

원 지

모발미네랄검사와 자율신경기능 및 비만도와의 연관성 연구 - 한의학적 변증 응용을 위한 -

송윤경, 임형호, 김호준¹, 진성순², 송재철², 신현택²

경원대학교 한의과대학 한방재활의학과, ¹동국대학교 한의과대학 한방재활의학과, ²가로세로한의원

A Study on the Relationship among Hair Tissue Mineral Analysis, Autonomic Functions and Obesity

Yun-kyung Song, Hyung-ho Lim, Ho-jun Kim¹
Sung-sun Jin, Jae-chul Song, Hyun-taeg Shin²

Dept. of Oriental Rehabilitation Medicine, Oriental Medical College, Kyungwon University

¹Dept. of Oriental Rehabilitation Medicine, Oriental Medical College, Dongguk University

²Garosero Clinic of Oriental Medicine

Objectives : We performed this study to analyze correlation among hair tissue mineral ratio, autonomic function and obesity.

Methods : Subjects were gathered from January 2005 to March 2007. This study was carried out on 263 subjects who had visited Garosero oriental clinic and had no previous cardiovascular disease and thyroid disease. Heart rate variability (HRV) parameters, tissue mineral ratio and obesity degree were statistically compared with correlation and T-test analysis.

Results : The results of this study are summarized as follows :

1. Normal group were predominant over obesity group in HRV parameters(SDNN, RMSSD, VLF, LF, HF).
2. Ca/P, Ca/K, Na/K and Fe/Cu, Na/Mg ratio in hair tissue mineral ratio have correlation with BMR, BMI and waist circumference.
3. Ca/P ratio has correlation with LF norm in HRV, and Na/K with HF, Na/Mg with LF, equally.

Conclusions : Taken together these results may suggest that there are significant relationships between hair tissue mineral analysis and HRV.

Key Words : Hair tissue mineral analysis, heart rate variability, obesity

서 론

체내 미네랄의 역할에 대해서 최근 새로운 평가가 이루어지고 있으며, 미네랄과 중금속이 각종

질병, 대사질환, 환경 노출, 영양 상태와 상호 관련성이 있는 것으로 보고되는 등 이에 대한 연구가 활발히 행해지고 있다¹⁻⁵⁾. 영양 평가를 위한 검사 가운데 모발조직 미네랄검사(Hair Tissue Mineral Analysis)는 모발이 성장 기간 동안 혈액, 림프 및 세포외액과 같은 내부 대사 환경에 노출되고 대사 산물이 축적되어 인체의 영양 대사 활성의 기록을 제공하며, 혈액검사로 알 수 없는 체내 정보를 제공함으로써^{6,7)} 임상에서 쉽게 이용할 수 있는 검

· 접수 : 2007년 3월 7일 · 논문심사 : 2007년 3월 7일

· 채택 : 2007년 3월 16일

· 교신저자 : 송윤경. 인천 중구 용동 117번지
경원인천한방병원

(Tel : 032-770-1214, Fax : 032-772-9011

E-mail : oxyzen@korea.com)

사방법이라 할 수 있다.

또한 모발의 한의학적 의미와 진단적 가치에 대하여 ‘毛髮은 血의 상태를 반영하는 外候’이며, 毛髮이 腎에 屬하여 사람의 성장, 노화에 의한 精氣의 성쇠를 반영하고, 毛髮이 勞瘵病, 虛損, 小兒 血氣不足 등 여러 가지 병증과 관련되므로 한의학에서 모발은 腎과 血을 중심으로 신체의 생리적, 병리적 상황을 반영하는 지표로서 변증을 위한 중요한 진단적 가치를 지닌다는 것에 대한 고찰을 한 바 있다⁸⁾.

이에 저자들은 모발조직 미네랄 검사를 한의학적 진단 방법으로 응용할 수 있는 가능성에 대하여 알아보고자 심박변이도(HRV; heart rate variability)를 분석하여 자율신경기능을 평가하는 검사를 시행한 후 이를 모발조직 미네랄검사 결과와 비교분석하였다.

심박변이도는 시간에 따른 심박동의 주기적인 변화를 의미하며, 순간적인 심박동과 심전도상 R-R 간격의 변이도를 분석하여 자율신경기능을 평가하는 방법으로^{9,10)}, 시간 범위 분석(time domain analysis)과 주파수 범위 분석(frequency domain analysis)의 두 유형이 있다. 시간 범위 분석에는 부교감신경조절을 반영하는 RMSSD(the Square Root of the Mean Squared Differences of Successive NN Intervals)와 심장 질환에 있어 중요한 예후 정보를 보여주는 SDNN(Standard Deviation of NN interval)이 있다¹¹⁻²⁾. 주파수 범위분석을 통해 VLF(Very Low Frequency), LF(Low Frequency), HF(High Frequency), TP(Total power)등의 다양한 값을 구할 수 있다. TP는 자율신경의 전반적 활성도를 나타내며, VLF는 교감신경의 부가적인 정보를 제공하는 것으로 알려져 있으며, LF는 주로 교감 신경계의 기능을, HF는 주로 부교감 신경계를 대표하는 값으로 알려져 있다. 또한 이견은 있으나 교감신경과 부교감 신경간 조절 정도와 균형 정도를 반영하는 값으로 LF/HF와 LF norm(=LF/LF+HF)와 HF norm(=HF/LF+HF)

를 이용하고 있다¹³⁻⁴⁾.

심박변이도를 이용하여 한의학적 변증과의 관련성에 대하여 시행된 연구로는 변증과 자율신경기능의 관련성에 대한 연구¹⁵⁾와 음양성향과의 관련성에 대한 연구¹⁶⁾ 및 증상과의 관련성에 대한 연구¹⁷⁾ 등이 있다.

모발 조직 미네랄과 심박동수 변이와의 관련성을 살펴본 기존연구로는 이¹⁸⁾의 연구가 있다.

본 연구에서는 모발 조직 미네랄간 비율과 자율신경기능을 반영하는 심박변이도 각 항목과의 상관성을 살펴보았으며, 임상에서 모발조직 미네랄 검사가 가장 많이 응용되는 질환 가운데 비만과의 관련성을 재검토하고자 미네랄간의 비율과 비만도와의 관련성을 살펴보고 유의한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

2. 연구대상 및 방법

1) 연구대상

2005년 1월부터 2007년 3월까지 가로세로 한의원을 방문한 환자 중 모발 조직 미네랄 검사를 받은 411명(남 165명, 여 246명) 가운데 심박변이도 검사 결과에 영향을 미칠 가능성이 있는 심혈관 질환, 고혈압, 갑상선 질환 등의 이환자를 제외한 총 263명을 대상으로 하였다.

2) 연구방법 :

(1) 비만도 측정

비만도 측정은 다주파수, 부위별 임피던스 측정기(InBody 4.0 (주) Biospace, Korea)를 사용하여 시행하였다. 임피던스 측정장치는 오른팔, 왼팔, 몸통, 오른다리, 왼다리를 부위별로 4가지의 주파수(5kHz, 50kHz, 250kHz, 500kHz)대역에서 전기 저항을 측정하는 방법이다. 측정된 결과 중 복부둘레(Waist circumference, cm), 체질량 지수(body mass index; BMI, kg/m²), 기초대사량(Kcal)을 분석에 사용하였다.

(2) 조직 미네랄 검사:

조직 미네랄 검사는 최근 1개월 이전 염색, 파

마, 약용 삼푸를 사용 했던 경우를 제외한 환자군에서 두부 후면의 두피쪽에 가까운 3cm 가량의 모발 약 150mg을 채취하여 모발 조직 미네랄 전문 분석 기관인 TEI korea에 의뢰하였다. 원자 흡수 분광기를 사용하여 분석하였으며 측정단위는 mg%를 사용하였고 조직 미네랄 15가지의 함량과 7가지의 조직 미네랄간 비율을 측정하였다.

Watson 등^{19,20)}에 의해 칼슘/인비가 2.6이상이면 느린 산화형, 2.6미만이면 빠른 산화형으로 Selye²¹⁾에 의해 나트륨/칼륨비가 2.4이상이면 급성 스트레스, 2.4미만이면 만성 스트레스상태로 그 외 Wilson²²⁾에서 칼슘/칼륨비가 4.2이상이면 갑상선 기능 저하, 4.2미만이면 갑상선 기능 항진, 아연/구리비가 8.0이상이면 호르몬 이용을 항진, 8.0미만이면 호르몬 이용을 저하, 나트륨/마그네슘비가 4.0이상이면 면역기능 항진 증상, 4.0미만이면 면역기능 저하 증상, 칼슘/마그네슘비가 7.0이상이면 인슐린 저항성 있음, 7.0미만이면 저항성 적음, 철/구리비가 0.9이상이면 철 이용을 양호, 0.9미만이면 철 이용을 저하인 군들로 보고 있다(Table 1).

(3) 심박변이도 검사(Herat Rate Variability)

심박변이도 검사는 적절한 실내조명과 쾌적한 실내온도를 가지며 소음이 차단된 검사실에서 의자에 앉아 눈을 감지 않은 자세로 SA-3000P((주)한의사랑, Korea)을 이용하여 시행하였다. 피검자의 指尖에서 광용적맥파(photoplethysmography)를 5분동안 기록한 후, 검출된 데이터를 시간영역분석과 주파수영역분석을 통해 각각의 측정지표를 산출하였다.

시간영역분석(time domain analysis)을 통해 SDNN과 RMSSD를 측정하며, 전체 NN 간격의 표준편차(The Standard Deviation of the NN interval; SDNN)인 복잡도는 기록시간 동안 심박동의 변화를 가늠하는 지표가 되며, 저하되는 경우 질병상태일 가능성이 높을 수 있다는 것을 의미한다. 인접한 RR 간격의 차이를 제곱한 값의 평균의 제곱근(Square Root of the Mean of the Sum of the Square of

Differences between adjacent NN intervals; RMSSD)인 안정도는, 심장에 관여하는 부교감신경의 활동을 평가하는데 이용하며, 안정도의 감소는 심장질환의 발병위험이 높다는 것을 시사한다.

주파수영역분석(frequency domain analysis)을 통해 total power, very low frequency, low frequency, high frequency, low frequency nomalized & high frequency nomalized(이하 TP, VLF, LF, HF, LF norm & HF norm로 약술)를 구하였다. LF는 교감신경의 활동지표로, VLF는 교감신경활동의 부가적인 정보를 제공하는 것으로 알려지고 있으며, HF는 부교감신경의 활동지표로 이용된다. 교감신경과 부교감신경의 상대적 균형도는 LF norm(LF/LF+HF), HF norm(HF/LF+HF)로서 평가하는데, 보통 건강한 성인의 경우 LF norm이 HF norm에 비해 1.5배 정도 높다¹¹⁻⁴⁾.

3) 통계분석

대상자의 일반적인 특성을 알아보기 위하여 연령, 비만도, 심박변이도 각 항목을 남녀로 구분하여 평균±표준편차로 표기하였으며, 남녀간 평균 비교는 t-test를 이용하였다. 미네랄 비와 비만도와의 상관관계, 미네랄 비와 심박변이도 각 항목과의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson 상관분석을 시행하였다. 분석은 SPSS for window version12.0 통계 프로그램을 이용하였고 통계학적인 유의 수

Table 1. Significant Ratios of Nutritional Minerals*

Significant ratios	Groups
Ca/P (metabolism)	high (≥2.6) low (<2.6)
Na/K (stress state)	high (≥2.4) low (<2.4)
Ca/K (thyroid state)	high (≥4.2) low (<4.2)
Zn/Cu (hormone state)	high (≥8.0) low (<8.0)
Na/Mg (immune state)	high (≥4.0) low (<4.0)
Fe/Cu (ironuse state)	high (≥0.9) low (<0.9)

* Significant ratios are modified from Watson, Selye, and Wilson¹⁹⁻²²⁾

준은 P value 0.05미만으로 하였다.

3. 연구결과

1) 대상자의 일반적인 특성

(1) 연령 및 비만도

총 대상자는 263명으로 남성 93명, 여성 170명이었으며, 평균 연령은 남성 16.18±9.30세, 여성 24.91±13.12세, 비만도 지수인 BMI(kg/m²)는 남성 20.53±0.36, 여성 22.96±5.06이었고, 복부비만도를 의미하는 허리둘레(cm)는 남성 71.23±17.99

여성 80.74±14.60이었으며, 기초대사량(kcal)은 남성 1138.43±344.42, 여성 1142.02±209.40이었다 (Table 2). 대상자 중 남녀간의 차이는 BMI항목에서만 나타났다(p<0.05).

(2) 심박변이도

심박변이도 검사항목 중 남녀간 차이가 있었던 항목은 SDNN, RMSSD, TP, VLF, HF norm 등으로 교감신경계 기능을 반영하는 LF와 교감신경우세를 반영하는 LF norm을 제외한 모든 항목에서 남녀간 차이가 나타났다(p<0.05)(Table 3).

Table 2. Comparisons in Measured Characteristics between male and female

	sex	mean±SD	p value
Age	male(=93)	16.18±9.30	0.917
	female(170)	24.91±13.12	
BMR	male(=93)	1138.43±344.42	0.059
	female(170)	1142.02±209.40	
BMI	male(=93)	20.53±0.36	0.048
	female(170)	22.96±5.06	
WC	male(=93)	71.23±17.99	0.051
	female(170)	80.74±14.60	

BMR; basal metabolic rate, BMI; body mass index, WC; waist circumference, Statistically Significant(p<0.05)

Table 3. Comparisons in Measured Characteristics between male and female

	sex	mean±SD	p value
SDNN	male(=93)	48.23±17.70	0.000
	female(170)	41.77±16.68	
RMSSD	male(=93)	38.25±17.09	0.000
	female(170)	33.27±16.69	
TP	male(=93)	7.34±.90	0.004
	female(170)	7.03±.85	
VLF	male(=93)	6.28±.90	0.023
	female(170)	6.09±.83	
LF	male(=93)	6.24±1.06	0.175
	female(170)	5.75±1.01	
HF	male(=93)	5.81±1.11	0.006
	female(170)	5.53±1.18	
LF norm	male(=93)	59.11±18.01	0.085
	female(170)	54.65±17.12	
HF norm	male(=93)	40.89±18.01	0.000
	female(170)	45.27±17.08	

SDNN; Standard deviation of NN interval, RMSSD; the square root of mean square d differences of successive NN intervals, TP; totalpower, VLF; very low frequency, LF; low frequency, HF; high frequency, LF norm; LF/LF+HF, HF norm; HF/LF+HF, Statistically Significant (p<0.05)

2) 비만도와 심박변이도와의 관련성

비만과 심박변이도 측정 각 항목과의 관련성을 살펴보기 위해 비만 측정방법 가운데 가장 많이 사용되는 아시아-태평양지역의 정상 및 과체중과 비만의 구분점인 BMI 25미만과 이상²³⁾을 기준으로 정상군(n=184, normal)과 비만군(n=78, obese)으로 나누고, 심박변이도 각 항목에서 유의한 차이가 있는지 알아보았다. 분석결과 상대적 평가항목인 LF norm과 HF norm을 제외한 모든 항목에서 정상군과 비만군에서 유의한 차이(p<0.05)가 있었다.

NN간의 표준편차로서 기록시간 동안 심박동의 변화정도로 건강상태를 평가하는 SDNN은 정상군에서 더 높았으며, 이는 정상군이 비만군에 비해 보다 더 건강한 것을 의미한다. 심장에 대한 부교감신경의 활동정도를 평가하는 RMSSD항목에서도 정상군이 비만군에 비해 더 높았으며, 이는 비만군이 정상군에 비해 심장질환의 발병위험이 높음을 시사하는 것이다. 자율신경계의 전체적 활성 정도를 반영하는 TP도 정상군이 비만군에

비해 높았으며, 정상군이 비만군에 비해 건강하다는 것을 의미한다.

교감신경 기능 활동정도를 반영하는 VLF와 LF는 비만군이 정상군보다 낮았고, 부교감신경 기능 활동정도를 반영하는 HF 또한 비만군에서 더 낮은 것으로 나타났다(Table 4).

복부비만도를 측정하는 방법인 복부둘레는 아시아태평양의 복부비만지침을 따라 남성 90cm, 여성 80cm를 기준²³⁾으로 복부비만군(n=78, obese)과 정상군(n=184, normal)으로 나누었으며, BMI와 마찬가지로 LF norm과 HF norm을 제외한 모든 항목에서 정상군이 비만군에 비해 더 건강하며, 심장질환 발병 위험이 낮고, 자율신경 전체적 활성도 및 교감신경 활동, 부교감신경 활동이 우세한 것으로 나타났다(Table 5).

3) 미네랄간 비율과 비만도와의 상관성

모발조직 미네랄간 비율과 비만도 및 기초대사량과의 상관분석을 시행한 결과 칼슘/인 비율은 기초대사량(BMR), BMI, 허리둘레(WC) 모든 항

Table 4. Relationship of BMI and Heart Rate Variability parameters

	BMI	mean±SD	p value
SDNN	normal(=184)	46.46±17.28	.000
	obese(=78)	38.36±16.17	
RMSSD	normal(=184)	37.54±16.39	.008
	obese(=78)	29.04±17.01	
TP	normal(=184)	7.28±.79	.000
	obese(=78)	6.81±.99	
VLF	normal(=184)	6.25±.76	.009
	obese(=78)	5.94±1.04	
LF	normal(=184)	6.10±.97	.000
	obese(=78)	5.49±1.13	
HF	normal(=184)	5.84±1.05	.000
	obese(=78)	5.13±1.27	
LF norm	normal(=184)	55.60±17.30	.370
	obese(=78)	57.73±18.20	
HF norm	normal(=184)	44.38±17.29	.345
	obese(=78)	42.14±18.13	

SDNN; Standard deviation of NN interval, RMSSD; the square root of mean square d differences of successive NN intervals, TP; totalpower, VLF; very low frequency, LF; low frequency, HF; high frequency, LF norm; LF/LF+HF, HF norm; HF/LF+HF, BMI; body mass index, Statistically Significant (p<0.05)

목에서 유의한 양의 상관관계가 있었으며, 모두 $p < 0.01$ 수준이었다. 칼슘/칼륨과 나트륨/칼륨 비에서도 세항목 모두 유의한 양의 상관관계가 있었으며, BMR, WC에서는 $p < 0.01$ 의 수준이었다. 철/

구리 비는 $p < 0.05$ 수준에서 유의한 음의 상관관계가 있었으며, 나트륨/마그네슘 비는 $p < 0.01$ 수준에서 유의한 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Table 6).

Table 5. Relationship of Waist circumference and Heart Rate Variability parameters

	WC(cm)	mean±SD	p value
SDNN	normal(=184)	46.69±17.623	.000
	obese(=78)	37.83±14.96	
RMSSD	normal(=184)	37.53±16.82	.000
	obese(=78)	29.07±15.99	
TP	normal(=184)	7.28±.82	.000
	obese(=78)	6.80±.93	
VLF	normal(=184)	6.24±.79	.019
	obese(=78)	5.96±.99	
LF	normal(=184)	6.12±.99	.000
	obese(=78)	5.45±1.05	
HF	normal(=184)	5.83±1.08	.000
	obese(=78)	5.15±1.22	
LF norm	normal(=184)	56.19±17.35	.954
	obese(=78)	56.33±18.19	
HF norm	normal(=184)	43.79±17.34	.918
	obese(=78)	43.55±18.13	

SDNN; Standard deviation of NN interval, RMSSD; the square root of mean square d differences of successive NN intervals, TP; totalpower, VLF; very low frequency, LF; low frequency, HF; high frequency, LF norm; LF/LF+HF, HF norm; HF/LF+HF, WC; waist circumference, Statistically Significant ($p < 0.05$)

Table 6. Correlations of Tissue Mineral Ratio according to Obesity degree

	BMR	BMI	WC
Ca/P	.173**	.187**	.234**
	.005	.002	.000
Ca/Mg	-.054	-.001	-.025
	.384	.982	.684
Ca/K	.168**	.130*	.182**
	.007	.035	.003
Na/K	.255**	.134*	.191**
	.000	.030	.002
Zn/Cu	.092	.007	.042
	.138	.905	.496
Fe/Cu	-.152*	-.138*	-.126*
	.015	.025	.042
Na/Mg	-.240**	-.211**	-.297**
	.000	.001	.000

*; correlation($p < 0.05$), **; correlation($p < 0.01$) by pearson correlation coefficients

4) 미네랄간 비율과 심박변이도와의 상관성

모발조직 미네랄의 비와 심박변이도 각 항목과의 상관성을 알아보기 위해 상관분석을 시행한 결과 칼슘/인 비가 LF norm과 음의 상관관계($p < 0.05$), HF norm과 양의 상관관계($p < 0.05$)가 있었으며, 나트륨/칼륨 비는 HF와 음의 상관관계($p < 0.01$), 나트륨/마그네슘 비는 LF와 양의 상관관계($p < 0.05$)가 있는 것으로 나타났다(Table 7).

고 찰

최근 복부비만, 당뇨, 고지혈증 등의 심혈관계 질환과 관련되는 대사성 질병의 위험이 증가하고 있으며, 심혈관계 질환이 심박동수 변이의 감소와 연관된다는 보고가 있어 심박변이도 분석을 통한 검사에 대한 관심도 증가하고 있다²⁴⁻⁵⁾.

심박변이도와 심혈관계 질환과의 관련성에 대해서는 교감신경계 활성화 증가 및 부교감 신경계 활성화 감소가 심혈관 질환의 위험을 높일 수 있으며²⁶⁾, RMSSD와 SDNN의 감소가 협심증 및 심근경색 환자의 불량한 예후와 관련된다는 보고가 있다²⁷⁾. 또한 연령이 높아질수록 시간범위 분석과

주파수 범위 분석 모두에서 심박동수 변이가 감소되며, 남성은 LF가 높은 경향이 있으며, 여성은 HF가 높은 경향을 나타낸다고 보고되고 있다²⁸⁻³¹⁾.

모발조직 미네랄검사는 모발 내의 함유된 미네랄의 양을 측정하는 방법으로써, 1929년 처음 사용된 이래 독성 원소 노출에 대한 평가방법으로서 사용되어지다가 최근에는 영양평가를 위한 미량 원소에 대한 측정 방법으로서 널리 이용되고 있다. 과거에는 인체의 미네랄 양을 측정키 위해 혈액, 소변 등이 이용되었으나 이들은 흡수와 분비가 빨라 장기간의 축적량을 확인하기가 어려워 이에 모발을 통한 조직 미네랄 검사가 이용되기 시작 하였다³²⁾. 미네랄 평가방법으로서의 모발조직 검사는 그 신뢰도에 있어 아직 논쟁거리이지만 미네랄과 중금속이 각종 질병, 대사질환, 환경 노출, 영양 상태와 상호 관련성이 있다는 연구가 많아지고 있다¹⁻⁵⁾.

비만과의 관련성에 대해서 신 등⁴⁾은 나트륨, 칼륨, 아연, 셀레늄이 비만도와 유의한 상관성이 있었으며, 미네랄간 비에서는 나트륨/칼륨(Na/K) 비, 칼슘/칼륨(Ca/K) 비, 나트륨/마그네슘(Na/Mg)비가

Table 7. Correlations of Tissue Mineral Ratio according to Heart Rate Variability

	SDNN	RMSSD	TP	VLF	LF	HF	LF norm	HF norm
Ca/P	-.054	.002	-.020	.042	-.092	-.003	-.129*	.128*
	.381	.971	.753	.498	.136	.963	.037	.038
Na/K	-.101	-.089	-.118	-.051	-.093	-.164**	.105	-.104
	.102	.148	.056	.408	.134	.008	.090	.093
Ca/K	-.098	-.007	-.086	-.021	-.118	-.054	-.082	.083
	.113	.906	.162	.740	.055	.384	.187	.180
Zn/Cu	.021	-.001	-.024	-.059	.022	-.043	.084	-.083
	.736	.982	.702	.340	.724	.491	.172	.179
Na/Mg	.110	.091	.091	.009	.135*	.104	.028	-.026
	.075	.140	.141	.887	.028	.093	.649	.676
Ca/Mg	.079	.058	.106	.151*	.040	.076	-.062	.062
	.203	.346	.086	.014	.519	.218	.320	.318
Fe/Cu	-.049	.017	-.081	-.117	-.091	-.024	-.080	.081
	.433	.785	.191	.058	.141	.701	.195	.188

*; correlation($p < 0.05$), **; correlation($p < 0.01$) by pearson correlation coefficients

비만관련 지수와 상관성이 있다고 보고하였다.

본 연구에서는 BMI, 허리둘레(WC)를 기준으로 구분한 비만군과 정상군과의 비교에서 심박변이도의 시간범위 분석, 주파수 범위 분석 항목 가운데 LF norm과 HF norm을 제외한 모든 항목에서 정상군과 비만군에서 유의한 차이($p<0.05$)가 있었다. SDNN은 정상군에서 더 높았으며, 이는 정상군이 비만군에 비해 보다 더 건강한 것을 의미한다. RMSSD항목에서도 정상군이 비만군에 비해 더 높았으며, 이는 비만군이 정상군에 비해 심장질환의 발병위험이 높음을 시사하는 것이다. 자율신경계의 전체적 활성 정도를 반영하는 TP와 교감신경 기능 활성정도를 반영하는 VLF와 LF 및 부교감신경 기능 활성정도를 반영하는 HF 또한 정상군이 비만군에 비해 높은 것으로 나타났다.

본 연구에서의 모발조직 미네랄간 비율과 비만도 및 기초대사량과의 상관분석 결과에서는 칼슘/인(Ca/P) 비율은 기초대사량(BMR), BMI, WC 모든 항목에서 유의한 양의 상관관계가 있었으며, 모두 $p<0.01$ 수준이었다. 칼슘/칼륨(Ca/K) 비와 나트륨/칼륨(Na/K) 비에서도 세항목 모두 유의한 양의 상관관계가 있었으며, BMR, WC에서는 $p<0.01$ 의 수준이었다. 철/구리(Fe/Cu) 비는 $p<0.05$ 수준에서 유의한 음의 상관관계가 있었으며, 나트륨/마그네슘(Na/Mg) 비는 $p<0.01$ 수준에서 유의한 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

체내 미네랄은 결핍이나 과잉 뿐 아니라 미네랄 간 비율도 중요한다¹⁹⁻²²⁾, 미네랄의 결핍이나 과잉이 심박변이와 관련된다는 보고로는, Landen 등³³⁾이 칼슘 결핍이 심박동수 변이의 감소와 관련 된다고 하였고, Morris 등³⁴⁻⁵⁾은 당뇨병환자에서 크롬의 결핍과 함께 심박동수 변이의 감소가 나타났다고 보고하였다.

조직 미네랄 비를 통한 체내 대사, 호르몬, 스트레스 상태 등과 심박변이와의 관련성에 대한 연구로는 Kageyama 등³⁶⁾은 만성 스트레스가 심박동수 변이의 감소와 관련된다 하였고, Wranicz 등³⁷⁾

은 남성 호르몬이 과다시 SDNN과 RMSSD가 증가를 보인다 하였으며, Erdogan 등³⁸⁾은 성장 호르몬 부족이 심박동수 변이의 감소와 함께 심혈관계 질환 발생을 높인다 하였다.

본 연구에서는 2.6 이상이면 느린 산화형, 미만이면 빠른 산화형으로 수치가 높을수록 대사의 저하를 의미하는 칼슘/인(Ca/P) 비가 LF norm과 음의 상관관계($p<0.05$), HF norm과 양의 상관관계($p<0.05$)가 있었는데, 이는 칼슘/인 비가 높은 것과 교감신경 저하 및 부교감신경 항진이 관련성이 있다는 것을 의미한다. 2.4이상이면 급성 스트레스, 미만이면 만성 스트레스를 의미하는 나트륨/칼륨(Na/K) 비는 HF와 음의 상관관계($p<0.01$)를 보였는데, 이는 급성스트레스 상태가 부교감신경 활동의 저하와 관련성이 있다는 것을 의미한다. 4.0이상에서 면역기능 항진, 미만이면 저하를 의미하는 나트륨/마그네슘(Na/Mg) 비는 LF와 양의 상관관계($p<0.05$)가 있는 것으로 나타났는데, 이는 면역기능 항진과 교감신경의 항진이 관련성이 있다는 것을 의미한다.

이상의 결과는 모발조직검사를 통한 미네랄의 비가 체내 교감신경 및 부교감신경의 활동도와 관련성이 있다는 것을 의미하는 것으로, 대사속도, 스트레스 상태, 면역기능 등에서 관련성이 있는 것으로 볼 수 있다.

이¹⁸⁾의 연구에서는 폐경 후 여성과 남성에서는 심박동수 변이와 모발 조직 미네랄 검사에 의한 미네랄 비율간 관련성이 없는데 반해, 폐경전 여성에서는 스트레스상태가 만성화 되거나 호르몬 이용률이 저하 될수록 심박동수 변이가 불안정하게 나타났다고 보고되었다.

심박변이도 검사결과와 한의학적 변증과의 관련성에 대한 연구인 박 등¹⁵⁾의 연구에서는 교감신경기능의 저하와 虛證이 관련성이 있다고 보고하였으며, 음양성향과 맥파의 관련성에 대한 이 등¹⁶⁾의 연구에서는 남자에서 음양성향과 LF/HF가 유의한 양의 상관관계가, HF norm에서는 음의 상

관관계가 나타났으며, 여자에서는 유의한 상관관계가 없었다고 보고하였다. 환자가 주로 호소하는 증상과 맥박변이도와의 상관관계에 대한 연구인 이 등¹⁷⁾의 연구에서는 “항상 식욕이 없다”가 TP, VLF, LF와 음의 상관관계를 나타냈고, “팔이 노곤하다”가 LF/HF와 음의 상관관계를, “피부가 매우 민감해서 쉽게 염증이 생긴다”는 LF/HF와 양의 상관관계를 나타냈다고 보고하였다.

이와 같이 심박변이도 검사는 한의학적 변증 및 진단을 객관화하는데 이용할 수 있는 기기로서의 가능성에 대하여 검토가 이루어진 바 있으며, 모발조직 미네랄 검사를 이용한 미네랄 비의 분석 또한 체내 대사, 스트레스 상태, 갑상선 기능, 호르몬, 면역 기능, 내당능 장애, 철 이용률 등의 지표로서 이용할 수 있다는 연구결과가 있다. 따라서 조직 미네랄 비와 심박변이도 결과가 일정정도 유의한 상관관계를 나타낸 본 연구를 바탕으로 추가적인 연구가 이루어진다면 모발 조직 미네랄 검사를 체내 正氣의 盛衰를 비롯한 건강상태를 파악할 수 있는 검사로서 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

그러나 본 연구는 대상자가 한 지역 한의원에 내원한 환자에 국한된 연구이므로, 보다 큰 규모의 집단을 대상으로 한 모발조직 미네랄과 심박변이도 분석을 이용한 자율신경기능과의 상관관계에 대한 연구 및 한의학적 변증과의 관련성에 대한 보다 구체적인 연구가 필요하다.

결 과

1. 비만과 심박변이도 측정 각 항목과의 관련성을 살펴본 결과 BMI, 허리둘레 모두 상대적 평가 항목인 LF norm과 HF norm을 제외한 모든 항목에서 정상군이 비만군에 비해 유의하게 높았다.
2. 모발조직 미네랄간 비율과 비만도 및 기초대사량과의 상관분석 시행결과 칼슘/인 비율, 칼슘/칼륨과 나트륨/칼륨 비에서 기초대사량(BMR), BMI,

허리둘레 모든 항목이 유의한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 철/구리 비와 나트륨/마그네슘 비는 유의한 음의 상관관계가 있었다.

3. 모발조직 미네랄간 비와 심박변이도와의 상관분석에서는 칼슘/인 비가 LF norm과 음의 상관관계, HF norm과 양의 상관관계가 있었으며, 나트륨/칼륨 비는 HF와 음의 상관관계, 나트륨/마그네슘 비는 LF와 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Chin-Thin Wang, Wei-Tun Chang, Lin-Her Jeng, Po-En Liu, Li-Yun Liu. Concentrations of Calcium, Copper, Iron, Magnesium, and Zinc in Young Female Hair with Different Body Mass Indexes in Taiwan. *J Health Science*. 2005; 51(1):70-4
2. 장수익, 김경곤, 이복기, 김형준, 유수현, 강희철, 윤방부. 당뇨 환자의 모발 내 미네랄(무기질)의 함량-당뇨군과 비당뇨군을 비교하여 시행한 환자 대조군 연구. *가정의학회지*. 2002; 23(9):1133-9
3. Boumba VA, Ziavrou KS, Vougiouklakis T. Hair as a biological indicator of drug use, drug abuse or chronic exposure to environmental toxicants. *Int J Toxicol*. 2006 May-Jun;25(3): 143-63
4. 신현택, 송재철, 이재성, 이경희. 모발미네랄분석결과와 비만도의 상관성. *대한한방비만학회지*. 2004;4(1):67-80
5. 신현택, 송재철, 이재성, 이경희, 곽창규, 박선영, 한승무, 임사비나. 저신장을 주소로 내원한 환자들의 모발내 중금속 함량분석. *한방재활의학과학회지*. 2006;16(1):73-91
6. Leslie MK, Bruce RB, Richard CF, Chalotte GN: Hair analysis in clinical and experimental medicine. *Am J Clin Nutr* 1989;46:233-6

7. Katz SA: The use of hair as a biopsy material for trace elements in the body. *American Laboratory* 1979;6:44-52
8. 최승범, 송윤경, 임형호, 신현택. 한의학적 진단 방법으로서의 모발미네랄 검사에 대한 고찰. *대한한방비만학회지*. 2006;6(1):11-26
9. Pomeranz B, Macaulay RJ, Caudill MA, et al: Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. *Am J Physiol* 1985; 248:151-3
10. Task force of European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: Heart rate variability-standard of measurement, physiological interpretation and clinical use. *European Heart J* 1996;17: 354-81
11. Kleiger RE, Stein PK, Bosner MS, Rottman JN: Time domain measurement of heart rate variability. *Cardiol Clin* 1992;10:487-98
12. Lindqvist A: None invasive methods to study autonomic nervous control of circulation. *Acta Physiol Scand* 1990;588(Suppl1):1-107
13. Cacioppo JT, Bertson GG, Binkley PF, Quigley KS, UchinoBN, Fieldstone A: Autonomic cardiac control. II. Noninvasive indices and basal response as revealed by autonomic blockades. *Psychophysiology* 1994;31:586-98
14. Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S: Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation* 1991;84:482-492
15. 박영재, 남동현, 박영배. 변증과 자율신경기능의 상관성 연구. *대한한의원진단의학회지*. 2002;6(1):123-34
16. 이상범, 최경미, 박영배. 음양성향과 맥파의 관련성에 관한 연구. *대한한의원진단의학회지*. 2004; 8(1):137-64
17. 이태권, 최경미, 박영재, 박영배. 증상과 맥박변이도와 상관성 연구. *대한한의원진단의학회지*. 2003;7(2):83-100
18. 이승준. 모발조직 미네랄과 심박동수 변이와의 관계. 계명대학교 대학원. 2005
19. Watson G: *Nutrition and Your Mind*. 1st ed. New York, Harpercollins, 1972:1-170
20. Wilson L. Determination of Oxidation type by means of tissue electrolyte ratios. *J Ortho Med*. 1986;1:126-31
21. Selye H. *The Stress of Life*. 2nd ed. New York. McGraw-Hill.1978:1-516
22. Wilson L. *Nutritional balancing and hair mineral analysis*. 2nd ed. Arizona. Prescott. 1998: 1-389
23. 대한비만학회편. *비만치료 지침*. 대한비만학회. 2000:7
24. Gorman JM, Sloan RP. Heart rate variability in depressive and anxiety disorders. *Am Heart J*. 2000;140:77-83
25. Kleiger RE, Miller JP, Bigger JT, Moss AJ. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 1987; 59:256-62
26. Curtis BM, O'Keefe JH Jr. Autonomic tone as a cardiovascular risk factor: the dangers of chronic fight or flight. *Mayo Clin Proc*. 2002; 77:45-54
27. Kleiger RE, Miller JP, Bigger JT Jr, Moss AJ. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 1987;59: 256-62
28. Antelmi I, de Paula RS, Shinzato AR, Peres CA, Mansur AJ, Grupi CJ. Influence of age, gender, body mass index, and functional capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease. *Am J Cardiol*. 2004;93:381-85

29. Umetani K, Singer DH, McCraty R, Atkinson M. Twenty-fourhour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. *J Am Coll Cardiol.* 1998;31:593-601
30. Ramaekers D, Ector H, Aubert AE. The influence of age and gender on heart rate variability(HRV). *J Am Coll Cardiol.* 1999;33:900-2
31. Bigger JT Jr, Fleiss JL, Steinman RC, Rolnitzky LM, Schneider WJ, Stein PK. RR variability in healthy, middle-aged persons compared with patients with chronic coronary heartdisease or recent acute myocardial infarction. *Circulation.* 1995;91:1936-43
32. Katz SA. The use of hair as a biopsy material for trace elements in the body. *American Laboratory.* 1979;6:44-52
33. Landen M, Wennerblom B, Tygesen H, et al: Heartrate variability in premenstrual dysphoric disorder. *Psycho neuro endocrinology* 2004;29: 733-40
34. Morris BW, MacNeil S, Hardisty CA, Heller S, Burgin C, Gray TA: Chromium homeostasis in patients with type II diabetes. *J Trace Elem Med Biol* 1999;13:57-61
35. Singh JP, Larson MG, O'Donnell CJ, et al: Association of hyperglycemia With reduced heart rate variability (The Framingham Heart Study). *Am J Cardiol* 2000;86:309-12
36. Kageyama T, Nishikido N, Kobayashi T, Kurokawa Y, Kaneko T, Kabuto M: Long commuting time, extensive overtime, and sympathodominant state assessed in terms of short-term heart rate variability among male white-collar workers in the Tokyo megalopolis. *Ind Health* 1998;36:209-17
37. Wranicz JK, Rosiak M, Cygankiewicz I, Kula P, Kula K, Zareba W: Sex steroids and heartrate variability in patients after myocardial-infarction. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2004; 9:156-61
38. Erdogan D, Tukek T, Aral F, et al: Structural, functional and autonomic change sin the cardiovascular system in growth hormone deficient patients. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2004;9:19-23