

## 발가락 양말 소재별 인체생리반응 및 착용감

이지은 · 권영아<sup>†</sup>

신라대학교 패션산업학부

## Physiological Responses and Wearing Sensation of Different Toes Socks Materials

Ji Eun Lee · Young Ah Kwon<sup>†</sup>

Div. of Fashion Industry, Silla University

(2007. 10. 18. 접수)

## Abstract

Toes socks are used widely for the health of feet. However, discomfort is one of the major complains from toes socks users. The purpose of this study is to determine the effect of functional fibers on the physiological response and wearing sensation of toes socks. For experiment, two different toes socks with cotton/warm fiber(WS) and cotton/chitosan fiber(CS) were knitted automatically by a computer controlled flat knitting machine. The control toes socks with cotton/nylon/polyurethan(TS) were prepared to compare the properties. Experiments were conducted in a climate room of  $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 50 $\pm$ 5% R.H. The results of this study were as follows. The change of heart rate, pulse rate, and mean skin temperature showed no difference among three different socks. However, skin temperature of TS was evaluated higher than that of WS and CS. After exercise wearing WS both instep temperature and sole temperature of women tend to higher compared to men. Wet sensation and overall comfort sensation of toes socks were significantly influenced by different fiber contents. Subjects evaluated WS and CS more comfortable than TS.

**Key words:** Toes socks, Chitosan fiber, Warm fiber, Skin temperature, Wearing sensation; 발가락 양말, 키토산섬유, 발열섬유, 피부온, 착용감

## I. 서 론

양말은 발을 감싸는 피복물로서 발의 땀을 흡수하여 항상 쾌적한 상태를 유지시켜주며, 물리적인 상해로부터 발을 보호한다. 추운환경에서 양말은 하지부의 체열방산을 막기 위한 수단으로 이용된다. 소재의 위생적 성능 및 발의 형태적 특성을 고려하여 만든 양말은 착용자의 건강유지와 쾌적감 향상에 도움을 준다. 현대인의 발은 지나친 압력으로 인해 부종과 동상, 미흡한 발 관리로 인한 피부의 건조, 무좀 등 많은 질병에 노출되면서 다양한 족부질환의 형태로

나타난다. 특히 당뇨병과 같은 성인병의 확대에 의한 합병증으로 발 관련 질병 증상들이 많이 나타나는 추세 때문에 발 관련 질병 예방과 나아가 치료 차원의 양말이 더욱 요구되어진다.

최근 생활수준의 향상과 과학 기술의 급속한 발달로 건강에 대한 관심이 고조되면서 웰빙(well-being) 문화가 대두되어 양말 제품에도 위생과 쾌적감을 향상시키기 위하여 솜, 옥, 싹, 황토, 녹차뿐만 아니라 은나노 등을 함유한 다양한 기능성 섬유 양말, 지압 양말, 발가락 양말 등이 개발되어 시판되고 있다. 그러나 일반섬유 양말의 인체생리적 반응 및 주관적 착용감에 관한 연구(김철순, 정명희, 2001; 김철순 외, 2000; 김희은, 권오경, 1999; 박명자, 김철순, 1999;

<sup>†</sup>Corresponding author

E-mail: yakwon@silla.ac.kr

정희근, 최정화, 1996)는 비교적 활발한 연구가 진행된 바 있는데 반해 건강쾌적 기능성 섬유를 사용한 양말의 착용감에 관한 연구는 부족한 실정이다. 이은주, 조길수(1995)는 polyethylene glycol 가공처리한 아크릴 양말의 열적특성 및 수분전달 특성 개선을 통해 양말의 착용감을 향상시킬 수 있음을 확인하였으나 기능성 섬유 사용에 의한 양말의 착용감 개선에 관한 연구는 진행된 바가 없다.

건강쾌적 기능성 섬유 중에서도 의류용 소재로서 최근 주목을 받고 있는 섬유는 키토산섬유, 발열섬유, 유기농 면섬유 등이다. 키토산섬유는 키토산과 나노 은 등을 복합방사하여 제조한 항균섬유로 인체 친화성, 면역증진 효과와 더불어 키토산의 화학 구조에 기인한 강력한 친수성 덕분에 면보다 높은 보습력을 가진다고 한다(기능성 섬유, 2007). 발열섬유는 친수성기의 수분을 흡수하여 섬유 자체에서 열을 내는 흡습발열소재로, 의복 내 수분을 통해 열을 발생시켜 환경으로부터 인체의 쾌적감을 유지시켜주는 특성이 있다고 한다. 또한 발열섬유는 반영구적인 항균기능과 PH 조절로 땀을 중화시켜 냄새를 없애는 소취기능을 가진다고 알려져 있다(“섬유산업은 영원한 성장산업 자부”, 2007). 유기농 면은 친환경적인 섬유로 농약 등 인체에 유해한 화학제품을 사용하지 않고 재배한 면섬유로 만들어 지는 것으로 화학약품에 의한 피부자극이 없어 피부가 약하거나 아토피성 피부를 가진 이들에게 최근 많이 이용되어지고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 발가락 양말의 쾌적감을 향상시키기 위하여 건강 지향 기능성 섬유를 사용하여 쾌적한 발가락 양말을 개발하기 위한 기초 자료를 얻고자 하였다. 본 연구의 목적을 위하여 키토산섬유 및 흡습발열섬유 등 기능성 섬유를 유기농면섬유와 병용한 발가락 양말 시제품을 제작하여 착용 시 인체생리반응과 착용감을 측정하였다.

## II. 연구방법

### 1. 실험 양말

양말의 주관적 감각평가를 위하여 2종의 섬유혼용(키토산 함유 면혼방사, 흡습발열 함유 면혼방사)을 달린 발가락 양말을 제작하였고 비교제품으로 폴리우레탄섬유 함유 면혼방사 발가락 양말(이하 TS라고 함)을 구입하여 3종의 양말에 대한 착용평가를 실시

하였다.

발가락 양말은 피험자의 발 치수 및 발 유형을 고려하여 SDS-ONE Knit CAD 시스템(일본 Shima Seiki 사)으로 편성설계하고 10게이지의 SWG 041 무봉제 자동 횡편기로 편성 제작하였다. 양말 시제품 제작에 사용한 편성사는 친환경 인체친화섬유인 유기농면사(S사), 항균·소취기능이 있는 나노 은 함유 키토산섬유를 면섬유와 혼방한 원사(T사), 흡습발열섬유(S사)/면혼방사의 3종으로 양말에 쾌적성을 부여할 것으로 기대하여 사용하였다. 발가락 양말 시제품은 유기농면사와 면 97%/키토산3% 30s 6합(이하 CS라고 함), 유기농면사와 면 80%/발열섬유20% 30s 6합(이하 WS라고 함)하여 각각을 평편 조직으로 편성하였다. 양말 소재의 물리적 특성은 <Table 1>에 표시하였다.

### 2. 착용 실험

#### 1) 피험자

신발재료로 인공피혁의 사용 증가와 함께 무좀환자가 급증하고 있고 이에 따라 남녀 무좀환자의 발가락 양말 구매도 증가하고 있다. 본 연구에 참여한 피험자는 건강한 남녀 대학생들로 각각 4명씩 모두 8명이 참여하였다. 양말의 주관적 감각평가에 참여한 피험자의 신체적 특징은 <Table 2>와 같다. 남성피험자는 평균연령 26.3±1.5세, 신장 173.8±3.3cm, 몸무게 72.3±6.6Kg, 발길이 25.6±0.53cm, 체표면적 2.81±0.27m<sup>2</sup>이었고, 여성 피험자는 평균연령 24.3±2.2세, 신장 159±2cm, 몸무게 48.3±4.3Kg, 발길이 22.5±0.38cm, 체표면적 1.72±0.16m<sup>2</sup>이었다.

#### 2) 착용 환경 및 운동 조건

착용 실험은 2006년 11월 13일에서 24일까지 실시하였다. 환경은 16±2°C, 습도 50±5% R.H. 평균기류 0.25m/sec의 저온환경에서 트레드밀을 이용하여 4.5Km/h의 20분간 보행의 운동 조건으로 이루어졌으며, 10분 동안 실험 목적과 실험 방법에 관한 오리엔테이션을 마친 후 피험자는 동일소재(면 100%)와 동일 형태 반소매 티셔츠, 긴바지를 착용하였다. 속옷은 남성의 경우 동일한 면 사각팬츠만을 착용하였으며 여성의 경우 브래지어와 면 삼각팬츠를 착용하였다.

실험 결과에 미칠 영향을 최소화하기 위해 섬유 조성별 코드가 적힌 양말의 실험 순서는 랜덤으로 정하였다. 착의 실험은 실험복 착용 후 5분간의 안정기를

취한 후, 20분간 운동을 실시하고, 다시 5분간 휴식기를 취하였으며 5분 간격으로 질문하여 평가하였다.

### 3. 인체생리반응 측정항목

#### 1) 피부온

휴대형 피부온 측정기 Thermistor(일본, YAGAMI사)를 사용하여 가슴(chest), 상완(forearm), 대퇴(thigh), 하퇴(leg)의 피부온을 측정하고, Ramanathan의 4점법<식 1>에 의해 평균피부온(Ts)을 계산하였다.

$$T_s = 0.3T_{chest} + 0.3T_{forearm} + 0.2T_{thigh} + 0.2T_{leg} \quad <식 1>$$

양말 내의 발등(instep)과 발바닥(sole) 피부온을 조사하기 위해 발등과 발바닥에 각각 센서를 부착시켰고, 실험 순서로는 실험복 착용 후 운동 전 안정기를 취한 후, 20분간 운동을 실시하고, 다시 5분간의 휴식기를 취하는 동안 매 5분 간격으로 기록하였다.

#### 2) 양말의 땀 보유량

양말의 땀 보유량은 착용 전과 착용하여 운동이 끝

Table 1. Physical properties of toes socks

Physical prop.	Socks			Test method	
	CS	WS	TS		
Material	cotton 97%/ chitosan fiber 3%	cotton 80%/ warm fiber 20%	cotton, polyurethane, nylon	KS K 0210-2	
Yarn count	30's/6	30's/6	20's/6	KS K 0415	
T.P.I.	11.17	21.90	-	KS K ISO 2061	
Knit structure	plain	plain	plain	KS K 0007	
Fabric density(wal×course)	13×13	13×12	27×24	KS K 0512	
Weight(g/m <sup>2</sup> )	316.3	344.3	369.6	KS K 0513	
Thickness(mm)	1.8	1.9	1.9	KS K 0506	
Tear strength(KPa)	1,139.2	1,119.6	1,119.6	KS K 0351	
Abrasion(time)	over 20,000	over 20,000	over 20,000	KS K 0942	
Air permeability(cm <sup>2</sup> /min/cm <sup>2</sup> )	5,870.4	7,260.0	7,260.0	KS K 0570	
Pilling resistance(grade)	4.5	4.5	4	KS K 0503 I. C. I box	
Water absorption rate(%)	232.5	210.0	196.8	AATCC21-1983 5cm×5cm	
Wickability(mm/sec)	0.1	0.1	0.5	-	
Heat retention rate(%)	18°C	11.2	27.1	17	KS K 0466

Table 2. Characteristics of subjects

Subject	Sex	Age(years)	Height(cm)	Weight(Kg)	Foot length(mm)	*B.S.A(m <sup>2</sup> )
1	man	28	170	69	26.0	2.62
2	man	25	178	75	26.0	2.98
3	man	27	174	65	25.2	2.53
4	man	25	173	80	25.0	3.09
5	woman	22	156	47	22.1	1.64
6	woman	23	160	50	22.4	1.79
7	woman	25	160	53	23.0	1.89
8	woman	27	160	43	22.6	1.54

\*Body Surface Area(B.S.A) =  $H^{0.725} \times W^{0.425} \times 72.46$

Table 3. Scales of subjective sensation

Scale	Comfort sensation	Wet sensation	Thermal sensation	Fit sensation
1	Very uncomfortable	Very dry	Very cold	Very loose
2	Uncomfortable	Dry	Cold	Loose
3	Slightly uncomfortable	Slightly dry	Slightly cool	Slightly loose
4	Neutral	Neutral	Neutral	Neutral
5	Slightly comfortable	Slightly wet	Slightly warm	Slightly tight
6	Comfortable	Wet	Warm	Tight
7	Very comfortable	Very wet	Very warm	Very tight

난 후 양말을 벗게 하여 회수한 후 곧바로 플라스틱 지퍼백에 한 짝씩 밀봉하여 무게를 미량 적시저울(미국, OHAUS사, 정도 0.001g)로 측정하였다. 이로부터 양말이 흡수한 땀의 양을 양말의 무게로 나누어 양말의 땀 보유량(mg/g)을 산출하였다.

3) 혈압과 맥박

혈압과 맥박은 전자 혈압계(스위스, Microlife사)를 사용하여 안정기, 운동기, 휴식기의 마지막 단계에서 수축기혈압과 이완기혈압을 각 2회씩 측정하여 소재별 인체생리반응 측정치의 평균값 차이를 ANOVA로 검토하였다.

4) 주관적 착용감 측정

실험 조건은 WS, CS, TS의 각각에 대하여 피험자가 ‘쾌적감’, ‘습윤감’, ‘온·냉감’, ‘피트감’의 7단계의 주관적 감각을 평가하도록 하였다. 주관적 감각은 <Table 3>의 척도를 이용하여 측정하였다. 양말 소재별 주관적 감각 평균값의 통계적 차이를 확인하기 위하여 분산분석과 Duncan의 사후분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 인체생리반응

양말 소재별(WS, CS, TS) 양말 착용에 따른 인체생리반응의 차이에 대한 분석결과는 다음과 같다.

1) 피부온

양말 소재별 평균피부온 및 피부온의 일원배치분산 분석한 결과를 <Table 4>에 나타냈다. <Table 4>에서 운동시간의 경과에 따라 상체의 피부온은 운동기에 가장하다가 휴식기에 들어가서는 다시 상승하

여 일정하게 유지되는 경향을 보였으며 하체의 피부온은 운동기에 상승하다가 휴식기에 들어가서는 하강하는 경향을 보였다. 이는 김희은, 권오경(1999)의 연구결과와 같이 발가락 분리형 양말의 착용으로 열방산 면적이 커져 사지부의 열 방산으로 인해 하지부의 피부온은 저하하고, 교감신경을 긴장시켜 피부혈관이 수축되고 따뜻한 피부정맥혈이 신체 심부에 보내져 심부체온이 상승하였기 때문이라고 사료된다.

운동시간의 경과에 따라 대체로 발등 피부온과 발바닥 피부온은 증가하는 경향을 나타내는데 이는 김희은, 권오경(1999)의 결과와 같이 발가락 분리형 양말의 착용으로 발가락에 대한 국소기온이 일어나 사지말단부의 혈류량이 증대되고, 이러한 국소기온에 의한 피부혈류증가는 모세혈관혈류의 증가에 의한 것으로 생각된다.

양말 소재별 평균 피부온 및 피부온의 차이를 ANOVA로 분석한 결과, 양말 소재별 피부온은 대체로 유의한 차이가 나타나지 않았는데 그 이유는 소재별 편차에 비해 피험자간의 온열생리적인 차이가 너무 컸기 때문에 통계학적인 차이를 검증하지 못한 것으로 사료된다. 안정기에서만 하퇴 피부온 및 발바닥 피부온은 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 나타나며, 상완 피부온 및 대퇴 피부온, 발등 피부온은 유의수준 0.1에서 유의한 차이가 나타났다. 안정기에서 상완 피부온(31.2±2.91, 26.7±5.42), 대퇴 피부온(29.6±1.97, 25.1±4.75), 하퇴 피부온(30.0±1.19, 25.0±5.51), 발등 피부온(30.2±3.83, 25.2±6.09), 발바닥 피부온(30.2±1.12, 24.6±6.81)으로 각각 WS가 TS에 비해 더 높게 나타나는 경향을 보이고 있는데, 이는 WS의 흡습발열기능 때문이라고 판단된다. 착용 실험의 환경온이 16°C로 한랭한 편이었기에 WS의 착용으로 쾌적한 피부온 유지의 효과가 있었다고 생각할 수 있다. 이는 <Fig. 3>에 나타나듯이 모든 피험자가 운동전 안정기와 운동시작 초기에 ‘온·냉감’에서 ‘적절하다’고 평

Table 4. Differences among different toes socks regarding skin temperature

Physiological prop.	Socks	Time					
		Rest Mean(SD)	Exercise 5 Mean(SD)	Exercise 10 Mean(SD)	Exercise 15 Mean(SD)	Exercise 20 Mean(SD)	Recovery Mean(SD)
MST (°C)	WS	30.8 (2.11) A	27.9 (3.88) A	28.3 (2.89) A	29.1 (2.73) A	30.4 (2.78) A	30.4 (3.11) A
	CS	27.3 (5.03) A	28.4 (5.13) A	29.2 (4.82) A	30.0 (4.28) A	29.9 (4.30) A	30.0 (3.15) A
	TS	29.4 (5.14) A	28.9 (2.69) A	29.3 (3.32) A	30.5 (1.65) A	32.1 (0.88) A	31.7 (1.08) A
	F-value	2.29	0.13	0.76	0.40	1.17	0.96
Ttrunk (°C)	WS	31.7 (2.49) A	29.4 (3.93) A	29.3 (3.84) A	29.9 (3.87) A	31.0 (3.41) A	31.1 (3.22) A
	CS	29.2 (4.41) A	29.4 (5.15) A	30.4 (4.66) A	31.4 (3.28) A	30.3 (3.84) A	31.1 (3.85) A
	TS	27.9 (5.45) A	31.1 (2.38) A	32.3 (1.76) A	33.1 (1.16) A	33.0 (1.39) A	33.2 (0.93) A
	F-value	1.67	0.47	1.38	0.68	1.77	1.41
Tarm (°C)	WS	31.2 (2.91) B	29.4 (3.05) A	28.5 (3.01) A	29.2 (2.90) A	30.6 (3.00) A	30.9 (3.71) A
	CS	29.2 (3.07) AB	28.9 (5.12) A	29.1 (4.93) A	29.4 (4.91) A	29.3 (4.75) A	29.3 (3.42) A
	TS	26.7 (5.42) A	29.5 (2.77) A	31.0 (1.62) A	31.0 (1.48) A	32.1 (1.81) A	31.7 (2.04) A
	F-value	2.54*	0.07	1.09	0.57	1.38	1.20
Tthigh (°C)	WS	29.6 (1.97) B	27.5 (2.80) A	27.7 (2.55) A	28.6 (2.45) A	29.4 (2.49) A	29.3 (3.14) A
	CS	27.5 (4.34) AB	27.7 (5.78) A	28.1 (5.13) A	28.8 (4.88) A	29.6 (4.93) A	29.3 (3.08) A
	TS	25.1 (4.75) A	26.9 (3.80) A	28.5 (3.46) A	30.2 (1.67) A	30.9 (1.66) A	30.4 (1.47) A
	F-value	2.68*	0.08	0.08	0.57	0.53	0.45
Tleg (°C)	WS	30.0 (1.19) B	27.1 (3.73) A	27.5 (3.64) A	28.5 (3.23) A	30.3 (3.33) A	29.8 (3.45) A
	CS	27.8 (3.36) AB	28.1 (5.59) A	29.4 (5.45) A	30.2 (4.91) A	30.5 (4.46) A	30.2 (2.64) A
	TS	25.0 (5.51) A	26.6 (4.06) A	28.8 (2.15) A	30.2 (2.14) A	31.7 (1.22) A	30.8 (1.62) A
	F-value	3.47**	0.23	0.52	0.55	0.41	0.30
Tinstep (°C)	WS	30.2 (3.83) B	29.8 (4.60) A	29.2 (4.80) A	30.9 (4.09) A	32.7 (3.93) A	32.0 (3.35) A
	CS	28.1 (3.04) AB	29.3 (4.50) A	31.0 (4.06) A	31.6 (3.04) A	32.1 (2.80) A	32.0 (2.49) A
	TS	25.2 (6.09) A	29.2 (4.65) A	29.8 (5.25) A	32.0 (3.08) A	32.1 (2.50) A	31.9 (2.24) A
	F-value	2.45*	0.01	0.03	0.19	0.11	0.00
Tsole (°C)	WS	30.2 (1.12) B	28.7 (4.24) A	29.9 (4.21) A	31.4 (4.11) A	33.1 (3.91) A	32.6 (3.97) A
	CS	27.2 (2.76) AB	28.2 (4.87) A	30.2 (4.58) A	31.5 (3.63) A	32.6 (3.13) A	32.6 (2.64) A
	TS	24.6 (6.81) A	28.7 (5.59) A	29.5 (6.10) A	32.0 (3.46) A	32.5 (3.28) A	32.5 (3.20) A
	F-value	3.38**	0.03	2.28	0.06	0.08	0.00

\*MST(°C): mean skin temperature

Duncan-test 결과 유의한 차이가 나타난 항목은 서로 다른 문자로 표시하였으며, 절수는 A<B 순이다.

\*p<.1 \*\*p<.05

가한 결과로도 설명될 수 있다. 그러나 운동이 시작되면서 양말 내 발바닥 피부온은 양말 소재간 차이가 나타나지 않았는데, 이는 세 양말 내의 온습도가 높아졌음에도 불구하고 운동화를 착용해 땀을 신속하게 방출하기 어렵고 발바닥 피부온의 발열이 차단되어 일정하게 나타난 것으로 해석할 수 있다.

<Table 5>는 성별에 따른 피부온의 차이를 paired t-검정한 결과, 대체로 시간경과에 따라 여성이 남성에 비해 높게 나타났다. 가슴 피부온, 하퇴 피부온, 발등 피부온, 발바닥 피부온에서 유의한 차이가 나타났다. WS는 발등 피부온 및 발바닥 피부온의 경우 운동 10분후부터 휴식기에 걸쳐 유의한 차이가 나타났

으며, 가슴 피부온의 경우 유의수준(p<.1)은 낮지만 운동 10분과 운동 15분에서 차이가 나타났다. CS는 유의수준(p<.1)은 낮지만, 가슴 피부온 휴식기에서 유의한 차이가 나타났다. TS는 유의수준(p<.1)은 낮지만, 가슴 피부온의 경우 운동 15분후부터 휴식기에 걸쳐 유의한 차이가 나타났으며, 하퇴 피부온의 경우 운동 15분에서 유의한 차이가 나타났다.

2) 양말의 땀 보유량

운동 전후 양말 소재별 양말의 땀 보유량의 차이를 ANOVA로 분석한 결과, <Table 6>과 같이 양말의 땀 보유량은 양말 소재별 유의한 차이가 나타났(p<.001).

Table 5. Differences between sex in skin temperature

Physiological prop.	Socks	Sex	Time					
			Rest Mean(SD)	Exercise 5 Mean(SD)	Exercise 10 Mean(SD)	Exercise 15 Mean(SD)	Exercise 20 Mean(SD)	Recovery Mean(SD)
MST (°C)	WS	M	30.3 (2.83)	25.9 (4.62)	27.0 (3.15)	27.6 (3.13)	29.0 (3.06)	29.6 (4.21)
		W	31.2 (1.36)	29.8 (1.95)	29.7 (2.14)	30.6 (1.22)	31.8 (1.91)	31.2 (1.70)
	t	-0.56	-1.55	-1.44	-1.80	-1.51	-0.73	
	CS	M	28.1 (3.66)	29.4 (3.80)	28.9 (4.85)	28.7 (4.43)	28.1 (5.04)	28.1 (3.42)
		W	26.6 (6.65)	27.5 (6.67)	29.6 (5.53)	31.2 (4.37)	31.7 (3.08)	31.9 (1.49)
	t	0.36	0.50	-0.19	-0.78	-1.19	-2.00*	
	TS	M	27.9 (4.19)	29.3 (2.14)	30.3 (1.32)	30.6 (1.07)	32.1 (0.36)	31.8 (1.04)
		W	24.8 (6.14)	28.5 (3.45)	30.6 (1.74)	30.3 (2.27)	32.1 (1.29)	31.7 (1.28)
	t	0.83	0.41	-0.28	0.24	0.09	0.16	
	Ttrunk (°C)	WS	M	31.0 (3.45)	27.5 (4.61)	27.1 (4.05)	27.5 (4.19)	29.1 (3.83)
W			32.5 (1.06)	31.3 (2.21)	31.6 (2.20)	32.4 (1.21)	32.9 (1.70)	32.8 (0.74)
t		-0.80	-1.50	-1.93*	-2.23*	-1.81	-1.66	
CS		M	27.5 (4.16)	29.3 (4.50)	29.4 (4.82)	30.2 (3.12)	28.7 (4.93)	28.6 (4.20)
		W	30.9 (4.52)	29.5 (6.44)	31.4 (5.00)	32.6 (3.37)	31.8 (1.96)	33.5 (1.00)
t		-1.11	-0.03	-0.56	-1.07	-1.16	-2.27*	
TS		M	28.6 (4.69)	30.6 (1.81)	31.6 (1.37)	32.4 (0.87)	32.5 (1.36)	21.7 (1.05)
		W	27.1 (6.77)	31.5 (3.05)	33.1 (1.96)	33.9 (0.92)	33.9 (1.39)	33.8 (0.38)
t		0.36	-0.54	-1.25	-2.41*	-2.28*	-1.92*	
Tarm (°C)		WS	M	30.7 (3.95)	28.3 (3.14)	28.0 (2.75)	28.6 (2.97)	29.6 (2.93)
	W		31.7 (1.88)	30.4 (2.98)	29.0 (3.59)	29.9 (3.11)	31.6 (3.16)	31.3 (3.01)
	t	-0.47	-0.98	-0.43	-0.60	-0.89	-0.30	
	CS	M	29.3 (3.61)	29.5 (4.16)	28.7 (5.30)	28.0 (5.46)	27.6 (5.67)	27.5 (4.07)
		W	29.1 (2.97)	28.2 (6.53)	29.4 (5.32)	30.8 (4.59)	31.1 (3.51)	31.0 (1.60)
	t	0.11	0.33	-0.19	-0.80	-1.06	-1.60	
	TS	M	28.9 (4.64)	30.4 (3.17)	31.2 (1.62)	30.5 (0.99)	32.9 (1.12)	32.7 (1.55)
		W	24.6 (5.87)	28.7 (2.47)	30.7 (1.84)	3.06 (1.84)	31.4 (2.21)	30.6 (2.07)
	t	1.16	0.81	0.35	-1.03	1.23	1.65	
	Tthigh (°C)	WS	M	29.4 (2.20)	27.0 (3.67)	26.5 (2.62)	27.5 (3.19)	28.3 (3.27)
W			29.7 (2.03)	38.0 (2.00)	28.9 (2.05)	29.7 (0.75)	30.4 (0.97)	29.5 (1.49)
t		-0.20	-0.50	-1.49	-1.34	-1.22	-0.14	
CS		M	26.8 (4.74)	28.3 (4.30)	28.0 (4.59)	24.5 (4.80)	27.6 (5.06)	27.7 (3.17)
		W	28.3 (4.47)	27.1 (7.66)	28.2 (6.35)	30.2 (5.28)	31.6 (4.52)	30.9 (2.30)
t		-0.46	0.27	-0.06	-0.74	-1.19	-1.63	
TS		M	27.2 (3.35)	28.1 (1.74)	29.7 (1.04)	30.0 (1.24)	31.5 (0.96)	30.4 (1.08)
		W	23.0 (5.43)	25.7 (5.21)	27.3 (4.79)	30.4 (2.22)	30.4 (2.18)	30.4 (1.97)
t		1.33	0.83	0.98	-0.28	0.90	-0.02	

Table 5. Continued

Physiological prop.	Socks	Sex	Time					Recovery Mean(SD)
			Rest Mean(SD)	Exercise 5 Mean(SD)	Exercise 10 Mean(SD)	Exercise 15 Mean(SD)	Exercise 20 Mean(SD)	
T <sub>leg</sub> (°C)	WS	M	29.8 (1.40)	25.8 (4.50)	25.9 (3.69)	26.9 (2.54)	28.8 (2.21)	29.0 (3.57)
		W	30.2 (1.13)	28.4 (2.79)	29.0 (3.29)	30.2 (3.27)	31.8 (3.86)	30.6 (3.62)
	t	-0.39	-0.98	-1.26	-1.58	-1.35	-0.66	
	CS	M	27.7 (3.34)	28.9 (4.40)	29.3 (4.86)	29.0 (4.87)	28.7 (4.62)	28.9 (2.38)
		W	28.0 (3.88)	27.3 (7.19)	29.6 (6.75)	31.4 (5.35)	32.4 (3.98)	31.7 (2.30)
	t	-0.12	0.40	-0.07	-0.68	-1.21	-1.71	
	TS	M	26.3 (4.14)	27.0 (2.27)	27.7 (3.62)	<b>28.9 (2.36)</b>	31.5 (1.25)	30.2 (1.65)
		W	23.8 (7.04)	27.2 (5.10)	29.5 (4.08)	<b>31.4 (0.99)</b>	31.9 (1.34)	31.5 (1.53)
t	0.60	0.29	-1.73	<b>-1.96*</b>	-0.41	-1.13		
T <sub>instep</sub> (°C)	WS	M	29.2 (5.44)	27.1 (5.27)	<b>25.4 (3.05)</b>	<b>27.5 (2.53)</b>	<b>29.6 (2.94)</b>	<b>29.5 (2.97)</b>
		W	31.2 (1.34)	32.0 (2.41)	<b>32.9 (2.69)</b>	<b>34.4 (1.06)</b>	<b>35.8 (0.45)</b>	<b>34.4 (1.17)</b>
	t	-0.73	-1.68	<b>-3.66**</b>	<b>-2.91****</b>	<b>-3.09****</b>	<b>-3.07**</b>	
	CS	M	28.1 (2.84)	30.2 (1.06)	30.8 (1.85)	30.9 (2.26)	31.1 (2.78)	30.8 (2.45)
		W	28.2 (3.66)	28.4 (6.61)	31.2 (5.91)	32.2 (3.93)	33.1 (2.79)	33.2 (2.12)
	t	-0.03	0.55	-0.10	-0.55	-1.03	-1.50	
	TS	M	26.0 (5.62)	28.9 (4.91)	29.7 (5.75)	31.5 (3.21)	31.4 (2.16)	31.3 (2.02)
		W	24.4 (7.31)	29.5 (5.10)	30.0 (5.59)	32.5 (3.35)	32.8 (2.94)	32.5 (2.60)
t	0.34	-0.18	-0.06	-0.41	-0.77	-0.70		
T <sub>sole</sub> (°C)	WS	M	30.1 (0.48)	26.6 (4.97)	<b>27.3 (4.50)</b>	<b>28.4 (4.03)</b>	<b>30.3 (3.68)</b>	<b>30.0 (4.38)</b>
		W	30.3 (1.94)	30.8 (2.24)	<b>32.4 (1.97)</b>	<b>34.3 (0.29)</b>	<b>36.0 (0.42)</b>	<b>35.1 (0.54)</b>
	t	-0.26	-1.58	<b>-2.08*</b>	<b>-2.91**</b>	<b>-3.09**</b>	<b>-2.31*</b>	
	CS	M	27.1 (1.86)	29.1 (1.68)	30.0 (2.70)	31.0 (3.11)	32.0 (3.38)	31.6 (2.66)
		W	27.4 (3.77)	27.3 (7.09)	30.4 (6.45)	31.9 (4.54)	33.2 (3.23)	33.6 (2.51)
	t	-0.18	0.49	-0.11	-0.31	-0.55	-1.13	
	TS	M	25.4 (6.47)	28.4 (5.92)	28.9 (4.44)	31.2 (3.38)	31.9 (3.07)	31.8 (2.93)
		W	23.8 (8.03)	29.1 (6.12)	30.1 (6.10)	32.8 (3.86)	33.1 (3.84)	33.1 (3.78)
t	0.32	-0.15	-0.26	-0.62	-0.50	-0.52		

\*MST(°C): mean skin temperature

\*p<.1, \*\*p<.05, \*\*\*p<.01, \*\*\*\*p<.005

CS는 48.6mg/g으로 WS의 땀 보유량 29.1mg/g에 비해 발한 흡수가 상대적으로 매우 크다는 것을 알 수 있다. WS의 땀 보유량 29.1mg/g은 TS의 땀 보유량 14.4mg/g에 비하여 높은 것으로 나타났다. 그러나 흡수에 의한 발열기능으로 인해 WS에 보유된 땀의 양은 CS보다 적게 나타난 것으로 생각된다. TS는 면 이외의 나일론, 폴리우레탄 등의 소수성 섬유로 구성되어 땀 흡수가 잘 일어나지 않았다고 생각된다. 이러한 결과의 해석은 양말 소재의 물성 실험결과로 뒷받침되고 하겠다.

Table 6. Differences among toes socks in mean amount of sweat

Socks	Mean amount of sweat (mg/g)	SD	F-value
WS	29.1 B	2.8	31.46***
CS	48.6 C	3.5	
TS	14.4 A	2.1	

Duncan-test 결과 유의한 차이가 나타난 항목은 서로 다른 문자로 표시하였으며, 점수는 A<B<C 순이다.

\*\*\*p<.001

3) 혈압과 맥박

혈압과 맥박을 ANOVA로 분석한 결과, 양말 소재별 유의한 차이는 보이지 않았다. 즉 착용한 양말 종류와 상관없이 혈압은 운동 전 120~125 범위에서 운동 직후 130~140의 범위로 상승하다가 운동 종료와 함께 다시 120~130의 정상혈압의 범위로 감소하는 경향을 보였다. 맥박수는 운동 전 80~85 범위에서 운동 직후 90~100의 범위로 상승하다가 휴식기에는 85~95의 범위로 감소하여 운동 전에 비해 맥박수는 다소 증가함을 알 수 있었다. 이는 김희은, 권오경(1999)의 선행연구에서 맥박수는 안정기에서는 86.3beats/min, 운동 시는 98.3beats/min, 휴식기에서는 91.6beats/min으로 다소 증가한다는 결과와 유사함을 알 수 있었다.

4) 주관적 착용감

발가락 양말 시제품(CS, WS) 및 TS를 착용하여 주관적 감각 평가한 자료를 ANOVA와 Duncan의 사후 분석 결과는 <Fig. 1>에서 <Fig. 4>에 나타났다. 주관적 감각은 '쾌적감', '습윤감', '온·냉감', '피트감'의 4가지에 대하여 양말 소재별의 차이를 안정기, 운동 5분, 운동 10분, 운동 15분, 운동 20분, 휴식기의 6단계로 나누어 분석하였다.

<Fig. 1-4>에 보이듯이 안정기에 소재별 모든 주관적 감각치에서 유의한 차이를 보이지 않았다가 <Fig. 2>에서 보여주듯이 운동 5분( $p<.1$ ), 운동 10분( $p<.001$ ), 휴식기( $p<.1$ )에서 '습윤감'만 양말 소재에 따른 유의한 차이가 나타났다. TS가 다른 양말에 비해 운동 5분 후에 더 습하다고 평가하였고, 운동 10분에는 더욱 습하다고 평가하였다가 운동 15분 이후에는 양말 소재별 '습윤감'의 차이가 유의하지 않은 것으로 나타났다. 휴식기에 양말 소재별 '쾌적감'( $p<.1$ )에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났는데, CS의 경우 TS에 비해 더욱 쾌적하다고 평가하였으며, CS와 WS간의 쾌적감은 유의한 차이가 발견되지 않았다.

WS의 경우, '온·냉감'은 운동 후 10분부터 '약간 덥다'고 평가하였으나 휴식기에서는 '적절하다'고 평가하였다. '피트감'은 운동 후 15분부터 '약간 느슨하다'고 평가하였다. 그러나 WS의 '쾌적감'은 착용 실험기간 내내 쾌적한 것으로 평가하였다. 이러한 결과는 발열섬유가 운동 후 땀 흡수에 의한 발열작용 때문인 것으로 사료된다. CS의 경우, '온·냉감'에서 운동 10분에 '약간 덥다'가 운동 후 20분에 '덥다'로 운동 지속에 따라 더욱 덥게 평가하고 휴식기에 들어와

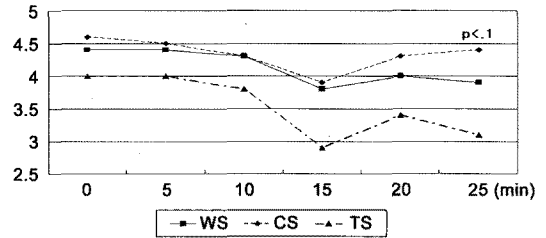


Fig. 1. Changes in comfort sensation.

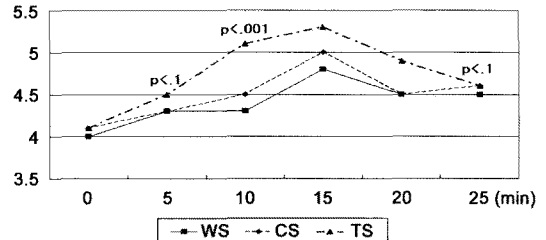


Fig. 2. Changes in wet sensation.

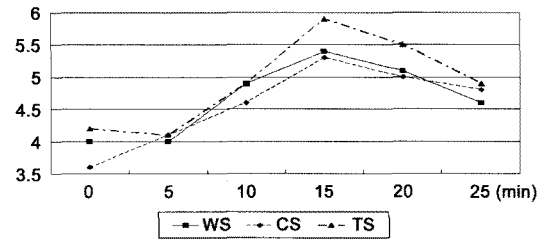


Fig. 3. Changes in thermal sensation.

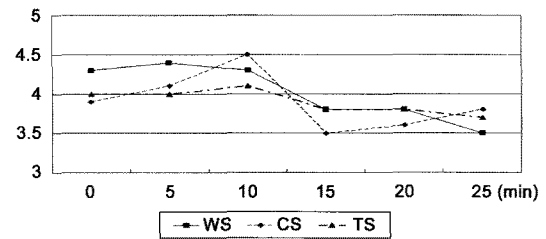


Fig. 4. Changes in fit sensation.

다시 '약간 덥다'로 평가하였다. 그러나 휴식기는 안정기에 비해 다소 더운 것으로 평가하는 것으로 나타났다. TS의 경우, '온·냉감'은 운동 후 10분부터 '약간 덥다'고 평가하였으며, '피트감'은 운동 후 15분부터 '조금 느슨하다'고 평가하였고, '쾌적감'은 모든 운동기간과 휴식기에 '불쾌하다'고 평가하였다. TS의 소재는 면 이외에 나일론, 폴리우레탄 등의 소수



성 섬유와 혼방되어 땀 흡수가 잘 일어나지 않고 통기성 및 투습성 등이 나쁘기 때문에 땀 흡수, 통기성 및 투습성이 우수한 CS에 비해 쾌적하지 않게 평가한 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 이은주, 조길수(1995)의 연구결과와 같이 양말 소재별 운동이 시작되면서 '온열감'은 '보통이다'에서 '덥다'의 방향으로 이전하기 시작하였으나, 양말 종류에 따라 일정한 '온열감'의 평가 양상은 나타나지 않았다는 결과와 유사한 것을 알 수 있었다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 키토산섬유 및 흡습발열섬유 등 기능성 섬유를 함유한 발가락 양말 시제품의 물리적 특성 및 착용시 온열생리반응 및 주관적인 감각의 차이를 평가하여 발가락 양말의 쾌적감을 향상시킬 수 있는 기초 자료를 얻고자 하였다.

본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 양말의 소재별 피부온의 차이는 유의수준 0.05에서 안정기의 하퇴 피부온 및 발바닥 피부온에서만 유의한 차이가 나타났다. 그러나 유의수준 0.1에서는 상완 피부온 및 대퇴 피부온, 발등 피부온에서도 유의한 차이가 나타났다. 흡습발열섬유가 포함된 WS는 안정기에 TS에 비해 피부온이 높게 나타나다가 운동기에 TS보다 낮게 나타났다. CS는 안정기에 WS보다 낮게 나타나며 TS보다 높게 나타나다가 운동기에 TS보다 낮게 나타났다. TS는 안정기에 낮게 나타나다가 운동기에는 높게 나타났다.

2. 성별 양말 착용 후 피부온의 차이를 분석한 결과, 대체로 여성이 남성에 비해 높은 경향을 보였다. 특히 WS 착용시 운동 10분후부터 휴식기에 걸쳐 여성 발등 피부온과 발바닥 피부온이 남성의 것에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다.

3. 소재별 발한량의 차이를 분석한 결과, CS가 발한 흡수가 가장 크게 나타났으며, 또한 WS는 TS에 비해 발한 흡수가 크게 나타났다.

4. 소재에 따른 '온·냉감', '피트감'에서 유의한 차이가 없었으나 '습윤감'에서만 유의한 차이가 나타났다. TS 착용시 운동 5분과 운동 10분에 더 습한 것으로 나타났다. WS는 착용 실험 기간 내내 전반적으로 '습윤감'의 변화 폭이 적으면서 적절한 '습윤감'을 유지하는 것으로 평가하였다.

5. 소재별 '쾌적감'은 운동 후 휴식기( $p < .1$ )에서만 유의한 차이가 있는 것으로 나타났는데, WS와 CS는 TS에 비해 더욱 쾌적하다고 평가하였다. TS는 면 이외에도 나일론, 폴리우레탄 등의 소수성 섬유로 구성되어 땀 흡수가 잘 일어나지 않고 통기성, 투습성 등이 나쁘기 때문에 땀 흡수, 통기성, 투습성이 모두 우수한 WS와 CS에 비해 쾌적하지 않게 평가한 것으로 사료된다.

이상의 결과로부터 키토산섬유에 의한 땀 흡수로 운동시 발가락 양말 착용이 습윤감 및 쾌적성 측면에 효과가 인정된다고 할 수 있다. 또한 운동 후 땀 흡수에 의한 발열섬유의 발열작용이 발가락 양말의 습윤감 및 쾌적성 향상에 효과가 인정된다고 할 수 있다.

환경조건 및 운동조건의 변화는 양말 착용에 따른 인체생리변화와 쾌적감에 영향을 줄 수 있다. 발가락 양말 착용에 따른 인체생리반응에 대한 정확한 결과 제시를 위해서 다양한 온도 및 풍속, 운동-휴식, 회복에 따른 시간 설정, 운동수준에 따른 연구가 추후 검토되어야 할 것이다.

#### 참고 문헌

- 기능성 섬유. (2007). *Texanmedtech*. 자료검색일 2007, 12. 5, 자료출처 [http://www.texanmedtech.com/business/business\\_01.asp](http://www.texanmedtech.com/business/business_01.asp)
- 김철순, 이훈자, 박명자. (2000). 스포츠 양말 소재의 물성 및 운동시 양말의 착용감 분석. *한국의류학회지*, 24(8), 1115-1124.
- 김철순, 정명희. (2001). 양말 소재별 인체생리적 반응 및 주관적 감각평가. *한국의류학회지*, 25(8), 1475-1483.
- 김희은, 권오경. (1999). 2종류의 양말 착의 행동이 인체생리 반응에 미치는 효과. *한국의류학회지*, 23(2), 242-249.
- 박명자, 김철순. (1999). 각종 편성소재에 따른 스포츠 양말의 위생성과 형태 안정성에 관한 연구. *복식문화연구지*, 7(5), 165-176.
- 섬유산업은 영원한 성장산업 자부. (2007). *KTNews*. 자료검색일 2006, 11. 5, 자료출처 [http://ktnews.com/news/news\\_content.asp?countnum=48611](http://ktnews.com/news/news_content.asp?countnum=48611)
- 이은주, 조길수. (1995). Polyethylene Glycol 처리한 아크릴 운동용 양말의 축열, 방열성과 수분전달 특성이 착용 성능에 미치는 영향. *한국의류학회지*, 19(1), 36-50.
- 정희근, 최정화. (1996). 여름 양말의 위생성과 쾌적성에 관한 연구. *한국의류학회지*, 20(1), 98-112.