당뇨병 환자와 건강인의 맥상과 사상체질에 관한 연구

박수정 · 김경요 · 이시우[1] · 권영미[2] · 길은영[2] · 주종천*

원광대학교 한의과대학 사상의학교실, 1 : 한국한의학연구원, 2 : 원광병원

Comparative Study on the Pulse Wave Variables and Sasang Constitution in Diabetes Mellitus Patients and Healthy Subjects

Su Jeong Park, Kyung Yo Kim, Si Woo Lee[1], Young Mi Kwon[2], Eun Young Kil[2], Jong Cheon Joo*

Department of Sasang Constitutional Medicine, College of Oriental Medicine, Wonkwang University, 1 : Korea Institute of Oriental Medicine, 2 : Wonkwang Hospital in Jeonju, Jeonbuk

The purpose of this study was to determine whether a pulse analyzer was useful 1) to characterize the variables of pulse wave of diabetes mellitus group, compared with those of healthy subjects, and 2) to determine Sasang Constitution in diabetes mellitus group and healthy subjects. 1. The sum of pulse pressure (energy) and the ratio of systolic period area (As%), called pulse pressure-related variables, were higher in diabetes mellitus group than healthy group, while the height of dicrotic wave (h5) and the ratio of height of dicrotic wave to height of percussion wave (h5/h1), correlated with arterial compliance, were lower in diabetes mellitus group than healthy group. 2. Taeumin of diabetes mellitus group showed higher pressure-related variables than that of healthy group. 3. Soumin of diabetes mellitus group had shorter the time to dicrotic wave (t5) than that of healthy group. 4. Soyangin of diabetes mellitus group showed higher heart rates and lower values in pulse wave time-related variables, including time to dicrotic wave(t5), time to incisura (t4), total time minus time to incisura (t-t4), total time (t), width of percussion wave (w), and the ratio of width of percussion wave to total time (w/t), than that of healthy group. 5. Contact pressure (CP), sum of pulse pressure (energy), height of pre-incisura (h2), height of incisura (h4), width of percussion wave (w), time to incisura (t4), time to percussion wave (t1), variance of total time (Vt), variance of height of percussion wave(Vp) and the ratio of height of incisura to height of percussion wave (h4/h1) were used to develop the rules of Sasang Constitution Classification with about seventy five percents accuracy. These suggested that the pulse analyzer was useful to evaluate the risk degree of diabetes mellitus and to determine Sasang Constitution among either diabetes mellitus group or healthy group.

Key words : pulse wave, Sasang Constitution, diabetes mellitus

서 론

맥진의 意義는 病情을 판별하는 정보를 제공하며, 病機를 알 수 있게 하며, 치료 방향에 대한 정보를 제공하며, 預後를 짐작할 수 있게 하는 것이다[1]. 脈波는 심장박동에 의하여 대동맥 起始部에 생긴 대동맥내 壓波動이 동맥계를 따라서 말초로 전파되는 것을 말한다. 맥파 기록은 프랑스의 E.J. Marey가 脈波 描寫機를 고안하여 橈骨動脈波를 최초로 기록함으로써 시작되었다[2]. 이후 脈波 기록에 대한 많은 연구가 이루어졌으며 특히 脈波傳達速度(pulse wave velocity, PWV)와 동맥경화에 관한 다양한 연구가 이루어졌다[3-5]. 그러나 이들은 한의학적 脈診 개념과는 동떨어진 정보와 방법을 이용한 것이었다.

한의학에서는 맥진을 위해 橈骨動脈의 側脈波를 측정하는데, 요골동맥의 특징을 올바르게 검출하기 위한 다양한 연구가 이루어져 왔다[6,7]. 맥진기를 이용한 임상연구로는 침치료 전후의 맥파의 변화[8], 맥진 출력값 분석을 통한 중풍환자의 허실 진단[9] 등이 있었다.

사상체질의학에서는 病證과 脈診의 상관성을 연결하여 임상적인 응용 가능성을 제시한 연구들이 있었으나[10,11], 임상적으로 활용하기에는 실증적인 내용이 부족하였다.

* 교신저자 : 주종천, 전주시 덕진구 덕진동 2가 142-1 원광대학교 전주한방병원
· E-mail : jcjoo@wku.ac.kr, · Tel : 063-270-1073
· 접수 : 2007/08/29 · 채택 : 2007/11/03

당뇨병의 신체 상태를 한의학적 진단법으로 측정한 연구는 피험자 27명을 대상으로 舌診을 수행한 연구[12]와 당뇨환자를 대상으로 脈診을 적용하여 예방치료의 개념으로 접근하려는 연구[13]가 있었으나 초보적인 연구에 그친 경향이 있었다.

본 연구에서 사용한 맥진기는 어레이 압저항 센서가 장착되어 있으며 자동으로 측정 및 분석을 수행하는 기기이다. 또한 맥진기 연구에서 항상 지적되어 온 한의학적 타당성 부족, 脈壓 및 脈位 측정의 한계, 脈幅과 脈長 측정의 한계, 신호 검출의 재현성 부족, 파형 변환의 문제, 파형 분석의 문제 등[14]을 상당 부분 해결하였다.

본 연구에서는 재현성 검증을 수행한 맥진기를 이용하여 동맥경화의 위험인자 중 하나인 당뇨병의 脈象을 측정하고 이를 사상체질별로 구분, 분석하여 몇 가지 유의한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1. 대상

특별한 질환이 없는 50세 이상의 건강한 성인 53명과 당뇨병 환자 30명을 대상으로 체질진단을 시행하고 맥진기의 맥파를 획득하였다. 건강인군은 남자 24명, 여자 29명으로 사상체질분포는 태음인 18명, 소음인 23명, 소양인 12명이었으며, 당뇨병군은 남자 14명, 여자 16명으로 사상체질분포는 태음인 11명, 소음인 9명, 소양인 10명이었다.

2. 방법

1) 사상체질진단

피험자의 體形氣像, 性質才幹, 容貌詞氣, 素證, 病證, 投藥反應, 사상체질분류검사 설문지 등을 참고로 사상체질과 전문의가 최종 판단하였다.

2) 맥진기

맥진기는 5개의 압저항 센서가 장착된 자동 로봇 측정 맥진기(대요메디, 경기도 안산, 2005)를 사용하였다(Fig. 1).

Fig. 1. Appearance of pulse analyzer

3) 측정방법

피험자는 측정전에 안정을 취한 후 일반적인 정보 분석을 위한 설문지를 작성하였다. 맥진기 측정은 누운 자세에서 시행하였으며, 왼쪽 손목의 關部, 尺部, 寸部의 순서로 진행하였다.

로봇팔의 위치를 초기화한 후, 관부에 센서가 위치하도록 로봇팔의 위치를 대략적으로 정하여 맥찾기를 시행하면 다섯 개의 센서를 통해 얻어지는 맥파를 분석하여 로봇팔이 맥파가 잘 감지되는 곳을 자동으로 찾게 된다.

맥진기는 관부에서 맥상을 획득한 후, 자동으로 척부와 촌부를 차례로 찾아서 맥상을 획득한다. 맥상을 획득할 때는, 피험자의 최소 맥압과 최대 맥압의 범위에 따라 5단계로 압력을 가해서 가압과 맥압을 동시에 자동 측정한다.

4) 분석변수

총 31개의 변수를 분석하였다. 변수는 맥압의 크기와 관련된 변수, 맥파 시간과 관련된 변수, 맥파면적 및 맥파각과 관련된 변수, 이러한 변수를 수식으로 처리한 2차변수 등이 있었다. 변수에 대한 상세한 설명은 다음과 같다(Fig. 2).

(1) Mean of total time(Mt) : 총시간의 평균, 5초동안 측정된 맥파들의 총시간의 평균

(2) Variance of total time(Vt) : 총시간의 분산, 5초동안 측정된 맥파들의 총시간의 분산

(3) Mean of percussion wave(Mp) : 크기의 평균, 5초동안 측정된 맥파들의 충격파 높이의 평균

(4) Variance of percussion wave(Vp) : 크기의 분산, 5초동안 측정된 맥파들의 충격파 높이의 분산

(5) Contact pressure(CP) : 가압력, 가장 높은 충격파가 측정된 시점의 맥진기 가압력

(6) Sum of pulse pressure(energy) : 맥압 총합, 5개 센서의 충격파 높이의 합계

(7) Height of percussion wave(h1) : 衝擊波 높이, 기저점에서 충격파의 최고점까지의 높이

(8) Height of preincisura(h2) : 前切痕 높이, 기저점에서 전절흔의 최저점까지의 높이

(9) Height of tidal wave(h3) : 潮浪波 높이, 기저점에서 조랑파의 최고점까지의 높이

(10) Height of incisura(h4) : 切痕 높이, 기저점에서 절흔의 최저점까지의 높이

(11) Height of dicrotic wave(h5) : 重複波 높이, 기저점에서 중복파의 최고점까지의 높이

(12) h3/h1 : 조랑파 높이/충격파 높이, 2차변수

(13) h4/h1 : 절흔 높이/충격파 높이, 2차변수

(14) h5/h1 : 중복파 높이/충격파 높이, 2차변수

(15) (h4+h5)/h1 : (절흔 높이+중복파 높이)/충격파 높이, 2차변수

(16) Time to percussion wave(t1) : 충격파 시간, 맥파의 시작점(S)에서 충격파의 최고점까지의 소요시간

(17) Time to preincisura(t2) : 전절흔 시간, 맥파의 시작점(S)에서 전절흔의 최저점까지의 소요시간

(18) Time to tidal wave(t3) : 조랑파 시간, 맥파의 시작점(S)에서 조랑파의 최고점까지의 소요시간

(19) Time to incisura(t4) : 절흔 시간, 맥파의 시작점(S)에서 절

흔의 최저점까지의 소요시간

(20) Time to dicrotic wave(t5) : 중복파 시간, 맥파의 시작점(S)에서 중복파의 최고점까지의 소요시간

(21) t-t4 : 총시간-절흔 시간, 2차변수

(22) Total time(t) : 총시간, 맥파의 시작점(S)에서 끝점(S')까지의 소요시간

(23) Width of percussion wave(w) : 충격파폭, 맥파의 최저점에서 충격파의 최고점에 이르는 선의 상부 1/3 지점의 양측 너비

(24) t1/t : 충격파 시간/총시간, 2차변수

(25) (t4-t1)/t : (절흔 시간-충격파 시간)/총시간, 2차변수

(26) w/t : 충격파폭/총시간, 2차변수

(27) Total area(At) : 총면적, 맥파의 시작점에서 끝점까지의 총면적

(28) Ratio of systolic period area(As%) : 수축기 면적 비율, 총면적에서 수축기 면적이 차지하는 비율

(29) Ratio of diastolic period area(Ad%) : 이완기 면적 비율, 총면적에서 이완기 면적이 차지하는 비율

(30) Area of percussion wave(Aw) : 충격파 면적, 충격파폭에 해당되는 시간동안의 면적

(31) Angle of percussion wave(Θ) : 충격파각, 충격파의 꼭지점과 충격파폭의 양끝단이 만나 이루는 각도

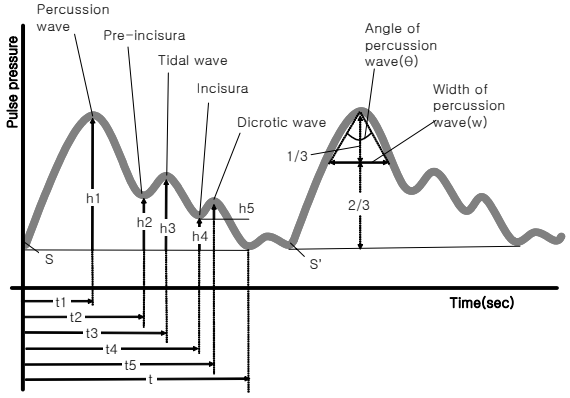

Fig. 2. Naming of pulse wave variables S: start point S': end point

5) 통계처리

소프트웨어는 SPSS 12.0과 SAS Enterprise-Miner 4.0을 사용하였다. 모든 값은 평균±표준편차로 표현하였다. 대부분의 값은 소수점 두 자리까지 표현하였으나, 1.0 이하의 값은 소수점 세 자리까지 표현하였으며, 1,000 이상의 값은 소수점 이하의 값은 생략하였다. 분석방법은 정규분포 여부 또는 그룹 데이터의 수에 따라 t-test, Mann-Whitney test, Kruskal-Wallis test 등의 방법을 사용하였다. p-value는 0.05와 0.001이하의 값을 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

1. 건강인군과 당뇨병군의 일반적 특성 비교

건강인군과 당뇨병군의 일반적인 특성인 나이, 키, 체중, 체온, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥박수, 손목 둘레, 손목 두께 등은 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

Table 1. General traits of healthy group and diabetes mellitus(DM) group

Traits	Healthy group(n=53)	DM group(n=30)
Age(year)	63.17 ± 10.87	66.25 ± 8.45
Height(cm)	160.49 ± 8.55	159.37 ± 9.53
Weight(kg)	58.72 ± 10.29	62.35 ± 11.25
Body temperature(℃)	36.70 ± 0.41	36.74 ± 0.42
Systolic blood pressure(mmHg)	129.89 ± 20.63	134.37 ± 21.52
Diastolic blood pressure(mmHg)	83.49 ± 14.22	80.57 ± 13.68
Pulse rate(times/min)	73.00 ± 15.20	76.27 ± 10.79
Girth of wrist(cm)	17.31 ± 1.25	17.80 ± 1.35
Thickness of wrist(mm)	43.44 ± 4.14	44.65 ± 3.52

2. 촌부에서 건강인군과 당뇨병군간 맥파 변수 비교

촌부의 맥파 변수에서 중복파 시간(t5)은 건강인군 0.417±0.032, 당뇨병군 0.395±0.030으로 당뇨병군이 짧았으며(p=0.007), 충격파 시간/총시간(t1/t)은 건강인군 0.152±0.031, 당뇨병군 0.168±0.040으로 당뇨병군이 컸다(p=0.045)(Table 2).

Table 2. Comparison of variables in Chon between healthy group and diabetes mellitus(DM) group

Variables	Healthy group (n=53)	DM group (n=30)	p-value
Mean of total time	0.912 ± 0.157	0.856 ± 0.137	0.112
Variance of total time	0.014 ± 0.016	0.012 ± 0.017	0.601
Mean of percussion wave	235.90 ± 96.31	237.38 ± 86.90	0.946
Variance of percussion wave	6.88 ± 6.55	5.97 ± 2.87	0.395
Contact pressure(CP)	159.82 ± 30.74	157.88 ± 40.01	0.809
Sum of pulse pressure(energy)	724.92 ± 333.97	737.45 ± 303.53	0.869
Height of percussion wave(h1)	236.28 ± 95.77	238.45 ± 85.14	0.920
Height of preincisura(h2)	183.32 ± 82.48	153.72 ± 77.18	0.147
Height of tidal wave(h3)	183.70 ± 82.29	154.28 ± 78.28	0.151
Height of incisura(h4)	51.37 ± 23.60	52.70 ± 25.70	0.817
Height of dicrotic wave(h5)	11.36 ± 11.77	9.51 ± 9.62	0.528
h3/h1	0.757 ± 0.157	0.657 ± 0.244	0.074
h4/h1	0.226 ± 0.087	0.222 ± 0.097	0.852
h5/h1	0.036 ± 0.041	0.035 ± 0.052	0.887
(h4+h5)/h1	0.265 ± 0.077	0.251 ± 0.084	0.457
Time to percussion wave(t1)	0.135 ± 0.024	0.139 ± 0.028	0.476
Time to preincisura(t2)	0.214 ± 0.041	0.221 ± 0.035	0.517
Time to tidal wave(t3)	0.219 ± 0.041	0.224 ± 0.033	0.582
Time to incisura(t4)	0.377 ± 0.049	0.365 ± 0.046	0.292
Time to dicrotic wave(t5)*	0.417 ± 0.032	0.395 ± 0.030	0.007
t-t4	0.530 ± 0.121	0.479 ± 0.121	0.074
Total time(t)	0.908 ± 0.150	0.844 ± 0.134	0.064
Width of percussion wave(w)	0.180 ± 0.044	0.169 ± 0.043	0.275
t1/t*	0.152 ± 0.031	0.168 ± 0.040	0.045
(t4-t1)/t	0.269 ± 0.028	0.271 ± 0.043	0.812
w/t	0.198 ± 0.034	0.199 ± 0.040	0.845
Total area(At)	15827 ± 6485	14991 ± 5896	0.570
Ratio of systolic period area(As%)	83.54 ± 4.29	83.24 ± 12.41	0.877
Ratio of diastolic period area(Ad%)	16.46 ± 4.29	16.76 ± 12.41	0.877
Area of percussion wave(Aw)	2108 ± 937	2111 ± 1010	0.989
Angle of percussion wave(Θ)	35.74 ± 17.29	36.54 ± 29.55	0.881

*: p<0.05 †: p<0.001

3. 관부에서 건강인군과 당뇨병군간 맥파 변수 비교

관부의 맥파 변수에서 센서 맥압 총합(energy)은 건강인군 640.35±263.90, 당뇨병군 770.80±244.28로 당뇨병군이 컸다

(p=0.030)(Table 3).

Table 3. Comparison of variables in Gwan between healthy group and diabetes mellitus(DM) group

Variables	Healthy group (n=53)	DM group (n=30)	p-value
Mean of total time	0.900 ± 0.155	0.853 ± 0.143	0.180
Variance of total time	0.020 ± 0.040	0.011 ± 0.014	0.248
Mean of percussion wave	250.37 ± 78.34	272.87 ± 85.19	0.229
Variance of percussion wave	7.38 ± 8.15	6.47 ± 3.00	0.555
Contact pressure(CP)	127.86 ± 40.87	127.10 ± 45.47	0.938
Sum of pulse pressure(energy)*	640.35 ± 263.90	770.80 ± 244.28	0.030
Height of percussion wave(h1)	250.15 ± 79.50	271.13 ± 83.42	0.262
Height of preincisura(h2)	179.26 ± 65.19	188.65 ± 90.33	0.618
Height of tidal wave(h3)	181.26 ± 65.47	189.62 ± 91.26	0.660
Height of incisura(h4)	51.12 ± 20.70	54.77 ± 26.58	0.491
Height of dicrotic wave(h5)	11.91 ± 9.91	10.84 ± 11.87	0.678
h3/h1	0.764 ± 0.165	0.719 ± 0.229	0.390
h4/h1	0.212 ± 0.074	0.200 ± 0.075	0.483
h5/h1	0.041 ± 0.037	0.036 ± 0.042	0.638
(h4+h5)/h1	0.254 ± 0.059	0.236 ± 0.060	0.212
Time to percussion wave(t1)	0.137 ± 0.026	0.141 ± 0.026	0.484
Time to preincisura(t2)	0.208 ± 0.035	0.216 ± 0.029	0.356
Time to tidal wave(t3)	0.217 ± 0.031	0.221 ± 0.026	0.537
Time to incisura(t4)	0.371 ± 0.039	0.365 ± 0.037	0.441
Time to dicrotic wave(t5)	0.413 ± 0.038	0.404 ± 0.029	0.265
t-t4	0.528 ± 0.131	0.480 ± 0.118	0.103
Total time(t)	0.899 ± 0.156	0.844 ± 0.141	0.116
Width of percussion wave(w)	0.179 ± 0.047	0.176 ± 0.041	0.825
t1/t	0.156 ± 0.032	0.170 ± 0.032	0.056
(t4-t1)/t	0.264 ± 0.035	0.268 ± 0.042	0.668
w/t	0.199 ± 0.040	0.209 ± 0.036	0.282
Total area(At)	16443 ± 5785	17184 ± 6269	0.589
Ratio of systolic period area(As%)	84.63 ± 3.44	86.20 ± 4.05	0.067
Ratio of diastolic period area(Ad%)	15.37 ± 3.44	13.80 ± 4.05	0.067
Area of percussion wave(Aw)	2328 ± 1113	2569 ± 1238	0.367
Angle of percussion wave(㎭)	31.96 ± 12.60	29.39 ± 10.50	0.348

*: p<0.05

4. 척부에서 건강인군과 당뇨병군간 맥파 변수 비교

척부의 맥파 변수에서 중복파의 높이(h5)는 건강인군 8.94±8.03, 당뇨병군 6.20±4.44로 당뇨병군이 더 낮았으며(p=0.049), 중복파 높이/충격파 높이(h5/h1)은 건강인군 0.047±0.038, 당뇨병군 0.032±0.024로 당뇨병군이 더 작았으며(p=0.028), 중복파 시간(t5)은 건강인군 0.413±0.028, 당뇨병군 0.396±0.031로 당뇨병군이 더 짧았으며(p=0.015), 수축기 면적비율(As%)은 건강인군 82.08±8.72, 당뇨병군 85.63±4.30, 이완기 면적비율(Ad%)은 건강인군 17.92±8.72, 당뇨병군 14.37±4.30으로 당뇨병군은 수축기 면적이 이완기 면적보다 더 넓었다(p=0.040)(Table 4).

5. 건강인군의 사상체질별 일반적 특성 비교

건강인군을 사상체질별로 구분하여 일반적 특성을 살펴본 결과 나이, 키, 체온, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥박수는 차이가 없었다. 체중은 태음인 66.56±7.34, 소음인 55.00±8.20, 소양인 54.08±11.40으로 태음인이 가장 무거웠다. 손목둘레는 태음인 18.12±1.01, 소음인 16.91±1.27, 소양인 16.88±0.95로 태음인이 가장 길었다. 손목두께는 태음인 45.80±3.33, 소음인 42.07±4.01, 소양인 42.52±4.20으로 태음인이 가장 두꺼웠다(Table 5).

Table 4. Comparison of variables in Cheok between healthy group and diabetes mellitus(DM) group

Variables	Healthy group (n=53)	DM group (n=30)	p-value
Mean of total time	0.943 ± 0.241	0.858 ± 0.138	0.083
Variance of total time	0.016 ± 0.033	0.017 ± 0.025	0.934
Mean of percussion wave	182.15 ± 59.11	204.30 ± 74.69	0.142
Variance of percussion wave	7.35 ± 8.61	5.80 ± 4.80	0.369
Contact pressure(CP)	154.89 ± 38.97	160.83 ± 33.12	0.485
Sum of pulse pressure(energy)	481.60 ± 226.78	524.93 ± 230.09	0.410
Height of percussion wave(h1)	182.52 ± 58.33	203.73 ± 73.65	0.154
Height of preincisura(h2)	140.81 ± 56.58	161.48 ± 76.25	0.188
Height of tidal wave(h3)	144.83 ± 59.24	165.30 ± 80.12	0.214
Height of incisura(h4)	41.30 ± 17.30	43.75 ± 25.96	0.612
Height of dicrotic wave(h5)*	8.94 ± 8.03	6.20 ± 4.44	0.049
h3/h1	0.765 ± 0.185	0.778 ± 0.190	0.776
h4/h1	0.229 ± 0.084	0.214 ± 0.097	0.447
h5/h1*	0.047 ± 0.038	0.032 ± 0.024	0.028
(h4+h5)/h1	0.276 ± 0.071	0.246 ± 0.087	0.090
Time to percussion wave(t1)	0.125 ± 0.019	0.124 ± 0.018	0.920
Time to preincisura(t2)	0.198 ± 0.037	0.196 ± 0.029	0.814
Time to tidal wave(t3)	0.216 ± 0.034	0.211 ± 0.028	0.529
Time to incisura(t4)	0.366 ± 0.032	0.358 ± 0.040	0.319
Time to dicrotic wave(t5)*	0.413 ± 0.028	0.396 ± 0.031	0.015
t-t4	0.562 ± 0.175	0.502 ± 0.122	0.102
Total time(t)	0.928 ± 0.190	0.860 ± 0.146	0.094
Width of percussion wave(w)	0.181 ± 0.050	0.179 ± 0.049	0.875
t1/t	0.138 ± 0.029	0.148 ± 0.030	0.148
(t4-t1)/t	0.265 ± 0.039	0.275 ± 0.033	0.278
w/t	0.198 ± 0.051	0.207 ± 0.042	0.425
Total area(At)	12801 ± 5815	13118 ± 5840	0.813
Ratio of systolic period area(As%)*	82.08 ± 8.72	85.63 ± 4.30	0.040
Ratio of diastolic period area(Ad%)*	17.92 ± 8.72	14.37 ± 4.30	0.040
Area of percussion wave(Aw)	1696 ± 781	1986 ± 1202	0.244
Angle of percussion wave(㎭)	42.56 ± 16.01	38.45 ± 14.91	0.255

*: p<0.05

Table 5. General traits of Sasang Constitution in healthy group

Traits	Taeumin (n=18)	Soumin (n=23)	Soyangin (n=12)
Age(year)	59.16±7.56	66.00±11.12	63.77±13.40
Height(cm)	163.39±8.58	158.87±8.47	159.25±8.21
Weight(kg)†	66.56±7.34	55.00±8.20	54.08±11.40
Body temperature(℃)	36.70±0.42	36.65±0.29	36.80±0.58
Systolic blood pressure(mmHg)	131.17±24.62	127.35±18.50	132.83±19.12
Diastolic blood pressure(mmHg)	85.67±14.82	81.00±11.00	85.00±18.72
Pulse rate(times/min)	75.39±16.11	73.70±12.39	68.08±18.65
Girth of wrist(cm)*	18.12±1.01	16.91±1.27	16.88±0.95
Thickness of wrist(mm)*	45.80±3.33	42.07±4.01	42.52±4.20

*: p<0.05 †: p<0.001

6. 촌부에서 건강인군의 사상체질별 맥파 변수 비교

건강인군을 사상체질별로 구분하여 촌부의 변수를 살펴본 결과 유의한 차이는 없었다(Table 6).

7. 관부에서 건강인군의 사상체질별 맥파 변수 비교

건강인군을 사상체질별로 구분하여 관부의 변수를 살펴본 결과 가압력(CP)은 태음인 150.06±34.80, 소음인 107.73±34.90, 소양인 131.48±43.78로 태음인이 가장 컸으며, 소음인이 가장 작았다(p=0.009). 중복파 높이(h5)는 태음인 16.39±10.81, 소음인 7.20±6.42, 소양인 13.55±10.72로 태음인이 가장 높았으며, 소음인이 가장 낮았다(p=0.021). 충격파폭/총시간(w/t)은 태음인

0.186±0.038, 소음인 0.196±0.043, 소양인 0.224±0.023로 소양인이 가장 컸으며, 태음인이 가장 작았다(p=0.027)(Table 7).

Table 6. Comparison of variables in Chon among Sasang Constitution of healthy group

Variables	Taeumin (n=18)	Soumin (n=23)	Soyangin (n=12)	p-value
Mean of total time	0.894±0.185	0.913±0.156	0.940±0.108	0.715
Variance of total time	0.013±0.012	0.014±0.019	0.013±0.016	0.840
Mean of percussion wave	224.72±99.69	256.29±97.32	215.27±89.72	0.646
Variance of percussion wave	6.00±4.63	7.52±8.17	7.09±6.16	0.989
Contact pressure(CP)	165.76±26.43	154.22±32.92	160.79±33.84	0.536
Sum of pulse pressure(energy)	765.11±379.14	733.76±338.61	642.27±249.49	0.720
Height of percussion wave(h1)	226.28±101.56	255.62±94.77	215.73±89.52	0.617
Height of preincisura(h2)	161.82±87.28	198.78±81.59	193.00±74.55	0.243
Height of tidal wave(h3)	162.82±87.07	198.78±81.59	193.00±74.55	0.247
Height of incisura(h4)	47.26±20.69	54.58±22.74	51.96±30.23	0.457
Height of dicrotic wave(h5)	12.14±10.20	9.74±8.94	13.09±18.00	0.594
h3/h1	0.717±0.191	0.766±0.148	0.813±0.079	0.507
h4/h1	0.227±0.097	0.225±0.081	0.227±0.088	0.526
h5/h1	0.040±0.036	0.029±0.032	0.045±0.060	0.667
(h4+h5)/h1	0.267±0.085	0.257±0.074	0.276±0.076	0.518
Time to percussion wave(t1)	0.127±0.014	0.141±0.032	0.134±0.018	0.239
Time to preincisura(t2)	0.207±0.029	0.220±0.055	0.217±0.030	0.899
Time to tidal wave(t3)	0.218±0.028	0.221±0.055	0.217±0.030	0.722
Time to incisura(t4)	0.362±0.040	0.383±0.060	0.391±0.032	0.088
Time to dicrotic wave(t5)	0.414±0.035	0.414±0.031	0.429±0.030	0.591
t-t4	0.524±0.143	0.533±0.120	0.537±0.091	0.910
Total time(t)	0.886±0.177	0.916±0.149	0.928±0.107	0.774
Width of percussion wave(w)	0.166±0.054	0.183±0.039	0.195±0.029	0.155
t1/t	0.150±0.035	0.156±0.029	0.147±0.029	0.635
(t4-t1)/t	0.267±0.022	0.267±0.033	0.277±0.028	0.603
w/t	0.186±0.036	0.201±0.033	0.211±0.028	0.164
Total area(At)	14418±7026	17206±5829	15499±6821	0.258
Ratio of systolic period area(As%)	83.00±5.22	83.90±3.21	83.73±4.73	0.974
Ratio of diastolic period area(Ad%)	17.00±5.22	16.10±3.21	16.27±4.73	0.974
Area of percussion wave(Aw)	1800±936	2376±864	2100±1002	0.122
Angle of percussion wave(θ)	35.34±21.03	32.88±12.54	41.87±18.42	0.372

Table 7. Comparison of variables in Gwan among Sasang Constitution of healthy group

Variables	Taeumin (n=18)	Soumin (n=23)	Soyangin (n=12)	p-value
Mean of total time	0.885±0.188	0.913±0.149	0.898±0.116	0.778
Variance of total time	0.014±0.015	0.025±0.058	0.021±0.024	0.638
Mean of percussion wave	255.00±80.60	242.73±90.63	257.42±50.23	0.523
Variance of percussion wave	6.44±4.41	7.68±10.15	8.25±8.87	0.984
Contact pressure(CP)	150.06±34.80	107.73±34.90	131.48±43.78	0.009
Sum of pulse pressure(energy)	724.67±262.04	572.18±267.69	638.83±243.01	0.263
Height of percussion wave(h1)	254.78±84.87	241.64±89.12	258.83±52.42	0.553
Height of preincisura(h2)	172.38±70.33	171.89±65.29	210.50±50.64	0.193
Height of tidal wave(h3)	174.88±71.35	173.26±65.17	213.00±49.70	0.169
Height of incisura(h4)	45.08±20.85	55.06±19.52	52.93±22.22	0.128
Height of dicrotic wave(h5)	16.39±10.81	7.20±6.42	13.55±10.72	0.021
h3/h1	0.727±0.202	0.766±0.154	0.832±0.080	0.118
h4/h1	0.187±0.070	0.236±0.065	0.207±0.089	0.108
h5/h1	0.055±0.042	0.026±0.030	0.047±0.034	0.069
(h4+h5)/h1	0.242±0.049	0.263±0.057	0.254±0.075	0.442
Time to percussion wave(t1)	0.131±0.014	0.138±0.034	0.145±0.025	0.223
Time to preincisura(t2)	0.210±0.031	0.208±0.044	0.206±0.017	0.489
Time to tidal wave(t3)	0.218±0.024	0.215±0.040	0.220±0.021	0.375
Time to incisura(t4)	0.361±0.049	0.371±0.035	0.388±0.021	0.255
Time to dicrotic wave(t5)	0.407±0.046	0.408±0.036	0.431±0.019	0.132
t-t4	0.513±0.145	0.550±0.141	0.508±0.086	0.472
Total time(t)	0.874±0.185	0.921±0.159	0.896±0.095	0.585
Width of percussion wave(w)	0.164±0.054	0.179±0.045	0.200±0.029	0.082
t1/t	0.155±0.030	0.152±0.033	0.164±0.035	0.668
(t4-t1)/t	0.266±0.024	0.259±0.046	0.272±0.023	0.792
w/t	0.186±0.038	0.196±0.043	0.224±0.023	0.027
Total area(At)	15923±6550	16037±6082	17965±3865	0.314
Ratio of systolic period area(As%)	84.28±3.92	84.14±3.21	86.08±2.91	0.241
Ratio of diastolic period area(Ad%)	15.72±3.92	15.86±3.21	13.92±2.91	0.241
Area of percussion wave(Aw)	2180±1206	2237±1173	2717±805	0.170
Angle of percussion wave(θ)	29.85±15.38	33.12±12.50	32.98±7.86	0.302

*: p<0.05

8. 척부에서 건강인군의 사상체질별 맥파 변수 비교

건강인군을 사상체질별로 구분하여 척부의 변수를 살펴본 결과 조랑파 높이/충격파 높이(h3/h1)는 태음인 0.732±0.163, 소음인 0.726±0.227, 소양인 0.882±0.072로 소양인이 가장 컸으며, 소음인이 가장 작았다(p=0.022).

Table 8. Comparison of variables in Cheok among Sasang Constitution of healthy group

Variables	Taeumin (n=18)	Soumin (n=23)	Soyangin (n=12)	p-value
Mean of total time	0.919±0.179	0.982±0.327	0.907±0.103	0.850
Variance of total time	0.010±0.009	0.022±0.048	0.015±0.013	0.343
Mean of percussion wave	177.61±63.78	180.77±66.26	191.50±37.35	0.646
Variance of percussion wave	7.33±9.93	7.64±9.32	6.83±5.02	0.734
Contact pressure(CP)	166.83±23.30	149.28±42.33	147.26±49.21	0.419
Sum of pulse pressure(energy)	526.33±230.65	468.91±240.01	437.75±201.43	0.505
Height of percussion wave(h1)	178.72±61.57	181.14±66.85	190.75±35.86	0.627
Height of preincisura(h2)	130.94±58.15	135.67±61.72	165.36±40.20	0.167
Height of tidal wave(h3)	134.11±59.75	139.44±65.71	171.18±41.37	0.155
Height of incisura(h4)	38.22±17.77	41.29±18.10	46.35±15.05	0.338
Height of dicrotic wave(h5)	10.74±8.62	7.19±8.53	9.58±5.70	0.127
h3/h1	0.732±0.163	0.726±0.227	0.882±0.072	0.022
h4/h1	0.222±0.083	0.230±0.090	0.240±0.081	0.762
h5/h1	0.059±0.039	0.037±0.039	0.050±0.032	0.093
(h4+h5)/h1	0.281±0.069	0.269±0.073	0.284±0.074	0.954
Time to percussion wave(t1)	0.120±0.017	0.131±0.022	0.121±0.011	0.040*
Time to preincisura(t2)	0.199±0.036	0.207±0.045	0.181±0.013	0.137
Time to tidal wave(t3)	0.217±0.035	0.222±0.040	0.206±0.018	0.736
Time to incisura(t4)	0.358±0.034	0.368±0.033	0.375±0.026	0.484
Time to dicrotic wave(t5)	0.408±0.032	0.412±0.027	0.422±0.020	0.457
t-t4	0.556±0.153	0.597±0.222	0.506±0.081	0.387
Total time(t)	0.914±0.179	0.965±0.233	0.881±0.097	0.672
Width of percussion wave(w)	0.167±0.052	0.180±0.053	0.204±0.029	0.186
t1/t	0.136±0.035	0.140±0.029	0.139±0.018	0.738
(t4-t1)/t	0.264±0.033	0.254±0.047	0.289±0.021	0.035
w/t	0.183±0.045	0.193±0.058	0.232±0.026	0.013
Total area(At)	11719±4189	13310±7759	13492±3430	0.389
Ratio of systolic period area(As%)	81.50±8.27	80.86±10.58	85.17±4.39	0.285
Ratio of diastolic period area(Ad%)	18.50±8.27	19.14±10.58	14.83±4.39	0.285
Area of percussion wave(Aw)	1498±746	1662±794	2057±745	0.137
Angle of percussion wave(θ)	41.21±18.77	43.61±17.84	42.67±5.50	0.695

*: p<0.05

충격파 시간(t1)은 태음인 0.120±0.017, 소음인 0.131±0.022, 소양인 0.121±0.011로 소음인이 가장 길었으며, 태음인이 가장

짧았다(p=0.040). (절흔 시간-충격파 시간)/총시간[(t4-t1)/t]은 태음인 0.264±0.033, 소음인 0.254±0.047, 소양인 0.289±0.021로 소양인이 가장 컸으며, 소음인이 가장 작았다(p=0.035). 충격파폭/총시간(w/t)은 태음인 0.183±0.045, 소음인 0.193±0.058, 소양인 0.232±0.026로 소양인이 가장 컸으며, 태음인이 가장 작았다(p=0.013)(Table 8).

9. 당뇨병군의 사상체질별 일반적 특성 비교

당뇨병군을 사상체질별로 구분하여 일반적 특성을 살펴본 결과 나이, 키, 체중, 체온, 맥박수, 손목둘레, 손목두께는 차이가 없었다. 수축기 혈압은 태음인 147.82±21.34, 소음인 128.22±14.86, 소양인 125.10±20.88로 태음인이 가장 높았으며 소양인이 가장 낮았다. 이완기 혈압은 태음인 89.55±14.00, 소음인 79.00±8.80, 소양인 72.10±11.65로 태음인이 가장 높았으며 소양인이 가장 낮았다(Table 9).

Table 9. General traits of Sasang Constitution in diabetes mellitus group

Traits	Taeumin (n=11)	Soumin (n=9)	Soyangin (n=10)
Age(year)	64.12 ± 6.55	66.64 ± 7.20	68.24 ± 11.25
Height(cm)	157.18 ± 5.90	159.44 ± 11.31	161.70 ± 11.33
Weight(kg)	62.15 ± 4.63	60.56 ± 11.64	64.20 ± 16.01
Body temperature(℃)	36.68 ± 0.29	36.77 ± 0.44	36.77 ± 0.54
Systolic blood pressure(mmHg)*	147.82 ± 21.34	128.22 ± 14.86	125.10 ± 20.88
Diastolic blood pressure(mmHg)*	89.55 ± 14.00	79.00 ± 8.80	72.10 ± 11.65
Pulse rate(times/min)	71.73 ± 8.44	76.78 ± 11.55	80.80 ± 11.35
Girth of wrist(cm)	18.06 ± 0.98	17.19 ± 1.31	18.05 ± 1.67
Thickness of wrist(mm)	45.25 ± 3.11	42.76 ± 2.71	45.67 ± 4.19

*: p<0.05

10. 촌부에서 당뇨병군의 사상체질별 맥파 변수 비교

당뇨병군을 사상체질별로 구분하여 촌부의 변수를 살펴본 결과 총시간의 분산(Vt)이 태음인 6.10±2.38, 소음인 4.11±1.96, 소양인 7.50±3.24로 소양인이 가장 컸으며, 소음인이 가장 작았다(p=0.034). 가압력(CP)은 태음인 178.18±19.24, 소음인 143.22±57.49, 소양인 150.77±30.72로 태음인이 가장 컸으며, 소음인이 가장 작았다(p=0.039). 전절흔 시간(t2)은 태음인 0.202±0.024, 소음인 0.217±0.036, 소양인 0.242±0.034로 소양인이 가장 길었으며, 태음인이 가장 짧았다(p=0.033)(Table 10).

Table 10. Comparison of variables in Chon among Sasang Constitution of diabetes mellitus group

Variables	Taeumin (n=11)	Soumin (n=10)	Soyangin (n=9)	p-value
Mean of total time	0.894±0.155	0.874±0.119	0.801±0.127	0.437
Variance of total time	0.010±0.014	0.013±0.017	0.013±0.022	0.761
Mean of percussion wave	254.40±62.05	208.44±105.71	246.40±91.98	0.546
Variance of percussion wave*	6.10±2.38	4.11±1.96	7.50±3.24	0.034
Contact pressure(CP)*	178.18±19.24	143.22±57.49	150.77±30.72	0.039
Sum of pulse pressure(energy)	769.00±234.67	653.22±341.77	781.70±342.57	0.690
Height of percussion wave(h1)	256.20±59.79	209.89±106.23	246.40±87.80	0.551
Height of preincisura(h2)	189.63±81.09	128.00±75.49	144.67±71.33	0.351
Height of tidal wave(h3)	191.38±83.74	128.00±75.49	144.67±71.33	0.351
Height of incisura(h4)	63.86±27.32	52.31±31.63	41.85±13.70	0.217
Height of dicrotic wave(h5)	9.38±11.39	10.12±10.96	9.06±7.20	0.871
h3/h1	0.761±0.256	0.652±0.218	0.567±0.245	0.236
h4/h1	0.254±0.109	0.217±0.079	0.194±0.098	0.314
h5/h1	0.024±0.035	0.059±0.082	0.025±0.025	0.700
(h4+h5)/h1	0.280±0.084	0.252±0.064	0.219±0.095	0.268
Time to percussion wave(t1)	0.139±0.030	0.129±0.021	0.148±0.031	0.239
Time to preincisura(t2)*	0.202±0.024	0.217±0.036	0.242±0.034	0.033
Time to tidal wave(t3)	0.213±0.020	0.217±0.036	0.242±0.034	0.151
Time to incisura(t4)	0.377±0.044	0.351±0.047	0.366±0.050	0.528
Time to dicrotic wave(t5)	0.407±0.035	0.390±0.032	0.389±0.021	0.435
t-t4	0.507±0.129	0.511±0.117	0.423±0.107	0.319
Total time(t)	0.884±0.155	0.862±0.115	0.789±0.119	0.435
Width of percussion wave(w)	0.188±0.047	0.157±0.043	0.160±0.038	0.177
t1/t	0.159±0.035	0.153±0.033	0.191±0.042	0.142
(t4-t1)/t	0.273±0.037	0.260±0.043	0.279±0.050	0.779
w/t	0.211±0.040	0.183±0.043	0.203±0.035	0.346
Total area(At)	17489±5462	13384±7648	13939±3945	0.290
Ratio of systolic period area(As%)	84.50±4.01	77.78±20.92	86.90±5.26	0.291
Ratio of diastolic period area(Ad%)	15.50±4.01	22.22±20.92	13.10±5.26	0.291
Area of percussion wave(Aw)	2544±1068	1867±1297	1898±469	0.347
Angle of percussion wave(θ)	31.31±9.42	46.82±46.98	32.51±22.63	0.481

*: p<0.05

Table 11. Comparison of variables in Gwan among Sasang Constitution of diabetes mellitus group

Variables	Taeumin (n=11)	Soumin (n=10)	Soyangin (n=9)	p-value
Mean of total time	0.903±0.167	0.858±0.118	0.794±0.124	0.383
Variance of total time	0.012±0.013	0.014±0.020	0.008±0.005	0.967
Mean of percussion wave	291.00±75.40	234.89±85.01	287.10±92.60	0.316
Variance of percussion wave*	6.09±2.77	4.89±2.80	8.30±2.67	0.047
Contact pressure(CP)	137.41±48.66	102.15±38.97	138.22±42.31	0.157
Sum of pulse pressure(energy)*	835.36±173.16	597.44±236.34	855.80±257.17	0.043
Height of percussion wave(h1)	289.09±77.72	233.00±79.90	285.70±89.18	0.295
Height of preincisura(h2)	203.00±93.08	175.22±93.55	190.70±93.62	0.779
Height of tidal wave(h3)	203.29±93.65	176.44±95.65	191.90±93.96	0.814
Height of incisura(h4)	67.87±28.00	50.77±21.91	43.95±24.97	0.134
Height of dicrotic wave(h5)	5.39±5.49	11.18±6.85	16.04±16.82	0.138
h3/h1	0.769±0.225	0.725±0.228	0.678±0.249	0.339
h4/h1*	0.230±0.067	0.217±0.060	0.151±0.077	0.044
h5/h1	0.018±0.020	0.035±0.028	0.059±0.060	0.142
(h4+h5)/h1	0.248±0.058	0.252±0.059	0.210±0.060	0.212
Time to percussion wave(t1)	0.150±0.035	0.139±0.023	0.134±0.012	0.618
Time to preincisura(t2)	0.212±0.022	0.220±0.035	0.215±0.031	0.985
Time to tidal wave(t3)	0.215±0.021	0.227±0.029	0.221±0.028	0.862
Time to incisura(t4)	0.381±0.032	0.362±0.037	0.348±0.038	0.092
Time to dicrotic wave(t5)	0.413±0.023	0.402±0.024	0.396±0.037	0.602
t-t4	0.517±0.145	0.496±0.101	0.424±0.086	0.331
Total time(t)	0.898±0.164	0.858±0.121	0.773±0.109	0.310
Width of percussion wave(w)*	0.194±0.038	0.176±0.044	0.157±0.035	0.037
t1/t	0.169±0.039	0.163±0.026	0.176±0.028	0.742
(t4-t1)/t	0.263±0.053	0.263±0.037	0.278±0.035	0.674
w/t	0.218±0.038	0.204±0.039	0.203±0.035	0.517
Total area(At)	19849±6364	15059±5990	16164±5948	0.260
Ratio of systolic period area(As%)	86.64±3.32	85.11±4.48	86.70±4.60	0.389
Ratio of diastolic period area(Ad%)	13.36±3.32	14.89±4.48	13.30±4.60	0.389
Area of percussion wave(Aw)	3175±1325	2287±1272	2156±911	0.173
Angle of percussion wave(θ)	29.42±8.92	34.06±12.65	25.15±9.08	0.300

*: p<0.05

11. 관부에서 당뇨병군의 사상체질별 맥파 변수 비교

당뇨병군을 사상체질별로 구분하여 관부의 변수를 살펴본 결과 총시간의 분산(Vt)이 태음인 6.09±2.77, 소음인 4.89±2.80, 소양인 8.30±2.67로 소양인이 가장 컸으며, 소음인이 가장 작았다(0.047). 맥압 총합(energy)은 태음인 835.36±173.16, 소음인 597.44±236.34, 소양인 855.80±257.17로 소양인이 가장 컸으며 소음인이 가장 작았다(p=0.043). 절흔 높이/충격파 높이(h4/h1)는 태음인 0.230±0.067, 소음인 0.217±0.060, 소양인 0.151±0.077로 태음인이 가장 컸으며, 소양인이 가장 작았다(p=0.044). 충격파폭(w)은 태음인 0.194±0.038, 소음인 0.176±0.044, 소양인 0.157±0.035로 태음인이 가장 컸으며, 소양인이 가장 작았다(p=0.037)(Table 11).

12. 척부에서 당뇨병군의 사상체질별 맥파 변수 비교

당뇨병군을 사상체질별로 구분하여 척부의 변수를 살펴본 결과 유의한 차이는 없었다(Table 12).

Table 12. Comparison of variables in Cheok among Sasang Constitution of diabetes mellitus group

Variables	Taeumin (n=11)	Soumin (n=10)	Soyangin (n=9)	p-value
Mean of total time	0.904±0.145	0.871±0.135	0.796±0.121	0.315
Variance of total time	0.020±0.029	0.024±0.032	0.008±0.004	0.156
Mean of percussion wave	217.36±87.22	179.78±63.67	212.00±71.03	0.425
Variance of percussion wave	4.82±3.71	7.11±6.66	5.70±4.08	0.656
Contact pressure(CP)	164.92±36.51	155.45±28.53	161.16±35.79	0.368
Sum of pulse pressure(energy)	561.91±277.25	414.56±155.44	583.60±214.55	0.226
Height of percussion wave(h1)	216.45±88.54	179.89±62.50	211.20±66.86	0.436
Height of preincisura(h2)	183.89±97.75	138.56±72.36	162.00±54.28	0.496
Height of tidal wave(h3)	190.89±103.89	140.78±74.93	164.22±55.15	0.526
Height of incisura(h4)	57.51±32.90	36.18±22.97	35.42±11.57	0.101
Height of dicrotic wave(h5)	4.27±3.60	7.72±4.96	6.96±4.44	0.203
h3/h1	0.834±0.178	0.763±0.205	0.736±0.195	0.442
h4/h1	0.264±0.117	0.195±0.086	0.175±0.056	0.075
h5/h1	0.021±0.019	0.044±0.029	0.033±0.019	0.081
(h4+h5)/h1	0.286±0.105	0.239±0.080	0.208±0.057	0.090
Time to percussion wave(t1)	0.123±0.010	0.119±0.011	0.131±0.027	0.642
Time to preincisura(t2)	0.192±0.026	0.191±0.024	0.205±0.036	0.533
Time to tidal wave(t3)	0.214±0.022	0.205±0.020	0.215±0.039	0.498
Time to incisura(t4)	0.373±0.031	0.351±0.036	0.347±0.050	0.148
Time to dicrotic wave(t5)	0.403±0.021	0.395±0.025	0.390±0.044	0.480
t-t4	0.536±0.136	0.521±0.108	0.447±0.107	0.392
Total time(t)	0.909±0.154	0.872±0.130	0.794±0.138	0.385
Width of percussion wave(w)	0.204±0.048	0.171±0.053	0.159±0.039	0.055
t1/t	0.138±0.022	0.139±0.020	0.168±0.037	0.140
(t4-t1)/t	0.279±0.034	0.268±0.035	0.276±0.034	0.749
w/t	0.224±0.044	0.194±0.043	0.201±0.037	0.145
Total area(At)	15606±7173	11244±5207	12069±4040	0.335
Ratio of systolic period area(As%)	84.64±4.39	85.78±4.94	86.60±3.78	0.461
Ratio of diastolic period area(Ad%)	15.36±4.39	14.22±4.94	13.40±3.78	0.461
Area of percussion wave(Aw)	2501±1451	1689±1183	1687±752	0.328
Angle of percussion wave(θ)	40.88±16.17	40.01±13.07	34.38±15.69	0.432

고 찰

본 연구는 재현성 검증을 거친 맥진기를 이용하여 당뇨병 환자의 맥상을 건강인과 비교함으로써 당뇨병 환자의 특징적인 맥파 소견, 사상체질별 당뇨병 환자의 맥파 특징, 당뇨병 유무를 고려한 사상체질간 맥파의 차이를 결정하고 최종적으로 체질진단 규칙을 개발하기 위한 것이다.

타당성과 신뢰성이 확보된 사상체질진단법의 개발은 다양한 방향에서 연구되어 왔는데, 이들은 한의학적 四診 영역인 望診, 問診, 聞診, 切診의 네 가지로 요약될 수 있다. 望診 연구는 74명의 피험자를 대상으로 안면을 계측한 후 안면의 변수를 설정하고 이를 30대에서 60대까지 구분한 후 사상체질별 특징을 결정한 연구[15], Rapid 3D color scanner를 이용하여 체간부의 사상체질별 특징을 통계학적으로 분석한 연구[16] 등이 있었다. 현재의 望診 연구는 기기의 발달과 더불어 자동화되어 가고 있다[17,18]. 問診 연구는 체질별 성정 특징을 파악하기 위한 설문지를 중심으로 연구가 진행되어 왔는데 타당화 연구와 표준화 연구가 두 차례에 걸쳐 이루어진 후 상용화되어 최근까지 사상체질진단을 위한 도구로 활용되어 왔다[19-22]. 聞診에 대해서는 개인의 특징적인 음성 주파수를 녹음한 후 가시화하여 이를 통계처리를 거친 후 알고리즘 분석을 통해 상용화에 이르러 연령, 성별, 특정 집단 등에서 다양한 연구가 이루어지고 있다[23-25]. 切診 영역의 체질진단 방법 연구는 다른 영역에 비해 늦게 시작되었는데 皮膚診斷[26-28]과 脈診[29,30]이 해당된다.

사상체질 의학적 관점에서 맥진기를 이용한 연구는 자동화 측정 시스템과 자동 체질 진단 시스템을 개발한 연구[31], 환자의 맥진 결과의 임상적 분석[32], 희수식 맥진기 출력값을 꼭지점, 진폭 등에서 분석한 연구[33] 등이 있었으나 모두 사상체질 의학적 타당성 확보와 의료기기의 재현성 확보에서 부족한 점이 있었다.

맥진 연구는 의료기기로서의 재현성과 한의학적 타당성을 갖춘 맥진기의 확보가 필수적인데, 이의 요건으로는 촌부, 관부, 척부의 차별적인 가압이 가능해야 하며, 센서의 측정점이 많아야 하며, 가압력 값과 맥박 신호 값을 동시에 측정할 수 있어야 하며, 정확한 맥동처를 찾을 수 있어야 하며, 센서의 접촉면이 접지면과 수평을 이루며 동맥혈관과 수직을 이루어야 한다는 것이다[34]. 본 연구에서 사용된 맥진기는 이러한 요건을 거의 갖추었으며, 측정기기의 정밀도 분석 방법인 Gage R&R study를 통해 B급으로 판정되었다. Gage R&R 값은 잔차, 표준화잔차, 변동계수를 이용하여 산출하는데 이 값이 10% 이하일 경우에는 A등급으로 측정능력 양호에 해당되며, 10-30%일 경우에는 측정능력 보통에 해당되며, 30%를 초과할 경우에는 개선이 필요한 판정을 받게 된다[35].

본 연구에서 연구 대상 질환으로 선정한 당뇨병은 흡연, 고혈압, 고지혈증, 가족력, 연령, 성별, 운동부족, 비만, 스트레스 등과 더불어 동맥경화의 발생과 진행을 촉진한다[36,37]. 동맥경화는 결국 심장혈관이나 뇌혈관에 바람직하지 못한 변화를 일으켜 관상동맥 질환이나 중풍으로 이어지게 되므로 조기 진단과 조기 치료가 필수적이다. 동맥경화는 맥파의 전달 속도를 빠르게 하

고, 맥파형을 변형시키는 대표적인 질환으로 혈관 내피세포의 기능[38,39], 경동맥 내막-중막 두께[40,41], 동맥 탄성도[42,43] 등에서 이상 소견이 나타나게 된다. 동맥경화는 동맥의 혈류 흐름과 혈액 역동학적 상황에 변화를 초래하는데, 내강 침식과 국소 부위의 협착 유발, 동맥의 내강의 협소화를 진행시키고 폐색을 일으키는 국소적인 혈전의 형성 유발, 죽상경화성 물질이나 작은 말초 혈관의 폐색으로 인한 색전, 구조적인 요소의 위축과 파괴를 초래하고 정맥류의 형성을 유발하는 혈관 중막의 침식, 동맥의 경화와 상부 혈관에서의 반사파의 변화, 혈관 수축을 유발하는 혈관 긴장도에서 비정상적인 변화 등의 여섯 가지의 방면에서 변화가 초래된다[44].

당뇨병에 대한 한의학적 연구는 주로 실험 논문과 문헌 고찰이 대부분을 차지하고 임상연구는 전체 연구 중에서 10%를 약간 상회하는 정도이다[45]. 당뇨병과 맥파에 대한 연구는 맥파전달속도(pulse wave velocity, PWV) 측정 방법이 주로 이용되었는데, 대부분의 연구결과는 질환이 없는 사람과 비교하였을 때 당뇨병 환자에서는 맥파전달속도가 증가한다는 것이었다[46,47]. 이는 동맥의 경화도의 증가와 관련된 것이다.

당뇨병에 해당되는 사상체질병증은 태음인은 肝燥熱證인 燥熱病, 소음인은 少陰證인 食消, 소양인은 胸膈熱證인 上消, 中消, 下消이다[48]. 모든 체질에서 裏病證에 해당되며 태음인은 熱, 소음인은 寒, 소양인은 熱의 속성을 가지고 있다. 평소에 寒熱의 양상이 표현되지 않는 건강 상태와 한열의 양상이 뚜렷하게 표현되는 체질병증은 맥상에서도 차이가 있으리라고 생각해 볼 수 있겠다.

본 연구 결과에서 분석한 맥파 변수는 크게 맥압과 관련된 변수와 맥파 시간과 관련된 변수로 나누어 볼 수 있다. 맥압과 관련된 것은 크기의 평균(Mp), 크기의 분산(Vp), 가압력(CP), 맥압 합계(energy), h1, h2, h3, h4, h5가 있으며 이들을 변환한 h3/h1, h4/h1, h5/h1, (h4+h5)/h1, 총면적(At), 수축기 면적비(As%), 이완기 면적비(Ad%), 충격파 면적(Aw) 등 17개였으며, 맥파 시간과 관련된 변수는 총시간의 평균(Mt), 총시간의 분산(Vt), t1, t2, t3, t4, t5, t, t-t4, 충격파폭(w), t1/t, (t4-t1)/t, w/t, 충격파각(θ) 등 14개였다. 이들 변수들은 심장과 혈관, 혈액의 작용에 의해 발생하는데 좌심실의 수축에 의해 충격파(h1)가 발생하며 이는 좌심실의 射血능력과 대동맥의 탄성도를 나타내며, 동맥을 따라 이동하던 압력파에 혈관의 단면적 변화 또는 혈관벽의 탄성도 변화로 인하여 생성된 반사파의 영향이 중첩됨으로 인해 전절흔(h2)과 조랑파(h3)가 발생하며 이는 혈관의 탄성도를 나타내며, 수축기 끝부분에서 대동맥판이 닫히는 시점에 절흔(h4)이 발생하며 이의 상승은 혈관의 말초저항이 커지는 것을 의미하며, 대동맥판의 닫힘으로 인해 중복파(h5)가 생성되며 h5가 감소하거나 0 가까이 되면 대동맥판 개폐 기능의 이상을 나타낸다고 알려져 있다[49].

피험자 83명 전체를 대상으로 살펴본 결과에서 당뇨병군은 건강인군에 비해 맥압과 관련된 변수인 맥압 총합(energy)과 수축기 면적비(As%)가 증가하였으며, 중복파 크기(h5)와 h5/h1은 감소하여 동맥의 순응도 저하와 대동맥판의 개폐 기능 이상을 짐작할 수 있었다. 맥파 시간과 관련된 변수인 중복파시간(t5)과 충격파 시간/총시간(t1/t)의 단축이 관찰된 것은 심실 수축후 대동맥판의 폐쇄가 조기에 이루어지며, 전체 시간에 비해 심실의 수축시간이 짧아졌다는 것을 의미한다.

건강인군을 사상체질에 따라 구분하여 분석한 결과에서는 가압력(CP)과 중박파 크기(h5)는 태음인이 가장 컸고 소음인이 가장 작았으며, 충격파폭/총시간(w/t)과 h3/h1은 소양인이 가장 컸으며, t1은 소음인이 가장 길고 태음인이 가장 짧았으며, (t4-t1)/t는 소양인이 가장 크고 소음인이 가장 작았다. 또한 당뇨병군을 사상체질에 따라 구분하여 분석한 결과에서는 크기의 분산(Vp), 가압력(CP), 전절흔 시간(t2), ,맥압 총합(energy), h4/h1, 충격파폭(w) 등에서 체질별로 유의한 차이점이 관찰되었다. 유의한 변수들은 향후 적절한 수의 피험자를 확보하고 기타 변수의 통제하에 비교 연구를 수행하여 유의성을 재검정해야 할 필요가 있으며, 재검정후에도 유의한 결과가 나온다면 체질 맥진의 좋은 지표로 삼을 수 있을 것으로 생각된다.

이상과 같이 여러 가지 유의한 결과를 얻었음에도 불구하고 연구 중 또는 연구 후에 몇 가지의 문제점이 발견되었는데 첫째는 피험자의 연령이 지나치게 높아 이미 동맥경화가 진행되었기 때문에 당뇨병이 동맥의 변화에 영향을 미칠 여지가 적었다는 점이다. 이는 향후 연구에서는 질환 피험자 모집시에 연령을 낮추어 모집해야 질환의 영향력을 파악할 수 있을 것으로 생각된다. 둘째는 피험자의 수가 적었다는 점이다. 모수적 검정을 위해서는 그룹별로 30명 정도가 모집되어야 하나 그룹별로 10여명 정도 밖에 모집이 이루어지지 못하여 비교분석의 검정력이 저하된 점이 문제점으로 지적되었다. 셋째는 피험자의 질환을 철저히 통제하지 못하였다는 점이다. 즉 당뇨병군은 당뇨병 외에는 다른 질환이 없어야 당뇨병의 순수한 영향력을 파악할 수 있는데 본 연구에서는 이러한 통제가 부족하였다. 넷째는 사상체질간 변수 비교를 위해 그룹을 나누었을 때 일반적 특성의 동질화 관리가 부족하였다는 점이다. 이들의 문제점들이 향후 연구에서 개선된다면 더욱 좋은 연구 결과가 나올 것으로 생각된다.

향후 연구 과제로는 본 연구에서 미리 연구하지 못한 촌부, 관부, 척부의 해부학적 차이와 혈역동학적 차이 및 이로 인한 출력값의 차이에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 세 부위의 결과값이 일정한 경향성을 가진다면 한 부위만 측정함으로써 효율적인 연구와 더불어 임상적인 활용도가 증가할 것으로 사료된다.

결 론

어레이 압저항 센서가 장착된 자동 측정형 맥진기를 사용하여 수집된 31개의 맥파 변수를 당뇨병유무, 사상체질 유형에 따라 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

당뇨병군은 건강인군에 비해 맥압 관련 변수인 맥압 총합, 수축기 면적비가 커졌으며, 중복파 크기와 중복파 크기/충격파 크기는 감소하였는데, 이는 동맥 순응도 저하와 관련이 있다. 건강인군의 맥상을 사상체질별로 구분하여 살펴본 결과 가압력과 중박파 크기는 태음인이 가장 컸고, 소음인이 가장 작았으며, 충격파폭/총시간과 조랑파 높이/충격파 높이는 소양인이 가장 컸으며, 충격파 시간은 소음인이 가장 길고 태음인이 가장 짧았으

며, (절흔시간-충격파 시간)/총시간은 소양인이 가장 크고 소음인이 가장 작았다. 당뇨병군의 맥상을 사상체질별로 구분하여 살펴본 결과 크기의 분산, 가압력, 전절흔시간, 맥압 총합, 절흔 높이/충격파 높이, 총격파폭 등에서 체질별로 유의한 차이점이 관찰되었다.

이상과 같은 결과로 볼 때 맥진기는 적절히 활용된다면 당뇨병의 위험도 결정과 사상체질 진단에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 향후 이들에 대해 더욱 정밀한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2005년도 원광대학교의 교비 지원에 의해서 수행됨

참고문헌

1. 費兆馥. 中國脈診硏究. 中國, 北京, 上海中醫學院出版社. pp 10-13, 1991.
2. 이봉교. 맥진 현대화의 이론과 실제. 서울, 성보사. p 23, 27, 29, 2003.
3. Kelly, R.P., Millasseau, S.C., Ritter, J.M., Chowienczyk, P.J. Vasoactive drugs influence aortic augmentation index independently of pulse-wave velocity in healthy men. Hypertension 37(6):1429-1433, 2001.
4. Cruickshank, K., Riste, L., Anderson, S.G., Wright, J.S., Dunn, G., Gosling, R.G. Aortic pulse-wave velocity and its relationship to mortality in diabetes and glucose intolerance: an integrated index of vascular function?. Circulation 106(16):2085-2090, 2002.
5. Smilde, T.J., van den Berkmortel, F.W., Boers, G.H., Wollersheim, H., de Boo, T., van Langen, H., Stalenhoef, A.F. Carotid and femoral artery wall thickness and stiffness in patients at risk for cardiovascular disease, with special emphasis on hyperhomocysteinemia. Arterioscler Thromb Vasc Biol 18(12):1958-1963, 1998.
6. King, E., Cobbin, D., Walsh, S., Ryan, D. The reliable measurement of radial pulse characteristics. Acupuncture in medicine 20(4):150-159, 2002.
7. 윤영준. 맥진기 제작과 맥파 분석. 서울대학교 석사학위 논문. 2000.
8. 박영배. 침자극이 맥파에 미치는 영향. 경희의학 2(4):S131-133, 1986.
9. 신병철, 이시형. 맥진기를 이용한 중풍환자의 임상적 고찰. 대한동의병리학회지 13(2):123-127, 1999.
10. 김동준, 김정렬, 김달래. 사상체질병증과 맥진의 상관성에 대한 문헌적 고찰. 대한약침학회지 6(3):23-27, 2003.
11. 최지숙, 김경요. 역대 맥진의 변천과 『동의수세보원』에 나타난 맥에 대한 고찰. 한국전통의학지 10(1):165-185, 2000.
12. 서관수, 김동웅. 당뇨환자의 27예의 설진에 관한 임상 연구. 외관과학회지 12(2):212-221, 1999.
13. 김석하. 소갈과 당뇨병. 맥진학회지 3: 51-61, 1998.
14. 김종열, 김경요, 고기덕. 맥진기의 문제점과 개선방안에 대한 연구. 대한한의진단학회지 3(1):28-36, 1999.
15. 윤종현, 임규성, 김상복, 이준희, 박계수, 이수경, 이의주, 고병희, 송일병. 한국인 남자 30-40대와 50-60대의 사상체질별 안면 형태에 관한 비교 연구. 사상체질의학회지 12(2):143-152, 2000.
16. 홍석철, 이수경, 이의주, 한기환, 조용진, 최창석, 고병희, 송일병. 체간부의 사상체질별 형태학적 특징에 관한 연구. 사상체질의학회지 10(1):101-142, 1998.
17. 곽창규, 조용범, 손은혜, 유정희, 고병희, 김종원, 김규곤, 이의주. 3차원 안면자동인식기의 Positioning 오차분석. 사상체질의학회지 18(2):34-40, 2006.
18. 석재화, 조경래, 조용범, 유정희, 곽창규, 이수경, 고병희, 김종원, 김규곤, 이의주. 3차원 안면자동인식기의 형상복원 오차검사. 사상체질의학회지 18(2):41-49, 2006.
19. 김선호, 고병희, 송일병. 사상체질분류검사(QSCC)의 타당화 연구. 사상의학회지 5(1):67-85, 1993.
20. 이정찬, 고병희, 송일병. 사상체질분류검사의 준거타당화 연구: 성격요인검사-16PF-와의 비교 분석. 사상의학회지 5(1):87-104, 1993.
21. 김선호, 고병희, 송일병. 사상체질분류검사지(QSCC)Ⅱ의 표준화 연구: 각 체질집단의 군집별 Profile 분석을 중심으로. 사상의학회지 7(1):187-246, 1995.
22. 이정찬, 고병희, 송일병. 사상체질분류검사지(QSCC)Ⅱ의 타당화 연구: 각 체질집단의 군집별 Profile 분석을 중심으로. 사상의학회지 7(1):247-294, 1995.
23. 신미란, 김달래. CSL을 통한 음향특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상체질의학회지 11(1):137-157, 1999.
24. 조성규, 배효상. PSSC-2004를 이용한 소아 529명의 체질진단에 관한 연구. 사상체질의학회지 18(2):50-54, 2006.
25. 김선형, 한동윤, 윤지영, 김달래, 전종원. 사상체질음성분석기(PSSC-2004)를 통한 한국인 성인여성의 체질별 음향특성연구. 사상체질의학회지 17(1):84-102, 2005.
26. 이수헌, 한성수, 최선미, 주종천, 김종열. 사상체질별 손등 피부 특성에 대한 임상 연구. 동의생리병리학회지 19(1):15-18, 2005.
27. 이수헌, 최선미, 김홍기, 김종열. 연령 및 성별에 따른 사상체질별 손등 피부의 두께와 경도 특성에 대한 임상 연구. 동의생리병리학회지 19(2):561-567, 2005.
28. 이수헌, 주종천, 윤유식, 김종열. 연령 및 성별에 따른 사상체질별 손등 피부의 조직 세밀도 및 감촉 특성에 대한 임상 연구. 동의생리병리학회지 19(2):536-543, 2005.
29. 이시우, 주종천, 김경요, 김종열. 어레이 압저항 센서를 활용한 체질맥 임상연구. 사상체질의학회지 18(1):118-131, 2006.
30. 김경철, 강희정. 여성 노인의 좌관맥상에 대한 실험적 연구. 동의생리병리학회지 20(1):83-87, 2006.

31. 박승창, 김대진. 사상체질 판별 알고리즘과 자동 맥진 시스템의 구현. 전자공학회논문지 41SC(2):115-122, 2004.
32. 나경찬. 희수식 맥진기를 이용한 사상체질감별법. 대한한의학회지 14(2):139-153, 1993.
33. 홍석철. 동의수세보원에 나타난 각 체질별 맥상과 맥진기에 의한 각 체질별 맥파의 비교. 대한맥진학회지 1(1):79-100, 1995.
34. 김경철, 신순식, 강희정, 차철용. 맥진의 현대적인 객관화 연구를 위한 기반조사: Ⅰ. 기계적 측정법에 대한 비교 연구. 동의생리병리학회지 17(5):1147-1150, 2003.
35. Lee, Y.J., Lee, H.J., Lee, S.W., Kim, J.Y. The Process of Clinical Test in Pulse Analyzer. The international conference on oriental medicine pp 62-65, 2005.
36. Libby, P., Ridker, P.M., Maseri, A. Inflammation and atherosclerosis. Circulation 105: 1135-1143, 2002.
37. Miettinen, H., Salomaa, V. Diabetes and macrovascular disease. Coronary artery disease 7(10):708-714, 1996.
38. Bonneti, P.O., Lerman, L.O., Lerman, A. Endothelial dysfunction, a marker of atherosclerosis. Arterioscler Thromb Vasc Biol 23: 168-175, 2003.
39. Celermajer, D.S., Sorensen, K.E., Bull, C., Robinson, J., Deanfield, J.E. Endothelium-dependent dilation in the systemic arteries of asymptomatic subjects relates to coronary risk factors and their interaction. J Am Coll Cardiology 24: 1468-1474, 1994.
40. Gnasso, A., Irace, C., Mattioli, P.L., Pujja, A. Carotid intima-media thickness and coronary heart disease risk factors. Atherosclerosis 119: 7-15, 1996.
41. Burke, G.L., Evans, G.W., Riley, W.A., Sharrett, A.R., Howard, G., Barnes, R.W., Rosamond, W., Crow, R.S., Raautaharju, P.M., Heiss, G. Arterial wall thickness is associated with prevalent cardiovascular disease in middle-aged adults. The Atherosclerosis Risk In Communities (ARIC) Study. Stroke 26: 386-391, 1995.
42. Van People, N.M., Grobbee, D.E., Bots, M.L., Asmar, R., Topouchian, J., Reneman, R.S., Hoeks, A.P., van der Kuip, D.A., Hofman, A., Witteman, J.C. Association between arterial stiffness and aterosclerosis. Stroke 32: 454-460, 2001.
43. Lee, C.K., Jin, E.S., Lee, B.H., Kang, H.S., Choue, J.H., Song, J.S., Bae, J.H. Difference of systemic vascular compliance according to the severity of coronary artery disease in ischemic heart disease. Korean Circulation J 33: 393-400, 2003.
44. Nichols, W.W., O'Rourke, M.F. McDonald's blood flow in arteries : Theoretical, experimental and clinical principles. 4th Ed. USA, New York, Oxford university press. 398, 1998.
45. 이은방, 나건호, 류충열, 조명래. 당뇨병의 연구 경향에 대한 고찰: 한의 학술 논문 검색을 중심으로. 대한한의학회지 25(3):169-179, 2004.
46. Cwynar, M., Gasowski, J., Gryglewska, B., Dubiel, M., Grodzicki, T. Pulse wave velocity in patients with coronary artery disease or type 2 diabetes mellitus. Acta Cardiol 61(4):421-426, 2006.
47. 김혜진, 김철식, 박종숙, 박진아, 노태웅, 남지선, 안철우, 차봉수, 임승길, 김경래, 이현철. 당뇨병 환자의 관상동맥질환 중증도 평가지표로서의 상완발목동맥파속도의 유용성. 임상당뇨병 7(1):79-90, 2006.
48. 전국한의과대학 사상의학교실. 사상의학(2판). 서울, 집문당. p 247, 270, 292, 2004.
49. 費兆馥. 現代中醫脈診學. 중국, 북경, 人民衛生出版社. pp 162-165, 2002.