

모발미네랄분석결과와 비만도의 상관성

신현택 · 송재철 · 이재성 · 이경희

가로세로한의원

The Correlation between HTMA(Hair Tissue Mineral Analysis) Results and Obese Degree

Hyun-Taeg Shin, O.M.D., Jae-Cheol Song, O.M.D., Jae-Sung Lee, O.M.D., Kyung-Hee Lee, O.M.D.

Garosero Clinic of Oriental Medicine

Objectives : Obesity is a growing epidemic with subsequent health consequences leading not only to reduced quality of life but also to increased medical costs. Recently nutritional balances are emphasized in the field of obesity, and especially maintaining proper equilibriums of minerals. The correlation of minerals obtained from the method of HTMA(Hair Tissue Mineral Analysis) with obese degree has not been studied in Korea yet. We studied any significant difference of mineral concentrations and components according to the obese degree.

Methods : 78 subjects were analyzed who visited Garosero clinic of oriental medicine to lose their weight from June to November 2004. We used BMI(Body Mass Index), PBF(Percent Body Fat), WHR(Waist-Hip Ratio) and abdominal circumference obtained by bio-electrical impedance analysis as an obese degree. And we analyzed correlation with mineral concentrations and ratios obtained from HTMA.

Results & Conclusion :

1. Na, K, Zn, Se had significant correlation with obese degree in case of nutritional minerals from HTMA. Especially, K had high significance.
2. Toxic minerals from HTMA had no significance with obese degree.
3. Rb had significant correlation with obese degree in case of additional minerals from HTMA.
4. Among important ratios from HTMA, Na/K had significant correlation with obese degree, but Ca/K had correlation except PBF, and Na/Mg had correlation except WHR.
5. Among toxic ratios from HTMA, Se/Hg had significant correlation with obese degree, but S/Hg had correlation except BMI.
6. Na, K, Zn, Rb, Na/K, Ca/K had significant differences between obesity groups classified by BMI. Ob II group had significant difference from NW group in cases of K, Zn, Rb, Na/K, and Ob II group had significant difference from OW group in case of Ca/K.

Key words : Obesity, HTMA, Mineral, BMI, PBF, Correlation

I. 서 론

비만 환자의 전세계적인 증가추세와 비만과 관

련된 수많은 합병증, 그리고 그것과 관련된 사망률의 증가, 삶의 질 저하 등¹⁾을 고려할 때 비만은 반드시 해결해야할 과제가 분명하다. 비만의 평

■ 교신저자 : 신현택, 경기도 성남시 분당구 수내동 19-3 대덕프라자 3층 가로세로한의원
(031)715-2530, diet-shin@hanmail.net

가방법과 치료지침 등에 대해서는 어느 정도 체계화²⁾되어 있는 상태이지만, 여전히 비만 환자의 유병률은 증가추세이며 이는 우리나라의 경우에 있어서도 예외는 아니다^{3,5)}.

비만을 비롯한 당뇨, 동맥경화, 치매 등의 여러 만성 퇴행성 질환이 장기간의 잘못된 생활습관에 원인을 두고 있으며 이를 예방하기 위해서 균형있는 영양섭취가 중요하고, 특히 미량 영양소로 불리는 비타민과 미네랄의 충분한 섭취가 강조되고 있다⁶⁾. 최근 모발조직을 특수한 방법으로 분석하여 모발내 미네랄의 균형 및 과부족을 확인하고 그 결과에 따라 보충제를 처방하는 모발조직 미네랄검사 클리닉이 소개되고 있으며 임상에서 점차 활용도가 높아져 가고 있는 추세이다⁷⁾.

비만 임상에 있어 영양과 대사라는 측면은 매우 중요하고 치료 경과에 많은 영향을 미칠 수 있으므로 영양 섭취에 대한 객관적인 자료는 비만 임상에 있어서 중요한 가치를 가질 수 있다. 이에 저자들은 모발미네랄검사를 통한 특정 미네랄의 과부족 및 불균형이 비만도와 상관성을 가지는지에 대해서 알아보고 이를 통해 모발미네랄검사가 비만 임상에 있어서 진단적 가치를 가질 수 있을지에 대해 알아보하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

2004년 6월부터 11월까지 가로세로한의원 분당 병원과 강남병원에 비만을 주소로 내원한 자들 중 비만도 검사와 모발미네랄검사(Hair Tissue Mineral Analysis, HTMA)를 시행한 78명(남자 9명, 여자 69명)을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

1) 비만도 검사

신장은 간이신장계로, 체중 및 체지방률은 생물학적 전기저항 측정법⁸⁾을 이용한 체성분 분석기(Inbody 4.0 (주)Biospace, Seoul, KOREA)를 이용하여 측정하였다. 비만도는 체질량지수(Body Mass Index, BMI(kg/m²))로 평가하되 세계보건기구 서태평양지역에서 제시한 아시아-태평양 비만 치료지침⁹⁾에 따라 18.5미만은 저체중, 18.5이상 23미만은 정상, 23이상 25미만은 과체중, 25이상 30미만은 1단계비만, 그리고 30이상은 2단계비만으로 판정하였다.

2) 모발검사

(1) 대상자의 선택

검사에 미치는 내부 및 외부 환경의 영향을 최소화하기 위하여 두피에 염증이 없고, 탈색, 염색, 퍼머를 시행받은지 최소 8주가 지난 자들을 대상으로 하였고, 최근 3개월 이상 약물을 복용해온 자, zinc pyrithione과 같은 특수성분이 함유된 샴푸를 사용하는 자, 그리고 수영장에 다니고 있는 자들은 연구대상에 포함시키지 않았다.

(2) 검체 채취

청결한 스테인레스 가위로 후두부 모발의 기시부에서 5cm 길이까지의 모발을 최소 150mg이상 가급적 충분한 양을 채취하였다.

(3) 모발 중 미네랄의 정량 분석 및 비율분석

채취된 모발은 Trace Elements, Inc.(Dallas, TX, U.S.A.)에 의뢰하여 정량 분석하였다. Calcium (Ca), magnesium(Mg), sodium(Na), potassium (K), copper(Cu), zinc(Zn), phosphorus(P), iron

(Fe), manganese(Mn), chromium(Cr), selenium(Se), boron(B), cobalt(Co), molybdenum(Mo), sulfur(S) 등의 15가지 영양 미네랄과 antimony(Sb), uranium(U), arsenic(As), beryllium(Be), mercury(Hg), cadmium(Cd), lead(Pb), aluminum(Al) 등의 8가지 독성 미네랄, germanium(Ge), barium(Ba), bismuth(Bi), rubidium(Rb), lithium(Li), nickel(Ni), platinum(Pt), thallium(Tl), vanadium(V), strontium(Sr), tin(Sn), titanium(Ti), tungsten(W), zirconium(Zr) 등의 기타 미네랄 14종을 포함하여 총 37종의 미네랄에 대하여 성분 및 함량분석을 실시하였고 영양미네랄 중 Ca/P, Na/K, Ca/K, Zn/Cu, Na/Mg, Ca/Mg, Fe/Cu 등 주요 영양 미네랄의 비율을 분석하였으며, Ca/Pb, Fe/Pb, Fe/Hg, Se/Hg, Zn/Cd, Zn/Hg, S/Hg, S/Cd, S/Pb 등 영양미네랄과 독성 미네랄의 비율을 분석하였다.

검사과정을 약술하면 채취된 모발을 탈이온수로 2회 세척하고, 3mm 이하의 길이로 절단한 후 전자 천평으로 무게를 달고 금속 측정용 질산과 함께 시험관에 넣어 마이크로파 오븐(CEM Mars 5 Plus Microwave Digestion apparatus, CEM corporation, Matthews, NC, U.S.A.)을 사용하여 2단계의 가열 과정을 거쳐 분해하였고, 분해된 표본을 탈이온수로 희석하여 유도 결합 플라즈마 질량 분석기(Sciex Elan 6100, Perkin-Elmer corporation, Foster, CA, U.S.A.)를 사용하여 미네랄의 함량을 측정하였다¹⁰⁾.

3) 자료분석

자료분석은 SPSS for Windows(ver 11.0)를 이용하였고, 연구 대상자의 특성은 기술통계를 사용하였다. 영양미네랄과 독성미네랄, 기타미

네랄의 정량분석결과와 비만도와와의 상관성을 나이와 성별의 교란요인을 배제한 편상관분석(Partial Correlations)을 실시하였으며, 분석결과 유의성이 있다고 판단된 결과는 비만도 정도에 따른 집단별로 유의한 차이를 보이는가에 대해서 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 사용하고 사후분석(Post Hoc)은 Scheffe test로 하였다. 통계적 유의도는 $p < 0.05$ 를 기준으로 하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연구대상자 분석

본 연구의 대상자는 총 78명(남자 9명, 여자 69명)으로 평균 연령은 29.37 ± 10.48 세(남자 25.44 ± 10.45 세, 여자 29.88 ± 10.48 세)였다. 체질량지수는 $26.69 \pm 4.43 \text{ kg/m}^2$ (남자 $30.24 \pm 5.18 \text{ kg/m}^2$, 여자 $26.23 \pm 4.16 \text{ kg/m}^2$)이었고, 체지방률은 $35.70 \pm 5.21\%$ (남자 $33.16 \pm 3.44\%$, 여자 $36.03 \pm 5.34\%$)였다. 요부-둔부둘레비율(Waist-Hip ratio, WHR)은 0.90 ± 0.07 (남자 0.96 ± 0.06 , 여자 0.89 ± 0.07)이었고, 복부둘레(Abdominal circumference, AC)는 $91.17 \pm 12.84 \text{ cm}$ (남자 $102.04 \pm 15.65 \text{ cm}$, 여자 $89.75 \pm 11.84 \text{ cm}$)이었다(Table I).

전체 대상자 중 체질량지수 18.5미만의 저체중군은 해당자가 없었으며, 체질량지수 18.5이상 23미만의 정상체중군은 19명(남자 0, 여자 19명), 체질량지수 23이상 25미만의 과체중군은 10명(남자 2명, 여자 8명), 체질량지수 25이상 30미만의 1단계비만군은 34명(남자 3명, 여자 31명), 체질량지수 30이상의 2단계비만군은 15명(남자 4명, 여자 11명)이었다(Table II).

Table I. Characteristics of the Study Subjects

| | Male(n=9) | Female(n=69) | Total(n=78) |
|------|--------------|--------------|-------------|
| Age* | 25.44±10.45 | 29.88±10.48 | 29.37±10.48 |
| PBF* | 33.16±3.44 | 36.03±5.34 | 35.70±5.21 |
| WHR* | 0.96±0.06 | 0.89±0.07 | 0.90±0.07 |
| AC* | 102.04±15.65 | 89.75±11.84 | 91.17±12.84 |
| BMI* | 30.24±5.18 | 26.23±4.16 | 26.69±4.43 |

* : Values are mean±standard deviations

PBF : Percent Bodt Fat(%)

WHR : Waist-Hip ratio

AC : Abdominal circumference(cm)

BMI : Body Mass Index(kg/m²)

Table II. Classification of Subjects by BMI

| | Male(n=9) | Female(n=69) | Total(n=78) |
|-------------|-----------|--------------|-------------|
| BMI<18.5 | 0 | 0 | 0 |
| 18.5≤BMI<23 | 0 | 19 | 19 |
| 23≤BMI<25 | 2 | 8 | 10 |
| 25≤BMI<30 | 3 | 31 | 34 |
| BMI≥30 | 4 | 11 | 15 |

BMI : Body Mass Index(kg/m²)

2. 영양미네랄과 비만도의 상관분석

영양미네랄인 Calcium(Ca), magnesium(Mg), sodium(Na), potassium(K), copper(Cu), zinc(Zn), phosphorus(P), iron(Fe), manganese(Mn), chromium(Cr), selenium(Se), boron(B), cobalt

(Co), molybdenum(Mo), sulfur(S)와 체질량지수, 체지방률, 요부-둔부비, 복부둘레와의 상관성을 비교하였다. 연령과 성별을 통제한 편상관분석결과 나트륨과 칼륨, 아연, 셀레늄에서 유의성있는 결과를 보였다(Table III). 특히 칼륨은 상관성이 매우 높았다(p=0.001).

Table III. Correlation between Nutritional Minerals and Obese Degree

| | BMI | PBF | WHR | AC |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ca | -.921* | .756 | -.340 | -.332 |
| Mg | -.0013 | .1221 | .0456 | .0651 |
| Na | .2881(p=.012) | .2807(p=.014) | .3159(p=.005) | .2977(p=.009) |
| K | .3787(p=.001) | .3770(p=.001) | .4396(p=.000) | .3605(p=.001) |
| Cu | .0966 | .0585 | .0934 | .1344 |
| Zn | -.2807(p=.014) | -.3007(p=.008) | -.3482(p=.002) | -.2446(p=.033) |
| P | -.1210 | -.1526 | -.2000 | -.1177 |
| Fe | -.0221 | .1357 | .0722 | .0101 |
| Mn | .1134 | .1274 | .1346 | .1085 |
| Cr | .1075 | .0798 | .1410 | .0950 |
| Se | .2641(p=.021) | .2534(p=.027) | .2836(p=.013) | .2490(p=.030) |
| B | -.0492 | -.0943 | -.0821 | -.0298 |
| Co | -.0815 | -.0447 | -.0568 | -.0421 |
| Mo | .1445 | .1853 | .1664 | .0838 |
| S | -.2058 | -.1528 | -.1554 | -.2199 |

*r=partial correlation coefficient adjusted by age and sex

BMI : Body Mass Index

PBF : Percent Bodt Fat

WHR : Waist-Hip ratio

AC : Abdominal circumference

3. 독성미네랄과 비만도의 상관분석

독성 미네랄인 antimony(Sb), uranium(U), arsenic(As), beryllium(Be), mercury(Hg), cadmium (Cd), lead(Pb), aluminum(Al)과 채질량지수, 체

지방률, 요부-둔부비, 복부둘레와의 상관성을 비교하였다. 연령과 성별을 통제한 편상관분석결과 독성미네랄과 비만도는 유의한 상관성이 없었다 (Table IV).

Table IV. Correlation between Toxic Minerals and Obese Degree

| | BMI | PBF | WHR | AC |
|----|---------|--------|--------|--------|
| Sb | - | - | - | - |
| U | -.1393* | -.0953 | -.0921 | -.1777 |
| As | .1278 | .0288 | .1093 | .0971 |
| Be | -.1386 | -.1022 | -.1063 | -.1517 |
| Hg | -.2194 | -.2057 | -.2013 | -.2093 |
| Cd | -.1291 | .0710 | .0477 | -.1868 |
| Pb | -.0552 | .0994 | .1002 | -.0968 |
| Al | .0505 | .1323 | .1827 | .0090 |

*r=partial correlation coefficient adjusted by age and sex

BMI : Body Mass Index

PBF : Percent Bodt Fat

WHR : Waist-Hip ratio

AC : Abdominal circumference

4. 기타미네랄과 비만도의 상관분석

기타 미네랄인 germanium(Ge), barium(Ba), bismuth(Bi), rubidium(Rb), lithium(Li), nickel(Ni), platinum(Pt), thallium(Tl), vanadium(V), strontium(Sr), tin(Sn), titanium(Ti), tungsten(W), zirconium(Zr)과 체질량지수, 체지방률, 요부-둔부비, 복부둘레와의 상관성을 비교하였다. 연령과 성별을 통제한 편상관분석결과 루비듐에서 유의한 상관관계가 나타났다(Table V).

5. 주요 영양미네랄비율과 비만도의 상관분석

영양미네랄의 상호 비율 중 임상적 의의를 보이는 Ca/P, Na/K, Ca/K, Zn/Cu, Na/Mg, Ca/Mg, Fe/Cu의 비율과 체질량지수, 체지방률, 요부-둔부비, 복부둘레와의 상관성을 비교하였다. 연령과 성별을 통제한 편상관분석결과 Na/K에서 유의한 상관관계를 보였으며, Ca/K는 체질량지수, 요부-둔부비, 복부둘레와 상관관계를 보였고, Na/Mg는 체질량지수, 체지방률, 요부-둔부비와 유의한 상관관계를 보였다(Table VI).

Table V. Correlation between Additional Minerals and Obese Degree

| | BMI | PBF | WHR | AC |
|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Ge | .1334 | .0424 | .0874 | .1212 |
| Ba | -.1009 | -.0598 | -.0332 | -.1351 |
| Bi | -.0016 | .0645 | .0445 | .0229 |
| Rb | .3747(P=.001) | .3639(P=.001) | .4540(P=.000) | .3414(P=.003) |
| Li | .1252 | .0226 | .0614 | .0996 |
| Ni | -.0099 | .0692 | .0488 | .0226 |
| Pt | -.0609 | .0416 | .0009 | -.0394 |
| Tl | - | - | - | - |
| I | - | - | - | - |
| V | .1509 | .0620 | .1271 | .1204 |
| Sr | -.0315 | .1243 | .0351 | .0253 |
| Sn | -.0559 | .0222 | .0163 | -.0510 |
| Ti | -.1281 | -.0821 | -.1083 | -.1469 |
| W | -.0351 | -.0834 | -.0572 | -.0549 |
| Zr | .0208 | .0687 | .0196 | .0188 |

*r=partial correlation coefficient adjusted by age and sex

BMI : Body Mass Index

PBF : Percent Bodt Fat

WHR : Waist-Hip ratio

AC : Abdominal circumference

Table VI. Correlation between Significant Ratios of Nutritional Minerals and Obese Degree

| | BMI | PBF | WHR | AC |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ca/P | -.0574* | .1005 | .0008 | -.0012 |
| Na/K | -.2715(P=.018) | -.3409(P=.003) | -.3224(P=.005) | -.2520(P=.028) |
| Ca/K | -.2670(P=.020) | -.2024 | -.2652(P=.021) | -.2288(P=.047) |
| Zn/Cu | -.0860 | -.0949 | -.1091 | -.0617 |
| Na/Mg | -.2386(P=.038) | -.2393(P=.037) | -.3179(P=.005) | .1974 |
| Ca/Mg | -.1295 | -.0315 | -.0199 | -.2047 |
| Fe/Cu | -.0147 | .0915 | .0532 | .0137 |

*r=partial correlation coefficient adjusted by age and sex

BMI : Body Mass Index

PBF : Percent Bodt Fat

WHR : Waist-Hip ratio

AC : Abdominal circumference

6. 독성미네랄/영양미네랄 비율과 비만도의 상관분석

임상적인 의의를 가지는 독성미네랄과 영양미네랄의 비율인 Ca/Pb, Fe/Pb, Fe/Hg, Se/Hg, Zn/Cd, Zn/Hg, S/Hg, S/Cd, S/Pb과 체질량지

수, 체지방률, 요부-둔부비, 복부둘레와의 상관성을 비교하였다. 연령과 성별을 통제한 편상관 분석결과 Se/Hg에서 유의한 상관관계를 나타냈으며, S/Hg에서도 체질량지수를 제외한 나머지 항목에서 유의한 상관관계를 보였다(Table VII).

Table VII. Correlation between Toxic Ratios and Obese Degree

| | BMI | PBF | WHR | AC |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ca/Pb | -.1135* | .0381 | -.0703 | -.0476 |
| Fe/Pb | -.0487 | .0625 | -.0098 | .0020 |
| Fe/Hg | .1426 | .2344 | .1988 | .1768 |
| Se/Hg | -.2661(P=.020) | -.2570(P=.025) | -.2864(P=.012) | -.2513(P=.029) |
| Zn/Cd | -.0086 | -.0862 | -.1032 | .0542 |
| Zn/Hg | .0668 | .0773 | .0489 | .1020 |
| S/Hg | .2228 | -.2528(P=.028) | -.2347(P=.041) | -.2291(P=.046) |
| S/Cd | -.0691 | -.0893 | -.1123 | -.0227 |
| S/Pb | -.1306 | -.1617 | -.1936 | -.1023 |

*r=partial correlation coefficient adjusted by age and sex

BMI : Body Mass Index

PBF : Percent Bodt Fat

WHR : Waist-Hip ratio

AC : Abdominal circumference

7. 유의한 상관성이 있는 항목과 체질량지수에 따른 군별 비교

나이와 성별을 통제한 상태에서 실시한 편상관 분석 결과상 유의한 상관성을 보인 Na, K, Zn, Se, Rb, Na/K, Ca/K, Na/Mg, Se/Hg, S/Hg를 체질량지수에 따른 군별 비교를 한 결과 Na, K, Zn, Rb, Na/K, Ca/K에서 군별 차이가 유의성있게 관찰되었으며, 사후 검정 결과 K, Zn, Rb, Na/K는 2단계 비만군이 정상체중군에 비해서 특히 유의한 차이를 보였고, Ca/K는 2단계 비만군이 과체중군에 비해서 특히 유의한 차이를 보였다 (Table VIII).

IV. 고찰

미네랄은 체내에 미량 함유되어 있는 필수 영양소로서 하루 필요량이 100mg 이상인 영양미네랄인 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 칼륨, 황, 인, 염소와 하루 필요량이 100mg 이하인 미량 미네랄인 구리, 아연, 철, 망간, 크롬, 셀레늄, 붕소, 코발트, 몰리브덴 등과 인체에 해로운 중금속으로 독성미네랄인 안티몬, 우라늄, 비소, 베릴륨, 수은, 카드뮴, 납, 알루미늄 등으로 구성되며 그 역할은 전해질, 산과 염기의 균형, 세포내외액의 삼투평형 유지에 필요하며 뼈와 치아같은 견조직의 구조적 성분으

Table VIII. Comparison of Correlative items between BMI groups

| | BMI Groups | | | | | P* | Post Hoc** |
|-------|------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|-----------------|
| | UW (n=0) | NW (n=19) | OW (n=10) | Ob I (n=34) | Ob II (n=15) | | |
| Na | - | 10.000±10.6562 [†] | 7.500±11.2076 | 10.941±12.3410 | 19.400±11.4130 | .046 | NS |
| K | - | 7.316±8.9010 | 10.000±15.7833 | 11.471±11.9271 | 21.133±18.4192 | .027 | S ^{a)} |
| Zn | - | 18.000±5.1424 | 14.700±3.1287 | 16.676±6.0188 | 13.000±1.4639 | .023 | S ^{a)} |
| Se | - | .0795±.08079 | .0540±.01075 | .0581±.01651 | 1.5420±5.75085 | .247 | NS |
| Rb | - | .008832±.0114846 | .010000±.0143467 | .012135±.0125720 | .022340±.0176829 | .031 | S ^{a)} |
| Na/K | - | 2.5984±2.23148 | 1.4810±1.08349 | 1.4818±1.23401 | 1.1267±.61618 | .019 | S ^{a)} |
| Ca/K | - | 50.7405±60.11542 | 70.0420±54.67814 | 38.9197±55.36854 | 10.0007±12.76678 | .031 | S ^{a)} |
| Na/Mg | - | 2.8342±4.26011 | 2.4440±4.25433 | 3.1450±5.67861 | 5.5247±5.44507 | .369 | NS |
| Se/Hg | - | .716±.7042 | .470±.2058 | .715±.5472 | 30.367±115.1478 | .244 | NS |
| S/Hg | - | 37862.632±14761.3539 | 33530.200±15492.1224 | 44441.324±23576.4828 | 46028.667±20687.3998 | .315 | NS |

[†] Values are mean±standard deviations.

* One-way ANOVA test

** Scheffe test

NS : no significance

^{a)}significance between NW and Ob II

^{b)}significance between OW and Ob II

UW : Underweight(BMI<18.5)

NW : Normal weight(18.5≤BMI<23)

OW : Overweight(23≤BMI<25)

Ob I : Obesity class I (25≤BMI<30)

Ob II : Obesity class II(BMI≥30)

로서 기능을 하고 효소반응, 전자전달, 산소운반 과정에서의 구성요소나 보조인자로서 작용을 한다¹¹⁻¹⁴⁾.

이러한 미네랄은 각각 결핍이나 환경오염에 의한 중금속 중독과 같은 과량축적이 되는 경우 생화학적 생리적 작용에 따라 다양한 형태로 임상양상을 나타내게 된다. 최근에 들어와서 미네랄의 역할에 대해 재평가가 이루어지고 있으며 미네랄의 결핍이나 과축적 등의 불균형으로 심혈관계, 소화기계, 근골격계, 면역계, 내분비계의 질환이 발생할 수 있다는 사실이 널리 알려지고 있다¹⁵⁻²²⁾. 그러나 미네랄들은 단독으로 작용하기보다는 상호작용을 하고 단백질 대사나 탄수화물, 지방, 비타민 등의 대사와 관련이 있는 것으로 보고되고 있다^{12,15,23)}.

미네랄의 측정은 간이나 모발과 같은 신체 조직, 소변, 척수액 등의 체액, 세포 혹은 비세포분획, 혈장 단백질 등에서 함량을 측정하는 방법이 시행되고 있으며 각 원소마다 적용되는 방법과 가장 적합한 측정 방법은 다소 차이가 있다²⁴⁾.

이러한 검사 방법들 중의 하나인 모발미네랄검사(Hair Tissue Mineral Analysis, HTMA)는 고통없이 검체를 채취할 수 있고 저장이 간편하며, 여러 종류의 미네랄의 상태를 한꺼번에 파악하거나, 모발 생성 이래 미네랄 함량의 연대기적 변화를 파악할 수 있는 등의 장점이 있다²⁵⁾. 최근 임상

영양학적인 관점에서 주장되고 있는 이른바 "Health Energy Continuum"(Fig. 1.)의 관점에서 볼 때 비만은 물론 당뇨, 동맥경화, 고혈압, 고지혈증, 치매, 심혈관질환 등의 생활습관병들이 체내에서 최적의 에너지 상태에서 점차 에너지의 저하를 가져오면서 한계치 이하의 매우 낮은 상태로 떨어진 경우를 질병의 상태로 이해할 수 있으며, 이러한 에너지의 저하 과정에서 만성적인 영양불균형 특히 미네랄의 과부족 및 불균형이 중요한 원인이 되고 이런 문제들을 모발미네랄검사를 통해서 확인할 수 있는 것으로 설명되고 있다⁷⁾.

대표적인 생활습관병의 하나인 비만은 유병률이 급속히 증가하고 있는 질병이며 사망률 증가의 독립 위험인자이다²⁶⁾. 발달된 현대 문명 속에서 전반적인 신체 활동의 감소와 고열량식으로 인해 상대적인 에너지 섭취와 소비 부조화가 비만의 주요한 원인으로 밝혀지면서 식이와 관련된 많은 연구가 진행되고 있다²⁷⁻³¹⁾. 과거 비만 연구는 열량과 단백질, 지방, 탄수화물의 3대 영양소 섭취 수준에 관심을 가졌으나, 최근 비만군에서 열량의 섭취는 과다하나 미량 영양소는 권장량에 도달하지 못하여 영양불균형 상태를 초래하고 이것이 다른 이차적인 문제를 야기시킬 수 있다는 보고³²⁾와 비만환자의 칼슘, 구리, 아연의 영양상태가 정상체중인 대상자에 비해 저조하였다는 연구결과가 제시되면서^{1,31,33)}, 미량영양소인 미네랄과 비만 발생의 관련

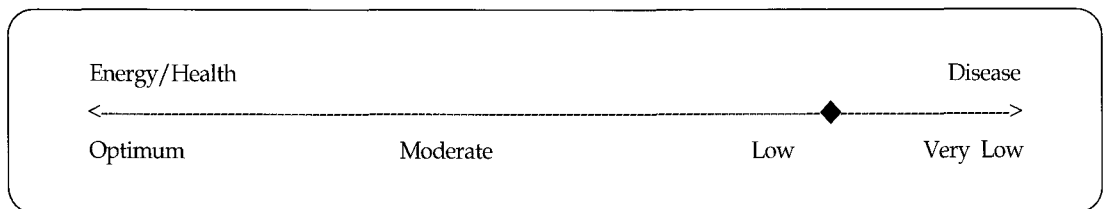


Fig. 1. Health/Energy Continuum

It shows that disease occurrence can be explained by energy status.

에 대한 관심이 높아져가고 있다.

본 연구는 모발미네랄검사를 이용하여 체내 미네랄과 중금속의 양을 정량분석하고 중요 영양 미네랄 상호간의 비율과 중금속과 영양미네랄의 상호비율을 확인하고 그 결과가 비만도간의 상관관계를 가지는가를 보고자 하였다.

검사에 미치는 내부 및 외부 환경의 영향을 최소화하기 위하여 두피에 염증이 없고, 탈색, 염색, 퍼머를 시행받은지 최소 8주가 지난 자들을 대상으로 하였고, 최근 3개월 이상 약물을 복용해온 자, zinc pyrithione과 같은 특수성분이 함유된 샴푸를 사용하는 자, 그리고 수영장에 다니고 있는 자들은 연구대상에 포함시키지 않았다. 청결한 스테인레스 가위로 후두부 모발의 기시부에서 5cm 길이까지의 모발을 최소 150mg이상 가급적 충분한 양을 채취하였다¹⁰⁾. 채취된 모발은 Trace Ele-

ments, Inc.(Dallas, TX, U.S.A.)에 의뢰되어 분석 결과(Fig. 2)를 얻었다.

영양미네랄로 분류되는 Calcium(Ca), magnesium(Mg), sodium(Na), potassium(K), copper(Cu), zinc(Zn), phosphorus(P), iron(Fe), manganese(Mn), chromium(Cr), selenium(Se), boron(B), cobalt(Co), molybdenum(Mo), sulfur(S) 15종의 정량분석 결과와 비만도 평가의 기준이 되는 체질량지수, 체지방률, 요부-둔부비, 복부둘레와의 상관성을 비교하였다. 상관분석은 연령에 따른 체내 미네랄 감소량과 성별에 따른 체질량지수의 영향 등을 고려하여 연령과 성별을 통제한 편상관분석을 실시하였다. 검사결과상 정상 범위의 참고치가 있으나 이는 미국인을 기준으로 한 것이기 때문에³⁴⁾ 본 연구에서는 정량분석결과만을 가지고 상관분석을 시행하였다. 분석결과 Na, K, Zn, Se이 유의한

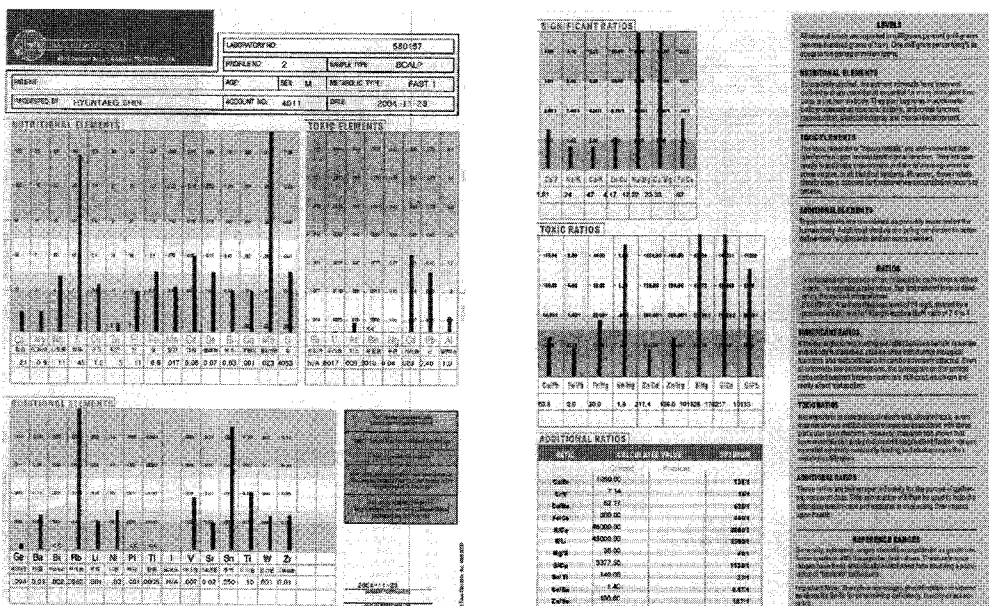


Figure. 2. Result paper of HTMA. Front page shows quantities of nutritional minerals, toxic minerals and additional minerals, backward page shows significant ratios in nutritional minerals and toxic ratios between toxic minerals and nutritional minerals.

상관 관계를 보였는데, Na, K, Se이 모발내 존재량이 많을수록 비만도가 높았으며, Zn의 경우는 적을수록 비만도가 높은 것으로 나타났다. 특히 K 존재량은 비만도와 상관성이 매우 높게 나타났다.

독성미네랄로 분류되는 antimony(Sb), uranium(U), arsenic(As), beryllium(Be), mercury(Hg), cadmium(Cd), lead(Pb), aluminum(Al) 8종의 정량분석 결과는 비만도와 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

기타 미네랄로 분류되는 germanium(Ge), barium(Ba), bismuth(Bi), rubidium(Rb), lithium(Li), nickel(Ni), platinum(Pt), thallium(Tl), vanadium(V), strontium(Sr), tin(Sn), titanium(Ti), tungsten(W), zirconium(Zr) 14종의 정량분석결과와 비만도와의 상관분석결과 Rb에서 유의한 상관관계가 나타났는데, Rb의 모발내 존재량이 많아질수록 비만도가 높아지는 것으로 나타났다.

영양미네랄의 상호 비율 중 임상적 의의를 보이는 Ca/P, Na/K, Ca/K, Zn/Cu, Na/Mg, Ca/Mg, Fe/Cu의 비율과 비만도와의 상관분석에서는 Na/K, Ca/K, Na/Mg에서 유의한 상관관계를 보였는데, Ca/K는 체지방률, 요부 - 둔부비, 복부둘레와 상관관계를 보였지만 체지방률과는 유의한 상관관계가 나타나지 않았고, Na/Mg는 체지방률, 체지방률, 요부 - 둔부비와 유의한 상관관계를 보였지만 복부둘레와는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. Na/K과 Ca/K 모두에서 작아질수록 비만도가 높아지는 것으로 나타났으며, Na/Mg는 커질수록 비만도가 높아지는 것으로 나타났다.

임상적인 의의를 가지는 독성미네랄과 영양미네랄의 비율인 Ca/Pb, Fe/Pb, Fe/Hg, Se/Hg, Zn/Cd, Zn/Hg, S/Hg, S/Cd, S/Pb과 비만도와의 상관분석에서는 Se/Hg, S/Hg에서 유의한 상관관계를 나타냈으며, S/Hg은 체지방률, 요부 - 둔부비, 복부둘레에서 유의한 상관관계를 보였지만 체

지방률과와는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 두 경우 모두에서 높아질수록 비만도가 높아지는 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 유의한 상관관계를 보였던 Na, K, Zn, Se, Rb, Na/K, Ca/K, Na/Mg, Se/Hg, S/Hg를 체지방률에 따른 군별 비교를 한 결과 Na, K, Zn, Rb, Na/K, Ca/K에서 군별 차이가 유의성있게 관찰되었으며, 독성미네랄과 영양미네랄 비율인 Se/Hg, S/Hg는 유의성이 나타나지 않았다. 사후 검정 결과 K, Zn, Rb, Na/K는 2단계 비만군이 특히 정상체중군에 비해서 특히 유의한 차이를 보였고, Ca/K는 2단계 비만군이 과체중군에 비해서 특히 유의한 차이를 보인 것으로 나타났다. 즉, 군별 차이를 보인 Na, K, Zn, Rb, Na/K, Ca/K 모두에서 비만도가 높은 군이 그렇지 않은 경우에 비해서 확실한 차이를 보이는 것으로 이해할 수 있다.

모발미네랄검사의 임상적 의의에 대해서는 아직까지도 논란의 여지가 많은 상태이므로^{10,22,34)}, 이상의 결과를 특정 미네랄의 불균형이 비만을 일으킨다거나 악화시킨다는 해석을 하기에는 무리가 따른다. 그러나, 비비만군에 비해서 확실한 차이를 보였던 특정 미네랄과 비율에 대해서는 향후 많은 임상적인 연구를 통해서 비만 유발 관련성에 대한 심도 있는 관찰이 필요할 것으로 여겨진다.

또한, 모발미네랄검사를 통해 확인된 미네랄 불균형 상태에 대해서 구체적인 식이요법 또는 특정 미네랄 보충제를 적용한 경우 기존의 비만치료법을 이용했을 때와의 치료경과의 비교 또한 연구해볼 가치가 있을 것으로 여겨진다.

V. 결 론

비만을 주소로 내원한 환자들을 대상으로 체질

량지수, 체지방률, 요부 - 둔부비, 복부둘레 등의 비만도와 모발미네랄검사 결과의 상관성을 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

참고문헌

1. 모발미네랄 검사를 통해서 확인되는 영양미네랄 중 나트륨, 칼륨, 아연, 셀레늄은 비만도와 유의한 상관관계를 보였으며, 특히 칼륨은 상관성이 매우 높았다(p=.001).
2. 모발미네랄 검사를 통해서 확인되는 중금속의 오염여부는 비만도와 유의한 상관관계가 없었다.
3. 모발미네랄 검사를 통해서 확인되는 기타미네랄 중 루비듐은 비만도와 유의한 상관관계를 보였다.
4. 모발미네랄 검사를 통해서 확인되는 영양미네랄의 상호 비율 중 Na/K는 비만도와 유의한 상관관계를 보였으며, Ca/K는 유의한 상관관계를 보였으나 체지방률과 상관성이 나타나지 않았고, Na/Mg은 유의한 상관관계를 보였으나 복부둘레와 상관성이 나타나지 않았다.
5. 모발미네랄 검사를 통해서 확인되는 독성미네랄과 영양미네랄의 비율 중 Se/Hg는 비만도와 유의한 상관관계를 나타냈으며, S/Hg는 유의한 상관관계를 보였으나 체질량지수와는 상관성이 나타나지 않았다.
6. 비만도와 유의한 상관관계를 보였던 Na, K, Zn, Se, Rb, Na/K, Ca/K, Na/Mg, Se/Hg, S/Hg를 체질량지수에 따른 군별 비교를 한 결과 Na, K, Zn, Rb, Na/K, Ca/K에서 군별 차이가 유의성있게 관찰되었으며, 사후 검정 결과 K, Zn, Rb, Na/K는 2단계 비만군이 정상체중군에 비해서 특히 유의한 차이를 보였고, Ca/K는 2단계 비만군이 과체중군에 비해서 특히 유의한 차이를 보였다.
1. Dorothy T. Calcium Intake and Reduction in Weight or Fat Mass. American Society for Nutritional Sciences. 2003:249s-251s
2. 대한비만학회편. 임상비만학. 서울:고려의학. 2000: 75-87,215-229
3. 보건복지부. 국민영양 조사보고. 1995
4. 최종명. 우리나라 성인층의 비만도에 관한 연구. 대한비만학회 추계학술대회 초록집. 1996:15-30
5. Kuczmarski RJ, Flegal KM, Campbell SM, Johnson CL. Increasing prevalence of overweight among US adults. The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1960 to 1991. JAMA. 1994;272:205-211
6. 대한가정의학회 비타민연구회 역. 비타민과 미네랄: 근거 중심 접근. 서울:군자출판사. 2004
7. 김경수. 모발조직 미네랄검사 클리닉(Hair Tissue Mineral Analysis Clinic). 새로 서는 가정의. 2003 Dec 31
8. 최승훈, 김기진, 손정민, 차기철. 새로운 생체전기 임피던스법. 대한비만학회지. 1997;6:95
9. WHO Western Pacific Region. The Asian-pacific perspective: Redefining Obesity and its Treatment. 2000
10. 김진아, 송해준. 아동 모발 중 미네랄 함량의 정상 참고치에 관한 연구. 대한피부과학회지. 2002: 40(12):1518-1526
11. McMillan EM, Rowe D. Plasma zinc in psoriasis: relation to surface area involvement. British Journal of Dermatology. 1983: 108:301-305
12. Shils M, Olsen J, Shike M, Ross AC. Modern Nutrition in Health and Disease, 9th ed.

- Baltimore: Williams &Wilkins. 1999
13. Gail K, Ronald ER. The influence of dietary sources of zinc, copper and manganese on canine reproductive performance and hair mineral content. *Journal of Nutrition*. 1998; 128:2603s-2605s
 14. Underwood EJ. Trace element in human and animal nutrition. 4th Ed New York: Academic press. 1977
 15. Perfetti R, Barnett PS, Nathur R, Egan JM, Novel therapeutic strategies for the treatment of type 2 diabetes. *Diabetes/Metab Rev*. 1998;14:207-225
 16. 김두희, 김옥배, 장봉기. 정신지체아의 두발 중 중금속의 함량 I -납과의 연관성-. *예방의학회지*. 1989;22(1):125-135
 17. 박순우, 이종영, 김두희. 정신지체아 두발 중 중금속 함량 II -카드뮴 및 아연과의 관련성-. *예방의학회지*. 1989;22(2):215-222
 18. 한기환, 장봉기, 김두희. 정신지체아 두발 중 중금속 함량 III -수은과의 관련성-. *예방의학회지*. 1989;22(3):368-378
 19. 송경희, 김두희, 이종영. 치과 진료실내 수은 오염도 및 치과과사의 두발 중 수은 함량. *대한산업의학회지*. 1991;3(1):21-31
 20. 김두희, 강영우, 박순우, 이근후, 이영숙. 정신분열증 환자의 두발 중 구리 및 수은 함량과 그 인성과의 관련성. *예방의학회지*. 1990;23(3): 296-308
 21. 김두희, 장봉기, 이덕희, 홍성철, 김병희. 두발 중 미량 중금속과 필수 금속의 과다 또는 과소의 불균형과 폭력범죄 행동과의 관련성 연구. *예방의학회지*. 1994;27(10):25-43
 22. 장수익, 김경곤, 이복기, 김형준, 유수현, 강희철 외. 당뇨병환자의 모발 내 미네랄(무기질)의 함량 -당뇨군과 비당뇨군을 비교하여 시행한 환자 대조군 연구-. *가정의학회지*. 2002;23(9): 1133-1140
 23. David LW. Trace Elements and Other Essential Nutrients. 1st ed. Dallas(Texas): TEI Publishers: 1995
 24. Delvis HT. Assesment of trace element status. *Clin Endocrino Metab*. 1985;14(3): 725-760
 25. Klevay LM, Bistrain BR, Fleming CR, Neumann CG. Hair analysis in clinical and experimental medicine. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1987;46:233-236
 26. 이춘우. 비만치료 연구의 최신 경향. *가정의학회지*. 2001;22(11):128-133
 27. 박진경, 안홍석, 이동환. 비만의 영양섭취실태와 혈청 무기질함량에 관한 연구. *대한비만학회지*. 2001;10(2):156-164.
 28. 강영림, 백희영. 서울 시내 사립초등학교 아동의 비만요인에 관한 분석. *한국영양학회지*. 1988; 21:283-294
 29. 박진경, 안홍석, 이동환. 중등도 및 고도비만의 식이섭취 실태와 섭식행동양상에 관한 연구. *대한비만학회지*. 1995;4:43-50
 30. 이인열, 이인하. 서울 시내 사춘기 여학생의 비만실태와 식이섭취양상 및 일반 환경요인과 비만의 관계. *한국영양학회지*. 1986;19:409-419
 31. 이승연. 정상아동과 비만아동의 철, 구리, 아연의 영양상태에 관한 연구. *숙명여자대학교 석사 학회논문*. 1998
 32. Luque DMJ, Dean GM, Culebras P. Changes in the metabolism of iron, copper and zinc in obesity. *Rev Esp fisiol*. 1982;38(Suppl): 155-158
 33. Foldes J, Shih MS, LevyJ. Bone structure

and calcium metabolism on obese zucker rats. Int J Obes Relat metab Disord. 1992; 16:95-102

34. 조영임. 모발분석 및 처리를 위한 한국형 의료 정보 시스템 구축. 멀티미디어학회 논문지. 2003;6(1):148-160