

스포츠양말 소재의 물성 및 운동시 양말의 착용감 분석

김 칠 순 · 이 훈 자* · 박 명 자

경희대학교 의류디자인 전공/디자인 연구원, *평택대학교 정보과학전공

Physical Properties of Sports Socks Material and Wear Trial Test of Sports Socks During Exercise

Chil Soon Kim · Hoonja Lee* · Myungja Park

Dept. of Textile and Clothing Design/Design Research Institute, Kyunghee University

*Dept. of Information Science, Pyongtaek University

(1999. 11. 30 접수)

Abstract

The purpose of this study was 1) to determine physical properties, and subjective evaluation of sensation of sports socks with various type of fiber content and fabric structure, and 2) to develop regression equations for predicting each sensation from physical properties of socks. Thirty healthy male students participated in the wear test with ten replications. The ANOVA, Duncan's multiple test, and multiple regression, and paired-t test were used in the statistical analysis, using an SAS package. The results of this study are as follows:

1. 100% cotton socks had higher absorbency and wickability among five different socks. Comfort sensation, tactile sensation and fit sensation of socks were significantly influenced by types of fiber content. People felt that polypropylene socks were less comfortable & slightly tighter, and cotton socks were drier than the other socks. Terry socks were warmer than single jersey socks.

2. The results of the regression analysis showed that tactile sensation of socks after exercise can be predicted from the cube of moisture permeability($R^2=0.99$), and fit sensation can be predicted from drop absorbency, moisture permeability, wickability in wale and weight($R^2=0.98$).

Key words: sports socks, comfort sensation, thermal sensation, wet sensation, tactile sensation, fit sensation;
스포츠 양말, 쾌적감, 온열감, 습윤감, 촉감, 피트감

I. 서 론

인류가 양말을 착용하기 시작한 것은 안치노라는 도시에서 굵은 털실과 면사로 짠 어린이용 양말 2켤레가 발굴된 것으로 부터 추정하여 5세기 경이라고 보는 학자도 있다). 중세에 이르러 남자들의 의복에

서 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 윌리엄 리(William Lee)가 최초로 양말편기를 발명하면서 대량생산이 가능해져 양말의 일반화가

이루어졌다²⁾. 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 중요하게 여겨지고 있다.

스포츠, 레저생활의 증가로 인하여 스포츠 양말과 신발의 소비량이 증대되면서 국내외 많은 학자들이 Foot Wear에 관한 연구를 진행하고 있다³⁻⁹⁾. Davis³⁾는 수분과 온도가 발부위의 쾌적감에서 중요한 인자이며 33% 면, 32% 양모와 35% 나일론 섬유 혼방으로 이루어진 양말이 온화한 환경, 고온 고습의 환경에서 운동하는동안 성공적으로 발부위를 시원하고 건조하게 하였다고 보고했다. 반면에 Pontrelli⁴⁾에 의하면 면 양말보다 오울론으로 이루어진 양말이 더 선호되었으며 오울론(Orlon) 양말이 다른 천연섬유로 이루어진 양말에 비하여 땀을 2배나 빠르게 외부로 이동시킨다는 결과를 확인하여 그 이유를 설명하였다. 그런데 소비자들이 쾌적감을 느끼는 과정은 매우 복잡하여 수분, 열, 공기 등의 전달특성, 의복의 피트/스트레치, 직물구조, 섬유조성 등의 물리적 자극과 의복의 최종용도, 감성적 심미성, 스타일-패션 등의 psycho-physiological 자극 등이 개개인의 과거의 경험, 편견, 상상, 라이프 스타일 등의 저장된 modifier에 의해 여과되어 쾌감, 불쾌감을 인지하므로 같은 자극이라 할지라도 매우 다양한 반응을 가진다. 그러므로 국외의 선행연구를 국내소비자에게 일반화 하기에는 어려움이 있으므로 한국인을 대상으로 하여 양말의 온열감, 습윤감에 대한 연구를 할 필요가 있다. 발부위에서의 불쾌감은 전체적인 쾌적감에 영향을 미치므로 매우 중요하다고 하겠다. 따라서 본 연구에서는 다음과 같은 연구의 목적을 두었다:

1) 동일한 디자인과 사이즈를 가지는 양말의 섬유조성이 다른 스포츠양말의 물리적인 특성과 운동(농구경기) 전후의 온열감, 습윤감, 촉감, 피트감 및 쾌적감을 비교분석하고자 하였으며,

2) 테리 양말과 싱글저지 양말에서 각 감각이 유

의한 차이가 있는지를 확인하고자 하였고,

3) 실켓가공에 의하여 각 감각에 유의한 차이가 있는지를 검토하고,

4) 물리적 특성으로부터 각 감각을 예측하기 위한 회귀분석을 실시하고자 하였다.

본 연구는 스포츠양말의 물리적 특성들로부터 소비자의 쾌적성을 예측하여 생산업자들이 소비자의 감성을 만족시킬 수 있는 제품을 개발하도록 데이터를 제공하는데 연구의 의의를 둔다고 하겠다.

II. 실험방법

2-1. 실험재료

본 연구에 사용된 양말은 Table 1에 표시된 바와 같이 세가지 그룹으로 나누어 J 업체에 의뢰하여 직접 제작하였으며 Group 1의 경우 인터넷과 여러 자료를 조사하여 국내와 미국시장에서 가장 많이 사용되고 있는 양말의 섬유조성 중에서 100% 면, 면/나일론 혼방, 아크릴/나일론 혼방, 아크릴/양모/나일론/폴리에스터 혼방, 폴리프로필렌의 다섯 종류를 선택하여 제작하였고, Group 2는 섬유의 성분이 동일하고 실의 굵기도 동일하나 실켓가공된것과 안된 양말, Group 3은 편성구조가 서로 다른 테리직과 싱글 저지(플레인)양말로 구성 하였다.

2-2. 스포츠 양말의 물리적 특성평가

1) 동적 흡수성 시험법

AATCC Test Method 70-1994방법으로 측정하였는데 먼저 각 양말시료(양말전체부분)를 컨디셔닝 시킨 후 무게를 재어둔 후, 물과 시료양말을 넣은 tumble jar를 일정 속도(55±2 r.p.m.)로, 일정 시간동안(20분) 회전하면서 물을 흡수시킨 후 꺼내어, 링거를 이용하여 일정한 압력과(27.216±.4536 kg) 속도(2.5cm/sec) 하에서 짜서 여분의 물을 제거한 후, 흡수지 사이에 넣고 다시 한 번 링거에서 짤 후 무게를 측정한다 다음 컨디셔닝된 시료무게에 대한 흡수율(%) 또는 평형흡수량(g)을 계산하였다.

2) 적하법에 의한 흡수성 시험법

AATCC Test Method 39방법에 따라서 시료(양말바닥부분)를 수틀에 평평하게 끼운 후, 1ml 증류

Table 1. Descriptions of Sock Materials

Group	Sample code no.	Fiber content(%)	Yarn fineness	Construction of each part of socks		
				Sole area	Instep	Welt
1	A	cotton 100%	40's/2	plain	2×1 rib	2×1 rib
	B	65% cotton/35% nylon	20's/1, 70D/2	plain	2×1 rib	2×1 rib
	C	85% acrylic/15% nylon	36's/1, 70D/2	plain	2×1 rib	2×1 rib
	D(SKI)	55% acrylic/20% wool/10% nylon/15% polyester	36's, 36's, 70D/2, 150D	plain	2×1 rib	2×1 rib
	E	polypropylene 100%	180D	plain	2×1 rib	2×1 rib
2	No silket	cotton 100% without silket treatment	40's/2	plain	2×2 rib 2×2 purl	2×2 rib
	Silket	cotton 100% with silket treatment	40's/2	plain	2×2 rib 2×2 purl	2×2 rib
3	Terry	80% cotton/20% (nylon/polyurethane)	30's/3 CM, (70D/40D)	terry	terry	terry
	Single Jersey	80% cotton/20% (nylon/polyurethane)	20's/1 CD/5	plain	plain	plain

수를 주사기에 넣고 15~25방울을 분할하여 시료 위에 떨어뜨린 후, 표면의 물 방울이 물에 의한 반사를 하지 않을 때까지의 시간을 스톱워치를 사용해 측정하였다.

3) 투습성

KSK 0594방법에 따라서 투습컵에 물을 담아 시료(양말바닥부분)를 덮어 봉합한 후 무게를 재고, 시료를 덮지 않은 투습컵과 함께 항온항습기에 일정시간 방치한 후 직물을 통한 수증기 상태로 증발 확산의 수분이동에 따라 감소된 무게를 다시 측정하여, 시료를 덮지 않은 투습컵의 무게에 대한 투습율(%)을 계산하였다.

4) 심지흡수력

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

5) 양말의 두께측정

양말의 두께측정은 JIS 1096방법에 의거하여 두께

측정기(CR-10A)를 사용하여 측정하였는데 양말의 특성상 발바닥에서 발목까지의 발길이 부위(F1), 발등 부위(F2), 발바닥 부위(F3)로 구분하여 측정하였다.

6) 시료의 스트레치율과 변형율

ASTM D 2594방법에 의거하여 실험하였다.

7) 양말의 보온성 측정

양말의 보온성은 양말 시료의 크기가 작은 관계로 Garded Hot Plate를 사용하여 항온법으로 측정하는데는 한계점을 가지므로 냉각법을 사용하였다. 구리제 또는 알루미늄 발 마네킹의 구입이 어려워 플라스틱제 발 마네킹을 구입하여 사용하였고 40℃의 증류수를 발 마네킹 용기 안으로 넣은 다음 온도를 1℃ 떨어뜨리는데 걸리는 시간을 2회 측정하여 평균값을 구한 후 다음 식에 의하여 보온율을 계산하였다.

$$\text{보온율} = \frac{(b-a)}{a} \times 100$$

a: 시료를 덮지 않았을 때 1℃ 냉각하는데 걸린시간

b: 시료를 덮었을 때 1℃ 냉각하는데 걸린시간

8) 공기투과도

양말의 공기투과도는 발바닥부위, 발등과 발목부위로 구분하여 TEXTTEST FX3300모델을 사용하여

Table 2. Descriptions of Subjects Participating in Experiment

Mean value	Age	Height(mm)	Weight(kg)	Body surface area(m ²)	Foot size(mm)	Amount of sweat secretion during basketball play(g)
Group 1(n=10)	22,08	178,72	76,79	1,93	258,90	0,610
Group 2(n=10)	22,40	176,30	70,52	1,86	271,00	0,545
Group 3(n=10)	23,20	176,20	65,62	1,80	270,00	0,470

측정하였다.

2-3. 주관적 감각평가

1) 실험대상

연구에 참여한 피험자는 신체 건강한 19~28세, 신장은 167~188cm, 체중은 60~90kg, 체표면적은 1,62~2,18m²의 범주에 속하는 K대학 체대 농구 동아리 학생들로 Group 1은 섬유조성별 양말의 감각 실험을 위한 피험자 집단이며, Group 2는 실켓가공 효과를, Group 3은 테리와 싱글저지 양말의 감각차이를 위한 실험하기 위한 피험자 집단으로 각 그룹별 농구경기에 필요한 양팀 인원수인 10명이 참여하여 총 30 명이 참여하였다. 피험자에 대한 자세한 내용은 Table 2에 표시되어 있다.

2) 실험디자인 및 실험순서

착용실험은 14±4°C, 84±9% RH 환경의 실내 농구경기장에서 이루어 졌으며 실험방법은 RBD (randomized block design)로 실행하였다. 10분 동안의 실험목적과 실험방법에 관한 오리엔테이션을 마친 후 피험자는 동일한 운동복으로 갈아입고 실험

디자인에 따라서 코드가 적힌 양말을 랜덤하게 선택하여 오른발과 왼발에 서로 다르게 착용하도록 하였다. 예를들어 Group 1에서는 5종류의 양말 중에서 피험자 #1은 첫 번째 실험에서 왼발에 sock1, 오른발에 sock2, 두 번째 실험에서는 왼발에 sock2, 오른발에 sock4를, 세 번째 실험에서는 왼발에 sock3, sock5를 착용하는 식으로 하여 10회의 반복실험동안 각 피험자는 한 종류의 양말을 4회(왼발에 두 번, 오른발에 두 번) 반복착용 하였으며 다섯 가지 양말 모두를 이와 같은 방식으로 착용하도록 설계하였다. 또한 각 실험마다 10명이 참여하였는데 왼발과 오른발에 다르게 착용하였으므로 한 종류의 양말을 4개의 발에 착용되도록 디자인 되었다(10명×2(왼발 오른발)=20=4명×5종류의 양말). 마찬가지로 Group 2, Group 3에서도 같은 방식으로 연구 설계하여 진행하였다. 실험순서로는 운동 전에 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. 농구경기가 끝난

Table 3. Scales of Subjective Evaluation on Various Types of Sensation

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

후 다시 설문내용에 응답하도록 하고 체중을 측정 하였으며 이 작업이 끝나면 양말을 벗게 하여 회수 한 후 곧바로 플라스틱 지퍼 백에 한 짝씩 밀봉하여 무게를 측정하였고 이로부터 양말이 흡수한 발한양 을 산출하였다. 본 연구에서는 실제 농구경기를 실 행하였으므로 각 피험자들의 운동량을 제어하는데 제한점이 있었다.

3) 주관적 감각의 평가 척도

Table 3에 표시한 바와 같이 온열감은 일본 공조 위생학회 온냉감 소위원회 및 ASHRAE의 7단계 척 도를 참조하여 수정 보완하여 9단계로 평가하였고 쾌적감은 7단계, 습윤감은 7단계, 피트감은 5단계의 척도를 사용하여 측정하였다.

2-4. 통계분석

각 변인별 주관적 감각 평가값이 통계적으로 유 의한 차이가 있는지 확인하기 위하여 SAS 통계프 로그램을 사용하여 ANOVA, Duncan's 평균비교검

정, paired-t 검정을 실시하였고, 9종류의 양말(섬유 조성이 다른 5종류의 양말, 섬유조성은 같으나 조직 이 다른 2종류양말, 실켓가공 양말과 가공되지 않은 양말 2종류)의 물성으로부터 주관적 감각을 예측하 기 위하여 다중회귀분석을 실시하였다. 다중회귀분 석을 실시한 후 모형의 적합성을 검증하기 위하여 잔차분석을 실시하였고 Durbin Watson-D 값으로 오차항의 독립성을 검토하였으며, 조정 R² 값도 검 토하였다.

III. 결과 및 고찰

3-1. 양말의 섬유성분에 따른 물리적인 특 성과 감각평가의 결과

1) 물리적 특성

Table 4에서 보는 바와 같이 섬유의 성분별 수분 특성을 비교해보면 100% 면(A) 양말이 흡수성이 58.7%로 가장 크며 그 다음으로는 85% 아크릴/15%

Table 4. Physical Properties of Socks with Different Types of Fiber Content

Physical prop.	Mean value	Types of fiber contents of socks				
		A	B	C	D	E
Dynamic absorbency(%)		58.7	43.5	51.3	32.7	22.6
Drop absorbency(sec)		0.5	3.2	4.2	3600	3600
Moisture permeability(%)		28.6	30.0	29.2	29.0	31.2
Wickability						
wale		6.5	0.0	0.5	0.0	3.5
course		6.4	1.0	0.2	0.0	5.8
Thickness(mm)						
F1		1.14	1.24	1.44	1.40	1.22
F2		1.36	1.22	1.40	1.44	1.23
F3		0.81	0.77	1.01	0.83	0.70
Weight of one sock(g)		19.43	18.69	20.97	18.01	18.62
Stretch properties						
fabric stretch(%)		193.3	283.1	180.8	242.9	114.3
fabric growth(%)		165.3	94.4	31.5	28.6	23.6
Thermal insulating values(%)		19.6	50.8	55.2	55.2	33.9
Air permeability(cm ³ /cm ² /s)						
Sole area		180	107	74.25	129	239.5
Instep/leg area		247.5	149.5	114	207	370
Amount of sweat accumulated in one sock; %(g)		24.9 (4.83)	22.5 (4.21)	11.6 (2.44)	13.8 (2.49)	8.9 (1.66)

나일론 혼방양말(C), 65% 면/35% 나일론(B) 양말 순으로 나타났으며 가장 흡수성이 적은 것은 100% 폴리프로필렌(E) 양말로 나타났다. 그러나 투습성에 있어서는 100% 폴리프로필렌 양말이 가장 적은 값을 보였다. 심지흡수력은 웨일 방향에서 100% 면 양말이 가장 높은 값을 나타냈고 65% 면/35% 나일론 혼방과 스키 양말(D)의 경우는 가장 낮게 나타났으

며 100% 폴리프로필렌 양말은 100% 면 양말 다음으로 심지흡수력이 높게 나타났다.

2) 감각평가 결과

ANOVA분석을 실시한 결과(Table 5) 운동전의 쾌적감, 온열감, 촉감과 피트감은 양말을 조성하고 있는 섬유성분의 종류에 따라서 $\alpha=0.01$ 수준에서, 습윤감은 $\alpha=0.05$ 수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고 운동 후의 감각에서는 쾌적감, 촉감, 피트감에서 $\alpha=0.01$ 수준에서 유의한 차이가 있었다. 양말소재의 성분에 따라서 피험자들이 느끼는 각 감각에서 유의한 차이가 있는지를 확인하기 위하여 Duncan 평균 비교검정을 실시한 결과 농구경기전의 경우 쾌적감에 있어서 100% 폴리프로필렌 양말이 평균 5.1의 평균값을 나타냈는데 이것은 본 연구에 사용된 쾌적감의 스케일에서 약간 쾌적하지 않도에 해당하며 5개의 양말 중에서 가장 쾌적감이 나쁜 양말임을 알 수 있었다. 그에 반하여 스키용(55% 아크릴/20% 양모/10% 나일론/15% 폴리에스터) 양말과 85% 아크릴/15% 나일론 혼방양말은 약간 쾌적하다라고 응답하여 5개의 양말 종류 중에서 가장 쾌적한 양말로 나타났다.

운동 후의 각 감각은 쾌적감은 운동 전과 거의 같은 경향을 띠는데 폴리프로필렌 양말이 가장 쾌적감에서 나쁘고 스키용 양말이 가장 쾌적감이 좋은 양말로 나타났다. 온열감에 있어서는 스키용 양말이 5가지의 양말종류 중에서 가장 덥게 느낀 것으로 나타났으며 폴리프로필렌 양말은 약간 서늘하게 느끼는 것으로 나타났다. 그러나 운동 후의 온열감은 양

Table 5. Results of ANOVA and Duncan's Multiple Range Test to Determine Difference of Sensation, according to Type of Fiber Content

Fiber content	Before exercise			After exercise		
	ANOVA: p value	Duncan's multiple range test		ANOVA: p value	Duncan's multiple range test	
		Grouping	mean		Grouping	mean
Comfort sensation	0.0001	E ^a	5.100	0.0001	E ^a	5.875
		A ^b	3.850		A ^b	4.950
		B ^{b,c}	3.475		C ^c	4.800
		C ^c	3.375		B ^{b,c}	4.650
		D ^c	3.275		D ^c	4.475
Thermal sensation	0.0001	D ^a	5.175	0.7418	A	6.550
		C ^{ab}	5.000		E	6.550
		B ^b	4.800		B	6.525
		A ^b	4.575		D	6.375
		E ^c	3.810		C	6.375
Wet sensation	0.0207	C ^a	4.025	0.0722	E	5.375
		B ^a	4.025		C	5.125
		D ^a	3.925		A	5.125
		E ^{ab}	3.700		B	4.975
		A ^b	3.500		D	4.825
Tactile sensation	0.0001	E ^a	3.950	0.0001	E ^a	4.175
		A ^b	2.950		A ^b	3.575
		B ^{b,c}	2.825		B ^{b,c}	3.450
		C ^{cd}	2.625		C ^{cd}	3.275
		D ^d	2.500		D ^d	3.150
Fit sensation	0.0001	C ^a	3.225	0.0001	A ^a	3.550
		B ^a	3.175		C ^a	3.525
		A ^a	3.150		B ^a	3.475
		D ^a	3.100		D ^b	3.150
		E ^a	2.275		E ^c	2.500

Note. In ^{a,b,c} letter, the same letters are not significantly different. A, B, C letters means different types of socks

Table 6. Results of Paired-t Test to Compare Sensations before Exercise with that those Exercise for Five Different Socks made of Different Fiber Contents

Fiber content	p value				
	A	B	C	D	E
Comfort sensation	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0009
Thermal sensation	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Wet sensation	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Tactile sensation	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0596
Fit sensation	0.0005	0.0320	0.0213	0.6433	0.0271

Table 7. Results of ANOVA and Duncan's Multiple Range Test to Determine the Effect of Fabric Structure on Each Sensation before Exercise vs after Exercise.

Sensation	Before exercise			After exercise		
	ANOVA: p value	Duncan's multiple range test		ANOVA: p value	Duncan's multiple range test	
		Grouping	mean		Grouping	mean
Overall comfort	0.8951	Terry ^a	3.3	0.7175	Terry ^a	4.5
		Single Jersey ^a	3.2		Single Jersey ^a	4.2
Thermal sensation	0.0026	Terry ^a	6.3	0.0070	Terry ^a	7.7
		Single Jersey ^b	4.1		Single Jersey ^b	5.8
Moisture sensation	0.1206	Terry ^a	4.2	0.4344	Terry ^a	5.4
		Single Jersey ^a	3.4		Single Jersey ^a	5.1
Tactile sensation	0.0676	Single Jersey ^a	2.8	0.2443	Single Jersey ^a	2.9
		Terry ^a	1.9		Terry ^a	2.4
Fit sensation	0.3434	Single Jersey ^a	3.1	0.1773	Single Jersey ^a	3.5
		Terry ^a	2.8		Terry ^a	3.0

말의 섬유조성 성분에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 이것은 운동으로 인하여 인체에 열이 생산되어 덥게 느끼므로 양말의 종류에 따른 감각의 차이를 구별하는데 피험자가 둔해졌으리라고 추측된다. 습윤감에 있어서는 운동 전에는 85%아크릴/15%나일론 혼방양말, 65% 면/35% 나일론 혼방양말, 스키양말은 적당하다고 응답했다. 운동경기 하는 동안 가장 많은 땀을 흡수하였던(4.83g) 100% 면 양말의 경우 피험자들은 운동전에는 다른 양말에 비하여 약간 건조하다고 응답하여 섬유조성별 습윤감에서의 차이를 보였으나 운동 후에는 차이가 없는 것으로 나타났다.

촉감의 척도에 있어서는 촉감이 가장 좋은 경우는 1, 매우 나쁘다의 경우는 5점을 주는 5점 척도로 이루어져 있는데 Duncan 평균비교검정결과 폴리프로필렌 양말은 평균 3.95를 나타내어 나쁘다에 가까운 값을 나타내어 가장 촉감이 나쁜 양말로 나타났다. 그에 반하여 촉감이 가장 좋은 양말은 85% 아크릴/15% 나일론 양말과 65% 면/35% 나일론 혼방양말인 것을 알 수 있었으며 운동 후의 촉감에서도 같은 경향을 나타내었다. 피트감은 운동 후에 유의한 차이가 있었는데 fabric growth율이 상대적으로 컸던 100% 면, 85% 아크릴/15% 나일론 양말과 65% 면/35% 나일론 양말이 다른 양말보다 약간 넉넉하도에 가까운 값을 얻었고 스트레치율이 가장 작은

폴리프로필렌 양말의 경우(Table 3 참조)는 약간 끼게 느끼는 것으로 나타났다.

3) 운동 전과 후의 각 감각의 비교

다섯 종류의 양말에 대하여 농구경기 전과 농구경기 후에 각 감각이 차이가 있는지를 비교를 하기 위하여 paired-t 검정을 실시하였고 그 결과를 Table 6에 표시하였다. 통계분석을 한 결과, 100% 면 양말, 65% 면/35% 나일론 양말, 85% 아크릴/15% 나일론 양말의 경우 각 감각들은 운동 전과 운동 후 $\alpha=0.01$ 또는 $\alpha=0.05$ 수준에서 유의한 차이가 있게 나타났다. 그런데 스키(55% 아크릴/20% 양모/10% 나일론/15% 폴리에스터) 양말의 경우 피트감은 운동후 변화가 없었고, 폴리프로필렌 양말의 경우 촉감은 운동 전이나 운동 후나 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

3-2. 테리 양말과 싱글저지 양말의 주관적 감각평가 결과

Table 7에서 보는 바와 같이 ANOVA 분석을 실시한 결과 운동전후 모두 $\alpha=0.01$ 수준에서 온열감에서만 테리와 싱글 저지 양말 간에 유의한 차이가 있었고($p<0.01$), Duncan 평균비교검정 결과 테리 양말에서 조금 더 덥게 느끼는 것으로 나타났다. 그러나 다른 감각들은 두가지 양말간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 8. Comparison of Each sensation before Exercise and after Exercise for both Terry and Single Jersey Socks

Sensation	Paired t-test: p value	
	Terry socks	Single jersey socks
Comfort sensation	0.0002	0.0319
Thermal sensation	0.0067	0.0314
Wet sensation	0.0086	0.0030
Tactile sensation	0.0150	0.5911
Fit sensation	0.5086	0.1039

농구경기 전과 농구경기 후의 각 감각의 비교는 Table 8에 표시하였는데 $\alpha=0.05$ 수준에서 쾌적감, 온열감, 습윤감은 운동 전과 후에 테리 양말과 싱글져지 양말 모두에서 차이가 있었다. 그러나 피트감은 테리나 싱글져지 양말을 착용시 운동 전과 운동 후의 감각 차이는 없었고, 싱글져지 양말의 경우에는 촉감이 운동 전과 후에 차이가 없음을 알 수 있었다.

3-3. 실켓가공 양말의 감각비교

Table 9에서 보는 바와 같이 운동전의 각 감각을 비교하여 보면 피트감에서만($p<0.01$) 실켓가공된 양말과 가공되지 않은 양말간에 유의한 차이가 있었고 다른 모든 감각들은 유의한 차이가 없었으며 운동 후의 각 감각은 실켓가공여부에 따른 차이는

없는 것으로 나타났다.

3-4. 양말의 물리적인 특성으로부터 주관적 감각을 예측하기 위한 회귀모형 개발

본 연구에서는 다중회귀분석을 실시하고 설정한 모형이 적절한지 회귀계수의 유의성과 잔차분석등을 실시하여 적합하다고 판단되어지는 모형을 Table 10에 표시하였다.

1) 운동 전의 온열감의 예측식에는 투습성의 제곱값과 웨일 방향의 심지흡수력, 발바닥 부위의 공기 투과도가 매우 예측력이 좋은 독립변수임을 알 수 있었고 조정 R^2 값도 0.96으로 매우 높은 편이다. 2) 농구경기 전의 온열감은 투습성과 심지흡수력이 클수록 시원하게 느껴짐을 알 수 있었다. 습윤감에 있어서는 웨일 방향의 심지흡수력과 발바닥부위에서의 두께가 매우 좋은 예측인자임을 확인 할 수 있었고 심지흡수력이 증가하고 발바닥 부위의 두께가 작아질 때 보다 건조하게 느껴지는 것으로 해석되었다. 3) 운동 후의 촉감은 투습성의 세제곱값으로부터 매우 높은 R^2 값과 조정 R^2 값(0.99)으로 예측할 수 있는 회귀모형이 개발되었다. 양말의 촉감에 영향을 미치는 중요한 변수가 투습성이라는 사실로부터 스포츠 양말제작시 투습성이 높은 소재와 편성구조를 사용해야 함을 알 수 있었다. 4) 운동 후의 피트감을 추정하는 회귀식에서는 조정 R^2 값이

Table 9. Results of ANOVA and Duncan's Multiple Range Test to Determine the Effect of Silket Treatment of Socks on Each Sensation before Exercise vs after Exercise

Sensation	Before exercise			After exercise		
	ANOVA: p value	Duncan's multiple range test		ANOVA: p value	Duncan's multiple range test	
		Grouping	mean		Grouping	mean
Comfort sensation	0.3434	no silket ^a	2.60	0.6044	no silket ^a	4.7
		silket ^a	2.50		silket ^a	4.4
Thermal sensation	0.3434	no silket ^a	3.90	0.380	no silket ^a	6.4
		silket ^a	3.70		silket ^a	5.6
Moisture sensation	0.5911	silket ^a	3.0	0.5554	no silket ^a	5.4
		no silket ^a	2.9		silket ^a	5.0
Tactile sensation	0.1679	no silket ^a	2.4	0.1934	no silket ^a	3.4
		silket ^a	2.2		silket ^a	2.8
Fit sensation	0.0001	no silket ^a	3.2	0.5911	no silket ^a	3.4
		silket ^a	3.2		silket ^a	3.3

Table 10. Regression Models to Predict Each Sensation from Physical Properties of Socks

Regression Models	R ² (Adj R ²)	Durbin-Watson D	Variable: p value
BTHRMS = -0.00977(MP) ² - 0.2299 WICKW + 0.0042 PERMSOLE + 13.050	0.96 (0.93)	1.91	(MP) ² : 0.0009 WICKW: 0.0019 PERMSOLE: 0.0826
BWETS = -0.1348 WICKW + 0.2251 THF3 + 3.8484	0.86 (0.81)	1.80	WICKW: 0.0001 THF3: 0.0397
AFTACT = 0.000129(MP) ³	0.99 (0.99)	2.1	(MP) ³ : 0.0001
AFFIT = -0.0002 DABSR - 0.1907 MP - 0.0350 WICKC - 0.0467 WEIGHT + 10.1016	0.98 (0.97)	2.1	DABS: 0.0005 MP: 0.0041 WICKC: 0.0135 WEIGHT: 0.0007

*Note: Normanclature for variables:

- △ BTHRMS, BWETS: thermal sensation, wet sensation before basketball play
- △ AFTACT, AFTACTS, AFFIT: overall comfort, tactile sensation, fit sensation after basketball play
- △ MP: moisture permeability(%),
- △ THF3: thickness in the sole(F3) of socks(mm),
- △ WICKW, WICKC: wickability in wale(cm) △ WICKC: wickability in course(cm)
- △ DABSR: drop absorbency(sec.),
- △ WEIGHT: weight of one sock(g),
- △ PERMSOLE: air permeability at the sole area of socks(cm³/cm²/s)

0.97로 매우 높았는데 적하법으로 측정된 흡수성(drop absorbency), 투습성, 양말의 course방향에서의 심지흡수력과 양말 무게의 변수가 매우 유의하며 이러한 값들이 커질수록 타이트하게 느껴지는 것으로 나타났다. 잔차의 독립성을 검정하는 Durbin-Watson D 통계량을 보면 기준값이 2 이므로 Table 10에 있는 회귀모형들은 독립성의 조건을 만족하여 모형이 적절하다고 할 수 있다.

IV. 결 론

본 연구에서는 스포츠 양말의 물리적 평가 및 주관적인 평가를 통하여 발부위를 쾌적하게 하는 양말의 섬유조성, 편성구조에 대하여 비교검토하고 실험가공에 따른 각 감각을 비교하여 보았다. 그 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 양말의 섬유조성별 물성평가를 한 결과 100% 면 양말에서 흡수성과 심지흡수력에서 높은 값을 나타냈으며 프로필렌 양말은 흡수성은 나쁘나 심지

흡수력은 양호하였다. 주관적인 감각 평가의 결과 운동전에는 쾌적감, 온열감, 습윤감, 촉감, 피트감이 섬유조성별로 유의한 차이가 있었는데 폴리프로필렌이 다른 양말보다 덜 쾌적하고 더 끼게 느끼는 것으로 나타났으며 가장 쾌적감이 좋은 양말은 55% 아크릴/20% 양모/10% 나일론/15% 폴리에스터 혼방으로 구성된 스키용 양말로 나타났다. 또한 100% 면 양말이 가장 건조하며 55% 아크릴/20% 양모/10% 나일론/15% 폴리에스터 혼방 양말에서 촉감이 더 좋은 것으로 나타났다. 반면에 운동 후 쾌적감, 촉감, 피트감은 섬유조성에 따라서 유의한 차이가 있었고, 온열감과 습윤감은 양말의 조성성분에 따라서 유의한 차이가 없었다. 특히 쾌적감, 온열감, 습윤감은 모든 섬유조성의 경우에서 운동 전과 운동 후 감각이 다르게 나타났으며, 촉감의 경우 폴리프로필렌 양말만은 운동 전과 후 감각 차이가 없었고 나머지 양말은 차이가 있었다. 피트감은 100% 면, 65% 면/15% 나일론 혼방 양말과 85% 아크릴/15% 나일론 혼방양말에서 운동 후에 다르게 느껴

지는 것으로 나타났다.

2. 테리 양말과 싱글저지 양말의 경우 운동 전과 후의 감각비교결과 온열감 에서만 유의한 차이를 나타냈다.

3. 실켓 가공양말과 미가공 양말에서는 운동전의 피트감 에서만 유의한 차이가 있었고 다른 감각은 차이가 없는 것으로 나타났다.

4. 물리적 특성으로부터 각 감각을 예측할 수 있는 적합한 모형을 회귀분석을 실시하여 확인하였다.

본 연구에서는 실제 농구경기로 wear trial을 실행한 관계로 발한량과 착용감에 영향을 줄 수 있는 운동량이나 환경조건을 제어하지 못한 상태에서 실험하였고 이렇게 얻어진 데이터를 일반화하는데 무리가 있으므로 후속연구에서 인공기후실을 이용하여 다양한 습도 또는 운동수준에 따른 쾌적감 및 착용감 실험을 하여 폭넓은 데이터 베이스를 구축할 필요가 있으며, 생리적인 반응과의 연관성, 촉감에 대한 니트의 표면특성 및 촉감의 구체적인 측정 방법에 관한 연구가 필요하다고 사료된다. 또한 본 연구에서는 왼발과 오른발에 서로 다른 양말을 착용하도록 설계하여 실험을 수행하였는데 후속연구에서는 가능한 많은 피험자를 사용하여 양쪽 발에 같은 양말을 착용하도록 하여 연구설계를 하는 것이 필요하다고 사료된다.

인용 문헌

- 장복진, 한국 양말 공업에 관한 연구, 성균관대학교 경영행정대학원 석사학위논문, 1975.
- Spencer, D. J., *Knitting Technology*, Pergamon Press Ltd., 1983.
- Davis, J. A., A Study to Determine the Relative Absorbability and Wicking Effect of Certain Major Sock Material on Perspirations of the Human Foot, *Journal of the American Podiatry Association*, **65**, 1051-1057, 1975.
- Morooka, H., Morooka, T. S., Shutoh, A., Azuma, Y., 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, 1995.
- Pontrelli, G. J. 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*, Ann Arbor, MI: Ann Arbor Science Publishers, 71-80, 1977.
- 김근모, 우리 나라 양말소비자의 소비자 구매행동에 관한 연구, 경성대학교 무역대학원 석사학위논문, 1991.
- 정희근·최정화, 여름양말의 위생성과 쾌적성에 관한 연구, *한국의류학회지*, **20**(1), 98-112, 1996.
- 홍미희, 우리 나라 양말디자인에 대한 연구, 숙명여자대학교 산업대학원 석사학위논문, 1988.
- 박명자·김칠순, 각종 편성소재에 따른 스포츠양말의 위생성과 형태 안정성에 관한 연구, *복식문화학회*, **7**(5), 165-176, 1999.