

한지닥 섬유제품의 인체 생리 반응 및 쾌적성 평가

임 순

인천대학교 패션산업학과 교수

Evaluation of Thermal Physiological Responses and Comfort in Dox Fabric

Soon Im

Professor, Dept. of Fashion Industry, Incheon National University
(투고일: 2013. 3. 5, 심사(수정)일: 2013. 6. 13, 게재확정일: 2013. 6. 24)

ABSTRACT

This study performed the evaluation of skin temperature, heart rate, humidity and temperature inside clothing, and subjective sensation to estimate the physiological responses of the human body and its feeling of comfort for developing value-added *dox fabric*. Experiments were performed on five healthy adult women whose average age was 21, at climate chamber in which temperature, relative humidity and air current were set up below $28\pm 5^{\circ}\text{C}$, $50\pm 10\%$, 0.2m/s , respectively. Two kinds of clothes were used for the experiments: 100% cotton and dox clothes. The clothes were identical in size and form, and the attire consisted of long-sleeved shirts, long trousers, and socks. The experiment was performed for 30 minutes using ergometer. The results are as follows. 1) It showed low skin temperature of forearm, breast, back, forehead and lower leg in exercise, but high skin temperature of them in recovery. However skin temperature of thigh and foot increased from rest to recovery. 2) It showed significant difference ($p<0.001$, $p<0.01$) in average skin temperature between cotton and dox clothes. Cotton clothes had a higher average skin temperature compared to dox. Not only was there a significant difference in temperature inside clothing ($p<0.001$), this was also the case with humidity inside the clothing ($p<0.001$).

Key words: Dox fiber(닥섬유), humidity and temperature inside clothing(의복내 온·습도), skin temperature(피부온), subjective sensation(주관적감각), thermal physiological response(인체생리반응)

I. 서론

우리나라의 섬유산업은 1977년 100억불 수출을 달성했을 당시 주요 산업의 하나였지만 2000년대에 들어서면서 IT, 기계, 조선, 석유·화학 산업 등의 발전으로 인하여 우리나라 전체 수출액의 비중에서 차지하는 부분이 많이 축소된 상황이다.¹⁾ 뿐만 아니라 우리나라와 가장 인접국인 동시에 최대 수출국인 중국의 섬유산업 발전으로 인하여 어려움이 가중되고 있다. 중국은 과거에 비해 인건비가 많이 올랐지만 그렇다 하더라도 우리나라 보다는 저렴하고 면섬유의 원료인 목화 및 양털 등 천연섬유의 생산지이기 때문에 세계 섬유시장에서 우리나라보다 경쟁력이 높은 것이 현실이다. 그러므로 이러한 상황에서 우리의 자리를 지키기 위해서는 고부가가치의 차별화된 상품개발을 통하여 중국뿐만 아니라 전 세계적으로 수출할 수 있는 시장 개척이 요구되고 있는 실정이다.²⁾ 최근 생활 수준의 향상과 문명의 발달로 친환경적이고 인체에 무해한 섬유소재에 대한 수요가 증가하고 있는 실정이며, 그에 따라 천연섬유의 개발과 기능성 강화에 대한 연구 개발이 중점을 이루고 있다.³⁾ 예를 들면, 친환경 소재의 섬유 중 ingeo는 옥수수를 주재료로 한 친환경 소재로 석유를 사용하지 않고 만드는 섬유로써, 땅에 묻으면 6개월에서 1년 뒤에 썩어 없어져 환경오염을 전혀 유발하지 않는 섬유이다. 또한, 천연 재료로 만들기 때문에 피부에 자극이 없는 인체 친화적인 섬유이기도 하다.

그러나, 의류로 만들기에는 아직까지 착용시 내열성이 적어 의류용보다는 산업용이나 차 티백 식물을 키우는 식생매트 등에 주로 사용되고 있다.⁴⁾ 또 다른 친환경 섬유중 하나인 Ecoever-Bio는 기존의 폴리에스테르 원료와 바이오 매스 원료를 혼합하여 만드는 생분해성 폴리에스테르이다. 따라서, 이는 폴리에스테르의 장점과 바이오매스 섬유의 장점을 모두 가지고 있어 ingeo 섬유보다 내열성은 우수해 졌으나 수축력이 저하된 섬유로 은은한 광택을 특징으로 가지고 있어 주로 의류용, 일회용 물티슈, 포장재 등에 쓰인다.

이와 같이 친환경 섬유소재의 발전 방향은 점점

기능성 소재와 감성소재로 발전을 해나가는 중이며 건강, 안전, 친환경으로 소재+패션+브랜드의 방향으로 나아가고 있는 것이 섬유 개발의 동향이다. 더불어 하이테크 섬유소재도 점점 인간 친화적인 새로운 용도를 창출해 나가고 있어 현재 세계 섬유시장의 개발 방향은 고도화된 기술을 통한 신 섬유 개발로서 기능성 향상에 주력하고 있다.

그러므로 앞으로의 피복소재는 소비자들이 환경과 자신의 인체에 대한 관심의 증가 및 Well-being의 영향으로 인체 보호 및 적합 기능성, 보온, 보습, 방오, 소취, 방수 등 단순한 기능성과 함께 화섬의 천연 섬유화, 친환경, 쾌적성에 초점이 맞추어져 발전할 것으로 예상된다. 환경친화성과 Well-being의 경향과 함께 최근 일본 최대 제지 기업인 Ojipaper가 설립한 Ojipaper에서 마닐라마를 원료로 한 화지 종이사를 출시하면서 새로운 섬유 소재로서 관심 집중되고 있다.⁵⁾

섬유 소재로서의 기능성 및 활용 가능성이 점차 확인됨에 따라, 최근 한국에서는 한지사를 포함한 종이사를 이용한 섬유 개발의 제조방법과 상품화에 관한 연구가 활발하다. 그 중에서는 닥 섬유 종이사를 통해 개발된 셔츠, 넥타이, 속옷 등의 의류 제품들이 증가하고 있다. 그 중에서도 닥나무 종이사의 혼용 비율이 가장 높고, 성별 및 연령대에 따라 유사한 형태의 제품을 사용하는 양말 제품은 다양한 인구 통계 변인에 따라 소비자 집단별 사용 만족도, 이미지, 소재감을 파악함으로써 인지도 향상과 마케팅 전략에 활용되기도 한다.⁶⁾

한지닥 섬유는 과거부터 한지의 원료로 널리 사용되고 있는 닥 펄프를 이용하여 제조되며 pH가 7.5-9.0로 수명이 길고 보존성이 우수할 뿐만 아니라 소취, 방오, 보습, 항균성이 탁월한 것으로 알려져 있다. 이러한 상황 하에서 국내 한지 관련 특허 및 연구는 한지를 이용한 신타래 제조, 한지실 제조 방법이 일부 출원되고 있으나 주로 수공예 관련 내용이 주를 이루고 있으며, 한지사의 실용적 응용에 관한 연구는 부족한 실정이다.

현재까지의 닥섬유에 대한 연구에서는 닥섬유의 물리적 성능이 먼 보다 물기를 빨아들이는 힘이 세

며 빨리 마르게 하는 특성이 있으며 통기성과 보습성이 뛰어나 정전기를 발생을 억제하는 효과가 있다고 나타났다. 강한 소취성으로 땀 및 암모니아 냄새 등을 정화하며 원적외선을 방출하여 인체생리 작용을 활성화 시키는 효과가 있으며 강한 항균성을 갖고 있어 집진드기 및 각종 세균 등이 살지 못하여 아토피성 피부염과 같은 질환의 예방과 치료에 도움을 주는 것으로 나타나고 있다.⁷⁾

다섬유 양말의 품질 만족도에 관한 소비자 실태 연구에서는 다섬유 양말이 실용성이 강한 것으로 나타났다. 하지만 아직까지는 한지다 섬유 제품의 생산 업체가 브랜드력이 없는 중소기업이므로 대량의 생산체제가 이루어지고 있지 않고 디자인력이 약하여 사이즈에 대한 불만, 디자인의 적합 부족, 촉감 등이 문제점으로 대두 되었다. 실용화를 위한 지속적인 공정 개발과 다양한 용도의 제품 개발이 이루어진다면 국내 친환경 섬유산업의 활성화 계기를 마련해 줄 것으로 예상된다.⁸⁾

다섬유사의 풋감촉에 의한 한지 소재의 역학적 특성 및 촉감 변화에 대한 연구에서 풋감촉 염색 한지 소재는 염색을 행하지 않은 소재에 비하여 소재가 단단하고 뻣뻣하게 변화되면서 내구력이 향상 되었다고 하였으며 황토 염색 한지의 색상은 4.4YR-YR, 황토 농도, 염색온도, 염색 시간 및 조제 첨가에 의한 염착량의 증가를 보이고 있다고 보고되었다.⁹⁾

차가버섯에서 추출된 염액 및 황토, 치자를 이용한 염색성에 관한 연구는 차가버섯 추출 색소로 다섬유 혼방 직물을 염색하고 차가버섯 추출 색소의 농도, 염색 시간, 염색 온도, pH 등의 염색 조건과 매염 등에 따른 염착성을 고찰하고 각종 견뢰도, 항균성 등을 검토하여 친환경적이고 인체에 쾌적한 섬유의 개발 가능성을 시사하였다.¹⁰⁾

다섬유를 이용한 디자인에 대한 연구에는 임베딩(Embedding) 및 페이퍼 캐스팅 기법(Paper Casting Technique) 등 다양한 예술 기법과 우리나라의 전통성을 응용하여 한지의 아름다움을 나타낸 연구¹¹⁾ 및 한지 패션 박람회를 통해 한지의 패션화 작업이 꾸준히 이어지고 있음을 알 수 있었으나, 인체에 무해한 고부가가치가 높은 천연 섬유 개발을 위해서 다

자인 및 섬유 자체가 가지고 있는 물리적 성질뿐 아니라 다섬유를 인체에 착용했을 때 인체 생리적 반응에 대한 연구도 필요하다.

소비자들의 환경과 자신의 인체에 대한 관심의 증가는 옷을 착용하였을 때 인체에서 어떠한 반응을 나타내는가의 관심이 고조되고 있다. 인체 착용시 반응에 대한 연구는 고가의 장비와 온 습도가 조절되는 인공 기후실이 필요하여 한지 뿐 아니라 다른 섬유에도 활발히 진행되고 있지 않다. 한지다 섬유 제품을 인체에 착용할 시에 나타나는 인체생리에 대한 연구는 거의 이루어지고 있지 않다. 이는 한지가 우리나라 고유의 섬유 제품이기 때문에 국외에는 행해지지 않았고, 국내에서도 섬유 자체가 가지고 있는 물리적 성질 및 한지를 이용한 디자인 연구, 한지의 염색성에 관한 연구만이 이루어져왔다. 그러므로 본 연구에서는 고부가가치 한지다 섬유 패션 의류 제품을 개발하기 위한 연구 방법의 하나로 다섬유를 이용한 제품이 인체에 미치는 생리적 영향에 대한 연구를 행하였다.

II. 연구방법

1. 피험자

피험자는 평균 연령 23세, 체중, 신장 및 체표면적의 평균치가 52.0kg, 160.9cm, 1.54m², body mass index가 20.07인 보통 체형의 건강한 성인 여성 5명이다. 각 피험자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다. 실험 중 피험자의 일주 리듬의 영향을 최소화하기 위하여 동일한 시간대인 오전 10시 부터 행했으며 생리 기간에 의한 피부온의 변화를 피하기 위해 생리 기간은 피하였다.

2. 환경조건 및 실험순서

실험기간은 2012년 3월 10일부터 예비 실험을 시작하였으며 본 실험은 2012년 11월 23일부터 2013년 1월 31일 까지 행하였다. 인공 기후실의 환경 조건은 온도 28±5℃, 상대습도 50±10%, 기류 0.2%으로 설정하여 실시하였다.

<Table 1> Physical Characteristics of Subjects

Subject	Age(year)	Weight(kg)	Height(cm)	Body Surface Area*(m ²)	B.M.I**(kg/m ²)
K Y	22	48.0	164.0	1.51	17.85
L W	21	48.0	155.0	1.45	19.98
L L	25	52.0	163.5	1.57	19.33
P C	24	57.0	164.0	1.63	21.20
H L	24	55.0	158.0	1.56	22.03
Mean	23	52.0	160.9	1.54	20.07

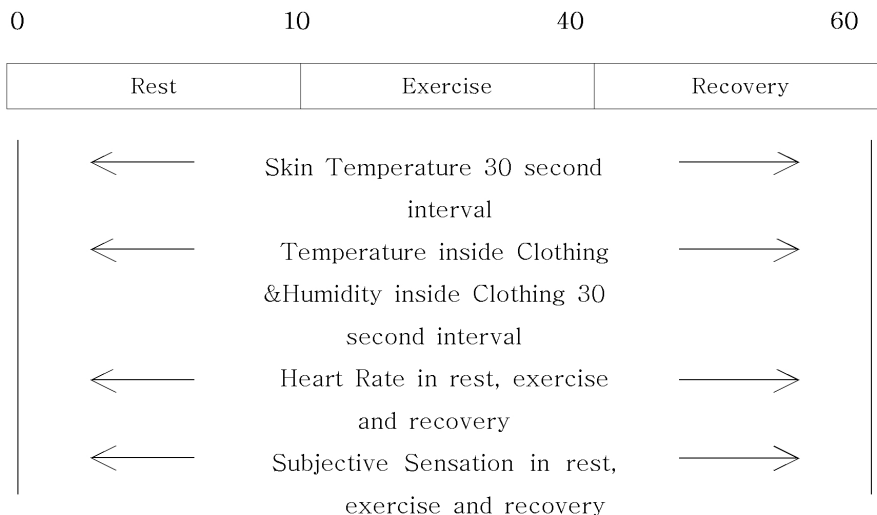
** Body Mass Index = Weight/Height² * Body Surface Area* = Weight^{0.425} × Height^{0.725} × 72.46

피험자는 실험복으로 갈아입고 의자에 앉은 자세로 20분 간의 안정기를 거친 후 측정한다. 각 항목의 측정은 운동전 10분, 운동기 30분, 운동 후 휴식기 20분으로 총 60분 간 측정한다. 운동은 corival ergometer를 사용하여 운동강도 2.0 watt와 50.0 rpm의 회전 속도로 30 분간 실시한다. 실험 순서는 <Fig. 1>과 같다.

3. 측정항목

① 측정항목은 피부온, 의복 내 온도 및 습도, 주관적 감각 평가이다. 피부온은 써미스터 센서(Technol Seven, 731-0)를 사용하여 이마, 가슴, 전완, 대퇴, 하

퇴, 등, 발 부위를 측정하여 Dubois의 체표면 안분 비율법에 의한 계산식을 이용하여 평균 피부온을 산출한다. ② 의복내 온도 및 습도는 의복 내 온습도 전용 센서(DAKARA Co.)를 가슴부위에 부착하여 측정하였다. 피부온과 의복내 온도 및 습도는 30초 간격으로 측정한다. ③ 온열감, 습윤감, 쾌적감의 주관적 감각 평가 3 항목은 일본 공조위생공학회 온·냉감소 위원회 시안을 참조¹²⁾하여 온열감은 9단계, 습윤감은 7단계, 쾌적감은 4단계로 평가하였다. 주관적 감각 평가는 운동전, 운동 직후, 안정기로 나누어 질문 하였다.



<Fig. 1> Experiment Process

<Table 2> The Scales of Subjective Sensation

Thermal sensation	Wet sensation	Comfort sensation
1. Very hot	1. Very wet	1. Comfortable
2. Hot	2. Wet	2. Slightly comfortable
3. Slightly warm	3. Little wet	3. Uncomfortable
4. Warm.	4. Not both	4. Very uncomfortable
5. Not both	5. Little dry	
6. Slightly cool.	6. Dry	
7. Cool.	7. Very dry	
8. Cold		
9. Very cold.		

4. 실험복 제작

실험복 I 은 닥 섬유로 제작된 상의, 하의, 양말로 구성하였고 실험복 II 는 면 섬유로 제작된 상의, 하의와 면 양말로 구성되었다. 본 실험에 사용한 닥섬유는 국내에서 수확된 닥나무 원료에서 제작된 닥 펄프를 이용하여 제작된 것으로 주) 닥센에서 제작한 것이며 면섬유는 닥섬유와 밀도, 두께, 섬도, 조직 구성이 같은 것으로 정하였다. 속옷으로는 브래지어와 팬티를 착용하였고 실험복은 상의 및 하의의 원형을 작성한 후에 V 네크라인, 타이트 긴소매, 긴 바지 모양의 실험복을 제작한다.¹³⁾ 소재의 기본 특성은 <Table 3>에 나타낸 것과 같다.

5. 결과 분석

각 측정 항목의 결과는 피험자 5명의 평균치 및 표준 오차를 산출한 것이다. 닥섬유와 면섬유의 실험복의 차이를 검토하기 위한 통계분석은 SPSS 통계 분석 시스템에 의한 이원 배치 분산 분석에 의하여 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 각 부위의 피부온

<Fig 2, 3>은 닥섬유와 면섬유의 이마, 가슴, 전완, 대퇴, 하퇴, 등, 발 부위의 피부온을 측정한 것이다. 안정기에서 면섬유와 닥섬유 이마의 평균 피부온은 34.6℃, 34.4℃이며 가슴은 34.2℃, 34.3℃, 전완은 34.1℃, 33.8℃, 대퇴는 31.8℃, 31.5℃, 하퇴는 31.3℃, 31.3℃, 등 부위는 35.1℃, 34.6℃, 발은 31.3℃, 29.7℃로 닥섬유가 면섬유 보다 낮은 경향을 나타내며 발 부분에서는 다른 부위보다 그 차가 크게 나타났으며 전완, 등, 발부위에서 0.1%, 대퇴부위에서는 1.0% 유의 수준에서 차이를 나타냈다.

운동기에서 면섬유와 닥섬유 이마의 평균 피부온은 34.1℃, 34.7℃이며, 가슴은 34.5℃, 34.0℃, 전완은 33.1℃, 32.6℃, 대퇴는 32.2℃, 31.9℃, 하퇴는 31.6℃, 31.0℃, 등 부위는 34.8℃, 34.3℃, 발은 32.7℃, 31.4℃로 모든 부위에서 0.1% 유의 수준에서 닥섬유와 면섬유의 차이가 나타났으며 이마를 제외하고 모든 부

<Table 3> Physical Properties of Clothes Material

Type	I	II
properties		
Materials	Dox50% +Acetate50%	Cotton 100%
Structure	plain	plain
Density(/inch)	77.2×71.2	71.4×70.8
Weight(g/10cm×10cm)	1.13	1.32
Thickness(mm)	0.27	0.28
Moisture regain(%)	10.6	5.7

위에서 닥섬유가 면섬유 보다 낮게 나타났다.

회복기에서 면섬유와 닥섬유 이마의 평균 피부온은 34.2℃, 34.1℃이며 가슴은 34.6℃, 33.6℃, 전완은 33.8℃, 33.1℃, 대퇴는 32.5℃, 33.1℃ 하퇴는 31.6℃, 31.0℃, 등부위는 34.4℃, 34.5℃, 발은 34.2℃, 34.1℃로 이마와 발 부위에서는 유의차가 나타나지 않았으나, 가슴, 전완, 대퇴, 등 부위에서는 0.1%, 유의 수준에서 하퇴부위에서는 1.0% 유의수준에서 닥섬유와 면섬유의 차이가 나타났으며 닥섬유가 면섬유 보다 낮게 나타났다.

각 부위의 피부온 중 안정기, 운동기, 회복기에서 닥섬유와 면섬유가 0.1% 수준에서 차이가 나타난 부위는 전완, 등 부위이며 운동기, 회복기에서만 볼 때 가슴, 전완, 대퇴, 하퇴, 등부위에서 0.1, 1.0% 수준에서 닥섬유가 면섬유보다 낮게 나타났으나 회복기의 대퇴 부위와 운동기에서 이마 부위에서 닥섬유가 높게 나타났다.

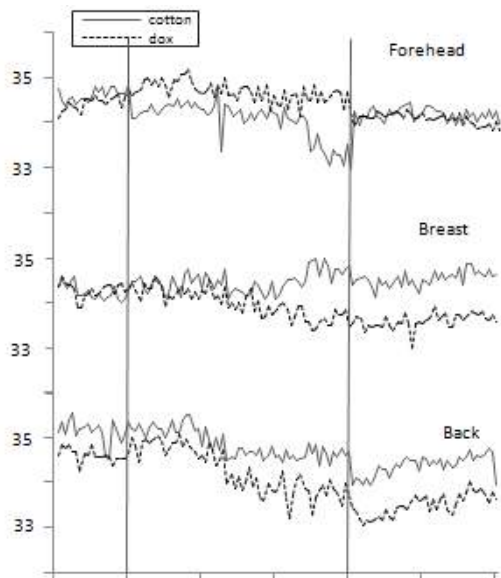
이마의 피부온은 다른 부위에 비교하여 온도가 높으며 그 변화가 적은 것으로 나타났다. 이는 심부에 해당

하는 뇌의 온도 영향을 많이 받기 때문에 발한이나 혈류량의 변화에도 불구하고 높게 유지하는 것이라고 하는 임순, 정명희¹⁴⁾, 이아람¹⁵⁾의 연구결과와 일치한다.

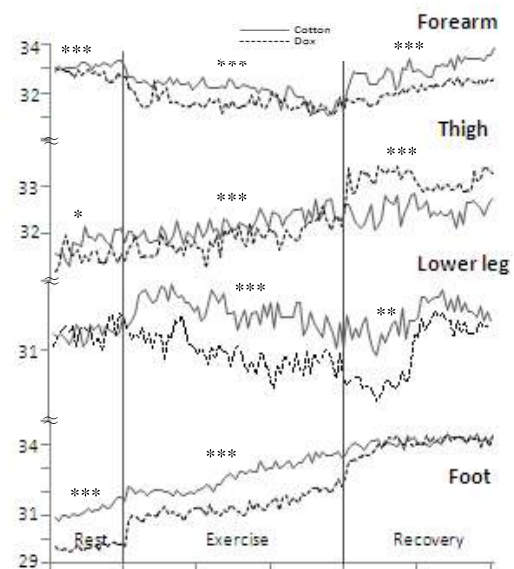
또한, Nakayama 외¹⁶⁾의 연구에서는 운동 초기에는 피부온이 하강하는 경향을 나타나고 있는데 이는 발한으로 인한 피부의 증발에 의해 나타나는 피부온이 아니라 운동시, 근육의 비열적 자극에 의한 반사로 인해 혈관이 수축하여 일어난 현상이라고 하였다. 본 연구에서도 대퇴부와 발 부위를 제외하고는 피부온이 하강하는 경향을 나타나고 있어 이원자 외¹⁷⁾의 연구와 일치하고 있다.

그러나, 대퇴부와 발 부위는 다른 부위와 달리 안정기, 운동기, 회복기로 오면서 상승하는 경향을 나타내고 있는데 이는 운동시에 근육 활동으로 인해 산열량이 늘어나고 우리 몸은 혈관 확대를 통하여 피부온이 상승하는 것으로 대퇴부와 발부위의 온도 상승은 이것이 원인이라고 사료 된다.

주동엽 외¹⁸⁾의 연구에 의하면 대퇴부는 운동개시 후 15분~20분과 회복기 전 구간에서 안정시 피부온



<Fig. 2> Skin Temperature of Forehead, Breast, Back



<Fig. 3> Skin Temperature of Forearm, Thigh, Lower leg, Foot

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

보다 높게 나타났으며 발 등의 측정결과에서는 운동 개시 후 회복기까지 안정시의 피부온 보다 지속적인 상승을 보였다고 하였으며 김구¹⁹⁾의 연구에 의하면 30℃에서 운동시, 대퇴부 피부온이 상승하며 운동에 의해 상승된 온도는 운동이 끝난 뒤에도 계속 상승하는 것으로 보고되었다. 본 연구에서도 다른 부위와 달리 대퇴부의 피부온은 운동시를 지나 회복기에도 계속 상승하는 경향을 나타냈는데 이 결과는 위의 연구자와 일치하였다.

김현식, 최정화²⁰⁾의 연구에 의하면 운동 강도별에 따른 피부온의 변화에서 저강도와 중강도의 운동 결과에서 비교하여 볼 때 발등에서는 운동의 강도와 관계없이 상승을 보였다고 보고하였다. 이와 같이 발등 부위의 피부온이 높게 나타난 것은 혈액이 주로 하지 쪽으로 순환된 점과 발 부위가 양말로 피복되었기 때문으로 사료된다.

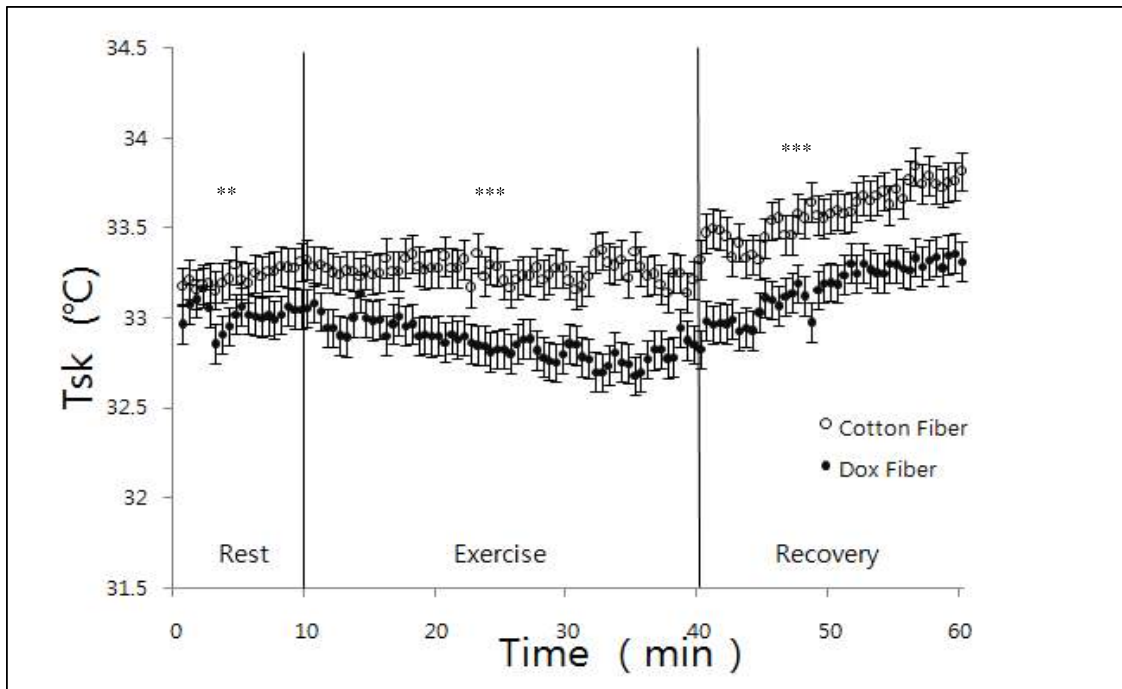
이상의 부위별 피부온을 요약하면 이마, 가슴, 등, 전완, 하퇴부위는 운동시에는 낮아졌다가 회복기에는

상승하는 경향을 나타냈으나, 대퇴부, 발 부위는 운동기를 지나 회복기에도 상승하는 경향을 나타내고 있다.

2. 평균 피부온

운동 전, 운동 후, 안정기로 나누어 탁섬유와 면섬유에 대해 각 피험자의 평균 피부온의 차이를 분석한 결과가 <Fig. 4>이다. 탁섬유 운동복과 면섬유 간에 유의한 차이($p < 0.01$, $p < 0.001$)가 나타났다. 평균 수치는 탁섬유와 면섬유의 운동복은 안정시에는 약 33.0℃와 33.3℃, 운동기에는 32.8℃와 33.3℃, 회복기에는 약 33.2℃와 33.6℃를 나타냈으며 탁섬유가 면섬유 보다 낮게 나타났다.

Nakayama 외²¹⁾의 연구에 의하면 피부온은 운동 강도에 비례하여 감소하며 그것은 발한을 일으키지 않는 가벼운 정적 운동에서도 일어남을 확인하였고 운동에 의한 피부 혈관 수축이 피부온 감소의 원인임을 시사하였다. 鳥井正史²²⁾의 연구에 의하면 운동



<Fig. 4> Mean Skin Temperature (Mean ± Standard Error)

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

시의 피부온 감소는 운동 강도와 깊은 관계가 있음을 나타냈다. 운동량 부가에 따른 피부온의 변화를 검토한 결과 피부온의 반응은 피부 혈관 반응의 특징을 반영하는 것으로 운동 강도가 클수록 피부 혈관 수축역은 말초에서부터 체간부로 확대된다. 본 연구에서도 평균 피부온은 운동 중에는 감소, 운동 후 회복기에는 상승하는 경향을 나타내고 있어 위의 연구와 일치함을 나타냈다. 즉, 운동량이 증가함에 따라 체내의 열적 스트레스를 해소하기 위하여 발현하는 땀에 의한 방열과 피부 혈관 수축이 피부온의 감소 원인으로 추측되며 휴식기에서의 피부온 상승은 운동중의 정신적 긴장과 근육의 수축, 연속적인 말초 혈관 수축으로부터의 해소에 따른 혈류량의 증가에 의한 결과라고 보여진다.

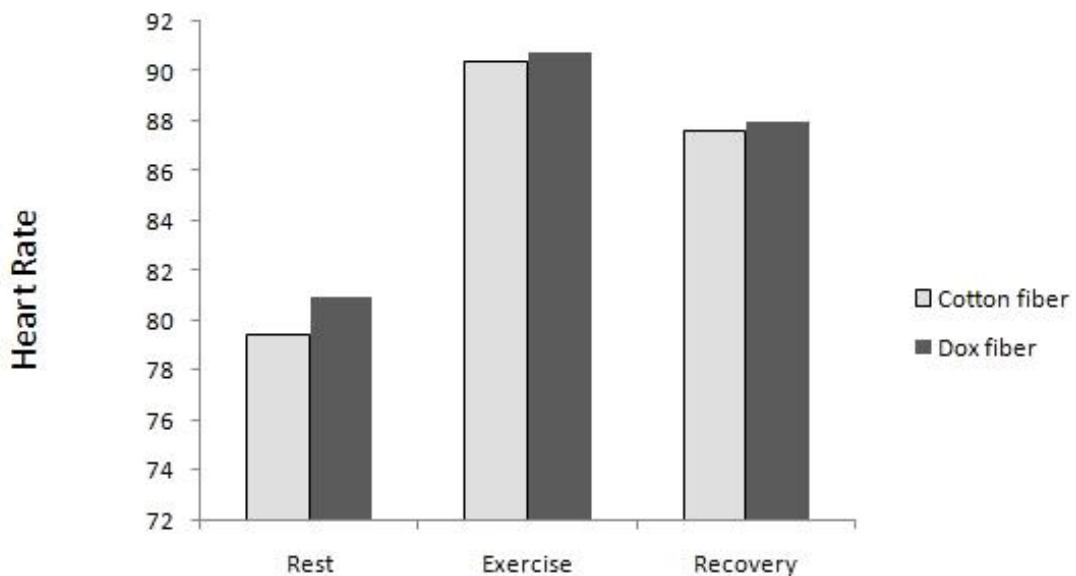
3. 심박수

〈Fig. 5〉는 심박수의 결과이다. 닥섬유 운동복과 면섬유 운동복 간에는 운동기에만 유의한 차이를 나타내었으며 전체적으로 닥섬유 운동복이 면섬유 운동복보다 약간 높은 수치를 나타냈으나 섬유간 유의적인 관계를 나타내지는 않았다. 평균 수치는 닥섬유

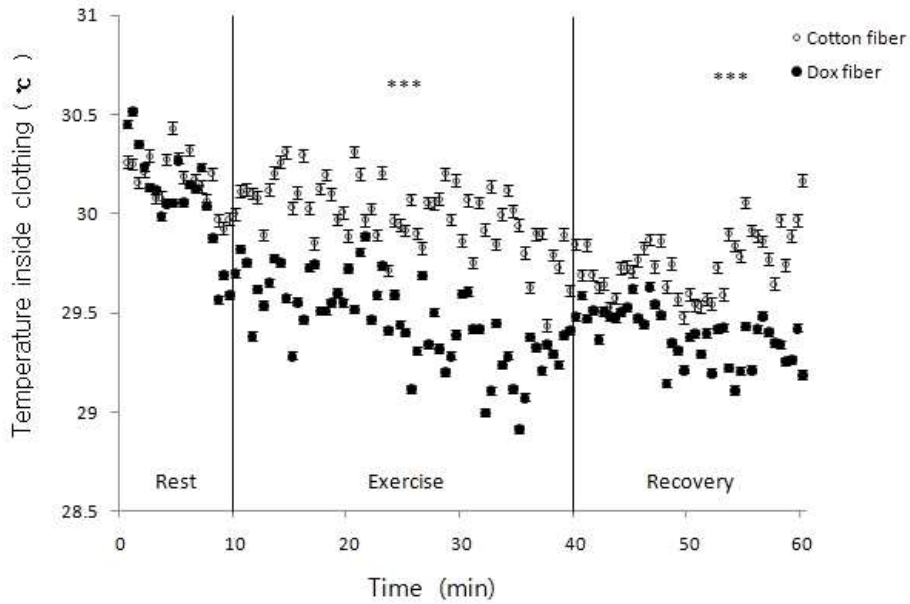
와 면섬유 운동복 각각 안정기에는 79/분과 81/분으로 안정된 수치를 보였으며 운동기에는 운동 시작 직후 증가를 보이며 평균치는 90회/분과 91회/분을 회복기의 평균치는 88/분과 88/분을 나타내었다. 운동시 심박수의 증가는 운동 강도와 정적 자세에서 동적 자세로 이동하면서 나타난 자율신경에 따른 혈류량의 변화와 긴장에 의해 영향을 받으며 말초 피부 혈관 수축과 체내 혈관 확장으로 인한 1회 심장 방출량의 증가에 따른 결과라고 사료된다. 윤성덕²³⁾, 서한교 외²⁴⁾의 연구자에 의하면 운동시작 직후에는 심박수가 상승하며 운동이 끝나면 하락하여 평상시의 수준으로 회복된다고 보고하고 있다. 이 결과는 본 연구 결과에서 보여준 안정기에는 안정된 수치를 보이다가 운동기에는 증가를 보이고 회복기에는 차차 안정기로 돌아가는 결과와 일치한다.

4. 의복내 온도

〈Fig. 6〉은 의복내 온도의 결과이다. 닥섬유 운동복과 면섬유 운동복 간에 운동기, 회복기에서 유의한 차이($p < 0.001$)을 나타냈으며 면섬유 운동복이 닥섬유 운동복보다 높은 수치를 나타냈다. 평균 수치는



〈Fig. 5〉 Comparison of heart rate in rest, exercise and recovery



<Fig. 6> Temperature inside Clothing

(Mean ± Standard Error) *** $p < 0.001$

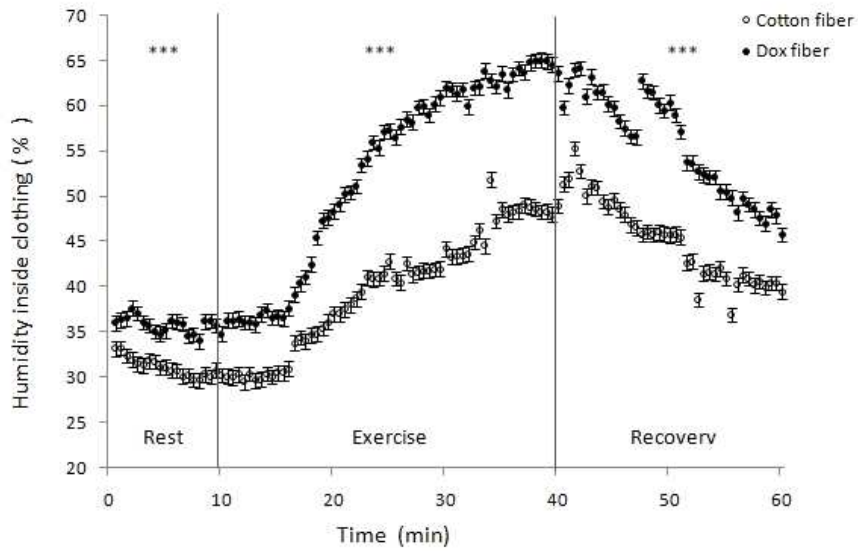
면섬유와 닥섬유 운동복이 각각 안정기에는 약 30.5°C, 30.1°C, 운동기에는 약 30.0°C와 29.5°C, 회복기에는 약 29.8°C와 29.4°C를 나타냈다. 시간 경과에 따른 변화는 닥섬유 운동복, 면섬유 운동복 모두 동일한 변화로, 평균 피부온의 결과와 비슷한 경향을 보였다.

의복 내 기후는 피부와 의복사이에 형성된 미세기후로서 菊次初子, 岩本佳子²⁵⁾의 연구자에 의하면 의복 내 온도와 평균 피부온은 매우 높은 상관 관계를 유지하며 Yuka Hirabayashi 외²⁶⁾의 연구자에 의하면 의복내 온도에 영향을 미치는 직접적인 요소로 환경 조건과 피부온을 지적하였다. 하지원, 김희은²⁷⁾의 연구자에 의하면 인체의 움직임에 의해 인체와 의복사이의 공기가 밖으로 내보내지면서 의복내의 따뜻한 공기와 외부의 찬 공기사이의 교환이 일어나 의복내 온도가 하강하는 것으로 보인다고 발표하였는데, 본 연구에서도 운동시 의복 내 온도가 하강하는 경향을 나타내고 있어 위의 연구와 일치하였다.

5. 의복내 습도

<Fig. 7>은 의복내 습도의 결과이다. 닥섬유 운동복과 면섬유 운동복 간에 안정기, 운동기, 회복기 모두 유의한 차이($p < 0.001$)를 나타냈으며 닥섬유 운동복이 면섬유 운동복보다 높은 수치를 나타냈다. 평균 수치는 면섬유와 닥섬유 운동복이 각각 안정기에는 31.1%와 35.8%, 운동기에는 40.0%와 53.0% 회복기에는 45.0%와 55.1%를 나타냈다. 의복내 습도는 의복내 온도 결과와 반대 경향을 나타냈으며 닥섬유 운동복과 면섬유 운동복 간에 동일한 변화를 보였다.

시간 경과에 따른 의복내 습도의 변화는 운동시 잘 나타나고 있는데 운동 중 급격하게 의복내 습도가 증가하다가 회복시에 안정기의 상태로 돌아가며, 시간이 경과함에 따라 운동기에 30.0% 이상이 의복내 습도의 증가 경향을 보이다가 회복기에는 감소하는 경향을 나타낸다고 강미정 외²⁸⁾의 연구자에 의해 보고되었는데 본 연구에서도 운동시는 안정기 보다 30.0% 이상의 의복내 습도가 상승하는 경향을 나타내고 있어 위의 연구 결과와 일치함을 나타내고 있



〈Fig. 7〉 Humidity inside Clothing
(Mean ± Standard Error) *** $p < 0.001$

다. 이 현상은 면섬유 보다는 닥섬유에서 뚜렷하게 나타나고 있는데 닥섬유가 면섬유보다 소재의 물리적 특성 중 흡수성에서 닥섬유의 흡수율이 높게 나타난 것을 감안하면 의복내 수증기량의 흡수율과 외부로 부터의 방출량은 닥섬유가 면섬유 보다 높을 가능성을 시사하고 있으며 이 결과는 박신정 외²⁹⁾의 연구자의 결과와 일치한다.

6. 주관적 평가

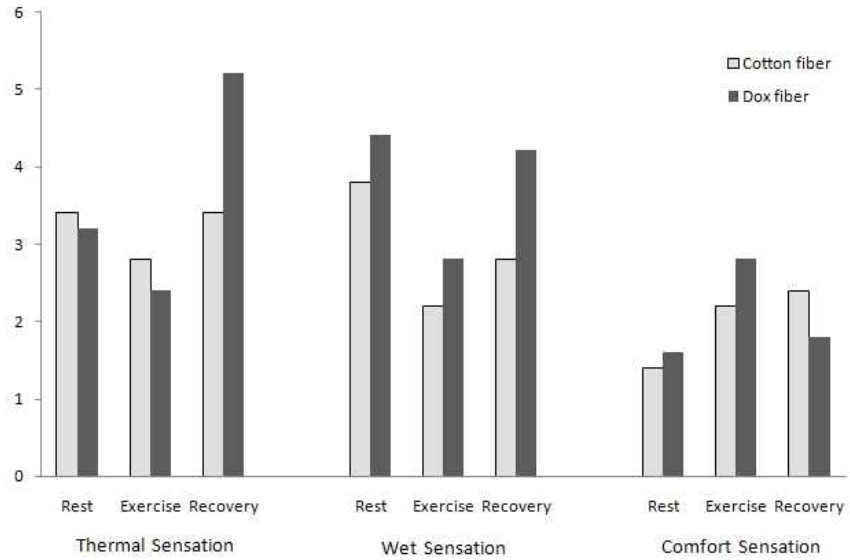
〈Fig. 8, 9〉는 운동복과 양말의 주관적 감각평가인 온열감, 습윤감, 쾌적감의 결과이다. 인체는 운동과 함께 체온이 상승하며 열적 스트레스를 최소화하기 위하여 발한 현상이 일어나고 이는 수분 증발에 의한 체열 방산으로 피부온은 감소하는 인체 리듬에 따라 형성된다. 인체와 의복사이의 의복내 기후조건은 덥다, 상쾌하다, 축축하다 등의 온냉감과 습윤감에 깊이 관계하며 착의 시 쾌적성을 판단하는 중요한 요인이 된다.³⁰⁾

운동복의 온열감은 닥섬유와 면섬유에서 각각 안정기에는 3.4, 3.2로 조금 따뜻하다와 따뜻하다 사이

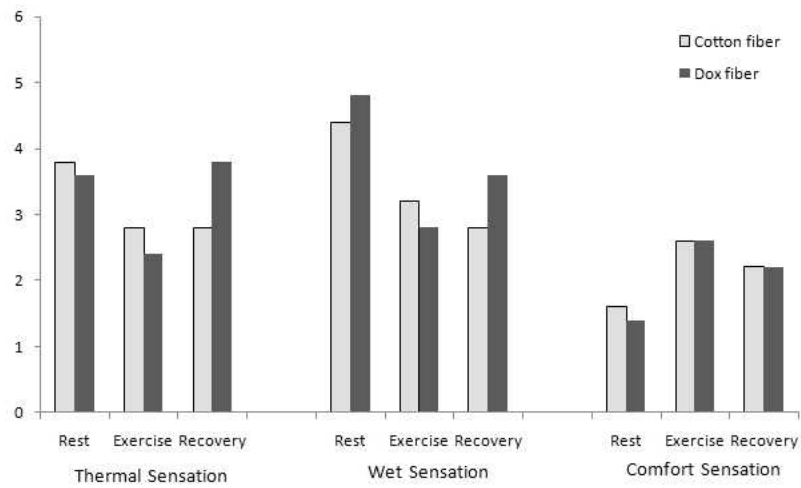
로 나타났다. 운동기에는 면섬유와 닥섬유 모두 조금 따뜻하다로 나타났으며, 회복기에는 면섬유는 3.4, 닥섬유는 5.2로 면섬유는 조금 따뜻하다하였으나 닥섬유는 어느 쪽도 아니다로 나타났다.

습윤감은 닥섬유와 면섬유 각각 안정기에는 모두 어느 쪽도 아니다, 운동기에는 축축하다와 조금 축축하다로 나타났으며 회복기에는 면섬유는 2.8로 축축하다로 나타났지만 닥섬유는 4.2로 아무 쪽도 아니다로 나타났다. 쾌적감에서는 닥섬유와 면섬유 간에 거의 유사한 경향을 나타내었는데 안정기에는 조금 쾌적, 운동기에는 모두 불쾌, 회복기에는 닥섬유와 면섬유 운동복 각각 불쾌와 쾌적으로 나타났다.

양말에서의 온열감은 안정기, 운동기에는 크게 차이가 나지 않았으나 회복기에는 면 양말은 2.8인데 비해 닥양말은 3.6으로 나타나고 있어 면양말은 조금 따뜻하다이지만 닥양말은 따뜻하다로 나타나고 있다. 습윤감에서도 안정기, 운동기에서는 크게 차이가 나지 않았으나 회복기에서의 닥양말은 3.6으로 조금 축축하다와 어느 쪽도 아니다와 중간 상태인 반면 면양말은 2.8로 축축하다와 조금 축축하다의 사이로 나타



<Fig. 8> Subjective Sensation of Clothes



<Fig. 9> Subjective Sensation of Socks

나고 있다. 쾌적감에서는 면양말과 닥양말의 차이는 크게 나타나지 않았다.

이상의 결과를 볼 때, 실험복에서 습윤감은 닥섬유와 면섬유 각각에서 안정기에는 모두 어느 쪽도

아니다. 운동기에는 축축하다와 조금 축축하다로 나타났다으며 회복기에는 면섬유는 2.8로 축축하다로 나타났다지만 닥섬유는 4.2로 아무 쪽도 아니다로 나타났으며 닥섬유 양말이 면섬유의 양말보다 회복기에서

촉촉하지 않은 것으로 나타나고 있어 운동복, 양말 모두 닥섬유 제품이 면섬유 보다는 촉촉하지 않은 것으로 나타나고 있어 닥섬유가 운동시에서 회복기에 이르렀을 때의 땀 또는 열적인 불쾌감을 다소 감소시킬 수 있는 것으로 사료된다.

IV. 결론 및 제언

소비자들의 환경과 인체에 대한 관심의 증가는 새로운 천연섬유의 개발로 이어지고 있다. 그럼으로, 본 연구에서는 고부가가치 한지닥 섬유 패션 의류 제품을 개발하기 위한 연구 방법의 하나로 닥섬유를 이용한 제품이 인체에 미치는 생리 반응 및 주관적 감각 평가를 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 이마, 가슴, 등, 전완, 하퇴부위는 운동시에는 낮아졌다가 회복기에는 상승하는 경향을 나타냈으나, 대퇴부, 발부위는 운동기를 지나 회복기에도 상승하는 경향을 나타내고 있다.

2. 평균 피부온은 닥섬유와 면섬유 운동복 간에 차이($p < 0.01$, $p < 0.001$)가 나타났으며 면섬유 운동복 착용시가 닥섬유 운동복 착용시보다 높은 수치를 나타냈다. 시간의 경과에 따른 변화는 안정기에는 일정한 수치를 유지하다가 운동과 함께 감소하고 회복기에는 다시 증가하였다.

3. 심박수는 시간 경과에 따른 변화는 안정기에는 일정한 수치를 유지하다가 운동시작과 함께 급격하게 증가하였으며 운동 종료 후에는 급감 후, 일정한 수치를 나타냈다.

4. 의복내 온도는 닥섬유 운동복과 면섬유 운동복 간에 운동기, 회복기에 유의한 차이($p < 0.001$)가 나타났으며 면섬유 운동복이 닥섬유 운동복보다 높은 수치를 나타냈다. 시간 경과에 따른 변화는 면섬유 운동복과 닥섬유 운동복 모두 동일한 변화로 평균피부온과 비슷한 경향을 나타내었다.

5. 의복내 습도는 닥섬유 운동복과 면섬유 운동복 간에 안정기, 운동기, 회복기 유의한 차이($p < 0.001$)가 나타났으며 닥섬유 운동복이 면섬유 운동복보다 높은 수치를 나타냈다. 시간 경과에 따른 변화는 두 종류의 면섬유 운동복과 닥섬유 운동복 모두 안정기

에는 시간 경과에 따라 약간 감소하였다가 운동 시작에서 운동 종료 직전까지 증가하였고 회복기에 들어서면서 서서히 감소하였다.

6. 주관적 감각 평가에서 실험복에서 습윤감은 닥섬유와 면섬유 각각 안정기에는 모두 어느 쪽도 아니다. 운동기에는 촉촉하다와 조금 촉촉하다로 나타났으며 회복기에는 면섬유는 2.8로 촉촉하다로 나타났지만 닥섬유는 4.2로 아무 쪽도 아니다로 나타냈다. 또한, 닥섬유 양말이 면섬유의 양말보다는 촉촉하지 않은 것으로 나타나고 있다.

이상의 결과로부터 닥섬유 운동복과 면섬유 운동복 간에 나타난 수치적 차이를 통하여 닥섬유의 인체 생리 반응의 차이를 확인 하였다. 피부온, 의복내 온도 및 습도의 결과로부터 닥 섬유의 운동복을 착용하였을 경우가 운동시의 열적 스트레스를 다소 감소시킬 수 있다는 가능성을 예측할 수 있었다.

닥섬유 제품이 흡습성은 높게 나타났으나 닥섬유를 인체에 착용할 때 일반 섬유 제품보다 쾌적감을 증대시키기 위해서는 흡습성뿐만 아니라 흡습된 땀을 방출하는 객관적인 데이터의 분석이 필요한 과제로 남아 있다. 또한 한지 닥 섬유를 이용하여 양말, 넥타이, 청바지 원단, 니트 원단 및 홈패션, 유아용품 등 다양한 제품이 개발되고 있으나 닥섬유가 가지고 있는 흡습성 및 소취성 등이 요구되는 양말, 유아용품에 주력하는 것이 유용할 것으로 사료된다. 그러므로 본 연구를 시작으로 닥섬유에 대한 보다 구체적인 후속 연구를 통하여 닥섬유 소재의 인체 생리 반응 및 쾌적성에 미치는 영향에 대해 검토하여 보다 고부가가치 섬유 산업의 발전에 기여 할 수 있는 객관성 있고 유용한 데이터와 브랜드력을 강화시킨다면 친환경 섬유로서 우리나라를 대표할 수 있는 섬유가 될 것이다.

V. 참고문헌

- 1) "경쟁에 있어서 우리 잠재력 확신", 자료검색일 2013. 2. 7, <http://cafe.naver.com/psypower/146>
- 2) "우리나라 연도별 수출수입, 무역수지현황", 자료검색일 2013. 2. 7, <http://politicstory.tistory.com/775>
- 3) "중국 순수 천연소재 의류 서서히 인기 몰이", 자료검색일 2013. 2. 7, <http://www.chinapictorial.com.cn/kr/>

- se/txt/2008-12/15/content_169962.htm :
- “중국 인건비 올라간다고 중국을 포기해야 하는가?”, 자료검색일 2013. 2. 7, <http://blog.naver.com/stanza2?Redirect=Log&logNo=50102284529>
- 3) “건강-천연소재 기능성 의류 붐물”, 자료검색일 2013. 2. 6, <http://news.donga.com/3/all/20040906/8103667/1> ; “친환경 기능성 섬유 눈길”, 자료검색일 2013. 2. 6, http://www.mbn.co.kr/pages/news/newsView.php?news_seq_no=452946
林田 隆夫 (2004), エコロジ-, 環境保全, スーパー 繊維ほか, *日本繊維消費學會誌*, 45(2), pp. 31-41.
 - 4) 배현영 외 (2008), 식물 섬유의 특성에 관한 연구 - 어저귀, 쿼, 실유카, 신서란, 옥수수를 중심으로-, *한국의류학회지*, 32(4), pp. 598-607.
주정아, 심준영, 김현철 (2009), 닥섬유 양말제품에 대한 소비자 만족도 조사연구, *한국의류학회지*, 33(5), pp. 752-763.
 - 5) 김명섭, 정우영, 손희정 (2010), 친환경 닥섬유 펄프 자동화 및 닥 섬유사 제조기술, *한국섬유공학회지*, 14(2), pp. 78-85.
 - 6) 김현철, 김우영 (2009), 닥 인피섬유의 특성 및 제품화 개발동향, *섬유기술과 산업*, 13(1), pp. 13-20.
 - 7) 주정아, 심준영, 김현철, *op. cit.*, pp. 752-763.
 - 8) 김현철 외 (2006), 닥섬유 제품 및 기능성 평가, *염색가공*, 1(1), pp. 26-33.
 - 9) 김정은, 이해주, 조지현 (2003), 한지 패션소재 개발을 위한 실험적 연구 - 풋감 즙 염색에 의한 한지복합소재의 역학적 특성 및 촉감변화를 중심으로-, *한국공예논총*, 6(2), pp. 27-46.
 - 10) 김성희 (2010), 차가버섯 추출염액을 이용한 닥섬유 혼방직물의 염색성과 향균 효과, *한국의류학회지*, 34(3), pp. 472-479.
김애순 (2011), 치자를 이용한 한지의 염색성, *한국의류학회지*, 25(8), pp. 1493-1499.
김애순 (2010), 황토를 이용한 한지의 염색성, *한국의류학회지*, 24(5), pp. 619-627.
김애순 (2004), 율나무 추출액의 염색성, *한국염색가공학회지*, 16(6), pp. 16-22.
 - 11) 이승옥 (2005), 닥 섬유 수제지 의상 디자인에 관한 연구, *의상디자인학회지*, 7(3), pp. 307-315.
 - 12) 田村照子 (1994), *기초 피부 위생학*, 김은애, 박순자 역, 서울: 경춘사, p. 76.
 - 13) 임순 (2000), *인체와 패턴구성*, 서울: 청목문화사, pp. 143-264.
 - 14) 임순, 정명희 (2005), 비타민 E 소재의 인체생리반응 및 쾌적성 평가, *복식문화학회지*, 13(3), pp. 406-413.
 - 15) 이아람 (2009), 운동전후 피부온의 부위별 변화에 대한 서모그래피 분석, 경북대학교 대학원 석사학위논문, pp. 1-53.
 - 16) Nakayama, T., Y. Ohnuki and K. Niwa (1977), Fall in Skin Temperature during Exercise, *Jpn. J. Physiol.*, 27, pp. 423-437.
 - 17) 이원자, 박승순, 김은주 (1995), 에어로빅 운동시 의복 조건에 따른 인체생리반응과 의복기후에 관한 연구, *생활문화·예술*, 18(1), pp. 1-17.
 - 18) 주동엽, 김수근, 정동혁 (2003), 장기간의 중강도 유산소성 운동이 심부온과 피 부온에 미치는 영향, *한국스포츠리서치*, 14(5), pp. 77-90.
 - 19) 김구 (2001), 운동강도가 온열생리 및 신체구성성분에 미치는 영향, 조선대학교 대학원 박사학위 논문.
 - 20) 김현식, 최경화 (1987), Girdle 着用이 人體生理反應과 衣服氣候에 미치는 영향, *한국의류학회지*, 11(2), pp. 57-67.
 - 21) Nakayama, T., Y. Ohnuki and K. Niwa, *op. cit.*, p. 423.
 - 22) 鳥井正史, 山崎昌廣, 社司木隆(1987), Temperatureによるsubmaximal 自轉 車驅動時の 上肢皮膚溫의 觀察, *Jpn. J. Physiol.*, 6(1), pp. 23-24.
 - 23) 윤성덕 (2006), Isometric Weight Training이 심박수 및 혈압에 미치는 효과, *한국스포츠리서치*, 17(6), pp. 811-820.
 - 24) 서한교 외 (2004), 댄스스포츠와 걷기, 속보, 조깅의 에너지 소비량과 운동강도 비교 연구, *운동영양학회지*, 8(2), pp. 185-190.
 - 25) 菊次初子, 岩本佳子 (1975), 衣服氣候の人間工學的研究, *日本家政學會誌*, 26(3), pp. 191-196.
 - 26) Yuka Hirabayashi, et al. (2000), The study of phenomenon of heat loss and skin clinging of knitted fabric for active sportswear-part II: Effects on body temperature during exercise, *日本生理人類學會誌*, 5(1), pp. 23-30.
 - 27) 하지원, 김희은 (2011), 발한 및 피부온 분포를 적용한 흡한속건 T-shirts의 착용생리반응, *한국의류산업학회지*, 13(4), pp. 635-643.
 - 28) 강미정, 권영아, 김태규 (2007), 건강 쾌적 니트의류가 온열생리반응에 미치는 영향, *한국의류학회지*, 31(11), pp. 1645-1652.
 - 29) Shin-Jung Park, Hiromi Tokura, Mitsuo Sobajima (2006), Effects of Moisture Absorption of Clothing on Pitching Speed of Amateur Baseball Players in Hot Environmental Conditions, *Textile Research Journal*, 76(5), pp. 383-387.
 - 30) 元田隆司 (1995), 衣服の快適性感覺計測, *日本纖維製品消費科學會誌*, 36(1), pp. 24-30.
潮田 ひとみ, 中島利誠(1995), ぬれ感覺に及ぼす天然纖維布の影響, *日本纖維製品消費科學會誌*, 36(1), pp. 44-52.