대한한의진단학회지 제22권 제1호(2018년 8월)
The Journal of the Society of Korean Medicine Diagnostics. 2018; 22(1): 57-67
[원저 Original Article]

당뇨병 환자의 허증별 전기전도도 특성에 대한 탐색적 관찰 연구

김가혜 · 김지혜 · 김재욱*

한국한의학연구원

Abstract

An Exploratory Study of Electrochemical Skin Conductance for the Deficiency Pattern Identification in Diabetic Patients

Kahye Kim · Jihye Kim · Jaeuk U. Kim*

Korea Institute of Oriental Medicine

Objectives

The objective of this study is to examine the interpretability of the questionnaire-based pattern identification in terms of biosignals. For this purpose, we investigate the relationship between electrochemical skin conductance (ESC) and Qi-Blood-Yin-Yang Deficiency Questionnaire (QBYY-Q) in diabetic patients.

Methods

A total of 40 patients with diabetes mellitus answered the QBYY-Q and their ESC were measured by SUDOSCAN device (a diabetes screening device, France). To analyze the relationship between QBYY-Q and ESC, ANOVA analysis and Scheffe test were performed and Pearson correlation coefficients were obtained.

Results

Of the 40 diabetic patients, 23 (57.5%) were males and 17 (42.5%) were females. According to the QBYY-Q, 9 patients were classified into Qi deficiency pattern (QD), 9 patients were Blood deficiency pattern (BD), 10 patients were Yin deficiency pattern (YiD) and 12 patients were Yang deficiency pattern (YaD). Demographic information (age, body mass index, duration of illness, etc.), signs of vitality (blood pressure, body temperature, etc.), fasting plasma glucose and glycated hemoglobin were not significantly different in each deficiency pattern. The ESC of the right leg was significantly lower in the BD group compared to the YiD group ($p<0.022$). Pearson's correlation coefficient was negatively correlated with the BD questionnaire score ($r=-0.343$, $p<0.05$). Finally, ESC showed a positive correlation with hemoglobin and erythrocyte levels in all limbs ($r=0.483$, $p<0.01$).

Conclusions

We showed that ESC could be used to classify the Deficiency pattern identifications in diabetic patients. Especially, the ESC was significantly lower in the BD group and was negatively correlated with the BD scores. It implies the potential utility of the ESC to understand the BD in terms of modern biosignals.

Key words

Diabetes mellitus, Deficiency pattern, Electrochemical skin conductance

* 교신저자 : 김재욱 / 소속 : 한국한의학연구원
Tel : 042-868-9558
투고일 : 2018년 05월 31일 / 수정일 : 2018년 07월 03일 / 게재확정일 : 2018년 07월 06일

I. 서론

변증은 질병상태로부터 내재하는 본질을 파악하여 '證'을 도출해내는 과정으로[1] 望診, 聞診, 問診, 切診을 통해 파악된 환자의 주된 요소 및 부차적인 요소를 통해 증상과 징후의 내재 관계와 병의 원인, 기전 등 여러 징후들을 종합적으로 분석하는 한의학적 진단 방법이다[2,3]. 변증은 병리적 상태의 본질을 규정하여 치료의 근거가 될 수 있다는 장점이 있으나[4] 적용하는 기초 개념에 따라 진단 및 치료 방법이 다양하고 대상자의 주관적 표현 또는 한의사의 주관적 판단이 개입되어 객관적인 평가가 쉽지 않다는 한계점이 존재한다[5].

체내·외적 변화에 대해 내적 균형을 유지하는 자율신경계의 길항작용이 인체가 유기적으로 연계되어 기능을 수행하고 조화하는 한의학의 陰陽의 상호작용과 유사한 점을 이용하여 자율신경계 측정기기를 통해 증상을 객관화, 정량화하고 이를 변증과 비교하여 한의학과의 연관성을 살피는 연구가 다양하게 이루어지고 있다[6-16]. 특히 인체에 미세 직류 전류를 인가하여 주로 땀샘 기능에 의해 결정되는 특성인 피부의 전도량을 측정하여 자율신경계의 기전을 연구하는 피부전기자율반응검사는[7] 인체 상태에 따라 전류의 반응이 다르게 나타나는 특징을 지니고 있어 한의학의 寒, 熱, 虛, 實을 정량화하는 데 활용되고 있다[8].

피부전기자율반응검사에 대한 한의계의 연구를 살펴보면 고혈압, 두통, 만성피로 등 특정 질환 유무와 연계된 연구가 보고되고 있으나[9-11], 당뇨병 환자를 대상으로 변증과 피부전기자율반응에 대한 상관성 및 허증별 특성을 분석한 연구는 보고된 바 없었다.

당뇨병은 우리나라에서 가장 흔한 대사성 질환으로 인슐린 분비를 담당하는 부교감신경의 기능 손상으로 인해 교감신경이 과항진되어 나타나는 고혈당 상태로[17] 이는 교감신경 자극에 의해 발한되는 땀샘 기능에 영향을 미치게 된다[18]. 또한 당뇨병은 음양기혈이 허약해지는 허손으로 인해 인체 내 정기가 부족하여 몸의 장부 기능이 떨어져 질병에 대한 저항력이나 면역력이 약해져 나타나는 증상인 허증이 동반되며 그 증상과 징후는 각기 다르게 표현된다[19,20]. 따라서 피부전기자율반응으로 측정한 땀샘의 활성정도를 기허증, 혈허증, 음허증, 양허증 등의 허증별로 비교하여 그에 따른 정량적인 지표를 발견한다면 당뇨병 환자를 대상으로 한 한의 임상진료 현장에서 유용하게 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

이에 본 연구에서는 당뇨병 환자의 허증별 피부전기자율반응의 특성을 파악하기 위해 당뇨병 환자를 모집한 후 기혈음양허손 변증 설문지에 기반하여 변증 분형을 하였고, SUDOSCAN으로 측정한 전기전도도를 변증 분형 사이에 비교 분석하여 의미 있는 결과를 확인하였기에 보고하고자 한다.

Ⅱ. 연구대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2016년 6월부터 2017년 2월까지 단일기관에서 진행된 전향적, 탐색적 관찰연구로 만 40세 이상 성인 남녀를 대상으로 대전대학교 둔산한방병원에서 승인된 프로토콜에 따라 대상자 본인 또는 적법한 대리인이 동의서에 서명한 자를 대상으로 수행하였다 (CRIS 등록번호 : KCT0002132).

세계보건기구의 기준에 따라 현재 약물을 통한 혈당 조절 중인 당뇨병 환자이면서 공복혈당이 250 mg/dl 이하인 자 또는 당뇨병 진단을 받지 않았으나 공복혈당이 126 mg/dl 이상이거나 당화혈색소가 6.5 % 이상인 혈당 조절이 되지 않는 자를 당뇨병 환자군으로 간주하여 본 연구의 대상으로 선정하였

으며, 본 연구의 결과 분석에 영향을 줄 수 있는 고혈압, 신기능장애, 간기능장애, 심혈관계 장애 등 타 질환을 가진 자를 제외하였다.

2. 연구 방법

1) 일반적 특성 파악

연구대상자의 성별, 연령, 혈압, 맥박, 체질량지수, 혈액검사, 공복혈당을 측정하였으며, 당뇨병 발병 기간을 조사하였다.

2) 변증방법 및 기준

당뇨병 환자의 허증별 특성을 확인하기 위해 김 등의 연구[21]에서 신뢰도와 타당도가 검증된 기혈음양허손 설문지를 사용하였다(Appendix 1). 설문지는 생식기에 관련된 4개의 문항을 제외한 기허증(qi deficiency pattern) 9문항, 혈허증(blood deficiency pattern) 8문항, 음허증(yin deficiency pattern) 9문항, 양허증(yang deficiency pattern) 6문항인 총 32문항으로 재구성되었으며 4점 척도 중 하나로 평가하게 하였다. 증별 문항 차이는 평균 50, 표준편차 10인 Z-점수로 변환하여 보정하였으며, 선행 연구에서의 변증 기준에 따라 기허증, 혈허증, 음허증, 양허증에 포함되는 문항 점수의 총 합을 산출하고 가장 높은 점수를 받은 증을 최종 증으로 판정하여 이를 비교하였다.

3) 피부전기자율반응검사

피부전기자율반응검사는 당뇨병 스크리닝을 목적으로 2등급 의료기기로 허가받은 갈바닉 피부응답 측정기(SUDOSCAN, Impeto Medical SAS, France)를 이용하였다. SUDOSCAN은 역이온도입법(reverse iontophoresis) 및 크로노암페로메트리(chronoamperometry)를 통한 땀 염화물 농도를 기반으로 땀샘 기능을 평가하도록 고안된 장치로 양손과 양발을 측정할 수 있는 4개의 전극으로 구성되어 있다[22,23]. 4개의 전극에 양손과 양발을 올려 3분 정도 고정된 자세로 측정하며 측정 시 4 V 이하의 미세 직류 증강 전압이 양극에 인가되는데 10 V 이하의 저전압에서 각질층은 전기적으로 절연상태로 전도성이 있는 땀샘 관을 통한 땀샘 전도 기능을 측정할 수 있다[22]. SUDOSCAN 측정 결과는 전기전도도(ESC)로 표현되며 검사결과에 따라 '60 μS = 기능 장애 없음', '60-40 μS = 중간 정도의 기능 장애', '<40 μS = 심각한 기능 장애'로 평가된다[23].

Figure 1. Measuring Electrochemical skin conductance using SUDOSCAN Equipment

4) 통계분석

통계분석은 SPSS(statistics program for social science) 22.0 버전을 이용하였다. 범주형 자료인 경우 카이제곱 검정(chi-square test)을 사용하여 빈도와 백분율로 표현하였으며, 연속형 자료인 경우 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance: ANOVA)을 이용해 군간 차이를 검정하였고 평균과 표준편차로 나타내었다. 변증 지표와 피부전기전도도의 연관성 확인을 위해 피어슨 상관계수(pearson correlation coefficient)를 구하여 상관분석을 시행하였으며 통계적 유의수준은 $p < 0.05$를 기준으로 하였다.

Ⅲ. 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성 및 혈액지표 비교 결과

선정제외 및 방문일 위반, 설문 데이터 누락된 6명을 제외한 총 40명의 대상자 데이터를 분석하였다. 대상자 40명 중 남성이 23명(57.5%), 여성이 17명(42.5%)이었으며, 기혈음양허손 설문지에 따라 분형 시 기허증 9명, 혈허증 9명, 음허증 10명, 양허증 12명으로 나뉘었다. 나이, 체질량지수, 유병기간 등의 인구학적 정보와 혈압, 맥박, 체온의 활력징후, 당화혈색소 및 공복혈당 등을 포함한 혈액지표에서 각 허증군별 유의한 차이가 나타나지 않았다 (Table 1).

Table 1. Patient's general characteristics and blood parameters by deficiency pattern (n=40)

Variables	Deficiency Pattern				p-value
	QD	BD	YiD	YaD	
No. of Subjects	9	9	10	12	
Male (No. of subjects, %)	5 (55.6)	6 (66.7)	5 (50.0)	7 (58.3)	
Female (No. of subjects, %)	4 (44.4)	3 (33.3)	5 (50.5)	5 (41.7)	
Age (year)	59.3±8.2	61.1±11.9	61.0±6.9	63.5±7.8	0.750
Anthropometric indices					
Height (cm)	163.8±11.3	160.4±10.3	160.2±10.3	159.8±11.4	0.848
Weight (kg)	64.8±8.0	64.6±10.1	68.6±10.1	64.2±13.7	0.787
Body Mass Index (kg/m^2)	24.3±3.4	25.1±3.4	26.6±2.6	25.0±3.5	0.459
Duration of disease (year)	10.1±6.1	6.9±5.6	6.4±5.8	11.6±9.8	0.305
Waist Circumference (cm)	88.7±9.6	90.3±6.6	92.2±9.3	88.5±8.9	0.756
Hip Circumference (cm)	94.2±3.8	97.8±4.5	99.6±5.4	96.7±7.2	0.222
Vital signs					
Systolic Blood Pressure (mmHg)	129.6±17.1	131.3±12.7	131.0±9.8	128.1±14.1	0.943
Diastolic Blood Pressure (mmHg)	78.9±8.0	80.0±9.7	77.7±9.7	74.0±11.4	0.533
Pulse rate (beats per minute)	73.9±9.1	79.3±11.0	76.3±9.8	73.5±10.7	0.575
Body temperature (℃)	36.6±0.3	36.6±0.2	36.7±0.3	36.5±0.2	0.601
Blood parameters					
Glycated hemoglobin (%)	7.0±1.2	6.5±0.5	6.5±0.7	6.9±0.7	0.418
Fasting Plasma Glucose (mg/dL)	144.4±33.0	120.6±22.5	127.8±21.7	140.4±37.6	0.294
Total cholesterol (mg/dL)	172.2±38.8	161.6±32.6	164.8±38.7	167.8±39.3	0.940
Hemoglobin (%)	14.4±2.1	14.0±2.1	13.6±1.2	13.9±1.2	0.771
Red Blood Cells ($106/mm^3$)	4.7±0.7	4.7±0.6	4.4±0.4	4.5±0.4	0.591
White Blood Cells ($103/mm^3$)	7.2±1.8	6.3±1.1	7.1±1.8	6.3±1.9	0.464

mean±SD, QD: qi deficiency pattern, BD: blood deficiency pattern, YiD: yin deficiency pattern, YaD: yang deficiency pattern

2. 증 분류에 따른 전기전도도 비교 분석 결과

증별 전기전도도 비교결과는 Table 2와 같다. 왼손, 오른손, 왼발의 전기전도도는 기허증, 혈허증, 음허증, 양허증 변증 간 유의한 차이가 없는 것으로 확인되으며, 오른발의 전기전도도는 혈허증이 기허증, 음허증, 양허증에 비해 수치가 낮은 것으로 관찰되었다. 쉐페의 사후검정 결과 음허증, 양허증, 기허증 순으로 수치가 높은 것으로 나타났으며 특히 전기전도도가 혈허증에 있어 음허증에 비해 통계적으로 유의하게 수치가 낮은 것으로 확인되었다($p = 0.022$).

3. 증 분류에 따른 설문 문항점수와 전기전도도 상관분석 결과

기허증, 혈허증, 음허증, 양허증 각각의 설문 문항별 합산 점수와 전기전도도 간의 상관분석 결과는 Table 3과 같다. 상관분석 결과 기허증 문항, 음허증 문항, 양허증 문항에서는 양손과 양발의 전기전도도와 상관관계가 나타나지 않았으나 혈허증 문항 점수와 오른발의 전기전도도가 통계적으로 유의하게 음의 상관관계를 보였다($r = -0.343$, $p < 0.05$).

추가적으로 유의한 상관관계를 보인 혈허증 문항에 대해 세부 문항별로 전기전도도와 상관분석을 시행하였다. 그 결과 '쥐가 잘난다', '안색이 창백하다' 문항 점수와 양 발의 전기전도도는 음의 상관관계를 보였으며($p < 0.05$), '머리카락이 푸석푸석하다' 문항 점수와는 양 손과 양 발의 전기전도도 모두 음의 상관관계가 나타났다($p < 0.01$). '어지럽다', '이유 없이 가슴이 두근두근 거린다', '입술, 눈꺼풀, 손톱에 핏기가 없다', '잠을 잘 못 자거나 꿈을 많이 꾼다'의 문항에서는 전기전도도와 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 4).

Table 2. ESC according to deficiency pattern (n=40)

Variables	Deficiency Pattern				p-value	Scheffe
	QD	BD	YiD	YaD		
Hand Left ESC	70.4±18.0	54.8±19.1	69.3±12.6	69.7±9.8	0.090	
Hand Right ESC	65.5±18.4	50.9±21.4	66.7±15.0	64.2±10.9	0.156	
Foot Left ESC	75.3±9.9	61.0±17.8	77.8±7.8	72.4±15.0	0.051	
Foot Right ESC	74.8±10.0	61.1±15.6	78.5±6.5	73.2±13.7	0.022*	BD<YiD

*p<0.05, mean±SD, ESC: electrochemical skin conductance, QD: qi deficiency pattern, BD: blood deficiency pattern, YiD: yin deficiency pattern, YaD: yang deficiency pattern

Table 3. Correlation between deficiency pattern questionnaire scores and ESC assessed using pearson analysis

Variables	Hand Left ESC	Hand Right ESC	Foot Left ESC	Foot Right ESC
QD Questionnaire Score	-0.071	-0.046	0.110	0.041
BD Questionnaire Score	-0.290	-0.278	-0.299	-0.343*
YiD Questionnaire Score	-0.045	-0.017	0.057	0.044
YaD Questionnaire Score	-0.147	-0.187	-0.154	-0.207

*p<0.05, ESC: electrochemical skin conductance, QD: qi deficiency pattern, BD: blood deficiency pattern, YiD: yin deficiency pattern, YaD: yang deficiency pattern

4. 혈액지표와 전기전도도 상관분석 결과

혈액지표와 전기전도도 간의 상관분석 결과는 Table 5와 같다. 오른손, 왼손, 왼발, 오른발의 전기전도도는 헤모글로빈 수치와 양의 상관관계를 보였으며($p < 0.01$), 적혈구 수치와도 상관성이 있음을 확인하였다($p < 0.05$). 피어슨 상관계수에 있어서, 헤모글로빈과 각 사지에서의 전기전도도의 피어슨 상관계수 값은 0.436(오른손 전기전도도)과 0.483(오른발 전기전도도)으로 나타나 높은 상관성을 보였고, 적혈구와의 상관계수는 0.354(오른손 전기전도도)와 0.380(오른발/왼발 전기전도도) 사이의 상관성을 보였다.

Ⅳ. 고찰

당뇨병은 인체 내 인슐린의 결핍과 작용성 저하로 인해 혈중 포도당 농도가 증가된 상태로 한의학에서는 체내에 燥, 熱, 火가 생기고, 이로 인해 몸 안의 津液이 소모되며 心肺, 脾胃, 腎 등 臟腑에 손상을 주어 겉과 속의 음양이 모두 허손되어 발생한다고 알려져 있다[17]. '허(虛)'는 우리 몸의 에너지와 물질이 부족함을 나타내며, '손(損)'은 오장육부가 손상을 받게 된 것을 의미하는 것으로 인체의 허손상태인 허증은 정기 부족으로 인해 몸의 장부기능이 떨어져 질병에 대한 저항력이나 면역력이 약해져 나타나며 허증이 심해질수록 음양의 불균형이 초래된다[24].

Table 4. Correlation between BD questionnaire scores and ESC assessed using pearson analysis

Variables	Hand Left ESC	Hand Right ESC	Foot Left ESC	Foot Right ESC
Q06 어지럽다	0.089	0.104	0.025	0.070
Q07 이유 없이 가슴이 두근두근 거린다	-0.067	-0.065	0.051	-0.016
Q11 쥐가 잘 난다	-0.295	-0.269	-0.405**	-0.439**
Q13 안색이 창백하다	0.079	0.072	-0.007	-0.011
Q15 머리카락이 푸석푸석하다	-0.198	-0.179	-0.329*	-0.369*
Q16 입술, 눈꺼풀, 손톱에 핏기가 없다	0.065	0.088	0.025	0.031
Q17 눈이 피로하거나 건조하다	-0.433**	-0.434**	-0.418**	-0.416**
Q28 잠을 잘 못 자거나 꿈을 많이 꾼다	-0.155	-0.165	-0.001	-0.066

*p<0.05, **p<0.01, ESC: electrochemical skin conductance

Table 5. Correlation between blood parameters and ESC assessed using pearson analysis

	Hand Left ESC	Hand Right ESC	Foot Left ESC	Foot Right ESC
Glycated hemoglobin	0.137	0.058	0.185	0.153
Fasting Plasma Glucose	0.122	0.072	0.086	0.032
Total cholesterol	0.160	0.046	-0.41	-0.086
Hemoglobin	0.460**	0.436**	0.477**	0.483**
Red Blood Cells	0.362*	0.354*	0.380*	0.380*
White Blood Cells	0.190	0.136	0.231	0.203

*p<0.05, **p<0.01, ESC: electrochemical skin conductance

당뇨병 환자의 변증 과정은 四診을 통해 증상 및 징후를 수집하여 종합적 분석을 통해 특정 증형을 도출하는 과정으로 진행되나 측정자의 경험적, 주관적 소견이 개입되는 한계점이 존재하여 최근 인체 생체 기능을 확인할 수 있는 진단도구를 이용하여 변증을 정량화하고 재현성을 확보하는 연구가 수행되고 있다[1]. 특히 교감신경과 부교감신경의 상호작용에 의해 나타나는 자율신경기능과 음양 증의 발현 양상이 유사한 점을 이용하여 피부전기자율반응[8-11], 심박변이도[12-14], 맥파[15,16] 등의 자율신경기능 검사도구와 변증의 상관성을 분석하는 연구가 다양하게 보고되고 있다. 그 중 피부전기자율반응검사는 인체에 비침습적 방법으로 미세 전류를 인가하여 피부에 유발된 전기전도도를 측정하는 검사로 한의학의 十二皮部개념과 유관하여 허증을 판단하는 지표로 활용가능성을 보이고 있다[25].

당뇨병은 부교감신경과 연계되어 있는 인슐린 기능 장애로 인해 자율신경의 불균형을 유발하는데 당뇨병과 자율신경계의 상관성에 대해 Julian F. Tahayer 등[26]은 당뇨병 환자에서 교감신경 기능이 항진되고 부교감신경 기능이 저하됨을 확인하였으며, 유 등[27]은 당뇨병의 합병증인 당뇨병성 신경병증이 긴 신경섬유의 손상으로 미주신경이 이환되어 부교감신경 손상이 선행된다고 보고하였다. 이렇듯 당뇨병에서는 부교감신경의 장애로 자율신경실조가 나타나며 이는 피부전기자율반응검사에서 전기전도도의 변화량으로 표현되므로[9] 이를 허증별로 비교하여 한의 임상 활용 가능성에 대해 확인하고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 당뇨병 환자에서의 피부전기자율반응과 허증과의 특성을 파악하기 위해 기혈음양허손 변증설문지로 기허증, 혈허증, 음허증, 양허증 4개의 변증으로 구분하고 당뇨병 스크리닝 기기인 SUDOSCAN을 통해 피부의 전기전도도 측정하여 비교 분석을 수행하였다. 허증 군별 전기전도도를 비교한 결과 혈허증에서 오른발의 전기전도도 값이 통계적으로 유의하게 낮았으며, 쉐페의 사후 분석에서 혈허증과 음허증이 유의한 차이를 보였다. 또한 허증 군별 설문 문항 점수와 전기전도도의 상관분석 결과 오른발의 전기전도도가 혈허증 설문 문항에서 역비례관계가 있음을 확인할 수 있었다.

한의학에서 '血'은 혈관 속을 흐르는 혈액, 즉 피의 의미와 혈액이 가진 오장육부와 인체의 모든 조직에 영양을 공급하는 작용과 더불어 혈관을 통해 전신을 순환하는 작용을 포함하는 포괄적인 개념으로 혈허는 혈의 부족과 영양과 자윤의 기능이 감퇴된 병리적 상태를 말한다[28]. 혈허의 병기로는 첫째, 실혈이 과다하여 새로운 혈이 보충되지 않아 점차적으로 혈이 고갈되는 경우와 둘째, 인체의 감각과 운동기능 장애를 유발하는 경우, 셋째, 정신의식 및 사유활동의 쇠퇴와 문란을 초래하는 경우로 분류할 수 있다. 혈허증은 피로가 누적되거나 진액 소모로 인해 혈의 생화작용이 되지 않거나 만성적인 실혈로 혈의 손실이 지나쳐 유양(濡養) 기능이 감퇴되는 증으로 面白無華或萎黃, 眼瞼, 口脣蒼白, 爪甲淡白, 頭暈眼花, 手足麻木 등이 주증으로, 怔忡, 毛髮不澤, 爪甲脆薄, 頭痛隱隱, 月經愆期, 量少色淡, 血枯經閉, 胎漏胎滑, 産後血暈, 便難 등이 차증으로 표현된다[29,30]. 혈허 군에 있어 전기전도도가 낮게 나온 결과는 혈허의 두 번째 병기인 인체 순환 기능 저하에 부합하는 것으로 파악된다[31]. 반면, 음허증에 있어서는, 진액이 적은 데 반해 음이 부족하여 땀을 과다하게 흘리게 되므로[31], 음허증이 동반되는 경우 땀샘의 기능항진에 의한 전기전도도의 상승효과가 나타날 것으로 예상된다. 본 연구 결과에서는 음허 군에 있어 혈허 군에 비해 통계적으로 유의하게 전기전도의 상승효과를 나타내었는데, 기존의 해석에 부합하는 결과이다.

또한 혈허증은 혈류역학적 측면에서 혈허 증상

뿐 아니라 미소순환 장애인 막혀서 흐르지 못하고 정체되어 순환되지 않는 혈액의 상태인 瘀血 증상도 나타난다고 하였으며[31], 혈허증 설문 문항 중 '쥐가 잘난다'는 手足麻木과 일맥상통하며, '안색이 창백하다'는 色白者 亡血也를, '머리카락이 푸석푸석하다'는 毛髮不澤을 표현한 것으로[30] 이는 감각이상 및 혈의 흐름 손상으로 발생되는 순환 장애의 대표적인 혈허증 문항들로서 자극에 대한 인체 내 전기적 흐름을 나타내는 전기전도도와 음의 상관관계로 표현된 것으로 사료된다.

추가적으로 혈액지표와 전기전도도의 상관분석을 진행하였으며 그 결과 오른손, 왼손, 오른발, 왼발의 전기전도도가 헤모글로빈 및 적혈구 수치와 양의 상관관계가 있음을 확인하였다. 헤모글로빈은 적혈구에서 철을 포함하는 단백질로 혈액 내 산소를 운반하는 순환의 기능을 담당하는데[32] 전기전도도와 양의 상관성은 전기전도도가 인체의 순환 기능과 관련성이 있다는 결과로 보인다.

한편, 피부전기자율반응의 좌우편차는 대뇌 반구의 비대칭과 관련이 있으며 이는 좌우 손잡이의 차이와 관련이 있다고 알려져 있다[33,34]. 본 분석 결과에서도 좌우에 따른 전기전도도의 차이를 확인할 수 있었으나 주로 사용하는 손에 관련된 질의가 누락되어 있으므로 부위에 따른 특징에 관해서는 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 예비 임상연구로써 수행된 본 연구의 연구결과를 일반화하기에는 연구대상자 수가 충분하지 않다는 점과 둘째, 당뇨병 환자들에게 다수 동반되는 합병증, 즉 말초신경병증성 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등과 관련된 위험인자에 대한 추가적인 고려가 필요하다는 점, 셋째, 당뇨병 환자에게서 나타날 수 있는 한열, 실증 등의 변증에 대한 확장형 후속 연구가 필요하다는 점이다. 그러나 이러한 한계점에도 불구하고 본 연구는 당뇨병 환자의 허증별 전기전도도를 비교분석한 최초의 연구로서 가치가 있으며, 한방 변증에서 혈허증과 음허증의 분류에 전기전도도가 참고 가능한 객관적 지표가 될 수 있는 가능성을 제시하였다.

향후 본 연구를 기반으로 연구 대상자 범위를 확장하여 다양한 질환에서의 적용 가능성을 확인하고 당뇨병 환자의 변증 분형 시 전기전도도의 활용에 대해 일반화할 수 있는 대규모 임상연구를 통해 정량적 지표로서 임상에 활용할 수 있기를 기대한다.

Ⅴ. 결론

40명의 당뇨병 환자를 대상으로 탐색적 관찰연구를 통해 기혈음양허손 설문지를 통해 구분한 기허증, 혈허증, 음허증, 양허증 피험자의 전기전도도를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

당뇨병 환자의 증별 분류 결과 기허증 9명, 혈허증 9명, 음허증 10명, 양허증이 12명이었다. 각 증의 인구학적 정보, 활력징후 및 공복혈당과 당화혈색소에 있어서 편향성이 없음을 확인하였다. 허증별 전기전도도 분석 시 오른손의 전기전도도에서 혈허증과 음허증이 통계적으로 유의한 차이를 나타냈으며, 전기전도도가 혈허증 문항 점수와는 음의 상관관계를, 헤모글로빈 및 적혈구의 혈액지표와는 양의 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 당뇨병 환자에서 혈허증과 음허증의 변증 분류 시 전기전도도가 관련 지표로 적용 가능성이 있음을 시사하며, 혈허증 진단에 전기전도도와 혈액지표가 활용될 수 있음을 나타낸다. 향후 당뇨병 환자의 유병기간이 긴 경우와, 말초신경병증이 심화된 경우에 대해 임상연구를 수행하여, 본 탐색적 관찰연구를 보완하는 결과 도출이 요구된다.

Ⅵ. Acknowledgement

이 논문은 2018년도 한국한의학연구원 주요사업인 '다중 생체신호 추적모니터링과 한의 변증에 기반한 치매 조기예측 모델 개발' 과제의 지원을 받아 수행된 연구임 (Grant No. K18171)

參 考 文 獻

1. 박정식, 송윤경, 황의형, 정원석, 박원형, 차윤엽, 신승우, 박태용, 장보형, 김호준, 고성규. 변증진단 체계 개발 및 응용 연구 분석 -한방 비만변증을 중심으로-. 대한한방재활의학회지. 2014; 24(2): 107-114.
2. Park K. Jindanhaggwon-yeo. 1st ed. Korea:Daesung Publishing Company. 2000, 491-492.
3. 양동훈, 박영재, 박영배, 이상철. 어혈변증설문지 개발. 대한한의진단학회지. 2006; 10(1): 141-152.
4. The Textbook Compilation Committee of Oriental Pathology. Oriental Pathology. 1st ed. Seoul: Harimunhwasa. 2008;, 172,286,288,579.
5. 김국기, 서복남, 강위창, 정인철. 화병 변증도구의 신뢰도, 타당도 평가와 활용 가이드라인 연구. 동의신경정신과학회지. 2013; 24(4): 331-342.
6. 송낙근, 김중길, 신선화, 김용호, 황규동, 안규석, 최선미. 설문지 통계분석을 통한 변증진단 객관화 연구. 한국한의학연구원논문집. 2005; 11(1): 127-138.
7. 박기종. 자율신경기능검사. 대한임상신경생리학회지 9(2):13-20, 2007.
8. 송범용. 7구역 진단기의 임상응용에 대한 고찰(1). 대한침구학회지. 2006; 23(3): 231-239.
9. 김영은, 김철, 예상준, 양창섭, 송미영. 건강검진자 대상 고혈압 유무에 따른 피부전기활동성 비교 연구. 동의생리병리학회지. 2013; 27(6): 847-852.
10. 국윤형, 민재영, 오상덕, 임승민, 백은탄, 이재혁, 방대건, 라수연. Vega의 factor AA중 구역 1,2,3에서의 두부 질환에 대한 연구. 한방성인병학회지. 2000; 6(1): 208-214.
11. 안규석, 이석원. 만성피로 증후군 환자의 경락기능 검사결과에 관한 분석. 동의병리학회지. 1999; 13(1): 59-64.
12. 이현중, 이보윤, 양승보, 이형민, 조승연, 권승원, 정우상, 박성욱, 고창남, 박정미. 중풍 환자의 입원 후 허실변증별 심박변이도 변화 특성에 대한 고찰. 경락경혈학회지. 2016; 33(4): 176-182.
13. 채윤병, 박히준, 구성태, 이혜정. 침과 자율신경계 고찰: 인체의 심박변이도 중심으로. 경락경혈학회지. 2007; 24(4): 25-36.
14. 최상옥, 박선영, 정희진, 정소연, 안수연, 김경민, 김영균. 변증과 심박변이도의 상관성 연구. 동의생리병리학회지. 2013; 27(3): 318-326.
15. 이봉교. 脈診에 의한 八要脈의 波型記錄判別에 관한 實驗的 硏究. 最新醫學, 1970; 13(7): 41-47.
16. 박영배. 맥진기의 현황과 전망, 大韓韓醫診斷學會誌. 1997; 1(1): 86-94.
17. 문성, 진의주, 김희영, 양재하, 김미려. 최근 당뇨병 연구에 이용된 침구치료 연구 경향 분석. 동서의학. 2013; 38(2): 13-20.
18. 김동수, 박윤길, 임상희, 김동현, 송명호, 김형균, 최원아. 교감신경 피부반응에서 하루주기 리듬의 영향. 대한 근전도·전기진단의학회지. 2008; 10(2): 113-117.
19. 김도형, 박승찬, 이지혜, 이혜윤, 조민경, 최준용, 김소연, 박성하. 당뇨병의 한의학적 치료에 대한 최신 연구 동향-2008년부터 2013년까지 국내 학술논문을 중심으로-. 대한한방내과학회지. 2013; 34(3): 240-255.

20. 한방병리학 교재편찬위원회. 한방병리학. 서울, 한의문화사, 2007, 288.
21. 김지혜, 구본초, 김정은, 김윤식, 김근호. 기혈음양허손 변증 설문지의 신뢰도 및 타당도 기초연구. 동의생리병리학회지. 2014; 28(3): 346-354.
22. Carolina M. Casellini, Henri K. Parson, Margaret S. Richardson, Marie L. Nevoret, Aaron I. Sudoscan, a Noninvasive Tool for Detecting Diabetic Small Fiber Neuropathy and Autonomic Dysfunction. Diabetes Technol Ther. 2013; 15(11): 948–953.
23. Mayaudon H. Miloche PO. Bauduceau B. A new simple method for assessing sudomotor function: relevance in type 2 diabetes. Diabetes Metab. 2010; 36: 450–454.
24. 우홍정, 김세훈, 이승보, 최미영, 김영철, 이장훈. 氣血陰陽虛損 辨證의 분석을 위한 설문문항 개발. 대한한방내과학회지. 2008; 29(4): 856-870.
25. 박영재, 남동현, 박영배. 辨證과 自律神經機能의 相關性 硏究. 대한한의진단학회지. 2002; 6(1): 123-134.
26. Thayer JF, Yamamoto SS, Brosschot JF. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. Int. J. Cardiol. 2010; 141(2): 122-31.
27. 유태양, 이대호. 당뇨병성 자율신경병증과 관련된 어지럼증과 실신. International Journal of Arrhythmia. 2016; 17(2): 90-94.
28. 정우열. 혈허병증의 (血虛病證) 지표설정에 (指標設定) 대한 이론적 연구. 동의생리병리학회지. 1998; 3: 5-8.
29. 匡調元. 中醫證候病理學. 上海, 上海科學普及出版社, 1995, 37-38.
30. 中國中醫硏究院. 中醫證候鑑別診斷學. 北京, 人民衛生出版社, 1987, 83-85.
31. 박미선, 김영목. 血虛證의 임상 질환 범위에 대한 고찰. 동의생리병리학회지. 2013; 27(4): 343-349.
32. 여남회, 최승욱, 박정준, 신기옥. 운동형태가 제2형 당뇨병환자의 인슐린저항성과 EPO에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 2009; 37: 1207-1216.
33. Gayle M. Boyd, Irving Maltzman. Bilateral Asymmetry of Skin Conductance Responses During Auditory and Visual Tasks. Psychophysiology. 1983; 20(2): 196-203.
34. Kennenth Hugdahl. Hemispheric Asymmetry and Bilateral Electrodermal Recordings: A Review of the Evidence. Psychophysiology, 1984; 21(4): 371-393.

Appendix 1. Qi Blood Yin Yang Deficiency Questionnaire

		설문문항	아니다	약간 그렇다	그렇다	매우 그렇다
기허증	Q01	몸이 나른하거나 무겁다.				
	Q02	힘이 없어 움직이기조차 싫을 때가 있다.				
	Q03	평소보다 목소리가 작고 힘이 없다.				
	Q04	체력에 비해서 일을 무리한다.				
	Q09	평소 팔다리가 무겁고 힘이 없다.				
	Q20	식욕이 없다.				
	Q25	평소에 저절로 땀이 난다.				
	Q27	말을 많이 하면 힘들어서 목소리가 작아진다.				
	Q32	탈항(직장탈출증) 또는 자궁하수 증세가 있다.				
혈허증	Q06	어지럽다.				
	Q07	이유 없이 가슴이 두근두근 거린다.				
	Q11	쥐가 잘난다.				
	Q13	안색이 창백하다.				
	Q15	머리카락이 푸석푸석하다.				
	Q16	입술, 눈꺼풀, 손톱에 핏기가 없다.				
	Q17	눈이 피로하거나 건조하다.				
	Q28	잠을 잘 못 자거나 꿈을 많이 꾼다.				
음허증	Q05	얼굴이 초췌하고 몸이 수척해진다.				
	Q08	허리와 무릎이 시리고 자주 아프다.				
	Q10	손발바닥이 화끈거리고 가슴에 열감이 있다.				
	Q12	오후에 얼굴이 붉게 상기되는 경우가 있다.				
	Q14	피부가 예전보다 건조해졌다.				
	Q18	시력감퇴가 있다.				
	Q19	입이 자주 마른다.				
	Q21	오후에 미열감이 있다.				
	Q26	수면 중 땀이 난다.				
양허증	Q22	추위를 많이 타고 따뜻한 것을 좋아한다.				
	Q23	갈증이 나도 찬물보다는 따뜻한 것을 마신다.				
	Q24	손발이 차다.				
	Q29	소변을 자주 보면서 약간 한기를 느낀다.				
	Q30	새벽에 설사를 하는 경우가 많다.				
	Q31	대변이 묽고 소화 안 된 음식물이 섞여 나온다.				