이로신을 같이 측정하는 것이 가장 적절한 방법으로 알려져 있다(Helfand. 등, 1998).

최근 의학은 질병이 아니면 정상이라는 이분법적 시각에서 벗어나 질병이 아니면서 증상이 일어나는 상황을 알아내고 이를 극복하려는 움직임이 보이고 있다(한국인의 평생 건강관리, 2006). 현재 병·의원에서 널리 쓰이는 혈액을 통한 갑상선 기능 검사들은 질병에 관한 중요한 정보를 알려주지만 때로는 증상은 나타나지만 검사상 유의할 만한 수치를 보이지 않는 것을 임상적으로 많이 경험할 수 있다. 이는 혈액이 항상성이 유지되는 단순한 이동 매체이기 때문으로 혈액 검사가 가지는 제한점이기도 하다.

인간이 섭취하는 음식물은 체내에 섭취되어 에너지로 이용되는 칼로리 영양소인 탄수화물, 단백질 및 지방과 칼로리 영양소의 대사를 조절하는 기능 영양소로 구성되어 있다. 이러한 기능 영양소에는 미량 미네랄과 비타민이 포함되어 있는데 현대인들의 경우 상대적으로 기능 영양소가 부족하여 에너지 생성에 문제가 되는 것으로 생각되고 있다(박용우 등, 2005). 기능 영양소의 하나인 미량 미네랄은 갑상선의 대사에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 갑상선 기능과 관련된 미량 미네랄은 요오드, 인, 칼슘, 구리, 마그네슘, 칼륨, 나트륨 등이 대표적이며, 미량 미네랄 외에 갑상선과 관련된 비타민으로는 비타민 A, B<sub>6</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>12</sub>, C, D등이 알려져 있다. 이들은 주로 갑상선에서 호르몬을 합성하는데 필요한 조

효소로써 작용하거나 그 기능에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Watts, 1989). 그러나 임상적으로 사용되는 혈청학적 검사는 증상이 있음에도 불구하고 갑상선 호르몬이나 미량 미네랄의 이상을 찾지 못하는 경우가 있다. 이러한 검사 방법의 문제점에 대해 모발 미네랄 검사가 하나의 대안으로 제시되고 있다(오한진, 2003). 모발 미네랄 검사는 일정기간(약 3개월) 자란 모발을 채취하여 미량 원소에 포함되어진 미네랄의 변화를 확인함으로써 신체의 변화 패턴을 확인하고 질병으로 진행되기 전의 변화를 감지하여 건강한 상태로의 회복을 도울 수 있는 진단의 한 도구이다(Suzuki 등 1968). 그러나 현재까지 갑상선의 기능과 미량 미네랄 연관성에 대한 관한 연구는 미미한 실정으로 대사과정이나 작용 등에 대해서는 명확하게 밝혀져 있지 않다(Leung 등, 1998).

본 연구는 모발 미네랄 검사를 통해 살펴본 체내 미량 미네랄들과 혈청에서 검사한 갑상선 호르몬에 대해 조사하고 양측이 통계학적으로 어떠한 관련성을 가지는지 확인하여 갑상선 기능의 진단 및 영양 요법의 기초 자료로 활용하고자 하였다.

## II. 대상 및 방법

### A. 연구 대상

2003년부터 2006년까지 경기도 일개 대학병원 건강 검진 센터를 방문한 수검자들을 대상으로 표본을 추출하였다. 먼저 상기 기간 동안 건강 검진을 받은 환자 중 만 20세 이상의 성인 남녀를 대상으로 표본을 수집하였다. 이중 갑상선 기능검사와 모발 미네랄 검사를 동시에 받은 수검자는 336명이었다. 상기 대상자들 중에서 갑상선 질환으로 갑상선 호르몬 제제를 투여 받는 갑상선 기능 저하 환자 1명과 갑상선 자극 호르몬과 유리 타이로신의 정상 참고치(TSH 0.35-5.50 uIU/mL, fT4 0.8-1.76 ng/dL) 범위를 벗어난 21명을 제외하였다. 이를 통해 본 연구 분석은 314명을 대상으로 하였다.

## B. 연구 방법

정형화된 설문지를 통해 나이, 흡연력, 음주력, 운동 정도 그리고 경제적 여건을 조사하였다. 현재 흡연하는 사람을 '현재 흡연군', 과거에 흡연을 하였으나 금연 후 1개월 이상 경과된 사람을 '과거 흡연군', 한 번도 흡연하지 않았거나 100개 이하의 흡연을 했던 사람은 '비흡연군'으로 분류하고 하루 흡연량 및 흡연 기간을 기록하도록 하였다. 음주 여부도 마찬가지로 '현재 음주자'와 과거에는 술을 마셨으나 최소 1개월 이상 금주한 경우에는 '과거 음주자'로 그리고 한 번도 술을 마시지 않았거나 10병 이하의 음주를 한 경우에는 '비 음주자'로 구분하였으며 1주일 평균 음주 횟수와 1회 음주시 술의 종류 및 양을 조사하였다. 운동량은 주당 운동하는 날수를 조사하였으며 규칙적인 운동 여부와 운동량, 그리고 운동 시간을 조사하였다. 경제적 여건은 본인이 주관적으로 느끼는 본인의 경제사정을 '여유 있다', '그저 그렇다', '압박 받는다' 3가지로 구분하여 조사하였다.

키(m)와 체중(kg)은 신발을 벗고 가벼운 가운을 입은 상태에서 신체 계측기(Fanics, S. Korea)를 이용하여 측정하였다. 갑상선 기능 검사는 갑상선 자극 호르몬(TSH)과 유리 타이로신(fT4)을 혈장에서 채취하여 방사선 동위원소를 호르몬에 부착 후 감마선 검출법(RIA-MAT280, Byk-Sangtec, Germany)을 이용하여 검사하였다. 갑상선 자극 호르몬의 참고치는 0.35-5.50 uIU/mL, 갑상선 유리 호르몬은 0.8-1.76 ng/dL이다.

모발 미네랄 검사는 약 2주간 염색제 및 과마를 시행하지 않고 채취 전 48시간 이내에 세척제를 사용한 세척을 피하도록 하였다. 모발은 주로 후두부와 목덜미에서 두피에 가까운 약 5cm 이내의 모발을 건조 중량으로 약 150mg 이상을 채취하여 한국 TEI(Trace Elements, inc)에 검사를 의뢰하였다. 이 모발은 검사소에서 탈 이온수로 2회 세척하여 3mm이하의 길이로 잘게 자른 후 금속 측정용 질산과 함께 시험관에 넣어 마이크로파 오븐(CEM Mars 5 Plus Microwave Digestion Apparatus, CEM corporation, Matthew, NC, USA)을 이용하여 가열 분해하였다. 분해된 표본을 냉각하고 탈 이온수로 희석하여 유도 결합 플라즈마

질량 분석기(Sciex Elan 6100, Perkin-Elmer corporation, Foster, CA, USA)를 이용하여 포함된 미네랄의 양을 분석하였다(Miekeley. 등, 2001). 분석된 미네랄은 mg% 단위로 보고하였다.

### C. 통계 처리

통계는 프로그램 SPSS 11.5를 사용하였다. 기본 특성에 대하여 그 수와 평균 또는 백분율을 구하였으며, 연구 대상자들이 가진 갑상선 호르몬과 미네랄의 평가를 위해 평균 및 표준편차를 구하였다. 그리고 갑상선 자극 호르몬과 유리 타이로신을 각각 모발내 함유된 미량 미네랄과 상관분석을 하였으며 나이, 체중, 신장, 체질량지수, 흡연 여부, 음주 여부, 경제 사정 및 운동 여부를 보정한 후 편상관분석을 시행하여 유의성을 살펴보았다. 그리고 선형 회기분석을 통하여 갑상선 자극 호르몬과 유리 타이로신에 대한 미량 미네랄의 상관관계를 알아보았다. 본 연구에서 통계적 유의성은  $P < 0.05$ 로 하였다.

### III. 결 과

#### A. 연구 대상자의 일반적 특징

연구 대상자는 314명으로 남자 206명(65.6%), 여자 108명(34.4%)이었으며 평균 나이는  $46.6 \pm 9.2$ 세였다. 평균 신장은  $164.9 \pm 8.3$  cm, 평균 체중은  $66.5 \pm 12.2$  kg이었으며 이를 통해 구한 평균 체질량 지수는  $24.2 \pm 3.3$  kg/m<sup>2</sup>이었다. 흡연자는 71명(24.2%), 비흡연자는 104명(35.5%)이었고, 음주자는 14명(4.8%)인 반면 비음주자는 181명(62.2%)로 조사되었다. 운동량은 주당 2회 이하의 운동을 하는 사람들이 58명(35.6%)으로 조사되었다. 마지막으로 경제적 사정에서 '압박감을 느낀다'고 대답한 사람은 10명(3.8%)이었으며, '여유가 있다'라고 대답한 사람은 111명(41.7%)이었다(Table 1).

#### B. 연구 대상자들의 갑상선 호르몬과 모발내 미량 미네랄의 양

혈장 검사를 통한 갑상선 자극 호르몬과 유리 타이로신의 평균과 표준 편차는 각각  $1.81 \pm 0.97$  uIU/mL와  $1.30 \pm 0.19$  ng/dL로 나타났다. 모발 미네랄 검사를 통한 미량 미네랄 양의 평균과 표준 편차는 칼슘(Ca)  $97.6 \pm 65.2$  mg%, 마그네슘(Mg)  $7.05 \pm 5.28$  mg%, 나트륨(Na)  $20.6 \pm 22.4$  mg%, 칼륨(K)  $11.6 \pm 13.8$  mg%, 셀레늄(Se)  $0.075 \pm 0.187$  mg%으로 나타났다. 또한 각 미량 미네랄 간의 상호 작용을 고려하여 미네랄간의 비율을 구하였으며 칼슘과 인의 비율(Ca/P)  $6.9 \pm 4.79$ , 나트륨과 칼륨의 비율(Na/K)  $2.6 \pm 2.51$ 으로 나타났다(Table 2).

#### C. 갑상선 호르몬과 모발내 미량 미네랄과의 상관 관계

갑상선 호르몬과 미량 미네랄의 상관관계를 살펴본 결과 칼슘과 마그네슘이 유리 타이로신과는 음의 상관관계(Ca; 상관계수 =  $-0.204$ ,  $P < 0.001$ , Mg; 상관계수 =  $-0.169$ ,  $P = 0.003$ )를 보였으며, 나이, 체중, 신장, 체질량지수, 흡연 여부, 음주 여부, 경제 사정 및 운동 여부를 보정 후에도 통계적 유의성을 보였다. 그러나 갑상선 자극 호르몬과는 유의한 양의 상관관계를 보이지는 않았다. 아연은



갑상선 자극 호르몬과 음의 상관관계(상관계수= -0.091,  $P= 0.041$ )를 보였다. 유리 타이로신과 음의 상관관계를 보였던 칼슘과 마그네슘 그리고 아연을 선형 회귀 분석을 통해 살펴본 결과 칼슘과 마그네슘이 유리 타이로신과 음의 상관관계 (Ca;  $r^2= 0.042$ ,  $P< 0.001$ , Mg;  $r^2= 0.029$ ,  $P= 0.003$ )를 보였다. 그러나 갑상선 자극호르몬과 음의 상관관계를 보였던 아연은 선형 회귀분석상 유의한 상관관계를 나타내지 않았다(Table 3, Fig. 1).

**Table 1. General characteristics of the study subjects**

Variables		Mean	± SD
Age(years)		46.6	± 9.2
Weight (kg)		66.5	± 12.2
Height (cm)		164.9	± 8.3
BMI (kg/m <sup>2</sup> )		24.2	± 3.3
		N	( % )
Sex	male	206	(65.6)
	female	108	(34.4)
Smoking	non smoker <sup>†</sup>	104	(35.5)
	past smoker <sup>‡</sup>	118	(40.3)
	smoker <sup>§</sup>	71	(24.2)
Alcohol	not drink <sup>  </sup>	181	(62.2)
	past drink <sup>¶</sup>	96	(33.0)
	drinking <sup>**</sup>	14	(4.8)
Excercise	0 or 2day per week	58	(35.6)
	3-4day per week	56	(34.4)
	5-7day per week	49	(30.0)
Economy	not good	10	(3.8)
	fair	145	(54.5)
	good	111	(41.7)

BMI; body mass index, SD; Standard Deviation, † never; people who had never smoked. ‡ past; people who had smoked but stopped smoking. § current; people who are smoking. || not drinking; people who had never drink of alcoholic beverage. ¶ past drinking; people who had drinking of alcoholic beverage but stopped. \*\* drinking; people who are drinking of alcoholic beverage.

**Table 2. Thyroid hormone and hair essential mineral concentrations in the study subjects**

	Mean ± SD	Minimum	Maximum
TSH (uIU/mL)	1.81 ± 0.97	0.40	5.35
fT4 (ng/dL)	1.30 ± 0.19	0.83	1.74
Ca (mg%)	97.6 ± 65.2	18.0	325.0
Mg (mg%)	7.05 ± 5.28	1.10	30.60
Na (mg%)	20.6 ± 22.4	1.0	144.0
K (mg%)	11.6 ± 13.8	1.0	132.0
Zn (mg%)	16.2 ± 4.3	7.0	40.0
Mn (mg%)	0.034 ± 0.065	0.003	0.733
Se (mg%)	0.075 ± 0.187	0.01	3.37
Hg (mg%)	0.20 ± 0.14	0.03	0.92
Ca/P	6.9 ± 4.79	1.29	32.22
Na/K	2.6 ± 2.51	0.21	28.00
Ca/K	29.7 ± 44.68	0.23	313.00

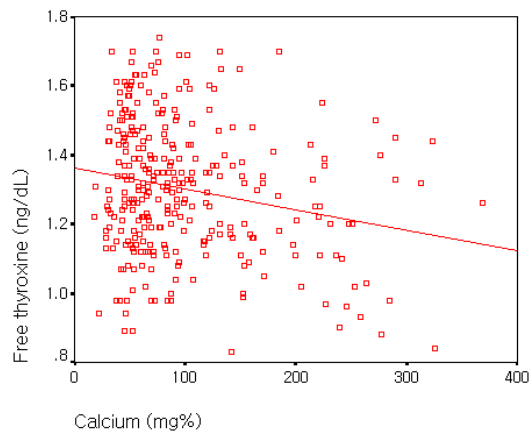
SD; Standard Deviation, TSH: Thyroid-stimulating hormone, fT4: Free thyroxine, Ca: Calcium, Mg: Magnesium, Na: Sodium, K: Potassium, Zn: Zinc, Mn: Manganese, Se: Selenium, Hg: Mercury.

**Table 3. The relationship between thyroid hormones and essential minerals.**

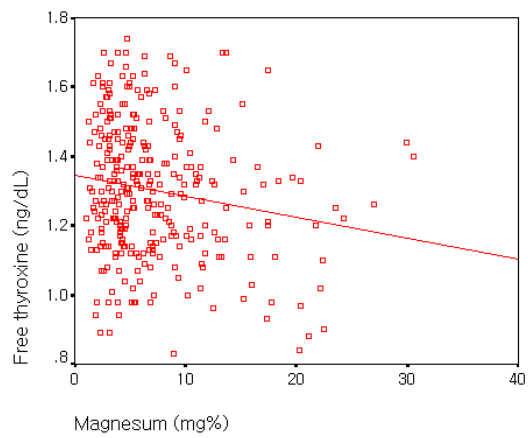
	TSH			fT4		
	Pearson Correlation	$P^*$	$P^\dagger$	Pearson Correlation	$P^*$	$P^\dagger$
Ca	0.084	0.138	0.560	-0.204	<0.001	0.006
Mg	0.086	0.130	0.584	-0.169	0.003	0.041
Na	-0.005	0.926	0.713	0.016	0.780	0.704
K	-0.035	0.538	0.603	-0.012	0.826	0.549
Zn	-0.091	0.107	0.041	-0.054	0.339	0.629
Mn	0.092	0.105	0.353	-0.075	0.183	0.490
Se	-0.013	0.820	0.906	0.002	0.974	0.910
Hg	-0.062	0.275	0.568	0.023	0.683	0.612
Ca/P	0.074	0.190	0.660	-0.162	0.004	0.051
Na/K	0.062	0.277	0.318	0.017	0.760	0.649
Ca/K	0.068	0.023	0.479	-0.087	0.124	0.444

\*  $P$  values were before adjustment.  $\dagger P$  values were after adjustment by age, weight, height, BMI, smoking, alcohol, economy state and frequencies of exercise. TSH: Thyroid-stimulating hormone, fT4: Free thyroxine, Ca: Calcium, Mg: Magnesium, Na: Sodium, K: Potassium, Zn: Zinc, Mn: Manganese, Se: Selenium, Hg: Mercury.

A.



B.



**Fig 1.** The relationship between calcium and magnesium in hair analysis and Free thyroxine(fT4) in serum. A.  $r^2= 0.042$ ,  $P < 0.001$ , B.  $r^2= 0.029$ ,  $P= 0.003$ .

## IV. 고찰

최근 들어 미량 미네랄의 불균형에 의해 내분비계뿐만 아니라 심혈관계, 소화기계, 근골격계, 면역계 등에 질환이 발생한다고 알려지면서 체내에서 미네랄의 역할이 재평가되고 있으며(Delves 등, 1985) 이에 대한 연구도 활발히 진행 중이다. 대표적으로 내분비계와 관련이 있다고 알려진 미량 미네랄들은 칼슘, 마그네슘, 구리, 아연, 셀레늄 등이다(Ricahrd 등, 1997). 내분비계에 작용하는 미량 미네랄들은 호르몬들처럼 상승작용과 길항작용을 통해 그 기능을 수행하는데 각각의 미네랄간에 상관관계를 살펴보면 칼슘은 마그네슘, 인, 구리, 나트륨, 칼륨, 셀레늄과 관련이 있고, 마그네슘은 칼슘, 칼륨, 아연, 망간, 인, 크롬과 관련이 있다. 또한 나트륨은 칼륨, 셀레늄, 칼슘, 코발트, 철과 관련이 있으며 칼륨은 나트륨, 마그네슘, 망간, 아연, 인, 철과 관계를 맺고 상호작용을 한다(Watts, 1990).

갑상선에서도 미량 미네랄이 호르몬 합성과 대사에 관계를 맺고 있는데 현재 알려진 미량 미네랄은 대표적인 요오드를 비롯해 인, 칼슘, 구리, 마그네슘, 칼륨, 나트륨, 크롬 그리고 납 등이다(Watts, 1989). 이 중 갑상선의 활성화와 관계된 미량 미네랄은 대표적으로 인, 나트륨, 칼륨 등이며 억제와 관련된 것은 칼슘과 마그네슘으로 알려져 있다. 이러한 사실들을 살펴볼 때 미량 미네랄이 갑상선 기능을 유지하는데 중요한 작용을 하고 있으며, 이를 바탕으로 미량 미네랄을 보충함으로써 갑상선 기능에 도움을 주려는 연구도 있었으나 단순한 미량 미네랄의 보충으로는 갑상선의 기능의 감소를 막지는 못한다는 연구 결과도 있다(Giovanni, 2000).

마그네슘은 스트레스와 식이 그리고 치료 등의 영향을 받으며 다른 미량 미네랄 중에서는 칼슘과 관계가 깊다(Watts, 1988). 갑상선의 활성이 증가되면 갑상선 내에서 산화인산화가 증가하게 되는데 이때 마그네슘의 소요량이 증가하게 된다(Prasad 등, 1961). 또한 갑상선 호르몬은 마그네슘의 세포외액에서 세포내로의 이동을 촉진시키기도 한다. 따라서 낮은 마그네슘 혈증이 갑상선 기능 항진증에서 종종 관찰된다(Jones 등, 1966). 본 연구에서는 모발내 마그네슘 농도와

혈중 유리 타이로신 사이에 음의 상관관계가 보였다. 이는 위의 연구와 같은 결과로 갑상선 호르몬이 증가하면서 혈중 마그네슘이 세포내액으로 이동이 촉진되어 혈중 마그네슘의 농도가 감소하고 혈중으로부터 마그네슘을 받아 축적하지 못하여 모발내 마그네슘이 적어진 것으로 보인다.

칼슘과 비타민 D는 갑상선 활성을 억제시키며 서로 상승작용을 하는 것으로 알려져 있으며, 종종 갑상선 기능 저하증 환자에서 칼슘과 비타민 D의 대사 증가를 보여주고 있다(Lowe 등 1962). 이러한 칼슘의 갑상선 억제능력에 대한 자세한 연구는 아직 부족하지만 칼슘과 마그네슘과의 관련성은 여러 연구에서 관찰할 수 있다. 칼슘은 마그네슘의 흡수와 대사 능력을 억제하는 것으로 알려져 있다(Malaisse 등, 1970). 이때 미네랄의 절대량보다는 조직내 비율이 중요하다고 여겨지고 있으며 조직 미네랄 검사에서는 4:1 이상의 비율을 가지고 상호 균형을 이루고 있다고 알려져 있다. 본 연구에서는 칼슘이 유리 타이로신과 음의 상관관계를 보여주고 있으며 이는 상기 연구들과 일치하는 결과로 갑상선 호르몬에 대한 칼슘의 억제 역할을 보여주는 것으로 추정할 수 있다.

셀레늄 역시 갑상선 호르몬 농도와 여러 생체 조건에 따라 영향을 받는 미량 미네랄로서 체내에서 항산화 작용에 중요한 역할을 한다고 알려져 있다(Fisher 등, 1996). 세포내 셀레늄은 갑상선 조직에서 호르몬을 생성할 때 발생하는 유리 산화기에 대항하기 위한 갑상선 세포의 방어기전의 일환으로 이용되고 있다. 일부 연구에서 셀레늄의 부족이 말초에서 T4의 변환이 감소하는 것과 연관이 있다고 했다. 따라서 갑상선 조직에서는 셀레늄의 필요성이 높아 조직 검사상 갑상선 세포내 셀레늄 농도가 타 조직에 비해 높다(Giray 등, 2001). 또한 일부 연구에서는 갑상선 자극 호르몬과 셀레늄이 음의 상관관계를 가지고 있다는 보고(Hagmar 등, 1996)도 있다. 그리고 셀레늄의 혈중 농도는 갑상선과 비슷하게 나이가 들어감에 따라 감소하는 것으로 알려져 있다(Morley 등, 1986). 셀레늄과 요오드의 결핍은 갑상선 용적의 증가를 유도하며 이는 최종적으로 둘 다 부족한 상태에 있을 경우 유의하게 갑상선 자극 호르몬의 증가를 야기할 수 있으며 갑상선종의 유병률을 높였다(Aydin 등, 2002). 요오드는 갑상선 호르몬을

만드는데 중요한 물질로 정상 갑상선 기능에 필요한 물질이다(Harrison's Endocrinology, 2006). 그러나 과량 공급시 갑상선 기능을 억제하는 것으로 알려져 있다(Yang, 2002). 중국에서 높은 농도의 요오드가 존재하는 지역에 갑상선종과 갑상선 증독증의 유병률이 높은 것으로 확인되었다(Weiping Teng, 2006). 그러나 본 연구에서는 모발내 셀레늄과 요오드는 갑상선 호르몬과 상관관계를 보여주지 않았다.

아연은 갑상선자극호르몬 분비호르몬(Thyrotropin-releasing hormone ;TRH)에 의해 삼옥화 타이로닌(Triiodothyronine; T3)이 분비될 때 결합할 단백질을 합성하는데 필요하다(Miyamoto 등 1991; McConnell, 1975). 일부 연구에서는 갑상선 기능 저하증 환자에서 아연의 혈중 농도가 낮게 측정되었다. 그러나 다른 연구에서는 아연과 갑상선 호르몬의 농도는 직접적으로 관련이 없다고 하였다(Olivieri 등 1996). 본 연구에서는 아연은 갑상선 자극호르몬과 음의 상관관계를 보였으며 이는 아연이 유리 타이로신보다 삼옥화 타이로닌과 관련성이 있어 유리 타이로신보다는 갑상선 자극 호르몬과 음의 상관관계를 보인 것으로 추정할 수 있다.

조직 미네랄 검사에서 갑상선 기능 저하증은 칼슘과 인의 비율(Ca/P; 2.63), 칼슘과 칼륨의 비율(Ca/K; 4.2), 칼슘과 마그네슘의 비율(Ca/Mg; 7.1) 등이 교란될 때 나타날 수 있다고 보고하였다(Henkin, 1976). 이러한 비율은 갑상선 기능 항진증에서 역전 현상을 보인다. 갑상선 기능 항진증에서 조직 미네랄 검사 결과는 칼슘과 인의 비율(Ca/P)이 2.63보다 감소하며(Harden. 등, 1964), 이는 갑상선 호르몬 증가에 따라 칼슘과 마그네슘의 배출이 증가하고 인의 배출이 되지 않아 발생된다(Malamos. 등, 1969). 이런 현상은 갑상선과 부갑상선의 길항작용에 따른 것이다. 본 연구에서는 칼슘과 인의 비율이 유리 타이로신과 음의 상관관계를 보였으며 이는 앞의 연구 결과와 일치하는 것이다. 그러나 이를 나이, 체중, 키, 체질량지수로 보정한 후에는 통계적 유의성을 나타내지 못하였다.

본 연구는 몇가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 연구 대상자들은 일개 지역 대학병원에서 선발되어 전체 인구 집단을 대변한다고 보기 어렵다. 둘째, 혈



액에서의 미량 미네랄 함량을 측정하지 못해 모발 내 미량 미네랄 함량과 비교하지 못하였다. 셋째, 모발 채취시 염색이나 퍼머를 한 대상자를 피하고 비누나 샴푸로 인한 오염을 최소화하였으나 완벽히 통제하였다고 할 수 없어 미량 미네랄 측정시 오차가 발생할 수 있었다. 마지막으로 본 연구는 단면연구로써 모발 내 미량 미네랄과 갑상선 호르몬과의 인과관계 분석이 어렵다.

이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 갑상선 대사에 이용되는 칼슘과 마그네슘 등 미량 미네랄에서 갑상선 자극 호르몬과 유리 타이로신과의 상관관계를 확인할 수 있었다. 그러나 미네랄과 갑상선 호르몬간의 상호 작용에 대한 인관관계를 입증할 수는 없어 혈중 미네랄과 모발 내 미량 미네랄 간의 갑상선 호르몬에 대한 비교 연구 및 미네랄의 투여에 따른 갑상선 기능의 변화에 대한 추후 연구가 필요하다고 판단된다.

## V 결 론

정상 갑상선 기능을 지니고 있는 수검자를 대상으로 유리 타이로신과 모발 내 칼슘과 마그네슘의 농도가 음의 상관관계를 보였으며, 나이 등을 보정 후에도 통계적 유의성을 보였다. 그러나 앞으로 혈중 미네랄과 모발 미량 미네랄 간의 갑상선 호르몬에 대한 비교 연구와 미네랄의 투여에 따른 갑상선 기능의 변화에 대한 추후 연구가 필요하겠다.

## 참고 문헌

1. 대한 가정의학회. 개정판 한국인의 평생 건강관리, 서울; 계축문화사, pp5-15, 2003
2. 박용우, 박민선, 박현아, 성은주, 여에스더, 유선미, 미성희, 정구명, 조비룡, 황환석: 진료실에 꼭 필요한 영양치료 가이드, 한미의학, pp10-59, 2005
3. 오한진: 모발 검사의 허와 실. *가정의학회지* 24 : 781-785, 2003
4. Aydin K, Kendirci M, Kurtoglu S, Karakucuk EI, Kiris A: Iodine and selenium deficiency in school-children in an endemic goiter area in Turkey. *J Pediatr Endocrinol Metab* 15: 1027-1031, 2002
5. David L: Nutritional interrelationships minerals, vitamins, endocrines. *J Orthomolecular Med* 5 : 11-19, 1990
6. David L: The nutritional relationships of magnesium. *J Orthomolecular Med* 3 : 197-201, 1988
7. David L: The nutritional relationships of thyroid. *J Orthomolecular Med* 4 : 165-169, 1989
8. Delves HT: Assessment of trace element status. *J Clin Endo Metab* 14 : 725-760, 1985
9. Fisher DA: Physiological variations in thyroid hormones: physiological and pathophysiological considerations. *Clin Chem* 42 : 135-139, 1996
10. Giovanni R, Paola F, Faiola M, Barbara N, Loredana P, Lucia S, Domenico C, Giancarlo C: Blood Micronutrient and Thyroid Hormone Concentrations in the Oldest-Old, *J Clin Endo Metab* 85 : 2260-2265, 2000

11. Giray B, Hincal F, Tezic T, Okten A, Gedik Y: Status of selenium and antioxidant enzymes of goitrous children is lower than healthy controls and nongoitrous children with high iodine deficiency. *Biol Trace Elem Res* 82 : 35-52, 2001
12. Hagmar L, Perrson-Moschos M, Akesson B, Schutz A: Plasma levels of selenium, selenoprotein P and glutathione peroxidase and their correlations to fish intake and serum levels of thyrotropin and thyroid hormones: a study on Latvian fish consumers. *Eur J Clin Nutr* 52 : 796-800, 1998
13. Harden R, Harrison MT, Alexander WD, Nordin BE: Phosphate excretion and parathyroid function in thyrotoxicosis, . *Endocrinal* 28 : 281-288, 1964
14. Helfand M, Redfern CC: Clinical guideline, part 2. Screening for thyroid disease: an update. *Ann Intern Med* 129 : 144-158, 1998
15. Henkin RI: Trace metals in endocrinology, *Med Clin N Am* 60 : 779-797, 1976
16. Jones JE, Desper PC, Shane SR, Flink EB: Magnesium metabolism in hyperthyroidism and hypothyroidism. *J Clin Invest* 45 : 891-900, 1966
17. Leung PL, Huang HM: Following the recovery of naso-pharyngeal cancer patients by trace elements in hair using statistical pattern recognition methods., *Biol Trace Elem Res* 62 : 235-253, 1998
18. Lowe Ce, Bird ED, Tomas WC: Hypercalcemia in myxedema. *Clin Endocrinol Metabol* 22 : 261-267, 1962
19. Malaisse WJ, Brisson G, Malaisse-Lagae F: The stimulus-secretion coupling of glucose induced insulin release. *J Lab Clin Med* 76 : 895-901, 1970

20. Malamos B, Sfikakis P, Pandos P: The renal handling of phosphate in thyroid disease. *J Endocrinol* 45 : 269-273, 1969
21. McConnell RJ, Menendez CE, Smith FR, Henkin RI, Rivlin RS: Defects of taste and smell in patients with hypothyroidism. *Am J Med* 59 : 354-364, 1975
22. Miekeley N, de Fortes Carvalho LM, Porto da Silveira CL, Lima MB: Elemental Anomalies in Hair as Indicators of Endocrinologic Pathologies and Deficiencies in Calcium and Bone Metabolism. *J Trace Elem Med Biol* 15 : 46-55, 2005
23. Miyamoto T, Sakurai A, DeGroot LJ: Effect of zinc and other divalent metals on deoxyribonucleic acid binding and hormone-binding activity of human alpha-1 thyroid hormone receptor expressed in Escherichia coli. *Endocrinology* 129 : 3027-3033, 1991
24. Morley JE: Nutritional status of the elderly. *Am J Med* 81 : 679-695, 1986
25. Olivieri O, Girelli D, Stanzial AM, Rossi L, Bassi A, Corrocher R: Selenium, zinc, and thyroid hormones in healthy subjects: low T3/T4 ratio in the elderly is related to impaired selenium status. *Biol Trace Elem Res* 51 : 31-41, 1996
26. Prasad AS, Flink EB, McCollister R: Ultrafiltration studies on serum magnesium in normal and diseased states. *J Lab Clin Med* 54 : 533-541, 1961.
27. Ricahrd A, Nanzheng C, Noella A, Marilyn M, Nanping C, Jiaming C: Elevated intakes of supplemental chromium improve glucose and insulin variables in individuals with thype 2 diabetes. *Diabetes* 46 : 1786-1791, 1997

28. Suzuki T, Hongo T, Yamamoto R: Hair mercury levels of Japanese women during the period 1881 to 1968. *J Appl Toxicol* 4 : 101-104, 1984
29. Tinsley R: Harrison's Endocrinology, McGraw-Hill Company, pp73-74, 2006
30. Volker F, Ulrich S, Josef K, Ralf P: Selenium and goiter prevalence in borderline iodine sufficiency. *Eur J Endocrinol* 155 : 807-812, 2006
31. Weiping T, Yang F, Teng W, Shan Z, Guan H, Li Y, Jin Y, Hu F, Shi X, Tong Y, Chen W, Yuan B, Wang Z, Cui B, Yang S: Effect of Iodine Intake on Thyroid Diseases in China. *N Engl J Med* 354 : 2783-2793, 2006
32. Yang F, Teng W, Shan Z, Guan H, Li Y, Jin Y, Hu F, Shi X, Tong Y, Chen W, Yuan B, Wang Z, Cui B, Yang S: Epidemiological survey on the relationship between different iodine intakes and the prevalence of hyperthyroidism. *Eur J Endocrinol* 146 : 613-618, 2002

- ABSTRACT -

## The Relationship Between Thyroid Hormones and Essential minerals by Hair Mineral Analysis.

Jeong Dai Kwon

Department of Medical Sciences  
The Graduate School, Ajou University

(Supervised by Associate Professor Sat Byul Park)

**Background:** Thyroid disease is a common entity, for which a serological diagnosis is made at the present. A serological test is useful in making a diagnosis of thyroid disease in cases in which a disease is present, although it reveals the limitations in those in which only the symptoms are present. Given the above background, we attempted to examine the correlation between the trace minerals in the body and thyroid hormones using a hair mineral analysis. **Methods:** This study was conducted in 336 adult patients who visited a health promotion center of a university hospital in Kyounggi Province, Korea between 2003 and 2006. Using a standardized questionnaire, such factors as age, smoking history, drinking history and economic status were evaluated. Height(m) and weight(kg) were measured on physical examination. Thyroid function test was performed by extracting the blood samples, containing thyroid-stimulating hormone(TSH) and free thyroxine(fT4), from the plasma. The amount of trace amount was analyzed with the use of a hair mineral test. The current analysis enrolled 314

subjects who were destitute of thyroid diseases and whose thyroid function was normal. **Results:** Our patients consisted of 206 men(65.6%) and 108 women(34.4%), in whom mean( $\pm$ SD: standard deviation) values of TSH and fT4 levels were  $1.81\pm 0.97$  uIU/mL and  $1.30\pm 0.19$  ng/dL, respectively. The amount of trace minerals was obtained from a hair mineral test; this showed [Ca]=  $97.6\pm 65.2$  mg% and [Mg]=  $7.05\pm 5.28$  mg%. A correlation between the thyroid hormones and trace minerals was also assessed. This showed that [Ca] and [Mg] had a statistically negative correlation with the concentration(Ca;  $r = -0.204$ ,  $P < 0.001$ , Mg;  $r = -0.169$ ,  $P = 0.003$ ) of serum fT4 even following the adjustment of such factors as age, weight and body mass index. [Zn] had a statistically negative correlation( $r = -0.091$ ,  $P = -0.041$ ) with the concentration of serum TSH. A linear regression analysis was also performed and this showed that [Ca] and [Mg] had a statistically negative correlation(Ca;  $r^2 = 0.042$ ,  $P < 0.001$ , Mg;  $r^2 = 0.029$ ,  $P = 0.003$ ) with the concentration of serum fT4. **Conclusions:** In our series, [Ca] and [Mg] had a statistically negative correlation with the concentration of serum fT4. These results reached a statistical significance even after such factors as age were adjusted. Henceforth, however, further comparative studies are warranted to examine the correlations between serum minerals, hair minerals and thyroid hormones and to examine the effect of mineral in take on the thyroid function.

---

**Key words:** Thyroid-stimulating hormone, Free thyroxine, Essential mineral, Hair analysis