

논문접수일 : 2013.06.19

심사일 : 2013.07.03

게재확정일 : 2013.07.23

한복 전통 견직물의 촉감에 따른 인체생리반응

Physiological Reaction to Tactile Sensation of Silk Fabrics
used for Korean Traditional Hanbok

이 소 영

건국대학교 예술디자인대학 의상디자인전공 조교수

Lee so-young

Konkuk university

1. 서론

2. 연구방법

- 2.1. 시료선정
- 2.2. 주관적 촉감 평가
- 2.3. 인체생리반응 분석

3. 결과 및 고찰

- 3.1. 주관적 촉감 평가
- 3.2. 원단별 인체생리반응

4. 요약 및 결론

참고문헌

논문요약

본 연구는 한복 견직물 소재의 촉감에 따른 특성 및 인체생리반응을 조사하여 정량화된 감성측정 자료로 제시하고자 하는 데 목적이 있다.

20대 여대생 53명을 대상으로 한복 견직물 6종에 대한 촉감 평가를 실시하여 촉감형용사를 추출한 후, 6명을 대상으로 촉감자극에 따른 인체생리반응을 측정하였으며 결과는 다음과 같다.

1. 촉감자극에 대한 평가 결과, 요인1(중량감 및 요철감), 요인2(강연감), 요인3(탄력 및 습윤감) 등으로 3요인이 추출되었다.

2. 인체생리반응 측정 결과 피부전도수준, 피부온, 맥박 등은 촉감자극에 따라 원단 간 유의한 차이가 있었으며 원단의 촉감자극이 없는 상태에서 가장 낮은 값을 보였다. 그러나 혈류량은 원단의 촉감자극이 없는 상태에서 가장 높은 값을 나타냈으며 원단 간 유의한 차이를 보이지 않았다.

3. 피부전도수준은 유흥>노방주>갑사>명주>산통>공단의 순으로 유흥은 '보송보송' 한 특성으로 인해 피부전도수준이 높게 나타났으나 그 외의 원단에서는 거칠고 오돌도돌할수록 높게 나타났으며 부드럽고 두께감이 있을수록 낮게 나타났다.

4. 피부온은 유흥>노방주>갑사>명주>산통>공단의 순으로 유흥은 탄력 특성으로 인해 피부온이 높게 나타났으나 유흥을 제외한 원단에서는 사각거리며 뻣뻣할수록 피부온이 높게 나타났다.

5. 혈류량은 명주>공단>산통>유흥>노방주>갑사의 순으로 나타났으며 피험자별로 촉감 자극에 따른 편차가 많이 나타났다.

6. 맥박은 명주>갑사>유흥>노방주>공단>산통의 순으로 습윤감과 두께감이 복합적으로 영향을 미쳐 습윤감이 높고 두께가 얇을수록 맥박이 높게 나타났다.

주제어

견직물, 맥박, 인체생리반응, 피부온, 피부전도, 촉감, 혈류량

Abstract

The purpose of this study is to suggest quantified data of sensibility measurement by examining the men's physiological response to the tactile sensation of silk fabrics used for Korean traditional Hanbok and its features.

53 female college students in their 20's were selected as the objects to estimate tactile sensation of six kinds of silk fabrics so that the adjectives for the sensation might be extracted. Six subjects out of them were randomly selected for measuring their physiological reaction to the tactile sensation. The results are as follows:

1. Factor 1(senses of weight/unevenness), Factor 2(stiffness), and Factor 3(senses of elasticity/moistness) have been extracted from the results.

2. The skin conductance level(S.C.L.), skin temperature, and pulse showed significant differences depending on the tactile stimulations of fabrics, and they were the lowest at the state of no tactile stimulation of fabrics. But, the blood volume pulse(B.V.P) was the highest at the same state and showed no significant differences among fabrics.

3. The S.C.L. was the highest with Yutong, which was followed by Nobangju, Gapsa, Myungju, Shantung and Kongdan. Yutong with its nature of being fluffy, had considerably high S.C.L., and the fabrics coarser and grainer showed higher S.C.L. while those softer and thicker lower S.C.L.

4. The Skin temperature was the highest with Yutong, followed by Nobangju, Gapsa, Myungju, Shantung and Kongdan. Yutong, with its elastic nature, showed high skin temperature. And the crispier and stiffer the fabrics were, the higher the skin temperatures were.

5. The B.V.P was the highest with Myungju followed by Kongdan, Shantung, Yutong, Nobangju and Gapsa. But, there was much variance depending on the tactile stimulations to the subjects.

6. The pulse was the highest with Myungju and Gapsa was also the highest or lower, which were followed by Yutong, Nobangju, Kongdan and Shantung. The moister and the thinner a fabric was, the higher the pulse was.

Keyword

blood volume pulse(B.V.P), fabric hand, physiological reaction, pulse, skin conductance level(S.C.L), skin temperature, tactile sensation

1. 서론

의복은 인체에 직접 밀착되어 기계적, 온열적, 시각적인 자극 뿐 아니라 다양한 촉각적 자극을 부여하므로 의복 소재의 촉감은 쾌적성에 많은 영향을 미친다. 따라서 직물의 촉감은 의복의 감성적 품질 평가 시 고려되는 주요 요인 중 하나라 할 수 있으며(Li, Y., 2001), 소비자들이 직물을 손으로 만지거나 문질러서 촉감을 느낀 후에 의복을 구매하게 되므로 의복 구매 시에도 중요한 요소로 작용한다. 특히, 한복의 소재로 많이 이용되는 전통 견직물은 우리 고유의 문화상품으로 소비자들에게 일반 직물들과 차별되는 촉감 및 감성 이미지를 제공(이은주, 2007)하고 있다.

의복 소재로서의 직물의 촉감이 중요시됨에 따라 직물에 대한 감성적 측면을 평가하기 위한 분석이 행해지고 있으며 일반적으로 주관적 평가와 객관적인 평가로 이루어지고 있다. 그러나 피험자의 주관적 평가는 정량화시키는데 어려움이 있으며 물리적 특성으로 평가하는 객관적인 평가 결과는 인간의 감성과 연관지어 해석하기에 어려움이 따른다(Zeng, X et al., 2004). 따라서 주관적인 평가와 객관적인 평가를 결합한 연구가 시도되고 있다. 이러한 연구로 주관적 태평가를 역학적특성과 연관지어 이은주(2007)는 전통 견직물의 촉각적 감성 요인을 추출하여 직물의 역학적 특성과의 관계를 도출하였으며, 손형남, 유효선(2007)은 주관적 태평가를 통해 생활한복 소재 태형용사를 6개의 요인으로 분류하고 선호도와 관계된 주관적, 객관적 태 특성을 밝혔으며 선호되는 태 특성을 제안하였다. Takako Inoue, Masako Niwa(2010)은 기모노용 전통직물의 원단 간 물리적 특성의 차이 및 주관적 특성 간의 관계를 도출하였으며, 이안레, 이은주(2011)는 주관적 태평가를 색채특성과도 연관지어 역학적 성질과 색채특성을 이용한 촉감각/감성 이미지 예측 모델을 제시하였다.

그 외 원단의 태 뿐 아니라 소리 특성을 반영하여, 조길수, 이은주, 조자영(2000)은 직물의 소리 및 촉감에 따른 주관적 평가와 직물의 소리 파라미터 및 역학적 특성과의 관계를 한·미 간 비교하였다.

그러나, 인간의 감성 측정 시 언어를 이용한 주관적 평가방법은 추상적인 감성 이미지가 한정된 형용사로 표현되어야 하고, 주관적 정서경험을 표현하는 언어는 사람에 따라 이해에 차이가 있을 수 있어 신뢰성에 한계점을 안고 있다(조자영 외, 2001) 이에 반해, 생리적 반응은 주로 신경계에 의해 관장되기 때문에 의도적으로 변화시키기가 어렵고 언어적 진술보다 시간적으로 매우 일찍 나타나 언어적 기술이나 행

동 관찰보다 객관성을 가지며 한 개인에 있어 높은 일관성을 보이므로 여러 연구자들이 인간의 뇌파 및 자율신경계 반응을 통해서 감성을 측정하고자 연구해왔다. 이러한 생리신호들은 각각 다른 신경계에 의해 지배되며 뇌파는 중추신경계, 근전도와 안구운동은 체성신경계, 심박률, 혈압, 피부전기활동, 혈류량 등은 자율신경계에 의해 통제된다(손진훈, 2001). 직물 선호도에 따라 비선호직물에서의 심박률이 높으며 호흡간 심박률의 변화가 적고 뇌파의 베타파가 많이 출현하며, 맥박량의 변화가 적고, 피부전도수준이 크며, 호흡률이 높고, 맥박이동시간이 적게(조길수, 박혜준, 2011)나타나 직물 선호도가 인체생리반응에 영향을 미침을 알 수 있다.

따라서 인체생리반응을 측정함으로써 개인의 감성을 정량화 시키는 것이 가능하며 특히 피부전도수준은 자극에 대한 감성 반응 시 예민하게 변화하기 때문에 다른 생리 지표들보다 감성 지표로서 잇점이 있다(조수민, 2006). 이러한 이유로 생리적 반응을 통해 정성적 감성을 정량화시키기 위한 연구도 계속적으로 이루어져, 조자영 외(2001)는 직물 마찰음에 따른 주관적 감성과 생리적 반응을 분석하여 직물 마찰음이 감성에 미치는 영향력을 정량적으로 파악하였으며 조수민(2006)은 한국 전통 견직물의 역학적 성질과 음향 특성을 측정 후 소리에 대한 생리적 반응 및 심리적 반응과의 연관성을 파악하였다.

그러나 직물의 촉감에 따른 인체 생리 반응에 관한 연구는 전무한 실정이므로, 본 연구에서는 한복의 주요 소재로 사용되는 한복 견직물의 주관적 촉감을 평가한 후 각 소재의 촉감에 따른 특성 및 인체생리 반응(피부전도도, 피부온, 혈류량, 맥박)을 조사하여 정량화된 감성측정의 자료로 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 시료선정

시료로 사용할 견직물 원단을 선정하기 위하여 한복 소재로 사용되는 한국 전통 견직물 30여종을 수집한 후 의류학 전공 대학원생 및 전문가 집단의 선호도를 토대로 예비실험을 거쳐 가장 많이 선호된 견직물 6종을 선정하였다.

2.2. 주관적 촉감 평가

주관적 촉감의 평가를 위해 20대 여대생 53명을 대상으로 한복 견직물 원단 6종에 대한 촉감 평가를 실시하였다. 평가를 위한 설문지는 원단 별 특성을 표현하는 18개의 촉감 형용사로 구성되었으며, 촉감 형용사는 손형남, 유효선(2007), 이은주(2007)의 태형

용사를 참고로 예비실험을 거쳐 선정하였다. 시료는 색상의 영향력을 통제하기 위해 초록색 계열로 통일하여 35cm×35cm의 크기로 제시하였으며 임의의 순서로 피험자가 원단을 만져가며 촉감을 평가하도록 하였다. 주관적 촉감 평가에 이용된 원단의 물리적 특성은 [표 1]과 같다.

물성	원단	공단	산통	명주	갑사	노방주	유통
조직	수자직	평직	평직	변형레노직	평직	평직	평직
혼용율(%)	견100	견100	견100	견100	0.13	0.15	0.21
두께(mm)	0.25	0.21	0.18	0.13	0.15	0.15	0.21
무게(g/m ²)	124.9	83.7	67.6	33.6	29.2	29.2	62.1
번수(D)	경사	33.6	17.1/2	72.9	-	21.3	18.0/2
	위사	154.5	73.3/2	67.5/2	72.0	22.8/2	17.5/2
밀도(올/5cm)	경사	622.6	535.4	177.2	180.6	218.6	550.4
	위사	215.0	133.6	98.4	125.4	187.0	212.6
인장신도(%)	경사	14.6	16.7	9.6	12.1	18.2	16.7
	위사	18.7	11.0	8.5	14.4	14.5	16.7
인장강도(N)	경사	480.0	210.0	230.0	130.0	100.0	500.0
	위사	370.0	420.0	250.0	200.0	200.0	200.0

[표 1] 원단의 물리적 특성

2.3. 인체생리반응 분석

2.3.1. 피험자 선정

인체생리반응의 피험자는 의학적 질환이 없는 20대 여대생 6명으로 피험자의 신체적 특성은 [표 2]와 같다.

피험자 항목	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Mean(SD)
나이(세)	21	22	22	22	22	22	-
키(cm)	160.00	167.00	160.00	160.00	164.00	162.50	62.50(2.95)
몸무게(kg)	48.00	63.00	60.00	58.00	50.00	55.17	55.17(6.01)
BMI	18.75	22.58	23.44	22.66	18.59	19.33	20.74(2.23)

[표 2] 피험자의 신체적 특성

2.3.2. 실험 조건

인체실험은 실내온도 20±1℃, 습도 50±10% RH의 의복환경실험실에서 이루어졌으며 계측시간에 따른 피험자의 바이올리듬 변화의 편차를 줄이고자 오전 계측피험자와 오후 계측피험자로 나누어 3일 간격으로 각각 2회 실시하였다.

피험자는 실험 전 24시간 동안 높은 강도의 운동을 금하고 규칙적인 수면시간을 유지하도록 하였으며 식사 2시간 경과 후 실험에 참가하도록 하였다. 피험자에게 안정을 취하도록 하기 위해 본 실험시작 30분 전에 실험실에 입실하여 휴식을 취하게 한 후 실험시작 10분 전에 센서를 부착시키고 안정 상태를 유지하게 하였다. 원단을 만져가며 촉감을 느끼도록 하여 총 50초 간 측정하였으며 시작 후 10초, 종료 전 10초를 제외한 30초를 연구 데이터로 이용하였다.

2.3.3. 측정항목 및 방법

측정항목은 피부전도수준(Skin Conductance Level; S.C.L), 피부온(Skin temperature), 혈류량(Blood Volume Pulse; B.V.P.), 맥박(Pulse)이었으며, 측정기기는 오스트리아 Schuhfried사의 Biofeedback 2000 x-pert wireless multi-module을 사용하였다. 측정은 센서를 셋째손가락 첫째 마디에 벨크로 밴드를 이용하여 비스듬히 부착한 후 멀티모듈에 연결하여 0.038초 당 1회씩 자동 측정하였다.

2.3.4. 통계처리 분석

실험을 통해서 얻어진 측정치는 SPSS 14.0 for windows를 이용하여 각 항목에 대한 평균 및 표준편차 등의 기술통계 및 요인분석, 분산분석, 상관분석을 실시하였다. 통계적 유의수준은 5%미만으로 설정하였으며 분산분석 결과 유의차가 인정된 항목은 사후검정(Duncan test)을 실시하였다.

3. 연구결과

3.1. 주관적 촉감 평가

3.1.1. 각 원단별 평가점수

각 원단별 촉감에 대한 평가점수 [표 2]를 토대로 원단별 특성을 살펴보면 공단은 ‘보송보송하다’, ‘따뜻하다’, ‘강하다’, ‘유연하다’, ‘부드럽다’, ‘매끄럽다’, ‘끈끈하다’, ‘촉촉하다’의 항목에서 가장 높은 값을 보였으며, ‘가볍다’, ‘얇다’, ‘하늘거린다’, ‘거칠다’, ‘오돌도돌하다’의 항목에서는 가장 낮은 값을 나타냈다. 특히 ‘얇다’ 항목은 [그림 1]에서도 알 수 있듯이 타 원단과 매우 큰 차이를 보였으며 ‘매끄럽다’ 항목도 큰 차이를 보여 공단이 다른 원단과 차별화될 수 있는 특성은 두꺼움과 매끄러움이라 할 수 있다.

산통과 명주는 ‘보송보송하다’, ‘따뜻하다’, ‘딱딱하다’, ‘강하다’, ‘뻣뻣하다’, ‘사각거린다’, ‘거칠다’, ‘부드럽다’, ‘치진다’의 항목에서 모두 유사하게 중간정도의 값을 보였으며 그 외의 항목에서도 큰 차이를 보이지는 않았다. 이와 같은 평가 결과로 보아 두 원단은 원단의 특성이 강하지 않으며 서로 비슷한 특성을 가지고 있다는 것을 알 수 있다.

갑사는 ‘가볍다’, ‘얇다’, ‘사각거린다’ 항목에서 모두 높은 값을 보여 공단과 상반되는 평가를 받았으며 노방주는 ‘딱딱하다’, ‘강하다’, ‘뻣뻣하다’ 항목에서 가장 큰 값을 받았으나 ‘매끄럽다’, ‘치진다’, ‘촉촉하다’ 항목에서는 가장 낮은 평가를 받았다. 갑사와 노방주는 모두 ‘사각거린다’, ‘거칠다’, ‘오돌도돌하다’ 항목에서는 가장 큰 값을 보였으며 ‘보송보송하다’, ‘따뜻하다’ 항목에서는 가장 낮은 값을 나타냈다.

촉감형용사	원단	공단	산통	명주	갑사	노방주	유통	F-value
1. 보송보송하다		3.32(a)	2.79(b)	2.77(b)	2.38(c)	2.17(c)	3.06(ab)	9.27***
2. 탄력이 있다		2.74	2.47	2.58	2.53	2.49	2.62	0.49
3. 따뜻하다		3.42(a)	2.32(c)	2.23(c)	1.87(d)	1.77(d)	2.77(b)	24.28***
4. 딱딱하다		3.15(b)	2.58(c)	2.68(c)	3.23(b)	3.83(a)	2.21(d)	26.14***
5. 강하다		3.58(a)	2.70(bc)	2.70(bc)	2.92(b)	3.32(a)	2.47(c)	12.80***
6. 뻣뻣하다		3.08(c)	3.32(c)	3.09(c)	3.91(b)	4.26(a)	2.21(d)	37.57***
7. 유연하다		3.00(b)	2.79(bc)	2.98(b)	2.49(c)	2.13(d)	3.85(a)	26.77***
8. 가볍다		2.32(d)	3.96(bc)	3.98(bc)	4.30(a)	4.19(ab)	3.83(c)	62.80***
9. 얇다		2.08(d)	3.74(c)	3.87(bc)	4.34(a)	4.09(ab)	3.68(c)	60.92***
10. 사각거린다		2.74(c)	3.55(b)	3.47(b)	4.40(a)	4.53(a)	2.60(c)	47.97***
11. 하늘거린다		1.92(e)	2.70(cd)	2.85(bc)	3.17(ab)	2.40(d)	3.49(a)	19.71***
12. 거칠다		2.13(d)	3.34(b)	3.09(b)	3.83(a)	4.09(a)	2.45(c)	49.29***
13. 부드럽다		3.94(a)	2.58(c)	2.68(c)	2.40(c)	2.09(d)	3.38(b)	42.49***
14. 오돌도돌하다		1.77(c)	3.15(ab)	2.81(b)	3.36(a)	3.51(a)	2.81(b)	24.95***
15. 매끄럽다		4.38(a)	2.51(d)	2.85(c)	2.30(de)	2.11(e)	3.45(b)	50.19***
16. 처진다		2.83(bc)	3.11(ab)	3.02(ab)	2.51(cd)	2.30(d)	3.34(a)	10.66***
17. 끈끈하다		2.68	2.28	2.28	2.30	2.21	2.53	2.11
18. 촉촉하다		3.11(a)	2.23(cd)	2.36(bc)	2.06(cd)	1.94(d)	2.70(b)	12.56***

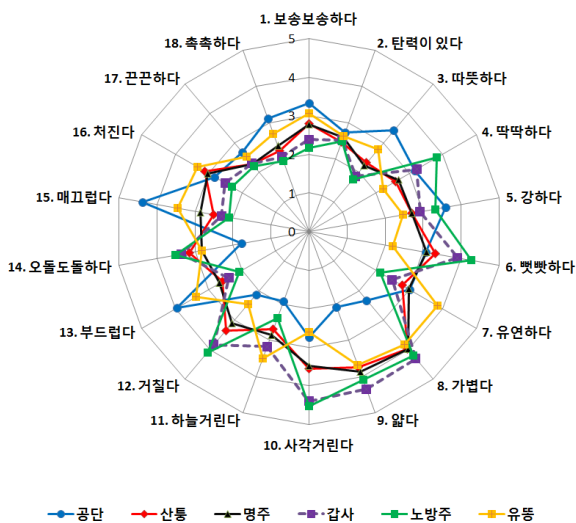
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001.
 알파벳은 Duncan-test 결과 *p<0.05 수준에서 유의한 차이가 있는 집단을 다른 문자로 표시하였음(a>b>c>d>e)

[표 3] 각 원단별 평가점수

또한 ‘매끄럽다’의 항목에서는 노방주가 갑사에 비해 낮은 값을 나타냈으나 대부분의 항목에서는 유사한 평가를 받았다.

유통은 ‘유연하다’ 항목에서 가장 높은 평가를 받았으며 ‘딱딱하다’, ‘강하다’, ‘뻣뻣하다’ 항목에서는 가장 낮은 평가를 받아 노방주와 상반되는 평가를 받았다.

이와 같은 내용을 종합해보면, 원단의 특성이 뚜렷하게 나타난 원단은 공단과 노방주라 할 수 있으며, 특성이 유사한 원단은 산통-명주, 갑사-노방주, 대조적인 특성을 갖고 있는 원단은 갑사·노방주↔유통임을 알 수 있다.



[그림 1] 각 원단별 특성

3.1.2. 원단의 태에 관한 요인추출

원단의 특성을 대표하는 요인을 추출하기 위해 요인분석을 실시한 결과 [표 4]와 같이 총 11항목의 3가지 요인으로 분류되었으며 각 요인별 산포도는 [표 5]와 같다. 요인1은 두께, 무게, 표면 재질 등과 관련된 ‘얇다’, ‘가볍다’, ‘사각거린다’, ‘거칠다’, ‘오돌도돌하다’로 구성되어 ‘중량감 및 요철감’으로 명명하였다. 요인2는 구성 요소 간 공통점은 있으나 직조방법, 원사특성 등에 따라 차이가 나타나는 ‘딱딱하다’, ‘뻣뻣하다’, ‘강하다’로 구성되어 ‘강연감’으로, 요인3은 ‘탄력이 있다’, ‘보송보송하다’, ‘따뜻하다’로 구성되어 ‘탄력 및 습윤감’으로 명명하였다.

요인	변수명	요인적재량	고유값	설명력	Cronbach α
요인1 (중량감 및 요철감)	얇다	0.84	4.04	33.70	0.82
	가볍다	0.83			
	사각거린다	0.68			
	거칠다	0.67			
	오돌도돌하다	0.62			
요인2 (강연감)	딱딱하다	0.80	2.17	18.10	0.75
	뻣뻣하다	0.77			
	강하다	0.74			
요인3 (탄력 및 습윤감)	탄력이 있다	0.77	1.28	10.65	0.61
	보송보송하다	0.73			
	따뜻하다	0.60			

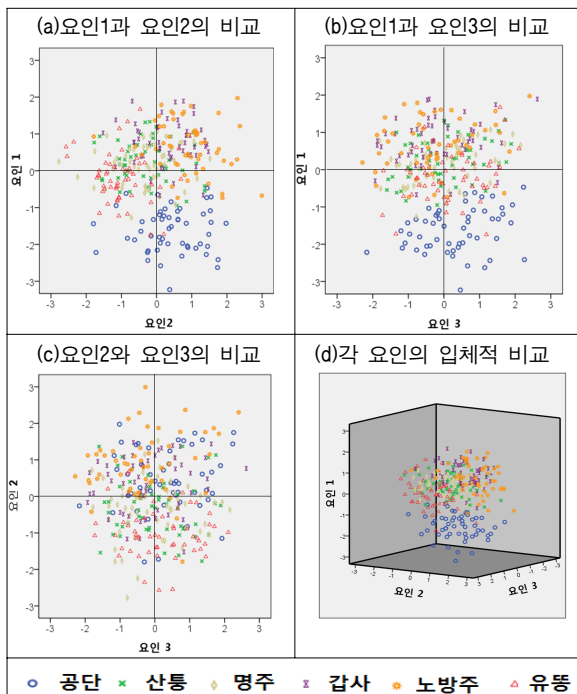
[표 4] 원단의 촉감에 관한 요인추출

(1)요인1

요인1의 원단별 분포는 [표 5]의 (a), (b)와 같이 공단은 세로축인 요인1에서 가장 아래쪽에 분포되어

있으며 이와 반대로 노방주와 감사는 전반적으로 상단에 분포하고 있어 공단은 요인1의 음의특성이 가장 강하며 노방주와 감사는 양의특성이 가장 강한 직물임을 알 수 있다. 산통과 명주는 요인1의 축에서 중심부에 집중되어 분포하고 있으나 약간 위쪽에 분포하고 있어 다소 양의 특성을, 유통은 세로축인 요인1에서 중심축을 기준으로 약간 아래쪽에 분포되어 있어 요인1에서 다소 음의 특성이 나타나는 직물이라 할 수 있다.

이와 같은 내용을 종합해보면 요인1은 감사>노방주>명주>산통의 순으로 양의 특성을, 공단은 음의 특성이 가장 강하며 유통도 음의 특성이 강하게 평가되었음을 알 수 있다.



[표 5] 각 원단별 산포도

(2)요인2

요인2의 원단별 분포를 살펴보면 [표 5]의 (a)의 가로축인 요인2에서 공단과 노방주는 중심축을 기준으로 전체적으로 오른쪽에 분포되어 있으며 이와 반대로 유통은 왼쪽에 분포되어 있어 공단과 노방주는 요인2의 양의 특성이 강하며 유통은 음의 특성이 강함을 알 수 있다. 감사는 가로축인 요인2의 축에서 다소 오른쪽에 치우쳐 분포되어 양의 특성이 다소 많음을 알 수 있다. 산통과 명주는 가로축인 요인2의 축에서 중심축을 기준으로 왼쪽에 주로 분포되어 있어 음의 특성을 가지고 있는 것으로 평가되었으며 감사는 가로축인 요인2에서 중심축을 기준으로 주로

오른쪽에 분포되어 있어 양의 특성이 강함을 알 수 있다.

따라서 요인2의 특성은 노방주>공단>감사>의 순으로 양의 특성이 강하게, 유통은 음의 특성이 가장 강하게 나타났으며 산통과 명주는 유사한 분포로 음의 특성이 강하다고 평가되었음을 알 수 있다.

(3)요인3

[표 5]의 산포도 (b),(C)의 가로축인 요인3에서 공단과 유통은 중심축을 기준으로 다소 오른쪽으로 분포되어 양의 특성을 갖는 것으로 나타났으며 산통과 명주는 중심축을 기준으로 고르게 분포되어 있어 요인3의 특성은 거의 나타나지 않았으며 감사와 노방주는 가로축인 요인3에서 왼쪽에 분포되어 음의 특성이 좀 더 강하다고 평가되었다.

이와 같은 내용을 종합해보면 요인3에서는 공단>유통의 순으로 양의 특성이 나타났으며 산통과 명주는 유사한 분포로 양과 음의 특성이 나타나 요인3의 특성이 강하지 않다고 평가되었다. 또한 노방주는 음의 특성이 가장 강하게 나타났으며 감사도 음의 특성이 양의특성에 비해 높게 나타났다.

3.2. 원단별 인체생리반응

3.2.1. 피부전도수준

촉감 자극에 따른 피부전도수준은 모든 원단 간 유의한 차이가 있었으며 [표 6], [그림 2]와 같이 유통>노방주>감사>명주>산통>공단>자극없음의 순으로 나타났다.

항목	자극없음 (g)	공단 (f)	산통 (e)	명주 (d)	감사 (c)	노방주 (b)	유통 (a)	F-value
Mean	0.66	0.88	0.93	0.94	0.96	0.99	1.04	
SD	0.51	0.65	0.60	0.60	0.57	0.60	0.65	35.01***

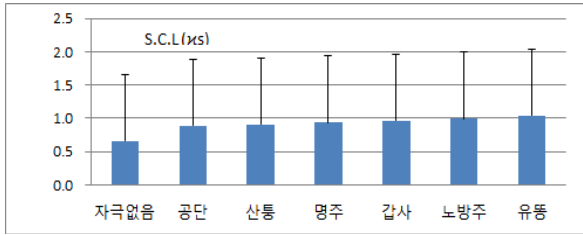
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001.

알파벳은 Duncan-test 결과 *p<0.05 수준에서 유의한 차이가 있는 집단을 다른 문자로 표시하였음 (a>b>c>d>e>f>g)

[표 6] 각 원단별 피부전도수준(μs)

피부전도수준은 모든 원단의 촉감 자극 시 민감하게 반응하여 촉각자극이 없는 안정시보다 약 1.3배~1.6배 이상 증가하였다. 유통의 경우 피부전도수준이 안정시보다 약 1.6배 증가하여 유통의 촉감자극이 피부전도수준에 큰 영향을 미친 것으로 생각되며 공단의 경우 약 1.3배 증가하여 가장 근소한 변화를 나타냈다. 감사와 명주는 피부전도수준의 증가폭이 원단 중 중간정도의 수준으로 나타났다. 각성 및 스트레스와 관련이 있어 부정감성을 대변하는 피부전도수준(조수민, 2006)이 공단에서 가장 낮은 증

가를 보인 것으로 보아 공단의 촉감자극이 감성적으로 가장 쾌적하게 느껴졌을 것이라 생각된다.



[그림 2] 각 원단별 피부전도수준의 비교

원단과 피부전도수준의 항목별 상관관계 [표 7]을 살펴보면 피부전도수준과 유의한 상관을 가지고 있는 원단 및 관련 항목은 <산통-얇다>, <명주, 유통-보송보송하다>로 모두 정(+)의 상관을 나타냈다. 그러나 공단, 갑사, 노방주에서는 3요인 모두와 상관관계가 나타나지 않았다.

요인 \ 원단	공단	산통	명주	갑사	노방주	유통
요 1						
얇다	-0.17	0.83*	-0.03	0.41	-0.41	0.77
가볍다	0.17	0.66	0.15	-0.13	-0.41	0.68
인사각거린다	0.38	0.74	0.76	0.10	-0.41	-0.48
1 거칠다	-0.12	0.59	0.78	-0.10	0.39	-0.39
오돌도돌하다	0.00	0.03	0.71	0.12	0.39	-0.49
요 2						
딱딱하다	-0.37	-0.10	0.07	-0.34	0.70	-0.66
인 뻣뻣하다	0.29	0.27	0.15	0.21	-0.41	-0.66
2 강하다	0.21	-0.52	-0.12	-0.28	-0.37	0.13
요 3						
탄력있다	-0.46	0.03	0.40	-0.46	-0.29	0.34
인 보송보송하다	0.25	0.65	0.85*	0.68	0.03	0.83*
3 따뜻하다	-0.34	-0.13	0.21	0.80	0.80	0.76

[표 7] 피부전도수준과 원단별 요인특성간의 상관관계

요인과 인체생리반응과의 항목별 상관관계(표 14)에서 피부전도수준은 요인3의 ‘보송보송하다’와 정(+)의 상관이 있었으며 요인1, 요인2와는 상관관계를 보이지 않았다. 각 원단별 촉감에 대한 평가점수와 관련하여 살펴보면 유통은 ‘보송보송’한 촉감의 영향으로 피부전도수준이 높게 나타난 것으로 보이며 산통은 ‘얇다’의 항목에서 다소 낮은 값을 보였으므로 ‘보송보송하다’의 영향보다는 ‘얇다’의 영향으로 인해 피부전도수준이 낮게 나타난 것으로 판단된다. 공단의 경우 ‘보송보송하다’에서 가장 높은 값을 보였으나 피부전도수준이 가장 낮게 나타났으며 명주, 갑사, 노방주의 경우 ‘보송보송하다’의 평가점수와 관련이 없이 노방주>갑사>명주의 순으로 나타나 ‘거칠다’, ‘오돌도돌하다’, ‘딱딱하다’, ‘강하다’, ‘뻣뻣하다’의 항목이 피부전도수준에 정(+)의 영향을 미쳐 촉감이 거칠고 오돌도돌하며 딱딱하고 강할수록 피부전도수준이 높게 나타난 것으로 판단된다.

3.2.2. 피부온

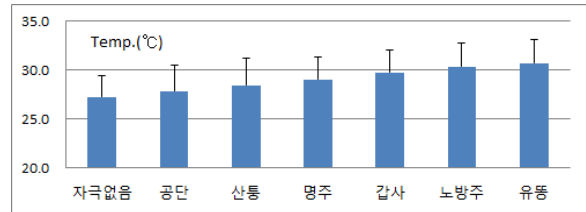
촉감 자극에 따른 피부온은 모든 원단 간 유의한 차이가 있었으며 [표 8], [그림 3]과 같이 유통>노방주>갑사>명주>산통>공단>자극없음의 순으로 피부전도수준과 동일한 결과를 보였다. 피부온은 모든 원단의 촉감 자극시 안정시보다 최대 약 1.1배 정도의 근소한 증가를 보였다.

항목	자극없음 (g)	공단 (f)	산통 (e)	명주 (d)	갑사 (c)	노방주 (b)	유통 (a)	F-value
Mean	27.27	27.86	28.46	29.05	29.74	30.37	30.69	2119.08***
SD	2.22	2.64	2.75	2.35	2.30	2.40	2.40	

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001.

알파벳은 Duncan-test 결과 *p<0.05 수준에서 유의한 차이가 있는 집단을 다른 문자로 표시하였음(a>b>c>d>e>f>g)

[표 8] 각 원단별 피부온(°C)



[그림 3] 각 원단별 피부온의 비교

원단과 피부온의 항목별 상관관계 [표 9]를 살펴보면 피부온과 유의한 상관을 가지고 있는 원단 및 관련 항목은 <공단-가볍다, 뻣뻣하다, 강하다>, <산통-뻣뻣하다>, <명주-딱딱하다>, <갑사-얇다, 뻣뻣하다>, <유통-탄력있다>로, 공단의 ‘가볍다’ 항목에서 부(-)의 상관을 보였으며 나머지 항목에서는 모두 정(+)의 상관을 보였다. 그러나 노방주는 3요인과 상관관계를 보이지 않았다.

요인 \ 원단	공단	산통	명주	갑사	노방주	유통
요 1						
얇다	-0.51	-0.62	0.03	0.83*	0.21	0.28
가볍다	-0.85*	-0.13	0.59	0.66	0.21	-0.34
인사각거린다	0.18	-0.06	0.50	0.68	0.21	0.36
1 거칠다	0.60	0.49	-0.34	-0.54	-0.66	0.66
오돌도돌하다	0.21	0.68	-0.24	-0.34	-0.66	0.31
요 2						
딱딱하다	0.77	0.34	0.85*	0.31	0.33	-0.13
인 뻣뻣하다	0.88*	0.88*	0.65	0.83*	0.41	-0.13
2 강하다	0.83*	-0.52	-0.15	0.31	0.46	-0.66
요 3						
탄력있다	-0.58	0.03	-0.66	-0.80	-0.41	0.85*
인 보송보송하다	-0.31	0.65	-0.07	0.28	0.27	-0.31
3 따뜻하다	0.34	-0.13	-0.62	0.00	-0.46	-0.33

[표 9] 피부온과 원단별 요인특성간의 상관관계

요인과 인체생리반응과의 항목별 상관관계 [표 14]에서 피부온은 ‘사각거린다’, ‘뻣뻣하다’와 정(+)의 상관을 보이며 ‘탄력있다’, ‘따뜻하다’와는 부(-)의 상관을 보였다. 그러나 원단별 촉감에 대한

평가점수에서 유통은 ‘사각거린다’, ‘뻣뻣하다’에서 낮은 평가를 받았으며 ‘탄력있다’, ‘따뜻하다’에서는 공단 다음으로 높은 평가를 받았으나 피부온이 높게 나타나 ‘사각거린다’, ‘뻣뻣하다’와 부(-)의 상관을 보이며 ‘탄력있다’, ‘따뜻하다’와는 정(+)의 상관을 보여 다른 원단들과 상반된 결과를 보였다. 따라서 ‘탄력있다’ 항목은 유통에서만 정(+)의 상관을 보였으며 다른 원단에서는 부(-)의 상관을 보였으므로 유통의 촉감 자극 시 피부온이 가장 높게 나타난 것은 유통의 ‘탄력있다’ 특성의 정(+)의 영향으로 인해 유통의 탄력성이 높아 피부온이 높게 나타난 것으로 생각된다. 또한 ‘뻣뻣하다’ 특성도 피부온과 정(+)의 상관이 있었으나 공단이 ‘뻣뻣하다’의 특성이 강함에도 피부온이 가장 낮게 나타난 것은 ‘가볍다’, ‘탄력있다’의 부(-)의 영향이 ‘뻣뻣하다’와 ‘강하다’보다 더 큰 영향을 미친 것으로 판단된다. 산통, 명주, 갑사, 노방주는 ‘사각거린다’, ‘뻣뻣하다’와 정(+)의 상관을, ‘따뜻하다’와 부(-)의 상관을 보여 사각거리는 촉감, 뻣뻣한 촉감, 따뜻하지 않은 촉감의 원단일수록 피부온이 높게 나타남을 알 수 있다.

3.2.3. 혈류량

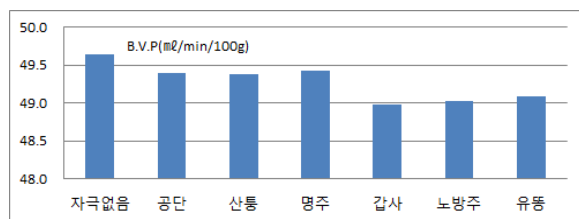
촉감 자극에 따른 혈류량은 모든 원단 간 유의한 차이를 보이지 않았으며 [표 10], [그림 4]와 같이 자극없음>명주>공단>산통>유통>노방주>갑사의 순으로 나타났다. 모든 원단의 촉감자극에 대한 표준편차가 높게 나타나 피험자별 촉감 자극에 따른 혈류량의 차이가 많음을 알 수 있으며 원단의 촉감 자극시보다 아무런 자극이 없는 상태에서의 혈류량이 높게 나타나 다른 인체생리반응과는 상이한 결과를 보였다.

항목	자극없음	공단	산통	명주	갑사	노방주	유통	F-value
Mean	49.64	49.39	49.38	49.43	48.98	49.03	49.09	1.26
SD	12.48	16.88	14.52	18.20	23.06	22.12	24.00	

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001.

알파벳은 Duncan-test 결과 *p<0.05 수준에서 유의한 차이가 있는 집단을 다른 문자로 표시하였음(a>b>c>d>e>f>g)

[표 10] 각 원단별 혈류량(ml/min/100g)



[그림 4] 각 원단별 혈류량의 비교

긍정감정을 대변하는 혈류량은 뚜렷한 원단의 촉감 특성이 나타나지 않은 명주에서 가장 높게 나타났으며 갑사에서 가장 낮게 나타났다. 또한 [표 11]과 같이 혈류량에서 원단의 촉감자극과 요인간의 상관관계는 노방주를 제외한 모든 원단에서 나타나지 않았으며 노방주와 요인2의 ‘딱딱하다’가 부(-)의 상관을 보였다. 또한 촉감에 대한 평가점수에서도 노방주와 갑사가 ‘거칠다’, ‘뻣뻣하다’에서 큰 값을 보였으므로 원단의 촉감이 거칠고 뻣뻣할수록 혈류량이 낮아지는 것으로 판단된다. 이는 원단이 유연한 명주, 산통, 공단의 소리 자극에서는 혈류량이 증가되며 뻣뻣한 노방주에서는 혈류량이 감소된다는 조수민(2006)의 연구와도 동일한 결과를 보였다.

요인 \ 원단	공단	산통	명주	갑사	노방주	유통
요인 1						
없다	0.34	0.21	0.03	-0.41	0.21	-0.77
가볍다	0.51	-0.13	-0.31	-0.13	0.21	-0.34
사각거린다	0.32	-0.06	0.18	-0.10	0.21	0.00
거칠다	-0.71	-0.74	-0.27	0.44	0.13	-0.13
오돌도돌하다	-0.41	-0.78	0.62	-0.31	0.13	0.25
요인 2						
딱딱하다	-0.68	-0.44	-0.51	-0.22	-0.94*	0.66
뻣뻣하다	-0.29	-0.62	-0.38	-0.62	0.41	0.66
강하다	-0.83	-0.37	-0.38	-0.28	-0.28	0.39
요인 3						
탄력있다	0.30	0.21	0.66	0.65	0.29	0.34
보송보송하다	0.28	0.19	-0.14	-0.37	0.07	-0.34
따뜻하다	-0.68	0.39	0.00	-0.56	-0.09	-0.27

[표 11] 혈류량과 원단별 요인특성간의 상관관계

3.2.4. 맥박

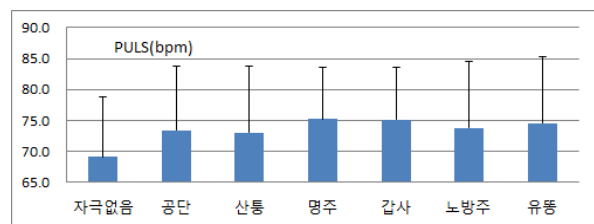
촉감 자극에 따른 맥박은 모든 원단 간 유의한 차이를 보였으며 [표 12], [그림 5]와 같이 명주>갑사>유통>노방주>공단>산통>자극없음의 순으로 나타났다.

항목	자극없음 (f)	공단 (d)	산통 (e)	명주 (a)	갑사 (a)	노방주 (c)	유통 (b)	F-value
Mean	69.10	73.42	73.02	75.19	75.17	73.77	74.54	344.303 ***
SD	9.69	10.35	10.68	8.30	8.50	10.70	10.74	

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001.

알파벳은 Duncan-test 결과 *p<0.05 수준에서 유의한 차이가 있는 집단을 다른 문자로 표시하였음(a>b>c>d>e>f>g)

[표 12] 각 원단별 맥박(bpm)



[그림 5] 각 원단별 맥박의 비교

맥박은 모든 원단의 촉감 자극 시 근소하게 증가하였으며 원단과 맥박의 항목별 상관관계 [표 13]과

같이 맥박과 유의한 상관을 가지고 있는 원단 및 관련항목은 <공단-보송보송하다(-)>, <산통-얇다(-), 오돌도돌하다(+)>, <갑사-따뜻하다(-)>, <노방주-얇다, 가볍다, 사각거린다, 뻣뻣하다(+)>, <유통-보송보송하다, 따뜻하다(-)> 등이었다. 그러나 명주는 3요인과 모두 상관관계가 나타나지 않았다. 요인과 인체생리 반응의 항목별 상관관계는 [표 14]와 같이 맥박은 ‘강하다’와 정(+)의 상관, ‘탄력이 있다’, ‘보송보송하다’, ‘따뜻하다’와 부(-)의 상관을 보였다. 따라서 갑사는 ‘따뜻하다’와 부(-)의 상관으로 맥박이 높게 나타난 것으로 생각되며 산통은 ‘얇다’와 부(-)의 상관으로 맥박이 낮게 나타난 것이라 생각된다. 산통은 ‘오돌도돌하다’와 정(+)의 상관이었으나 ‘얇다’의 영향이 더 크게 나타난 것으로 판단되며 공단은 공단의 보송보송한 촉감 특성으로 인해 맥박이 낮게 나타난 것으로 생각된다.

요인 \ 원단	공단	산통	명주	갑사	노방주	유통	
요인 1	얇다	0.17	-0.83*	-0.21	-0.21	0.83*	-0.68
	가볍다	-0.51	-0.39	-0.06	0.13	0.83*	-0.68
	사각거린다	0.29	-0.19	0.09	0.29	0.83*	0.72
	거칠다	-0.12	0.40	-0.44	0.17	-0.66	0.66
	오돌도돌하다	0.21	0.85*	-0.35	-0.12	-0.66	0.46
요인 2	딱딱하다	0.28	0.51	0.51	0.62	-0.40	0.39
	뻣뻣하다	0.49	0.62	0.56	0.21	0.83*	0.39
	강하다	0.00	0.77	0.38	0.49	0.62	-0.13
요인 3	탄력이있다	-0.70	-0.50	-0.66	0.03	-0.56	-0.51
	보송보송하다	-0.93**	-0.46	-0.37	-0.77	-0.34	-0.93**
	따뜻하다	-0.34	-0.66	-0.62	-0.93**	-0.65	-0.88*

[표 13] 맥박과 원단별 요인특성간의 상관관계

3.2.5. 촉감자극에 따른 인체생리반응의 비교

원단의 촉감 자극에 따른 요인과 인체생리반응과의 상관관계는 [표 14]와 같다.

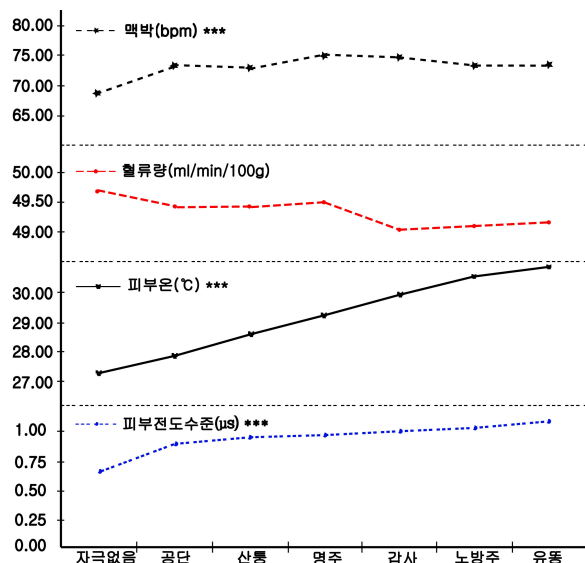
인체생리반응		요인				
요인	원단	피부전도수준	피부온	혈류량	맥박	
요인 1	얇다	0.26	0.32	-0.24	-0.07	
	가볍다	0.19	0.31	-0.15	-0.02	
	사각거린다	0.29	0.34*	-0.20	0.16	
	거칠다	0.20	0.21	-0.28	0.08	
	오돌도돌하다	0.20	0.01	-0.15	0.03	
요인 2	딱딱하다	-0.06	0.32	-0.37	0.26	
	뻣뻣하다	0.03	0.40*	-0.22	0.28	
	강하다	-0.28	0.07	-0.17	0.37*	
요인 3	탄력이있다	-0.11	-0.53*	0.29	-0.41*	
	보송보송하다	0.43**	-0.10	-0.16	-0.62**	
	따뜻하다	0.25	-0.36*	-0.09	-0.52**	

[표 14] 요인과 인체생리반응의 항목별 상관관계

피부온은 요인1, 요인2, 요인3과 모두 상관관계를 보였으며 혈류량은 3요인 중 어느 항목과도 상관관계를 나타내지 않았다. 따라서 피부온은 원단의 다양한 촉감특성에 따른 영향을 받는다고 할 수 있으나 혈류량은 원단의 촉감특성에 따라 큰 영향을 받

지 않는다고 할 수 있으며 이는 혈류량에서 각 원단 별로 유의한 차이가 나타나지 않은 결과로도 확인할 수 있다. 피부전도수준은 요인3의 ‘보송보송하다’와 정(+)의 상관을 보였으며 명주와 유통에서도 ‘보송보송하다’와 정(+)의 상관을 보였으므로 피부전도수준에서 요인3의 ‘보송보송’한 촉감이 큰 영향을 미침을 알 수 있다. 피부온은 요인1의 ‘사각거린다’, 요인2의 ‘뻣뻣하다’와는 정(+)의 상관을 보였으나, 요인3의 ‘탄력이있다’, ‘따뜻하다’와는 부(-)의 상관을 보였다. 그러나 원단별 피부온에서는 요인1의 ‘사각거린다’와 각 원단 간 상관관계는 나타나지 않았으며 요인2의 ‘뻣뻣하다’와 공단, 산통, 갑사가 정(+)의 상관을 보여 원단이 ‘뻣뻣’할수록 피부온이 높아짐을 알 수 있다. 그러나 요인3의 ‘탄력이있다’ 항목은 유통에서 정(+)의 상관을 보여 상반되는 결과를 나타냈다. 맥박은 요인2의 ‘강하다’와 정(+)의 상관을 보였으나 각 원단별 맥박에서는 상관관계가 나타나지 않았으며 요인3의 ‘탄력이있다’, ‘보송보송하다’, ‘따뜻하다’와는 부(-)의 상관을 보였으나 ‘탄력이있다’와 각 원단과의 상관관계는 나타나지 않았다. 또한 ‘보송보송하다’는 공단과 유통에서, ‘따뜻하다’는 갑사와 유통에서 부(-)의 상관을 보였으므로 ‘보송보송’하지 않으며 ‘따뜻’하지 않을수록 맥박이 높게 나타남을 알 수 있다.

이와 같이 인체생리반응에 영향을 미치는 원단의 촉감 요인은 다양하며 각 원단별 인체생리반응을 비교한 결과는 [그림 6]과 같다.



[그림 6] 원단별 인체생리반응의 비교

인체생리반응 중 피부전도수준, 피부온, 맥박은

[그림 6]에서 알 수 있듯이 촉감자극이 없을 경우에 가장 낮게 나타났으나 혈류량은 이와 반대로 촉감자극이 없을 경우 가장 높게 나타났다. 따라서 원단의 촉감자극으로 인해 피부전도수준, 피부온, 맥박은 높아지나 혈류량은 낮아짐을 알 수 있다.

또한 피부전도수준과 피부온은 유통이 가장 높게, 공단이 가장 낮게 나타났으며 촉감자극에 따른 원단별 값의 크기 순서가 동일하게 나타나 피부전도수준과 피부온이 상호 관련이 있음을 알 수 있다. 맥박은 명주와 갑사에서 가장 높게 나타났으며 산통이 가장 낮게 나타났다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 한복 견직물에 대한 촉감 요인 추출 및 촉감자극에 따른 인체생리반응을 실시하였으며 결과는 다음과 같다.

첫째, 원단의 촉감특성이 뚜렷한 원단은 공단과 노방주이며, 원단별 촉감특성이 비슷한 원단은 <산통-명주>, <갑사-노방주>, 상반되는 특성을 가진 원단은 <갑사·노방주 ↔ 유통>이었다.

둘째, 원단의 촉감자극에 대한 요인추출 결과 요인1은 ‘중량감 및 요철감’, 요인2는 ‘강연감’, 요인3은 ‘탄력 및 습윤감’ 등으로 원단 촉감의 특성이 도출되었다.

셋째, 인체생리반응 측정 결과 피부전도수준, 피부온, 맥박 등은 촉감자극에 따라 원단 간 유의한 차이가 있었으며 원단의 촉감자극이 없는 상태에서 가장 낮은 값을 보였으나 혈류량은 촉감자극이 없는 상태에서 가장 높은 값을 나타냈으며 원단 간 유의한 차이를 보이지 않았다.

넷째, 피부전도수준은 유통>노방주>갑사>명주>산통>공단>자극없음의 순으로 유통을 제외한 나머지 원단에서는 촉감이 ‘거칠고 오돌오돌하며 딱딱하고 강할수록’ 피부전도수준이 높게 나타났다.

다섯째, 피부온은 유통>노방주>갑사>명주>산통>공단>자극없음의 순으로, 유통의 탄력성으로 인해 피부온이 가장 높게 나타났으며 그 외의 원단에서는 사각거리며 뻗뻗할수록 피부온이 높게 나타났다.

여섯째, 혈류량은 자극없음>명주>공단>산통>유통>노방주>갑사의 순으로 나타났으며 피험자별 촉감 자극에 따른 혈류량의 차이가 많이 나타났다.

일곱째, 맥박은 명주≥갑사>유통>노방주>공단>산통>자극없음의 순으로, 습윤감이 높고 두께가 얇을수록 높게 나타났다.

이상과 같이 원단의 촉감자극에 따라 인체생리반응은 예민하게 변화하게 된다. 따라서 이러한 인체

생리반응 측정 결과를 토대로 감성적 쾌감을 부여해 줄 수 있는 한복 견직물의 촉감 특성을 심도 있게 분석한다면 한복 견직물의 품질과 유사하면서도 경제적인 신소재 개발 시 도움이 될 수 있을 것이며 국제적 문화상품으로써의 한국전통 견직물의 품질 개선에 이용될 수 있을 것이다.

또한, 본 연구는 손의 촉감을 이용한 능동적인 촉감에 관한 조사였으나 실제 의복 착용 시에는 능동적인 촉감보다는 수동적인 촉감으로 접촉하는 경우가 많으므로, 후속 연구로 실제 한복 견직물 원단의 착용 실험을 통한 촉감 및 인체생리반응에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 손진훈 (2001). 생리신호를 이용한 감성 측정. 『한국정밀공학회지』, 18(2), 14-15.
- 손형남, 유효선 (2007). 춘추용 생활한복소재의 태에 관한 연구. 『한국의류학회지』, 31(9,10), 1453-1464.
- 이안례, 이은주 (2011). 견직물의 역학적 성질과 색채특성을 이용한 촉감각/감성이미지 예측모델. 『감성과학』, 14(1), 127-136.
- 이은주 (2007). 전통 견직물의 촉각적 감성요인. 『감성과학』, 10(1), 100.
- 조길수, 박혜준 (2011). 『감성의류과학』. 서울 : 동서문화원, 164.
- 조길수, 이은주, 조자영 (2000). 직물의 소리와 촉감이 주관적 감각에 미치는 영향. 『한국감성과학회지』, 3(1), 41-52.
- 조수민 (2006). 「한국 전통 견직물 소리에 대한 생리적·심리적 반응」, 연세대학교 대학원 석사학위논문.
- 조자영, 이은주, 손진훈, 조길수 (2001). 직물 마찰음에 대한 심리생리적 반응. 『감성과학』, 4(2), 80.
- Inoue, T. & Niwa, M. (2010). Hand evaluation and formability of Japanese traditional Chirimen fabric, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 22(4), 234-247.
- Li, Y. (2001). The Science of Clothing Comfort, *Textile Progress*, 31(1/2), 2.
- Zeng, X., Koehl, L., Sanoun, M., Bueno, M.A. & Renner, M. (2004). Integration of Human Knowledge and Measured Data for Optimization of Fabric hand, *International Journal of General Systems*, 33(2/3), 243.