

체질에 따른 고령자 여성의 피부 탄성 및 발한 특성 연구

정창진 · 구본초 · 이재철 · 김재욱 · 전영주 · 김근호 · 김종열 · 김영민

한국한의학연구원

Abstract

Study of Skin Elasticity and Perspiration of Elderly Female according to Sasang Constitution (SC)

Chang-Jin Jung, Bon-Cho Ku, Jae-Chul Lee, Jaek-U. Kim, Young-Ju Jeon, Keun-Ho Kim, Jong-Yeol Kim,
and Young-Min Kim

Korea Institute of Oriental Medicine

Objectives

Sasang Constitution (SC) is determined by various physical and psychological attributes. Recently, skin properties have been used effectively to describe SC types in clinics. In this paper, we investigated the constitution dependence of skin elasticity and skin perspiration by using quantitative measurement devices.

Methods

The skin elasticity of forearm and the skin perspiration of forehead and philtrum were measured in 223 elderly female subjects. To determine the subject's constitution, we adopted the classification results from a newly developed diagnostic tool. For the clarity of constitution, we excluded low-scored subjects in their SC classification.

Results & Conclusions

As a result, the elasticity hysteresis of forearm (EHFa) of Taeum-in group was significantly less than the EHFa of Soeum-in group. Soeum-in group has high perspiration difference between philtrum and forehead (Diff.PhFh) compared to Taeum-in group in a significance level of .05. Taeum-in and Soeum-in group were significantly classified by EHFa and Diff.PhFh using a Support Vector Machine.

Key Words: Sasang Constitution, Body Mass Index, Skin elasticity, Skin hysteresis, Perspiration

I. 緒論

사상체질 진단에 가장 중요한 요소는 體形氣像·性質才幹·容貌詞氣·病證藥理 4가지이며 이러한 특성들을 종합 분석하여 체질을 감별 한다. 최근에는 기존 사상인 진단방법 외에도 여러 가지 진단방법이 시도되고 있는데, 피부진단이 그 중 하나이다. 한의사가 체질을 진단할 때 사용하는 피부의 물리량으로는 두께, 탄성, 마찰력, 경직도 등²이 있고, 강³ 등은 체질 간 손등의 피부 탄성이 상이함을 보고한 바가 있다.

이와 더불어 발한은 피부와 밀접한 관련이 있으면서 체질진단 및 체질별 건강 진단지표로서 활용되고 있다. 소음인 병증에서는 발한(發汗)이 병의 경중험위(輕重險危)를 결정하는 지표이면서 태음인에게서는 완실무병(完實無病)의 건강지표로 활용되고 있다⁴. 또한 체질별로 발한 부위가 병이 호전되는 정도를 판단하는 지표임을 언급했는데, 소음인의 인중(人中), 소양인은 손발, 태음인은 발제(髮際)에서 가슴사이 부위가 이에 해당 한다⁵.

하지만, 체질의 피부 상관성 연구는 객관화된 보고가 드문 실정이다. 강³, 이⁶ 등은 피부 탄성과 두께가 태음과 소음 체질 간 분류 가능성이 있음을 일부 시사 하였으나, 안정적인 피부 탄성 수치를 획득하기 어려워 분류 정확도를 제시하지는 못하였다. 김⁷ 등은 피부 마찰이 태음, 소양 체질 간 분류에 유의함을 보였으나, 손등 피부 측정의 부정확성을 고려하지 못하였다. 정⁸ 등은 피부의 발한량이 태음, 비태음 사이에서 상대적으로 다름을 보고하였으나, 체질에 따라 인체 부위별 다른 특성을 나타냄을 반영하지는 못하였다.

이에 본 연구에서는 체질별 팔 내측의 피부 탄성 및 『동의수세보원』에서 제시한 발한부위를 대상으로 발한양상에 대해 정량적 방법으로 측정을 시도했고 일정한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 研究方法 및 對象

1. 피부 탄성 측정

피부의 탄성을 측정하기 위해 재현성이 우수하고, 탄성 특성들을 추출하기 용이한 흡입강 방식의 탄성 측정 장치(Dermalab, CORTEX TECHNOLOGY, Denmark)를 사용하였다. Dermalab은 피부 탄성 측정에 많이 활용되는 기기 중 하나로, 피부에 음압 강도를 점점 증가시켜 가하고 이에 따라 늘어나는 피부의 인장 변위(Δx)가 일정 값(1.5 mm)에 도달할 때의 음압(p)을 구하는 방식으로 피부의 탄성을 측정한다. 음압은 피부에 접촉되는 흡입 프로브를 통해 10mm² 단면적에 형성이 되고, 음압 공간의 상단에 위치한 센서로부터 피부의 인장 변위가 일정 범위에 도달하였는지 판별된다. 측정된 음압으로부터 다음의 식에 의해 Young's modulus(E)가 계산된다.

$$E = \psi \cdot p \cdot \frac{r^4}{\Delta x \cdot s^3} \text{ where:}$$

E =elasticity modulus, Δx =deviation, ψ =constant,
 p =surface pressure, r =radius of the surface,
 s =thickness of the surface

한편, 탄성 측정을 동일 피부 영역에서 연속적으로 수행하면 피부의 탄성 값이 일정한 경향으로 감소되면서 측정이 되는데, 이는 매번측정 시 피부에 가해진 음압에 의해 피부의 탄성이 감소하는 이력현상(hysteresis)에 의한 것이다. 연속 측정에 의해 탄성이 감소한 변화량은 피부의 viscous behaviour를 반영하는 지표로써, 탄성과 반대로 고령층으로 갈수록 증가하는 경향이 있는 것으로 알려져 있다⁹.

본 연구에서는 동일 위치에서 3회 연속 탄성 측정을 수행하여, 세 번 측정 중 1차 측정된 값을 탄성(E) 지표로 사용하였고, 1차 측정값과 3차 측정값의 차이 값을 이력현상에 의한 탄성 변화(EHFa) 지표로 사용하였다. 탄성의 측정은 왼팔 내측 지점에서 수행하였고, 측정의 오차를 고려하여 Figure 1 과 같이 2cm 간격을

두고 3군데 영역에서 각각 3회 연속 측정하여 총 9번의 측정을 실시하였다. 측정 시 팔이 뒤틀리거나 근육에 힘이 들어가지 않도록 하기 위해 90도의 팔꿈치 각도, 180도의 손목각도를 유지시키도록 하였다.

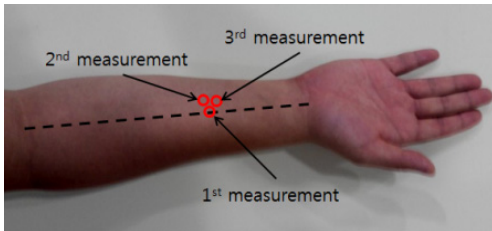


Figure 1. The measurement location of skin elasticity.

2. 피부 발한 특성 측정

피부의 발한 특성을 측정하기 위하여 10분간 피험자의 등에 열 자극을 하여 땀을 유발한 후, 이마와 인중 부위에서 피부의 수분을 측정하였다. 땀을 유발하기 위한 방법으로 의자 등받이에 온열 찜질매트를 장착하여 피험자가 의자에 착석 시 자연스럽게 피험자의 등에 열 자극이 가해지도록 하였고, 자극 10분 동안 피험자의 등이 의자 등받이에 밀착되도록 주의하였다.

피부의 수분량 측정은 정전 용량 방식의 수분측정 기기(AramoTS, aram HUVIS, korea)를 사용하였다. 정전 용량 방식은 측정 프로브(probe)를 피부에 접촉시켜 피부와 프로브 사이의 정전 용량을 측정하는 방식으로, 기기와 피부사이가 전기적으로 차폐가 되어 안정성이 높은 장점이 있다. 피부와 프로브 사이의 정전 용량은 측정 공간의 유전상수에 비례하는데, 물의 경우 유전상수가 표피에 존재하는 고체 물질보다 월등히 높으므로 측정된 정전 용량은 주로 물의 양에 의존하여 측정 된다¹⁰. 본 연구에서는 수분 측정 장치로 측정된 정전 용량을 1에서 100 단계의 단위(arbitrary unit, AU)로 변환하여 피부의 상대적 발한 양을 비교 분석하였다.

피부의 수분량은 온도, 습도와 같은 주위 환경 요소

에 의해 영향을 받기 때문에, 본 연구에서는 온도 조절 장치를 사용하여 실험실의 실내 온도와 습도를 27℃, 37%로 유지하였다. 피험자가 실험실 환경에 적응하는 것을 고려하여, 실험실에 도착부터 최소 20분 이상 안정을 위한 후 측정을 시작했다.

3. 대상자 선정 및 모집

2012년 6월부터 7월까지 ○○대학교 ○○한방병원에서 자가 생활이 가능한 고령자 여성(55.76±6.65세) 223명을 대상으로 실험을 진행하였고, 실험에 참여한 모든 피험자로부터 BMI(Body Mass Index, 체질량 지수, kg/m²), 체질 정보, 인구학적 정보를 수집하였다. 피험자의 체질 정보는 한국한의학연구원에서 개발한 사상체질진단틀을 사용하여 획득했다. 체질진단틀은 피험자의 체형, 안면, 음성, 설문, 4가지의 진단정보를 객관적이고 정량적 방법으로 획득하여 사상체질을 진단하는 시스템이다^{11,12,13}. 223명의 피험자 중 체질진단틀의 진단 결과 피험자의 체질 확률이 0.4 이하로 체질 분류가 명확하지 않은 43명을 분석 대상에서 제외하였다. 또한, 온열자극에도 불구하고 수분 측정값이 40(AU) 이하인 경우와 온열자극 전 수분 측정값이 이미 50(AU) 이상인 51명은 실험통제가 되지 않았다고 판단하여 분석에서 제외하여 129명을 대상으로 분석을 수행하였다. 본 연구는 ○○대학교 ○○한방병원 임상시험 심사위원회의 승인을 받아 진행되었다(IRB No, M2012-01).

4. 분석 방법

피부 발한 특성 및 피부 탄성 특성과 체질의 관계를 분석하기 위해 Tukey's honestly significant difference (HSD)을 통해 다중 비교를 수행하였다. 피부 발한 특성을 나타내는 변수로 이마의 피부 수분량(APFh)과 인중의 피부 수분량(APPh), 인중의 수분량에서 이마의 수분량을 뺀 차이 값(Diff.PhFh)을 구하였다. 피부 탄성 특성 변수인 EI와 EHFa는 3회 측정된 값을 평균하여 통계분석에 사용하였다.

BMI와 피부 특성과의 관계를 분석하기 위해 BMI가 높은 그룹과 BMI가 낮은 그룹의 피험자를 선택하여 분석하였다. BMI의 표준 범위($18.5\text{kg}/\text{m}^2$ - $25\text{kg}/\text{m}^2$)와 피험자가 고령층임을 감안하여 기준을 정하여, BMI가 $25\text{kg}/\text{m}^2$ 이상인 그룹(BMIh)과 피험자가 BMI가 $22\text{kg}/\text{m}^2$ 이하인 그룹(BMIl)의 피험자를 선택하였다.

체질(태음, 소음) 두 그룹과 BMI (High, Low) 두 그룹에 대한 분류 정확도를 분석하기 위해서 SVM (support vector machine)을 분류기로 사용하였고, 이를 검증하기 위해 10-묶음 교차 검증법 (10-fold cross-validation)을 적용하였다.

III. 結果

1. 대상자의 인구학적 특징 분석

체질 진단 결과 총 129명의 피험자 중 태음인은 46명, 소음인은 32명, 소양인은 51명 이었다. 태양인은 수집된 대상자가 적어 분석에서 제외되었다. 대상자의 평균 연령은 55 ± 4.3 세이며, 평균키는 156.1 ± 5.2 cm, 평균 몸무게는 58.3 ± 8.8 kg으로, 평균 BMI는 23.99 ± 3.16 kg/m^2 으로 나타났다. 대상자의 수축기 혈압과 이완기 혈압, 맥박, 체온(Body Temperature, TEMP)은 모두 정상수준 범위에 있었다(Table 1). One-way ANOVA 분석결과 기존 체질 연구에서 보고

한 바와 유사한 결과로 태음(TE), 소양(SY), 소음(SE) 체질 사이에서 BMI, 수축기 혈압 (SBP), 이완기 혈압 (DBP)이 유의한 차이를 보였다.

2. 체질 간 피부 발한 변수 분석

피부 수분은 측정 환경에 의해 영향을 많이 받기 때문에 온도와 습도를 일정하게 유지하는 것이 중요하다. 본 실험에서는 129명에 대해 $27.3\pm 0.89^\circ\text{C}$, $37.2\pm 3.15\%$ 의 온도와 습도에서 측정이 진행되었다. 측정 시 온도 및 습도와 총 발한량의 상관계수는 각각 $r=-.02$, $r=.02$ 로 온도와 습도 모두 발한량과 상관성이 없었다.

체질 그룹 간 One-way ANOVA 분석 결과 Diff.PhFh와 APFh가 체질에 따라 다른 경향을 보였다 ($p=.007$)($p=.007$)(Table 2). APFh는 태음과 소음 두 그룹에서 평균값의 유의한 차이를 보였고($p<.01$), Diff.PhFh는 태음과 소음 및 소양과 소음 그룹 사이에서 차이가 있는 경향을 보였다($p<.05$)($p<.05$)(Figure 2). 소양과 소음 및 태음과 소양 그룹 간의 유의한 차이가 있는 피부 발한 변수는 없었다.

3. 체질 간 피부 탄성 변수 분석

체질 그룹 간 피부 탄성 변수를 One-way ANOVA 분석한 결과 EHFa이 체질과 가장 큰 관련이 있는 것으로 나타났다($p=.007$). 특히, Tukey's HSD 수행에서

Table 1. Demographic Survey Results according to Sasang Constitution Types

	TE (n=46)	SE (n=32)	SY (n=51)	p-value
Age	56.2 ± 4.5	55.5 ± 4.2	54.2 ± 4.4	.079
Height (cm)	157.0 ± 5.0	156.1 ± 4.8	155.5 ± 4.8	.314
Weight (kg)	66.3 ± 6.4	51.7 ± 4.4	55.5 ± 5.1	<.001
BMI (kg/m^2)	26.9 ± 2.3	21.2 ± 1.5	23.0 ± 1.8	<.001
SBP (mmHg)	127.5 ± 17.2	113.6 ± 12.3	116.5 ± 13.5	<.001
DBP (mmHg)	76.6 ± 9.2	69.5 ± 9.5	73.2 ± 9.1	.004
Pulse	70.7 ± 8.5	67.3 ± 7.3	67.3 ± 8.3	.079
Temp. ($^\circ\text{C}$)	36.4 ± 0.2	36.4 ± 0.3	36.4 ± 0.3	.855

Mean \pm standard deviation (SD), TE: Tae-um, SE: So-eum, SY: So-yang, BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, Temp.: body temperature, p-values: results of one-way ANOVA test for each baseline characteristic

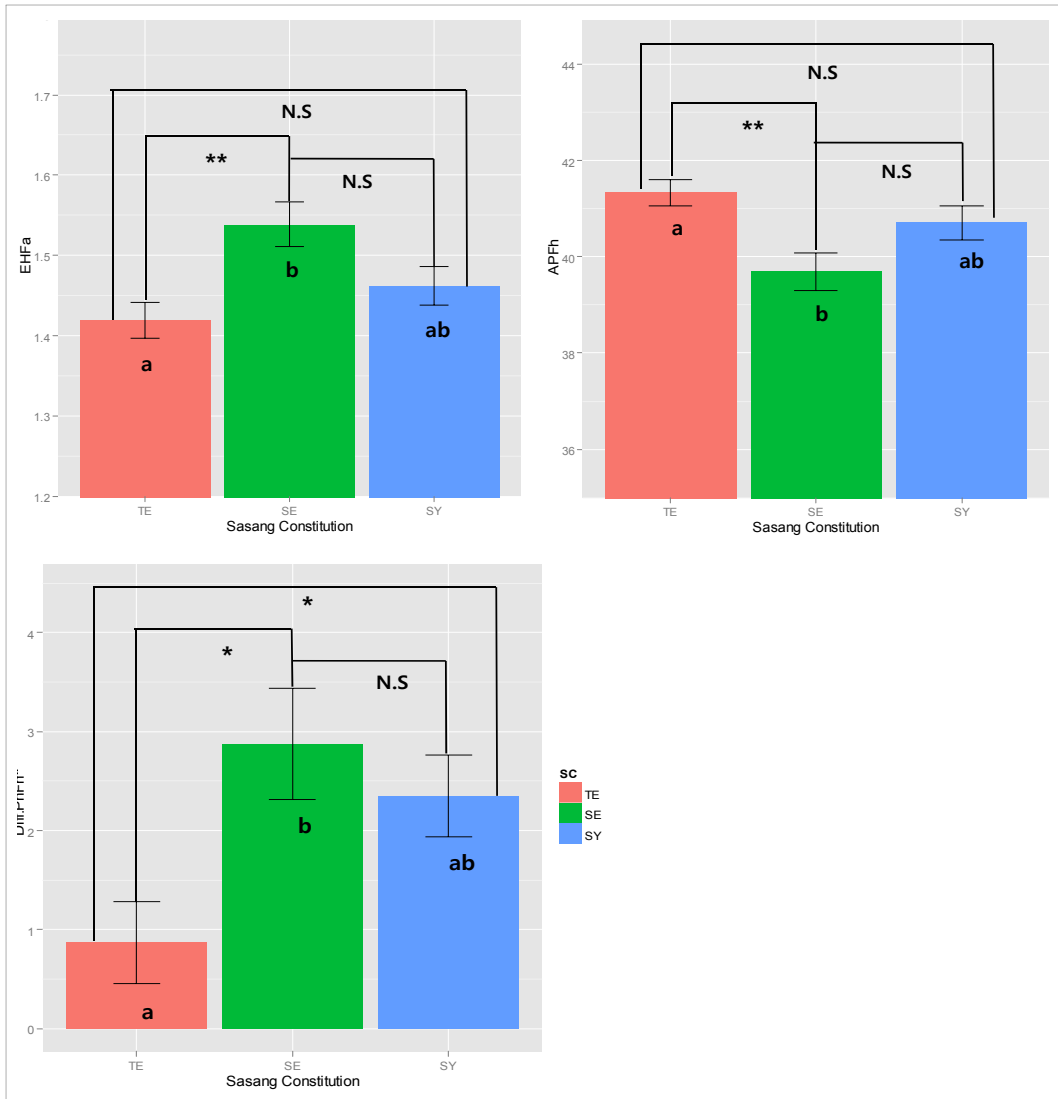


Figure 2. Multiple comparison results using Tukey's honestly significant difference (HSD) method for the variables that were determined to be significant from the results of one-way ANOVA test. Each panel is corresponding to EHFa, APFh, and Diff.PhFh, respectively. Connected lines indicate the pairwise comparison for two groups. Asterisks show the magnitude of p-values: * p < .05, ** p < .01. Subgroups determined by Tukey's HSD are annotated with the combination of alphabets. N.S.: not significant.

EHFa은 태음과 소음 그룹 사이에서 유의한 차이가 있었다(p < .01)(Figure 2). 소양과 소음 및 태음과 소양 그룹 간의 유의한 차이가 있는 탄성 변수는 없었다.

4. 피부 탄성 및 발한 특성으로 태음과 소음 분류

태음인과 소음인에 대해 Diff.PhFh와 EHFa의 분포를 조사해 보면 Figure 3과 같이 태음인과 소음인이 두 변수에 의해 선형적으로 분류되는 경향을 보였다. SVM을 분류기로 하여 EHFa과 Diff.PhFh 변수로부터

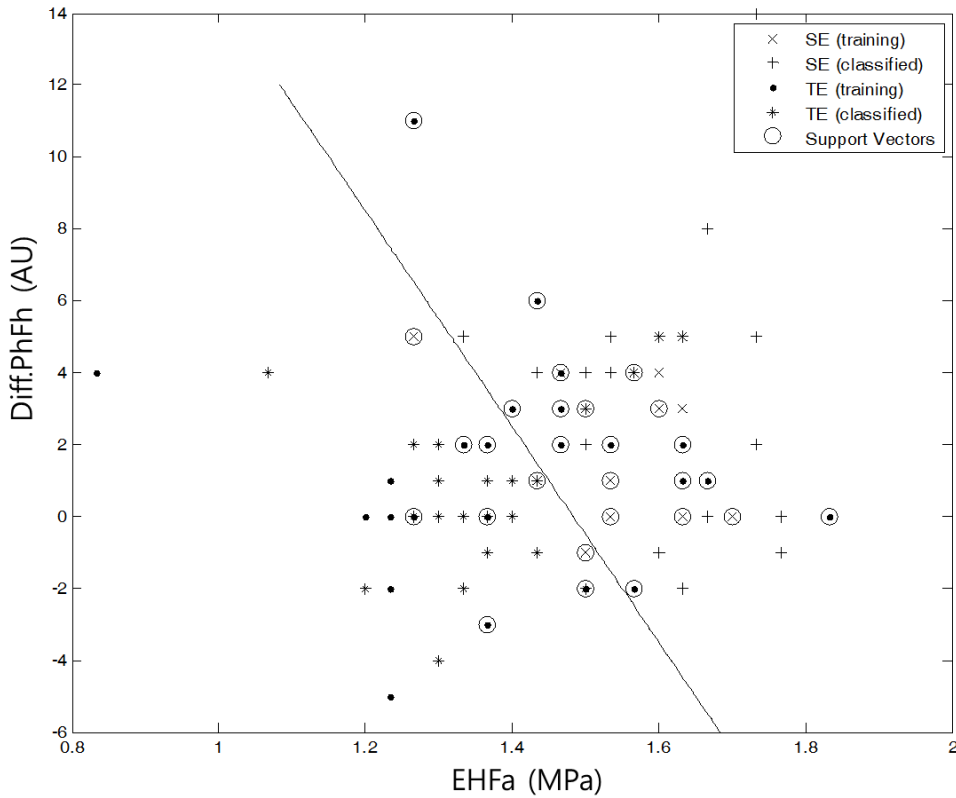


Figure 3. Scatter plot using EHFa and Diff.PhFh according to TE and SE types, and a classification result using support vector machine. The accuracy of the classification was 71.8% (sensitivity, 75%; specificity, 69.6%).

태음인과 소음인을 분류한 결과 71.8%의 정확성으로 두 그룹이 분류 되었다. 분류 과정에서 두 변수의 민감도 (sensitivity)는 75%이었고, 특이도(specificity)는 69.6%로 분석되었다 (Figure 3).

IV. 考察

1. 태음인과 소음인의 피부 탄성 및 발한 특성

소음 그룹의 Diff.PhFh 평균은 2.9 ± 3.2 (AU)으로, 소음인의 경우 이마보다 인중에 상대적으로 더 많은 땀이 나는 경향이 있는 것으로 나타났다. 반면에, 태음 그룹의 경우에는 이마의 발한 량(APFh)이 41.3 ± 1.9 (AU)로, 소음 그룹의 39.7 ± 2.2 (AU)보다 많은 것으로 나타났다.

『동의수세보원』에서는 소음인의 경우 인중 발한, 태음인의 경우 발제(髮際)·미릉(眉稜)·관상(顴上)·순이(脣頤)·흉역(胸臆) 순서로 발한하는 것을 질병의 호전지표로 제시 했는데, 이를 통해 건강한 소음인, 태음인이면 해당 부위에 발한이 많을 것으로 유추할 수 있다. 본 연구 참여자들이 특별한 질병이 없는 건강 인임을 고려하면 인중의 발한양이 소음인에게서 많고 이마의 발한양이 태음인에게서 많은 것은 문헌내용과 부합한다고 할 수 있다⁵. 다만, 『동의수세보원』에서 제시한 발한은 각 체질의 질병 호전 및 건강상태를 진단하는 지표로 본 연구에서는 대상자의 체질별 건강상태에 대한 정보가 미비하므로 발한양상이 체질 진단지표로서 적합한지의 여부는 추가 연구가 필요하다.

피부 탄성 특성인 EHFa가 소음 그룹에 비해 태음

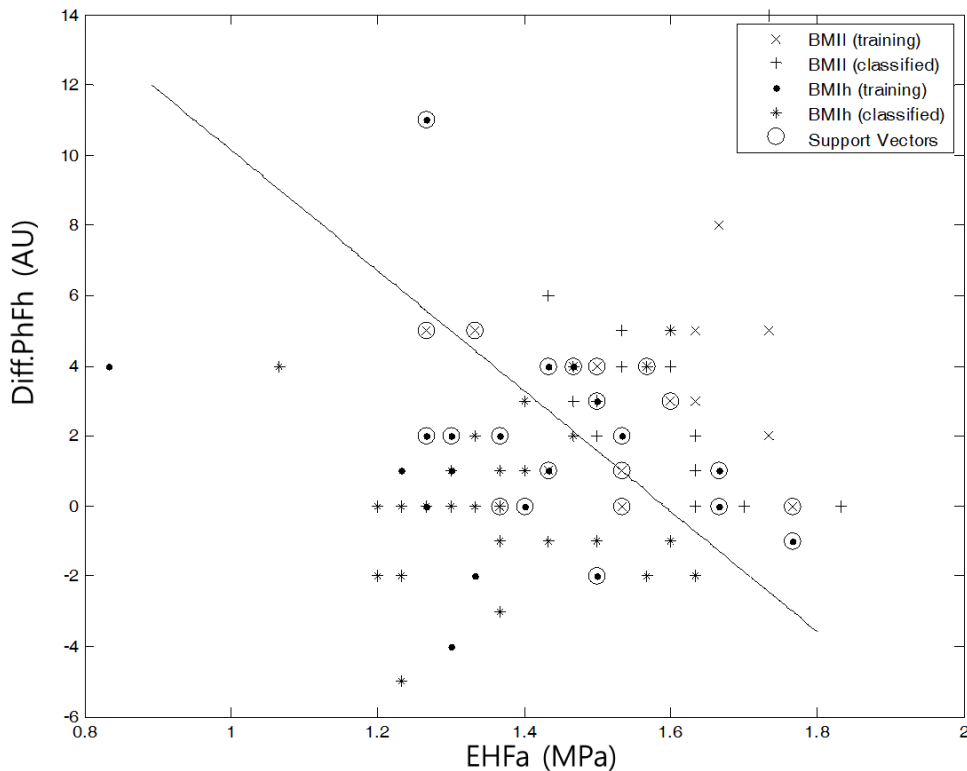


Figure 4. Scatter plot using EHFa and Diff.PhFh according to low and high BMI groups, and a classification result using support vector machine. The accuracy of the classification was 69.2% (sensitivity, 61.1%; specificity, 76.2%).

그룹에서 유의하게 작은 결과 또한 『동의수세보원』의 서술내용과 부합되는 것으로 여겨진다. 『동의수세보원』에 의하면 ‘태음인은 기육이 견실하고 소음인은 기육이 부연하다는 서술이 있는데, 이 등⁶은 이에 근거하여 임상에서 한의사에게 진료 받은 1079명의 대상자에 대해 진단된 체질과 피부 견연 정도를 비교하여 태음인과 소음인을 구분할 수 있다는 결과를 제시한 바 있다. ‘기육이 견실하다’는 서술은 본 연구에서 외부 힘에 의해 탄성이 감소되는 정도를 나타내는 EHFa가 작다는 것으로 해석이 가능한데, 문헌과 같은 맥락으로 태음인 팔 내측의 EHFa가 소음인에 비해 낮게 측정이 되었다.

강 등³은 체질 간 손등피부의 피부 탄성 특성을 비교하여, 태음인의 손등피부의 탄성이 소음인의 손등피부의 탄성보다 평균적으로 높은 것을 보고하였다.

하지만, 본 연구에서는 태음과 소음 그룹에서 EI의 차이가 유의하게 나지 않았다. 강 등³의 연구와 본 연구의 결과가 다른 경향을 보이는 것은 측정부위에 따라 탄성 특성이 다르기 때문으로 사료된다. Jemec¹⁴ 등은 팔 내측, 팔 외측, 손바닥에서 피부의 탄성과 이력현상(hysteresis) 등을 측정하였는데, 서로 다른 부위에서 측정된 탄성은 측정된 부위에 따라 유의한 차이를 보인 반면에, 이력현상은 유의한 차이를 보이지 않았다. Krueger¹⁵ 등은 손등과 팔 내측을 포함한 5군데의 피부 탄성을 측정하였는데, 각 부위에서 탄성 값은 크기가 다를 뿐만 아니라, 나이와의 상관성도 다른 경향으로 나타났다. 탄성과 탄성의 이력현상의 특성은 신체 부위에 따라 변하는 경향이 다른 것으로 생각되며, 이를 규명하기 위해 손등과 팔 내측의 탄성과 탄성의 이력현상의 상관성을 분석하는 연구가 후후에 필요할 것

으로 생각된다.

2. BMI와 피부 탄성 및 발한 특성의 관련성

태음인과 소음인에서 각각 다른 경향을 보이는 EHFa과 Diff.PhFh은 두 체질의 특성을 반영하는 지표로 생각되어진다. 체질 진단에 사용되는 다양한 체질 특성 중, BMI는 태음인과 소음인에서 뚜렷한 경향 차이를 보이는 대표적인 지표이다. BMI는 피험자의 체지방량과 비만 등을 정량적으로 반영하는데, 태음인의 경우에는 대부분 BMI가 높은 경향이 있으며, 소음인의 경우에는 대부분 BMI가 낮은 경향을 보인다. 본 연구의 결과에 따르면, EHFa과 Diff.PhFh는 태음인과 소음인을 분류하는 유의한 변수로 여겨지는데, 두 변수와 BMI의 상관계수는 각각 $r=.319$, $r=-.065$ 로 높은 상관성은 없는 것으로 분석되었다. 이는 BMI와 피부 탄성 사이에 높은 상관성이 없는 것으로 보고된 기존 연구결과와 유사한 경향을 보이는 부분이다^{16,17}.

피험자 중 BMI가 정상범위보다 높은 그룹(BMIh)과 정상범위보다 낮은 그룹(BMIl)을 선택하여 BMI와 체질의 관계가 보다 명확한 경우로 대상을 한정하면, BMIh와 BMIl는 Diff.PhFh와 EHFa에 의해 선형적으로 분류되는 경향을 보였다. SVM을 분류기로 하여 Diff.PhFh와 EHFa변수로 두 그룹을 분류한 결과, 두 변수는 모두 BMIh와 BMIl 그룹을 분류하는데 유의한 변수로 작용하여 69.2%의 정확성으로 두 그룹이 분류되었다(Figure 4). BMIh과 BMIl은 각각 태음인과 소음인일 확률이 높은 그룹이고 Diff.PhFh와 EHFa이 두 그룹을 분류하는 경향이 있는 것을 보아, DDiff.PhFh와 EHFa는 BMI와 직접적인 관련이 있는 것 보다는 체질과 관련이 있는 지표로 생각되어진다. 이 두 변수는 태음인과 소음인을 분류하는데 있어서 중요한 역할을 하는 BMI의 보조적 지표로 사용될 수 있을 것으로 사료되고, 추후 연구에서 피험자의 발한 상태를 보다 효과적으로 제어하고 반복성 있는 측정이 수행된다면 체질 분류의 정확성을 향상시키는데 도움이 될 것으로 기대된다.

V. 結論

본 연구에서는 임상에서 체질을 분류하는데 사용하는 피부의 탄성 특성과 피부와 밀접한 연관을 가지고 있는 발한 특성을 동시에 활용하여 체질을 분류하고자 하였다. 129명을 대상으로 피부의 발한 특성과 탄성 특성을 정량적으로 측정하였고, 체질 간 유의한 차이가 있는 특성 변수를 분석하였다. 그 결과, 피부의 탄성 특성을 나타내는 변수인 EHFa와 피부 발한 특성을 나타내는 변수인 Diff.PhFh가 태음인과 소음인 사이에서 유의한 차이를 보이는 변수로 분석되었다. 특히, 소음인은 태음인보다 상대적으로 이마보다 인중에 발한 양이 많은 반면 태음인과 소양인은 소음인에 비해 음압에 의한 팔 내측의 피부 탄성의 감소량이 작은 경향을 보였는데, 이는 『동의수세보원』과 기존 문헌에서 제시한 내용과 맥락을 같이하는 결과이다. EHFa는 BMI와 낮은 상관성으로 가지는 것으로 분석되었고, SVM을 분류기로 하여 태음인과 소음인을 분류한 결과 Diff.PhFh과 EHFa가 유의한 변수로 작용하여 두 그룹을 분류할 수 있는 경향이 있는 것으로 분석되었다.

본 연구에서는 피부의 몇몇 특성이 체질에 따라 다른 경향을 보이는 것을 객관적 특징 측정 실험을 통해 검증하였고, 체질 분류기준으로 피부특성 지표의 활용 가능성을 제시하였다. 체질과 관련되어 피부의 특성을 정량적으로 획득하여 분석하는 연구는 시작단계 있어, 정량적 측정기기 개발, 측정방법 표준화, 특성 지표간의 관계 등에 대한 유기적인 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

VI. 感謝의 글

본 연구는 지식경제부 오감형 한방 진단/치료 콘텐츠 개발 과제(D11071)와 의료수요자 중심의 건강증진을 위한 미병관리시스템 개발 과제(K12070)의 공동 지원을 받아 수행되었음.

VII. 參考文獻

1. National federation of department of sasang constitutional medicine, colleges of oriental medicine. Sasang constitutional medicine. 2nd Ed. Seoul:Jipmoondang. 2004
2. Lee SH, Han SS, Choi SM, Joo JC, Kim JY. Clinical Study on the Characteristics of Back Skin of the Hand According to Sasang Constitutions. Korean Journal of Oriental Physiology & Pathology. 2005;19(1):15-18. (Korean)
3. Kang NS, Lee JC, Ku BC, Kim JY, Kim YM. Study of Sasang Constitution classification method based on elasticity coefficient of hand dorsal skin of elderly people. Korean Journal of Oriental Physiology & Pathology. 2011;25(6):1050-1055. (Korean)
4. Kim JY, Pham DD. Sasang Constitutional Medicine as a Holistic Tailored Medicine. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine. 2009;6(S1): 11-19.
5. Lee Jema. Dongeuisusebowon-revised edition. Seoul: Yeo-gang public. 2003
6. Lee SH, Choi SM, Kim HG, Kim JY. Clinical Study on the Relations of the Thickness and the Stiffness of Back Skin of the Hand to Sasang Constitutions Depending on Sex and Age. Korean Journal of Oriental Physiology & Pathology. 2005;19(2):561-567.
7. Kim KH, Woo JJ, Lee HJ, Lee YJ, Kim JY. A Feasibility Study of Constitution Discrimination Using a Measurement Device for Dynamic Friction Coefficients of the Back of a Hand. 2010;22(4):20-29. (Korean)
8. Jung SO, Park SJ, Han C, Park SH, Hwang MW, Kim SH et al. Analysis of Skin Humidity Variation Between Sasang Types. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine. 2009;6(S1):87-92.
9. L. Pedersen, B. Hansen G.B.E. Jemec. Mechanical properties of the skin: A comparison between two suction cup methods. Skin Research and Technology. 2003; 9(2):111-115.
10. Warner RR, Myers MC, Taylor DA. Electron probe analysis of human skin: determination of the water concentration profile. J Invest Dermatol. 2003;90:218 - 224.
11. Do JH, Jang E, Ku B, Jang JS, Kim H, Kim JY. Development of an integrated Sasang constitution diagnosis method using face, body shape, voice, and questionnaire information. BMC Complement Altern Med. 2012;12(1):85.
12. Kim KH, Ku BC, Kang NS, Kim YS, Jang JS, Kim JY. Study of a Vocal Feature Selection Method and Vocal Properties for Discriminating Four Constitution Types. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine. 2012;2012, Article ID 831543, 10 pages.
13. Jang ES, Kim JY, Lee HJ, Kim HG, Baek YH, Lee SW. A Study on the Reliability of Sasang Constitutional Body Trunk Measurement. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2012; Article ID 604842, 8 pages.
14. G.B.E. Jemec, E. Selvaag, M. Agren, H.C. Wulf. Measurement of the mechanical properties of skin with ballistometer and suction cup. Skin Research and Technology. 2001;7:112-126.
15. N. Krueger, S. Luebberding, M. Oltmer, M. Strker, M. Kerscher. Age-related changes in skin mechanical properties: a quantitative evaluation of 120 female subjects. Skin Research and Technology. 2011;17: 141-148.
16. T. Ishikawa, O. Ishikawa, Y. Miyachi. Measurement of skin elastic properties with a new suction device (I): Relationship to age, sex and the degree of obesity in normal individuals. The journal of dermatology. 1995;22(10):712-717.
17. H. Sumino, S. Ichikawa, M. Abe, Y. Endo, O. Ishikawa, M. Kurabayashi. Effects of Aging, Menopause, and Hormone Replacement Therapy on Forearm Skin Elasticity in Women. Journal of the American Geriatrics Society. 2004;51(6):945-949.