

시판 태권도복의 기능성 증진을 위한 키토산 처리 효과

김선희 · 전미선[†] · 김혜수
김포대학 패션디자인학과

Effect of Chitosan Treatment for Improving Physical Properties of Taegwondo Uniform

Son-Hee Kim, Mi-Sun Joen[†] and Hae-Soo Kim

Dept. of Fashion Design, Kimpo College

(2009. 1. 28. 접수일 : 2009. 4. 21. 수정완료일 : 2009. 6. 24. 게재확정일)

Abstract

Taegwondo uniforms need powerful durability in fabrics against friction and shock because of higher exercising power. Therefore, in this study we developed more comfortable Taegwondo uniform for functional fabrics (deodorization rate, antibacterial activity and static charge). Chitosan is a deacetylated product of chitin, has widely been used in the biomedical sector, food industry, and textile industry. For the purpose of this study, we used the chitosan, which was congenial to the human body. Then, we compared the differences between the chitosan treated fabrics and non treated fabrics of Taegwondo uniform(100% polyester, 65% polyester/35% cotton). Chitosan was dissolved in 1% acetic acid. Also, the fabrics were washed using distilled water. Afterward, its treatment with chitosan was completed by padding the sample to its wet pick-up at $80\pm 5\%$ and by heating 150°C for 3 minutes. The chitosan treated Taegwondo uniform was improved on deodorization rate than non treated uniform. And the chitosan treated Taegwondo uniform was improved remarkably the antibacterial activity in all samples. In the further researches, the static charge was reduced in chitosan treatment uniform.

Key words: Taegwondo uniform(태권도복), chitosan(키토산), deodorization rate(탈취율), antibacterial activity(항균성), static charge(마찰 대전성).

I. 서론

태권도는 우리나라 고유 무도에서 유래된 것으로 1971년 국기로 지정된 후 1986년 서울 아시안게임에서 정식종목으로 채택되었다. 그리고 2000년 시드니 올림픽 공식 종목으로 채택된 세계 공식 스포츠로 현

재 160개국 약 5천만 명이 즐기고 있는 세계적인 스포츠이다¹⁾.

태권도는 손과 발을 이용하여 상대방의 공격을 막고 상대를 공격하는 한국 고유의 전통무예이다. 또한, 수련을 통해 심신을 단련하고 강인한 체력과 정확한 판단력을 길러주는 운동으로²⁾ 어린 아이의 성장 발육과 체력 증진에 큰 효과를 준다.

본 논문은 2009학년도 김포대학의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

[†] 교신저자 E-mail : utaka99@hanmail.net

1) 이경화, 김혜수, “태권도복의 표준치수 개발,” *한국의류학회지* 31권 11호 (2007), pp. 1530-1541.

태권도복 소재로 적합한 것은 태권도가 팔과 다리의 동작이 크고 에너지 소모가 많고³⁾ 격렬하기 때문에 마찰이나 충격에 강한 소재가 필요하며, 특히 쾌적한 운동을 위해 땀을 잘 흡수하여 불쾌감을 제거해 주고, 항균 및 보습 효과를 증진시켜 주는 기능성 소재가 적합하다.

시판되고 있는 태권도복 상·하 소재는 polyester 100%, polyester 65%/cotton 35%의 혼방직물⁴⁾ 등으로 주로 내구성이 좋은 폴리에스테르 섬유를 사용한다. 그러나 폴리에스테르 섬유는 흡습성이 좋지 않고 정전기 발생에 의한 오구부착이 심해 쾌적성과 위생성에 있어 나쁜 단점을 가지고 있다.

시판되고 있는 태권도복 소재의 문제점을 연구한 논문을 살펴보면 주로 위생성과 쾌적성 문제인데, 김숙진⁵⁾은 태권도복 소재의 생리적 적합성 문제에서 땀에 의한 변질, 낮은 흡수성에 대한 문제점을, 전영민 외⁶⁾는 태권도복의 땀 흡수, 방출이 나쁘고, 촉감이 나빠져 통풍성이 좋지 않다는 문제점을 주로 제시했다.

폴리에스테르 섬유의 위생 강화를 위해 여러 가지 가공을 하고 있지만 이러한 화학적 가공은 피부 질환과 환경 오염을 초래할 수 있을 것이다. 따라서 인간의 피부를 보호하고 땀 냄새 탈취, 항균 및 마찰 대전성을 함유한 위생적인 태권도복의 개발은 중요하며, 특히 환경을 보호할 수 있는 친환경 가공 소재 연구는 절실히 필요하다고 생각된다.

키티는 게, 새우, 가재 등 갑각류 껍질인 glucosamine의 β -1,4다당류체로서 셀룰로오즈 다음으로 많은 천연고분자이며, 분자내에 아민기를 다량 함유

한 폴리아민계 고분자 화합물로 천연염료와 유사한 염착성을 가지고 있다⁷⁾. 키티산은 감성적인 측면을 만족하며 환경오염을 유발하지 않고, 폐수의 음이온성 현탁 입자를 흡착하여 분리시키므로 정화작용까지 하는 것⁸⁾으로 알려져 있으며, 또한 생분해성과 생체 적합성이 우수하며 항균, 탈취 및 보습 효과를 발현시킬 수 있는 것⁹⁾으로 알려져 있다.

그러므로 여러 가지 우수한 성질을 가지고 있는 키티산을 섬유에 가공 처리한다면 폴리에스테르 섬유의 단점인 수분율을 향상시켜 촉감의 개선과 항균 및 위생, 탈취 등 여러 가지 물리적 특성 변화를 기대할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 태권도복의 환경친화적 고기능성 소재의 개발을 위해 현재 시판되고 있는 태권도복 소재인 polyester 100%, polyester 65%/cotton 35%를 사용하여 키티산을 처리한 후 땀에 의한 악취 탈취와 항균성 및 마찰 대전성 등 쾌적성과 위생성을 평가하여 태권도복의 친환경 고기능성 소재 개발을 검토하고자 하였다.

II. 실험

1. 시료 및 시약

1) 시료

직물 시료는 태권도복 제조 공인회사인 A사의 polyester 100%, polyester 65%/cotton 35% 직물을 제공 받아 사용하였으며, 특성은 <Table 1>과 같다.

- 2) 다음백과사전, “태권도,” [온라인 게시판] (2009년 4월 [2009년 4월 19일 검색]); available from World Wide Web @ <http://enc.daum.net/dic100/contents.do?query1=b22t2143b>
- 3) 김명주, 최정화, “태권도복 소재별 인체생리반응과 주관적 감각에 관한 연구,” *한국의류학회지* 28권 5호 (2004), pp. 582-590.
- 4) 이승훈, “한국적 이미지의 공인 태권도복 개량 방안,” *한국스포츠리서치* 17권 2호 (2006), pp. 767-778.
- 5) 김숙진, “태권도복에 관한 연구 (제1보) 태권도복의 착용실태를 중심으로,” *대한가정학회지* 25권 4호 (1987), pp. 19-32.
- 6) 전영민, 박정희, 최정화, “태권도복 소재의 성능 및 착용감의 개선을 위한 연구,” *한국의류학회지* 27권 1호 (2003), pp. 134-142.
- 7) 최인려, 전동원, 김종준, “키티산 사전처리가 면과 견직물의 소목염색에 미치는 영향-키티산의 분자량 변화에 따른 효과-,” *복식문화연구* 13권 4호 (2005), pp. 576-588.
- 8) R. A. A. Muzzarelli, *Chitin*, (Oxford, Pergamon Press, 1977), pp. 1-4.
- 9) 박인희, 배현숙, “텐셀 혼방 직물의 키티산 가공처리를 통한 감성 기능성 소재의 개발 (제2보)-물성변화-,” *한국의류학회지* 30권 11호 (2006), pp. 1572-1580, 재인용, R. J. Samuels, “Solid state characterization of the structure of chitosan films,” *Journal Polymer Science Physical Edition* (1981), pp. 1081-1105.

〈Table 1〉 Characteristics of the fabric samples

Fabric	Weave	Fabric count(threads/inch)		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)
		Warp	Weft		
Polyester(100%)	Twill	115	80	168	0.64
Polyester/cotton(65%/35%)	Twill	60	61	256	0.62

2) 시약

키토산은 (주) 키토라이프에서 제공 받아 사용하였으며, 그 특성은 〈Table 2〉와 같다.

2. 실험방법**1) 직물의 키토산 가공처리**

키토산 처리는 1% acetic acid 용액에 키토산을 24 시간 용해시킨 후 시료를 넣고 상온에서 1시간 이상 침지시킨 후 맹글에 통과시켜 weight pick up이 80±5%가 되도록 하였다. 키토산 처리포를 120℃에서 5분간 예비건조하고 150℃에서 3분간 열처리하였다.

2) 키토산 처리 직물과 미처리 직물의 물리적 특성분석**(1) 탈취성 측정**

키토산 처리포의 땀에 의한 악취 탈취율을 측정하기 위하여 가스검지관법으로 시험하였다. 직물 시료 10cm×10cm를 가스백 5L에 암모니아 가스 3L를 넣은 후 2 시간 경과 후 측정하였다.

$$\text{탈취율}(\%) = ((C_b - C_s) / C_b) \times 100$$

C_b: Blank, 2 시간 경과 후 시험가스 백 안에 남아 있는 시험가스의 농도.

〈Table 2〉 Characteristics of chitosan

Particle condition	Powder
Particle size	80 mesh
Degree of deacetylation	91%
Average molecular weight	32×10 ⁴
Moisture content	7.50%
Residue on ignition	0.13%

C_s: 시료, 2 시간 경과 후 시험가스 백 안에 남아 있는 시험가스의 농도.

(2) 항균성 측정

키토산 처리직물의 항균성을 알아보기 위하여 Shake flask method(KS K 0693: 2006)로 시험하였다. 시험의 공시균으로 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*, ATCC 6538)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae*, ATCC 4352)의 두 가지 균주를 사용하였다. 균 감소율은 미생물을 18시간 배양시켜 미처리 시료와 처리시료의 생균수를 측정하여 계산하였다.

$$\text{정균 감소율}(\%) = \frac{M_b - M_c}{M_b} \times 100$$

여기에서

M_a: 대조편의 접종 직후의 생균수(3검체의 평균값)

M_b: 대조편의 18시간 배양 후의 생균수(3검체의 평균 값)

M_c: 시험편의 18시간 배양 후의 생균수(3검체의 평균 값)

대조편: 시험편과 섬유의 종류 및 직물의 구조는 같으나, 항균 가공을 하지 않은 직물로 채취한 것을 의미

(3) 마찰 대전압: V

마찰 대전압 측정을 위해 Rotary static tester기를 사용하여 KS K 0555-B에 의거하여 실험하였다. 측정 온도 20±2℃, 40±2% RH 상태의 환경에서 시험편을 400 rpm으로 회전시키면서 면포와 모포를 마찰포로 사용하여 발생된 대전압을 측정하였다.

III. 결과 및 고찰**1. 키토산 처리 직물과 미처리 직물의 물리적 특성**

1) 탈취율

대기환경보전법상 냄새의 종류는 황화수소(hydrogen sulfide, H₂S), 메르캡탄류(mercaptan), 아민류(amine), 암모니아(ammonia, NH₃) 및 기타 자극성을 가진 기체상 물질로 분류하고 있으며, 인간의 후각을 자극해 불쾌감과 혐오감을 줄 때 이를 악취로 규정하고 있다. 이러한 악취는 땀이나 또는 곰팡이가 주원인으로 섬유에 부착되어 세균의 영양원이 되어 균의 증식을 증가시킬 수 있다. 따라서 이러한 악취 제거를 위한 탈취 소재의 개발은 중요하며 특히 피부 자극 및 독성이 없고 여러 번 세탁 후에도 탈취 효과가 계속되는 천연 소재 개발은 땀이 많이 나는 태권도용 소재에 더욱 더 필요하다고 생각된다.

〈Table 3〉은 키토산 처리 후의 polyester 100%와 polyester 65%/cotton 35%의 탈취율을 측정된 결과이다. 키토산 미처리 polyester 100%의 탈취율은 78%였으나 키토산 처리한 polyester 100%의 탈취율은 35.5%로 오히려 감소하였고, 키토산 미처리 cotton 35%/polyester 65%의 탈취율은 69.4%였으나, 키토산 처리 polyester 65%/cotton 35%의 탈취율은 93.5%로 매우 높게 측정되었다. 이는 키토산의 셀룰로오스 C-2위치의 OH기와 cotton에 함유되어 있는 OH기가 결합하여 높은 수소결합을 형성하기 때문에 polyester 100% 직물보다 polyester 65%/cotton 35% 혼방직물의 탈취율이 매우 높아진 것이라 생각된다. 또한, 탈취의 메카니즘은 냄새 물질을 다공질 물질의 표면에 물리적으로 흡착시켜 냄새를 없애는 방법¹⁰⁾으로 여기서는 키토산 분자의 아미노기가 세균을 흡착하여, 세포벽면의 음이온과 결합해서 세포벽내외의 물질 수송을 저지함으로써 악취가 탈취¹¹⁾되었다고 생각된다.

이상의 결과로 키토산 처리 polyester 100%는 암모

니아에 있어 미처리보다 탈취 효과가 낮은 것으로 나타났고, 키토산 처리 Polyester 65%/cotton 35%는 암모니아에 있어 우수한 탈취율을 갖고 있는 것으로 측정되었으며, 특히 땀에 의한 균의 침투로 악취에 노출되기 쉬운 태권도복의 의복 소재로서 우수한 고부가가치 소재가 될 수 있음을 알 수 있었다.

2) 항균성

시판되고 있는 태권도복 소재는 주로 격렬한 운동에도 장기간 사용할 수 있는 내구성이 강한 polyester 100%나 polyester/cotton의 혼방섬유를 사용한다. 이것은 내구성과 강도가 높은 반면 흡수성이 적어 운동 시 분비되는 땀을 흡수하기 힘들고 미생물 번식과 악취를 유발시킬 수 있다. 따라서 태권도복 소재로 미생물 번식을 억제하고 위생성과 쾌적성을 향상시킬 수 있으며, 인체에 무해하고 피부 자극성이 적은 천연 항균성 소재의 개발은 중요하다고 생각된다.

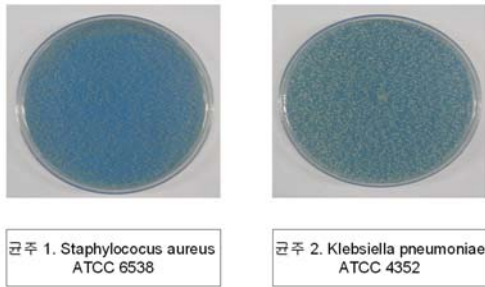
천연 소재인 키토산은 생분해성이며 항균성이 뛰어난 천연 항균 소재로 키토산의 분자 중 아미노기(-NH₂)기는 미생물의 음이온성 분자들과 결합하여 미생물의 생합성을 저하시키고 증식을 억제시키는 능력¹²⁾이 탁월한 것으로 알려져 있다.

〈Table 4〉는 키토산 처리 후의 polyester 100%와 polyester 65%/cotton 35%의 항균성을 측정된 것으로 모두 5회 세탁 후의 항균성 결과이다. 〈Fig. 1〉은 항균성 측정을 위해 사용된 공시균주 사진이며, 〈Fig. 2〉는 polyester 100%의 항균성을 측정된 결과의 사진이다. 그리고 〈Fig. 3〉은 polyester 65%/cotton 35%의 항균성을 측정된 결과의 사진이다. 키토산을 처리한 직물 polyester 100%, polyester 65%/cotton 35% 모두에서 항균성이 99.9%로 측정되었는데, 황색포도상 구균(*Staphylococcus aureus*)의 정균 감소율이 99.9%의 나타났고, 폐렴간균(*Klebsiella pneumoniae*)에 대해서도 정균 감소율이 99.9%로 키토산 처리가 우수한 항균 효과를 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 이는 polyester 100%와 polyester 65%/cotton 35%의 섬유 표면에 흡착된 키토산 분자의 아미노기가 세균을 흡착하여 세포균을 억제했거나 세포균을 사멸시켰기 때문이라 생각된다.

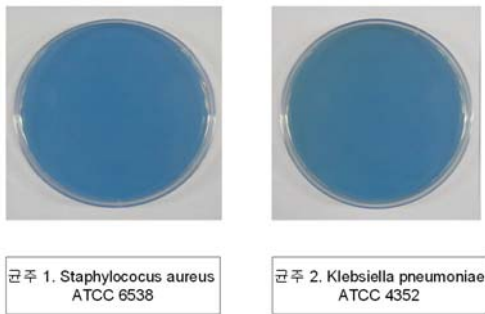
〈Table 3〉 Effect of chitosan treatment and none chitosan treatment on deodorization rate of the fabrics

Fabric	None	Chitosan
Polyester(100%)	78%	35.5%
Polyester/cotton(65%/35%)	69.4%	93.5%

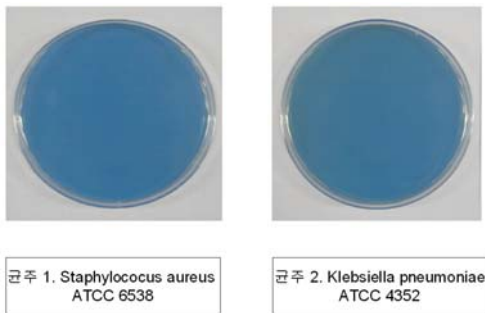
10) 한국원사직물연구원, *탈취섬유의 개발과 장래*, (섬유정보, 1997), p. 172.
 11) 이승용, “항균 및 방취가공기술의 현황과 전망,” *한국염색가공학회지* 9권 2호 (1997), p. 66.
 12) 신윤숙, 민경혜, “키토산을 이용한 면직물의 항균가공,” *한국섬유공학회지* 33권 6호 (1996), pp. 487-491.



<Fig. 1> Public bacteria for antibacterial activity.



<Fig. 2> Effect of chitosan on antibacterial activity of polyester 100%.



<Fig. 3> Effect of chitosan on antibacterial activity of polyester 65%/cotton 35%.

이상의 결과로 키토산 처리포는 우수한 항균성을 갖고 있는 것으로 측정되었으며, 특히 땀에 의한 균

<Table 4> Effect of chitosan on antibacterial activity of the fabrics

Fabric	Reduction ratio of colonies (%)	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Polyester(100%)	99.9	99.9
Polyester/cotton(65%/35%)	99.9	99.9

의 침투가 쉬운 태권도복의 의복 소재로서 항균성이 우수한 고부가가치 소재임을 알 수 있었다.

3) 마찰 대전압

<Table 5>는 시판 태권도복의 키토산 미처리포와 키토산 처리포의 마찰 대전압을 실험한 결과이다. 마찰포 cotton/wool을 이용하여 마찰 대전압을 측정할 결과 키토산 미처리포의 폴리에스테르 100%의 대전압은 4800/4200으로 매우 높았으나, 키토산 처리 후 폴리에스테르 100%의 마찰 대전압은 210/870으로 현저히 저하되었음을 알 수 있다. 이는 수분율이 낮아 마찰 대전압이 심한 폴리에스테르 섬유가 키토산 가공으로 인해 수분율이 증가되어 마찰 대전압을 감소시킨 것으로 생각된다. 이와 같이 키토산 처리후 폴리에스테르 직물의 수분율이 증가한 결과는 박주영 외¹³⁾의 연구에도 잘 나타나 있다. 그에 연구에 의하면 폴리에스테르 직물에 1%의 키토산을 처리하면 키토산을 처리하지 않은 폴리에스테르 직물보다 약 2배정도 수분율이 증가한다고 보고하고 있다. 또한, 키토산 처리 후 마찰 대전압이 크게 감소했다고 발표한 논문으로 박연희¹⁴⁾는 텐셀/면/폴리에스테르 혼방직물에 키토산을 처리한 후 마찰 대전압을 실험한 결과 마찰 대전압이 크게 감소하였다고 연구 발표하였다. 이 결과는 키토산의 셀룰로오즈 C-2 위치에 하이드록실기가 아미노기로 치환된 구조를 갖고 있고, 이 아미노기는 다른 치환기에 비해 높은 친수성을 나타내기 때문¹⁵⁾이라고 생각된다.

Polyester 65%/cotton 35% 직물의 마찰 대전압을 살

13) 박주영, 배현숙, 강인숙, “키토산 가공처리를 통한 폴리에스테르 직물의 물리적 특성,” *한국의류학회지* 29권 5호 (2005), pp. 671-679.

14) 박연희, 배현숙, “텐셀 혼방 직물의 키토산 가공처리를 통한 감성 기능성 소재의 개발 (제2보)-물성변화-,” *한국의류학회지* 30권 11호 (2006), pp. 1572-1580.

〈Table 5〉 Effect of chitosan treatment and none chitosan treatment on static charge of the fabrics

Fabric	None (cotton/wool)	Chitosan (cotton/wool)
Polyester(100%)	4800/4200 V	210/870 V
Polyester/cotton(65%/35%)	27/100 V	12/250 V

펴보면 키토산 미처리포의 마찰 대전압은 27/100이었고, 키토산 처리 후의 마찰 대전압은 12/250으로 마찰 대전압이 키토산 처리포와 미처리포 모두에서 매우 낮게 나타났다. 특히 마찰포 cotton에서는 키토산 미처리포가 마찰 대전압이 27에서 키토산 처리 후 12로 약간 감소한 것으로 나타났고, 마찰포 wool에서는 키토산 미처리포가 마찰 대전압이 100에서 키토산 처리 후 250로 약간 증가한 것으로 나타났으나, 전반적으로 키토산 처리포나 미처리포 모두 마찰 대전압이 낮은 것으로 측정되었다. 이는 친수기를 많이 함유한 면에 폴리에스테르 섬유를 혼방하였기에 수분율이 증가되어 키토산 처리와 상관없이 마찰 대전압이 크게 감소된 것으로 생각된다. 이 결과로 polyester 100% 시판 태권도복에 있어서 키토산 처리가 마찰 대전압을 현저히 감소시켜 시판 태권도복의 대전방지 가공에 큰 효과를 줄 것으로 생각된다.

IV. 결 론

에너지 소모가 큰 태권도는 운동량이 크고 격렬하기 때문에 마찰이나 충격에 강한 소재가 용이하며 특히 쾌적한 운동을 위해 땀에 의한 불쾌감을 제거해주고, 항균 및 보습 효과를 증진시켜 주는 기능성 소재가 적합하다. 현재 시판되고 있는 태권도복 소재는 내구성이 강한 polyester 100%, polyester 65%/cotton 35% 소재를 많이 사용하고 있으나, 악취에 대한 탈취 효과가 약하고 항균성과 대전성이 나쁜 단점이 있다. 따라서 본 연구는 시판 태권도복에 인체에 무해하고 생분해성과 항균성이 우수한 키토산을 이용하여 직물에 처리한 후 직물의 악취 탈취성과 항균성 및 마찰 대전성 등 쾌적성과 위생성이 우수한 친환경

고기능성 태권도복 소재 개발을 목적으로 하였고, 결과는 다음과 같다.

1. 키토산 미처리 polyester 65%/cotton 35%의 암모니아 탈취율은 69.4%였으나 키토산 처리 polyester 65%/cotton 35%의 탈취율은 93.5%으로 매우 높게 측정되었다. 이는 키토산의 셀룰로오즈 C-2 위치의 OH기와 cotton에 함유되어 있는 OH기가 결합하여 높은 수소 결합을 형성하기 때문에 polyester 100% 소재보다 polyester 65%/cotton 35% 혼방직물의 탈취율이 매우 높은 것이라 생각된다.

2. 키토산을 처리한 직물 모두에서 항균성이 99.9%로 측정되었는데, 황색포도상 구균(*Staphylococcus aureus*)의 정균감소율이 99.9%의 나타났고, 폐렴간균(*Klebsiella pneumoniae*)에 대해서도 정균감소율이 99.9%로 키토산 처리포가 모두 우수한 항균효과를 나타낸다는 것을 알 수 있었다.

3. 마찰포 cotton/wool를 이용하여 마찰 대전압을 측정한 결과 키토산 미처리포의 폴리에스테르 100%의 마찰 대전압은 4800/4200으로 매우 높았으나, 키토산 처리 후 폴리에스테르 100%의 마찰 대전압은 210/870으로 현저히 저하되었음을 알 수 있다. 이는 수분율이 낮아 마찰 대전압이 심한 폴리에스테르 섬유가 키토산 가공으로 인해 수분율이 증가되어 마찰 대전압을 감소시킨 것으로 생각된다.

이와 같은 결과로 내구성은 우수하나 쾌적성과 위생성이 약한 시판되고 있는 태권도복 polyester 100%, polyester 65%/cotton 35% 소재에 생분해성과 항균성이 우수한 천연 고분자 키토산을 이용하여 직물에 처리하면 악취 탈취율과 항균성이 높으며, 마찰 대전압도 현저히 저하되어 쾌적성과 위생성에 있어 뛰어나므로 친환경 고기능성 태권도복 소재로 우수할 것으로 생각된다.

참고문헌

김명주, 최정화 (2004). “태권도복 소재별 인체생리반응과 주관적 감각에 관한 연구.” *한국의류학회지* 28권 5호.

15) 박연희, 배현숙, “텐셀 혼방 직물의 키토산 가공처리를 통한 감성 기능성 소재의 개발 (제2보)-물성변화-,” *한국의류학회지* 30권 11호 (2006), pp. 1572-1580, 재인용, I. C. Watt, K. H. Kenett and J. F. P. James, “The Dry Weight of Wool,” *Textile Research Journor* (1959), pp. 975-981.

- 김숙진 (1987). “태권도복에 관한 연구 (제1보) 태권도복의 착용실태를 중심으로.” *대한가정학회지* 25권 4호.
- 다음백과사전 (2009년 4월 [2009년 4월 19일 검색]). “태권도.” [온라인 게시판]; available from World Wide Web @ <http://enc.daum.net/dic100/contents.do?query1=b22t2143b>
- 박연희, 배현숙 (2006). “텐셀 혼방 직물의 키토산 가공처리를 통한 감성 기능성 소재의 개발 (제2보)-물성변화-.” *한국의류학회지* 30권 11호.
- 박중영, 배현숙, 강인숙 (2005). “키토산 가공처리를 통한 폴리에스테르 직물의 물리적 특성.” *한국의류학회지* 29권 5호.
- 신윤숙, 민경혜 (1996). “키토산을 이용한 면직물의 항균가공.” *한국섬유공학회지* 33권 6호.
- 이경화, 김혜수 (2007). “태권도복의 표준치수 개발.” *한국의류학회지* 31권 11호.
- 이승용 (1997). “항균 및 방취가공기술의 현황과 전망.” *한국염색가공학회지* 9권 2호.
- 이승훈 (2006). “한국적 이미지의 공인 태권도복 개량 방안.” *한국스포츠리서치* 17권 2호.
- 전영민, 박정희, 최정화 (2003). “태권도복 소재의 성능 및 착용감의 개선을 위한 연구.” *한국의류학회지* 27권 1호.
- 최인려, 전동원, 김종준 (2005). “키토산사 전처리가 면과 견직물의 소목염색에 미치는 영향-키토산의 분자량 변화에 따른 효과-.” *복식문화연구* 13권 4호.
- 한국원사직물연구원 (1997). *탈취섬유의 개발과 장래*. 한국원사직물연구원.
- Muzzarelli, R. A. A. (1977). *Chitin*. Oxford, Pergamon Press.
- Samuels, R. J. (1981). Solid State Characterization of The Structure of Chitosan Films. *Journal Polymer Science Physical Ed.* 19.
- Watt, I. C., K. H. Kenett and J. F. P. James (1959). “The Dry Weight of Wool.” *Textile Research Journal*. Vol. 29.