

스포츠 양말의 쾌적성과 항균성에 관한 연구(제1보)

-양말의 fiber content와 편성구조에 따른 온열감, 습윤감, 촉감, fit감 및 쾌적감을 중심으로-

김칠순 · *이훈자 · **박명자

경희대학교 섬유공학과 · *평택대학교 전산통계학과 · **한양대학교 의류학과

A Study on Comfort Properties and Antimicrobial Properties of Sports Socks

Part1:-focused on the effect of fiber content and fabric structure of socks on thermal, moisture, tactile, fit and comfort sensation -

Chil Soon Kim · *Hoon Ja Lee · **Myung-Ja Park

Dept. of Textile Eng., Kyunghee Univ.

*Dept. of Computer Science and Statistics, Pyongtack Univ.

**Dept. of Clothing & Textiles, Hanyang Univ.

E-mail: cskim@mns.kyunghee.ac.kr

of sock material.

Abstract

The purpose of this study was to determine physical characteristics, and subjective sensation toward sports socks, varing types of fiber content and fabric structure. Also we tried to develop regression models from variables. Results of this study are as follows.

1. Cotton 100% socks had a highest absorbency and wickability among six different socks. The result of ANOVA shows that fiber content influenced on the wet sensation only prior to exercise.

2. Terry socks had a higher drop absorbency, stretch properties and thermal resistances than plain jersey socks. But there was no significant difference in overall comfort sensation.

3. We developed regression models to predict overall comfort sensation from thermal sensation and wet sensation. Also we can predict thermal sensation from the thickness of socks in the sole area, and we can predict wet sensation from moisture permeability

1. 서 론

인류가 양말을 착용하기 시작한 것은 안치노라는 도시에서 짚은 텁실과 면사로 짠 어린이용 양말 2켤레가 발굴된 것으로부터 추정하여 5세기 경이라고 보는 학자도 있다.[1] 중세에 이르러 남자들의 의복에서 양말이 복장의 일부가 되기도 하였으며 현재와 같이 편물에 의한 양말이 일반적으로 생산되기 시작한 것은 16세기부터였고 그 이전에는 실크, 얇은 모직물, 면직물 등의 신축성이 있는 천을 재단하여 만들었다고 한다. 이러한 양말은 1598년 칼버튼의 목사 윌리암 리(William Lee)가 최초로 양말편기를 발명하면서 대량 생산이 가능해져 양말이 일반화가 이루어졌다. 근래에 들어서 양말은 여러 디자인과 형태로 제작되고 있다. 생활수준이 향상되면서 현대인들은 위생적이고 기능적이며 쾌적함을 줄 수 있는 상품을 지향하는 추세에 있으며 발부위나 손등의 환경에 노출되기 쉬운 부위에서의 쾌적감이 전체적인 쾌적감에 영향을 미치기 때문에 최근들어 인체부위중 발부위의 쾌적성과 위생성은 매우 중요하다고 여겨지고 있다.

스포츠, 레저생활의 증가로 인하여 스포츠 양말과 신

Table 1. Description of sock's material used in this study

Group	Fiber content (%)	Yarn fineness	Sample code no.	Construction of each part of socks		
				Sole area	Instep	Welt
1	100% Cotton	40's/2	G1C	plain	2×1 rib	2×1 rib
	65% cotton/35% nylon	20's/1, 70D/2	G1CN1	plain	2×1 rib	2×1 rib
	65% cotton/35% nylon	20's/1, 100D/1	G1CN2	plain	2×1 rib	2×1 rib
	85% acrylic/15% nylon	36's/1, 70D/2	G1AN	plain	2×1 rib	2×1 rib
	55% acrylic/20% wool/10% nylon/15% polyester	36's, 36's, 70d/2, 150D	G1SKI	plain	2×1 rib	2×1 rib
	Polypropylene 100%	180D	G1P	plain	2×1 rib	2×1 rib
2	Cotton 100% without silket treatment	40's/2	G2C	plain	2×2 rib 2×2 purl	2×2 rib
	Cotton 100% with silket treatment	40's/2	G2S	plain	2×2 rib 2×2 purl	2×2 rib
3	80% cotton/20% (nylon/polyurethane)	30's/3 CM, (70D/40D)	Terry	terry	terry	terry
	80% cotton/20% (nylon/polyurethane)	20's/1 CD/5	Plain J	plain	plain	plain
4	100% Cotton	30's/1/7 combed	RIB21	plain	plain	2×1 rib
	100% Cotton	20's/1/5 combed	RIB22	plain	plain	2×1 rib
	100% Cotton	30's/1/7 combed	RIB31	plain	plain	3×1 rib
	100% Cotton	20's/1/5 combed	RIB32	plain	plain	3×1 rib
	100% Cotton	30's/1/7 combed	RIB41	plain	plain	4×1 rib
	100% Cotton	20's/1/5 combed	RIB42	plain	plain	4×1 rib

발의 소비량이 증대되면서 국내외 많은 학자들이 Foot Wear에 관한 연구를 진행하고 있다. [1-8].

David[4]는 수분과 온도가 발부위의 페적감의 중요한 인자이며 33% cotton, 32% wool과 35% nylon 섬유의 혼방으로 이루어진 양말이 온화한 환경, 고온 고습의 환경에서 운동하는 동안 성공적으로 발부위를 쇼원하고 건조하게 하였다고 보고했다. 반면에 Pontrelli[5]에 의하면 cotton 양말보다 Orlon으로 이루어진 양말이 더 선호되었으며 Orlon 양말이 다른 천연섬유로 이루어진 양말에 비하여 땀을 2배나 빠르게 피부로 이동시킨다는 결과를 확인하여 그 이유를 설명하였다. 그런데 소비자들이 페적감을 느끼는 과정은 매우 복잡하여 수분, 열, 공기 등의 전달특성, 의복의 $\pi/\text{stretch}$, 직물구조, fiber content등의 물리적 자극과 의복의 최종용도, 감성적 심미성, 스타일-패션 등의 psycho-physiological 자극등이 개개인의 과거의 경험, 견견, 상상, life style 등의 저장된 modifier에 의해 여과되어 페감, 불페감을 인지하므로 같은 자극이라 할지라도 매우 다양한 반응을 가진다. 그러므로 국외의 선행연구를 국내소비자에게 일반화 하기에는 어려움이 있으므로 한국인을 대상으로 하여 양말의 온열감, 습

윤감에 대한 연구를 할 필요가 있다. 발부위에서의 불페감은 전체적인 페적감(overall comfort)에 영향을 미치므로 본연구에서는 다음과 같은 연구의 목적을 두었다

- 1) 동일한 디자인과 사이즈를 가지는 양말의 섬유성분(fiber content)에 따른 물리적인 특성과 운동전후의 온열감, 습윤감, 촉감, 발목부위에서의 fit감 및 전체적인 페적감에 대하여 측정하여 비교하고자 하였으며, 2) 편성구주조에 따른 온열감, 습윤감, fit감, 전체적인 페적감에 유의한 차이가 있는지를 확인하고자 하였으며
- 3) 실켓가공이 페적감에 미치는 영향을 규명하고,
- 4) 양말의 물리적 특성으로부터 온열감, 습윤감, 촉감과 fit감을 예측할 수 있는 회귀식을 만들어 보며 전체적인 페적성은 4가지 감각중에서 어느것이 중요하게 영향을 미치는지를 확인하고자 하였다. 본연구는 본 연구는 스포츠양말의 물리적 특성들로부터 종합적으로 소비자의 페감성을 예측하여 생산업자들이 소비자의 감성을 만족시킬 수 있는 제품을 개발하도록 데이터를 제공하는데 연구의 의의를 둔다고 하겠다.

2. 본 론

2-1. 실험재료

각 양말의 특성을 Table 1에 표시하였다. Table 1에서 보는 바와 같이 Group 1은 100% cotton, cotton/nylon 혼방 2종류, acrylic/nylon, acrylic/wool/nylon/polyester, polypropylene의 6가지의 서로 다른 성분을 가진 양말로 구성되어 있으며 Group 2는 섬유의 성분이 동일하고 실의 굽기도 동일하나 설켓가공된 양말의 감각평가를 위한 것이며 Group 3은 편성조직에 따른 패적감을 측정하기 위하여 테리직과 싱글 플레인 젤지 조직으로 편성된 양말로 구성되어 있다. Group 4는 양말의 편성방법중에서 발목부위에서 rib조직에서 변화에 따른 감각평가를 위한 것이다.

2-2. 스포츠 양말의 물리적 특성평가

1) 동적 흡수성 시험법(Absorptive Capacity)

AATCC Test Method 70-1994방법으로 측정하였다.

2) 적하법에 의한 흡수성 시험법(drop absorbency)

AATCC Test Method 39방법에 따라서 흡수성을 측정하였다.

3) 투습성(moisture permeability)

KS K 0594방법에 따라서 측정하였다.

4) 짐지흡수력(Wickability)

AATCC Test Method 39방법에 의거하여 양말의 여러부위중에서 바닥부분을 2.5cm×15cm 크기로 채취한 후 course와 wale방향으로 기준선을 가장자리로부터 1cm되는 곳에 기준선을 그리고 10g의 추를 물에 담근 후 수면의 높이와 기준선의 높이가 같게 물에 잠기도록 고정시킨 다음, 10분후에 모세관 현상으로 물이 상승한 높이를 측정하여 표시하였다.

5) 양말의 두께측정

양말의 두께측정은 JIS 1096방법에 의거하여 두께측정기(CR-10A)를 사용하여 측정하였다.

6) 시료의 스트레치율과 변형율(Fabric stretch and fabric growth)

ASTM D 2594방법에 의거하여 실험하였다.

7) 양말의 보온성 측정

Cooling method를 사용하였는데 발모양의 플라스틱제 발마네킹을 구입하여 40 °C의 종류수를 발 마네킹 용기 안으로 넣은 다음 온도를 1 °C 떨어드리는 데 걸리는 시간을 2회 측정하여 평균값을 구하였다.

2-3. 주관적 감각평가

1) 실험대상

신체건강한 일반 남자대학생으로 연령은 23-29세이며 신장 170cm-180cm, 체중 65kg-75kg의 범주에 있는 사람으로서 실험에 응하겠다고 지원한 학생들로 구성되었는데 실험에 참가한 피험자수는 각 Group별 실험디자인에 따라서 다른데 Group 1에서 사용된 피험자 수는 15명, Group 2는 10명, Group 3와 4에서는 10명이 참가하였다.

2) 실험순서와 실험디자인

운동전에 10분동안 실험목적과 실험방법에 관한 오리엔테이션을 실시한 후 동일한 운동복으로 의복을 착장하도록 한 후 양말을 착용하였다. 운동전에 피험자의 체중을 측정하고 양말 착용에 대한 주관적인 감각을 설문지에 응답하도록 하였으며 약 5분간 휴식을 취한 다음 농구경기를 20분 전반전과 5분 휴식 그리고 후반전 20분의 농구경기를 실시하였다. 경기가 끝난 후 다시 설문내용에 응답하도록 하고 체중을 측정하였으

Table 2. Scales of subjective evaluation on various type of sensation

Thermal sensation	Wet sensation	Tactile sensation	Fit sensation at the welt of socks	Overall comfort sensation
1. very cold	1. very dry	1. very good	1. very tight	1. very uncomfortable
2. cold	2. dry	2. good	2. moderately tight	2. slightly uncomfortable
3. cool	3. slightly dry	3. moderate	3. slightly tight	3. moderate
4. slightly cool	4. neutral	4. bad	4. neutral	4. slightly comfortable
5. neutral	5. slightly wet	5. very bad	5. slightly loose	5. very comfortable
6. slightly warm	6. wet		6. moderately loose	
7. warm	7. very wet		7. very loose	
8. hot				
9. very hot				

며 이 작업이 끝나면 양말을 회수하여 곧바로 플라스틱 지퍼백에 한쪽씩 밀봉하여 무게를 측정한 후 양말이 흡수한 발한양을 측정하였다. 이때 환경온도는 22-24 °C, 68%였으며 각 피험자가 오른발과 왼발에 서로 다른 양말을 랜덤하게 착용하도록하여 paired comparison을 하도록 실험순서를 디자인하였다.

3) 주관적 감각의 평가 척도

피험자의 주관적 감각평가는 온열감, 습윤감, 감촉감, fit감(발목부위), 전반적인 쾌적감으로 구성되어지며 감각평가의 scale을 Table 2.에 표시하였다.

Table 3. Comparison of four different sensation prior to exercise vs after exercise, varying types of fiber content of socks

Types of fiber content: sample no.	Paired -t test: p value			
	Thermal sensation	Wet sensation	Tactile sensation	Fit sensation
G1C	0.027**	0.003**	0.172	0.356
G1CN1	0.006*	0.001*	0.035**	0.760
G1CN2	0.020*	0.007*	0.007*	1.000
G1AN	0.000*	0.007*	0.104	0.802
G1SKI	0.004*	0.179	0.051***	1.000
G1P	0.008*	0.006*	0.195	0.813

*p<0.01, **p<0.05, ***p<0.10

2-4. 통계분석

여러종류의 양말의 물리적 측정값과 주관적 감각평가값의 관련성을 확인하고 통계적으로 유의한 차이가 있는지 확인하기 위하여 SAS통계프로그램을 사용하여 ANOVA, Duncan's 평균비교검정, paired-t검정, 회귀분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 양말의 섬유성분에 따른 물리적인 특성과 감각평가의 결과

1) 물리적 특성

섬유의 성분별 수분특성을 비교해보면 100% cotton(G1C) 양말이 가장 흡수성이 58.7%로 크며 그다음으로는 acylic/nylon 혼방양말, cotton/nylon 양말 순으로 나타났으며 가장 흡수성이 적은 것은 polypropylene양말으로 나타났다. 그러나 투습성에 있어서는 polypropylene이 가장 적은 값을 보였다. Wickability는 wale 방향에서 100%

cotton이 가장 높은 값을 나타냈고 cotton/nylon 혼방과 스키양말의 경우는 가장 낮게 나타났으며 polypropylene 양말은 100% cotton 다음으로 wickability가 높게 나타났다. G1SKI 양말이 가장 두꺼웠으며 보온성도 가장 큰 값을 나타냈다.

2) 감각평가 결과

섬유의 성분에 따라서 감각에 유의한 차이가 있는지를 확인하기 위하여 ANOVA분석과 Duncan's 평균비교검정을 실시한 결과 운동전의 습윤감만이 섬유성분의 종류에 따라서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. acrylic/nylon 혼방양말과 스키용 양말이 가장 높은 값을 나타내서 습하게 느낌을 알수 있었는데 이는 스키용 양말이 moisture regain이 높은 wool을 함유하고 있기 때문인 것으로 추측되었다. 기타 운동후 다른 감각들은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

3) 운동전후의 감각평가비교

양말의 섬유성분의 종류별 운동전후의 온열감, 습윤감, 촉감, fit감에 대한 비교를 하기 위하여 Paired-t 검정을 실시하였고 그결과를 Table 3에 표시하였다. 100% cotton (G1C) 양말의 경우 운동전과 운동후의 온열감과 습윤감은 $\alpha = 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 있었다. cotton/nylon(G1CN1 & G1CN2) 혼방양말의 경우 온열감, 습윤감, 촉감은 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 또한 acrylic/nylon 양말의 경우와 polypropylene 양말의 경우에서도 온열감과 습윤감에서 유의한 차이를 보였다. 그리고 스키용 양말 (G1SKI)은 온열감과 촉감에서 유의한 차이를 나타냈다. 그러나 모든 타입의 양말에 경우 운동 전후의 fit 감에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났는데 한번 착용하여 운동을 실시한 후의 fit감은 운동후 변화가 없는 것으로 해석되었다.

3-2. 편성구조에 따른 물리적 특성과 주관적 감각평가

1) 물리적인 특성

terry직과 plain직의 물성을 비교하여 보면 현처한 차이는 적하법으로 측정한 흡수성에 있어서 terry직이 48.3%를 나타내서 상대적으로 높은 값을 나타낸 반면 투습성에 있어서는 25.4%, wickability는 3.2cm(wale방향)로 가장 투습성이 낮으며 wickability도 낮은 것으로 나타났다. 그러나 보온성에 있어서는 terry양말이 plain jersey양말보다 보온성이 높은 것으로 나타났다.

Table 4. Result of ANOVA to determine the effect
of fabric structure on sensation and comfort

Variable	Result of ANOVA : p value (Duncan's multiple range test)									
	Prior to exercise					After exercise				
	Overall comfort	Thermal s.	Wet s.	Tactile s.	Fit s.	overall comfort	Thermal s.	Wet s.	Tactile s.	Fit s.
Fabric structure	0.879	0.0001* [Terry ^a (6.6), Plain ^b (4.1)]	0.169	0.027** [Plain ^a (2.8), Terry ^b (1.9)]	0.342	0.680	0.004* [Terry ^a (7.7), Plain ^b (5.8)]	0.408	0.241	0.161

*Note: In ^a, ^b letter, the same letters are not significantly different.

*p<0.01, **p<0.05

The numer in the parenthesis means mean value of each sensation.

다음은 양말목 부위에서의 rib조직의 변화를 준 것으로 Rib21과 Rib22의 차이는 Rib21은 실의 굽기의 차이로 30's의 실로 구성된 양말이며 Rib22는 20's의 실로 짠 양말이다. Rib21, Rib22는 2x1 rib구조이며 Rib31과 rib32는 3x1 rib 구조이고 Rib41과 Rib42는 4x1구조이다. 양말의 수분특성은 2x1, 3x1, 또는 4x1 등의 편성구조보다는 실의 굽기에 따라서 차이가 있는 것으로 나타났다. absorbency는 보다 굽은 실로 짠 20's양말에서 더 크게 나타났으며 투습성과 wickability는 실의 굽기가 좀더 가는 30's의

양말에서 나타났다. 즉 이러한 현상은 가는 실로 짠 양말에서 보다 많은 모세관 현상이 일어나는 것으로 설명되어 진다.

2) 주관적인 감각평가

terry와 plain jersey 양말의 대한 감각을 비교하기 위하여 ANOVA와 Duncan's 평균비교검정을 실시한 결과 편성구조는 운동전의 온열감에서 유의한 차이가 있었는데 terry직이 6.6, plain jersey양말이 4.1을 얻어 terry양말에 대하여 약간 덜다라고 대답했다. 또한 축감에서도 유의한 차이가 있었는데

Table 5. Regression model equations to predict dependent variables from independent variables

Regression models	R ^c	P value
<u>Overall comfort</u> = 7.222 - 0.571 x AFWS + 0.633 x AFTS	0.52	intercept: 0.000 MS:0.020 TS:0.024
AFTHERM = 0.545 x AVTH + 0.611	0.23	intercept: 0.000 AVETH: 0.070
AFTHERM= 0.405 x THF3 + 0.005 x STRCH + 5.446	0.42	intercept: 0.000 THF3: 0.042 STRCH: 0.105
AFWS = 0.172 x MP + 0.095	0.30	intercept:0.964 MP:0.036
AFWS= -0.185 x SWTGN + 5.466	0.28	intercept: 0.000 SWTGN: 0.041

*Note: Normanciatute for variables:

*p<0.01, **p<0.05

△ AFWS: wet sensation after exercise

△ THF3: thickness in the sole area of socks

△ AFTS: tactile sensation after exercise

△ STRCH: fabric stretch(%)

△ AVTH: average thickness of three segmented
sock's area(F1+F2+F3/3)

△ SWTGN: sweat gaainted into the socks after
exercise.

plain jersey 가 2.8을 terry양말의 경우 1.9를 얻어 terry가 촉감에서 더 좋다라고 반응했다. 운동후의 온열감에서 편성구조에 따른 차이가 있었는데 terry양말은 7.7을, plain양말은 5.8을 얻어 terry양말이 훨씬 덥게 느껴졌으나 전체적인 휘적감에 있어서는 편성구조에 따른 유의한 차이가 없었다.

3-3. 회귀식 개발

본 연구에서는 온열감, 습윤감, 촉감, fit감으로부터 전체적인 휘적감을 예측하고 또한 양말의 물리적 성능의 측정값으로부터 온열감, 습윤감, 촉감, fit감을 예측하기 위한 회귀식을 개발하기 위하여 stepwise 회귀분석을 실하여 Table 5에 표시하였다. 그 결과 전체적인 휘적감은 습윤감과 촉감의 인자로부터 예측할 수 있음을 시사하였다. 또한 온열감은 여러 물성인자중에서 양말의 두께에 영향을 받으며 특히 양말바닥부위의 두께에 영향을 받음을 알 수 있었는데 온열감은 양말바닥의 두께와 스트레치성이 물성인자로 부터 본 연구에서 개발된 회귀식을 사용하여 예측가능하나 R^2 의 값은 작은 편이므로 조심해야한다. 습윤감은 양말의 투습성과 양말에 흡수된 땀의 양에 영향을 받음을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구의 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 양말의 섬유성분에 따른 수분특성은 100% cotton의 양말의 경우에 absorbency와 wickability에서 높은 값을 나타냈으며 보온성은 ski 양말에서 가장 높게 나타났다. 주관적인 감각평가평가에서 운동전과 후에 온열감, 습윤감등에서 유의한 차이가 있었으며 ANOVA 분석결과 양말의 섬유성분에 따라서 운동전의 습윤감에서 유의한 차이가 있었다.
2. 편성구조별로 terry 양말의 경우 적하법으로 측정한 흡습성, 스트레치성과 보온성이 훨씬 plain jersey보다 높게 나타났다. 주관적인 감각평가결과 운동전에 온열감에서 덥게 느끼며 촉감이 plain jersey보다 좋은 것으로 나타났으며 운동후에는 훨씬 plain보다 덥게 느끼는 것으로 나타났다.
3. 실켓가공양말과 가공되지않은 양말은 모든 감각에서 유의한 차이가 없었다.
4. 회귀분석 결과 운동후 양말착용자의 전체적인 휘적감은 습윤감과 촉감의 인자로 부터 예측가능하며 운동후의 온열감은 발바닥부위의 양말두께에 영향을 받으며 습윤감은 투습성과 양말에 흡수된 발한양에 의하여

영향을 받음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 장복진, (1975). 한국양말공업에 관한 연구. 성균관대학교 경영행정대학원 석사학위논문.
2. Morooka, H., Morooka, T. S., Shutoh, A., & Azuma, Y., Morooka, H. (1995). Relationships of slip in shoes to frictional property and cloth thickness of men's socks. *Journal of the Japan Research Association for Textile End Uses*, 35(12), 39-46.
3. Morooka, H., Shuto, A., Seto, T., Morooka, H. (1994). Touch(handle) of pantyhose evaluated by women students susceptible to dermatologic hazards. *Journal of the Japan Research Association for Textile End Uses*, 34(10), 540-547.
4. Davis, J. A. (1975). A study to determine the relative absorbability and wicking effect of certain major sock material on perspiration of the human foot. *Journal of the American Podiatry Association*, 65, 1051-1057.
5. Pontrelli, G.; J. (1977). Partial analysis of comfort's Gestalt. In: N. R. S. Hollies & R. F. Goldman (Eds.), *Clothing Comfort: Interaction of thermal, ventilation, construction, and assessment factors* (pp.71-80). Ann Arbor, MI: Ann Arbor Science Publishers.
6. 홍미희, (1988). 우리나라 양말디자인에 대한 연구. 숙명여자대학교 산업대학원 석사학위논문.
7. 김근모, (1991). 우리나라 양말소비자의 소비자 구매행동에 관한 연구. 경성대학교 무역대학원 석사학위논문.
8. 정희근 & 최정화(1996). 여름양말의 위생성과 휘적성에 관한 연구. 한국 의류학회지, 20(1), 98-112.

*본 연구는 경희대학교 신임교수 연구과제 지원금에 의하여 수행되었습니다.

*양말제작에 협조해주신 (주)진양섬유와 힐라코리아(주)에 감사를 드립니다.