

키토산/은나노 혼합용액처리에 의한 환자복 소재의 기능성 향상 - 역학적 특성과 태 평가 -

정경미 · 강인숙 · 배현숙[†]

창원대학교 의류학과

Functional Improvement of the Clothing Material for Patients by Chitosan/Nanosilver Mixed Solution - The Assessment of Mechanical Properties and Hand Value -

Kyoung-Mi Jeong, In-Sook Kang and Hyun-Sook Bae[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Changwon National University, Changwon, 641-773, Korea

(Received: November 26, 2008/Revised: December 30, 2008/Accepted: January 8, 2009)

Abstract— In order to enhance the functionality of a cotton fabric actually used as a clothing material for patients, the fabrics were treated with a chitosan/nanosilver mixed solution. The nanosilver had excellent biocompatibility, provided expectation of an additional performance, did not harm human beings, and supplements chitosan, which was disadvantaged if used alone for fabric treatment. The nanosilver was mixed thereto and a treatment effect due to a mixing ratio was considered. This study was observed through mechanical properties and hand value which were the important function. The treatment of chitosan/nanosilver mixed solution gave a smoother surface than the treatment of chitosan alone. As a result of evaluation of the forms according to KES-FB system, Koshi was deduced, and both Numeri and Fukurami were increased. Thereby, the cotton fabric was a little smooth to provide elasticity, due to the treatment of chitosan/nanosilver mixed solution. THV of the treated fabrics calculated from this basis increased at all mixing ratio as compared with the untreated fabric. The fabrics treated with chitosan/nanosilver mixed solution were shown a better THV than the fabric treated with chitosan alone.

Keywords: *chitosan, nanosilver, clothing material for patients, functional improvement, hand value*

1. 서 론

산업이 발달함에 따라 지구 환경오염이 극도로 악화되고 있으므로, 공해를 유발시키지 않으면서 위생적이며 새로운 성능을 부여하는 기능성 섬유소재의 개발은 쾌적성을 추구하는 현대인의 삶의 질을 향상시킨다는 측면에서 아주 중요하다. 고령사회로 접어들면서 건강유지, 쾌적성 향상, 친환경적 생활을 지향하는 실버계층의 증대는 물론 노인성 질환에 걸리는 환자도 급속하게 늘어나게 되었다. 특히 이들 중 거동 부자유 환자들의 경우 가족들의 육체적, 심리적, 경제적 부담이 매우 크므로 가족의 부양기능이 점차 약화되고 있음에도 불구하고

제도적 장치는 미흡한 실정이다. 더욱이 이들이 착용하는 환자복에 대한 관심은 아주 저조한 편이다.

환자복이란 병원에서 준비하고 환자에게 착용시키는 의류를 총칭하며 이들은 체온조절, 세균방어 및 신체활동에 끼치는 악영향을 완화시키기 위한 기능을 지녀야 한다. 따라서 환자복은 탈착이 용이해야 하며 비중이 적고 흡수성이 좋아 땀과 노폐물을 잘 배출하는 직물을 사용해야 한다. 뿐만 아니라 알레르기를 일으키지 않는 감촉이 좋은 천연 섬유를 사용하여 피부자극을 최소화하고 대전성이 적은 직물을 사용하는 것이 바람직하다. 그러나 환자복은 세탁을 자주 반복해야 하므로 세탁이나 약품에 의해 변질이 생기지 않는 내구성이 좋은 직

[†]Corresponding author. Tel.: +82-55-213-3492; Fax.: +82-55-213-3490; e-mail: hsbae@changwon.ac.kr

물을 선택해야 하고 세탁 후에 사이즈가 줄지 않고 구김이 가지 않아야 한다¹⁾. 뿐만 아니라 환자복은 직접 피부에 닿기 때문에 신체를 구속하지 않아야하므로 촉감과 성능개선은 아주 중요하다. 이를 위하여 인체친화력이 있으며 감성적인 측면을 만족시켜 줄 수 있는 천연화합물로서 반응과정이 비교적 간단하며, 환경오염을 유발하지 않는 가공제가 키토산이다²⁾.

키토산은 지구상에서 셀룰로오스 다음으로 풍부한 천연고분자 물질로서 자원고갈과 환경오염이라는 문제에 직면한 오늘날 자원으로 재활용할 수 있는 유용한 천연고분자 물질이다³⁾. 그 동안 쾌적, 위생가공으로서의 공해를 유발시키지 않는 우수한 가공제 중의 하나인 키토산의 다양한 기능성이 밝혀지고, 섬유 가공 기술에서 점차 인체친화력이 우수한 방법을 선호하는 경향이 강해지면서 천연고분자인 키토산에 의한 섬유가공이 대두되었다. 그런데 키토산은 키토산에 비해 비결정영역이 많아 약산에 쉽게 용해되므로 섬유에의 처리가 용이하나 고착효율을 높이기 위해 사용하는 수지나 가교제로 인해 촉감이 좋지 않으며 세탁이나 마찰견뢰도 등 내구성이 문제가 된다⁴⁾. 그리하여 이러한 키토산의 단점을 보완하기 위해 가교제, 유연제 등 여러 단계의 처리과정을 거치거나 단점을 보완하면서도 효율적인 가공효과를 나타내는 가공제를 혼합하여야 한다. 이를 위하여 인체에 미치는 독성이 거의 없으며⁵⁾, 부가적인 기능성의 부여가 가능한 은을 혼합하면 가공의 효율성을 기대해 볼 수 있다.

은은 무독성의 천연 무기금속으로서 천연섬유에 기생하는 해로운 세균과 곰팡이 등의 미생물 제거에 효과적이며 다른 가공제와 달리 소량으로도 우수한 항균성을 나타낸다⁶⁾. 이때 나노크기의 은입자는 같은 부피의 은보다 총 표면적이 더 많으며, 피부친화적이고 피부자극을 유발시키지 않는다⁷⁾. 그리하여 결과적으로 나노실버는 소량의 혼합으로 가공효율을 높일 수 있다.

최근 생활수준의 향상으로 소비자들은 의복착용시 미적인 요구 뿐만 아니라 다양한 감성적 요구를 하게 되었고, 아울러 섬유업체에서는 소비자가 원하는 감성으로 섬유제품을 개발하기 위하여 다양한 가공방법으로 직물에 변화를 주고 있다. 이러한 감성측면을 객관화하기 위하여 태 분석이 이루어지고 있는데, 태는 직물의 촉감과 시각 및 미적 감각 등의 관능량과 드레이프성, 굽힘성 등의 물리량을 종합하여 감각평가를 표현하는 것이다⁸⁾.

Kawabata⁹⁾는 객관적인 태의 평가를 위해 KES-FB 시스템을 개발하고 기본 역학적 특성치와 주관적인 감각에 의한 판단으로 태 평가식을 설정하였다. 여기서 역학적 특성은 직물에 외력을 주었을 때 나타나는 변형과 외력과 관계가 나타낸 것이며, 이에 의해 결정되는 관능특성이 태이다¹⁰⁾. 태는 섬유제품의 부가 가치를 높이는 중요한 요소로서 직물의 최종용도에 대한 성능을 판단하는 수단이므로 환자복의 촉감과 성능을 효과적으로 제어하기 위해서는 태의 평가가 필수적이다.

따라서 본 연구에서는 실제 환자복 소재로 사용되는 면직물의 성능을 향상시키기 위하여 가공 효과와 경제적인 측면을 고려한 기능성 가공을 하였다. 가공제로는 천연고분자이며 생체적합성이 우수한 키토산을 사용하고, 여기에 키토산의 단점을 보완하면서 부가적인 기능성 향상을 기대할 수 있는 은나노 용액을 혼합하여 처리한 후, 역학적 특성치를 측정하고 이를 토대로 태를 평가하였다. 이 때 키토산/은나노의 혼합비율에 따른 변화를 살펴보고, 키토산 단독처리 직물과 비교하여 환자복 소재로서의 적합성을 검토하였다.

2. 실 험

2.1 시료 및 시약

2.1.1 시료

시료는 실제 환자복 소재로 사용되는 면직물을 (주)실버테이에서 제공받아 사용하였으며, 그 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of fabric sample

Fabric	Weave	Fabric count		Weight (g/100cm ²)	Thickness (mm)
		(threads/inch) Warp	Weft		
Cotton 100%	twill	102	58	1.98	0.40

2.1.2 시약

키토산/은나노 혼합용액은 (주)텍산메드테크로부터 공급받은 것을 희석하여 사용하였는데, 혼합용액에 사용된 은나노 용액은 10nm 이하의 입자크기를 가진 것을 사용하였으며, 키토산의 특성은 Table 2와 같다.

Table 2. Characteristics of chitosan

Particle condition	powder
Viscosity	11 cps
Degree of deacetylation	95.33%
Average molecular weight	1.5×10^5
Moisture content	6.84%
Residue on ignition	0.18%
Concentration	40,000 ppm

2.2 실험방법

2.2.1 식물에의 가공

키토산(CH)과 은나노(NS) 혼합용액은 각각 농도 혼합비로 3:1(CH3/NS1), 1:1(CH1/NS1), 1:3(CH1/NS3)으로 하고, 키토산 단독 용액(CH4) 처리 식물과 비교하였다. 이 때 사용된 키토산/은나노 혼합용액과 키토산 용액에는 가교제로 카르복시산이 첨가되어 있었고, 가공 과정은 1욕 처리하였다. 식물에의 가공은 처리용액의 액비를 40:1로 하여 1시간 침지시킨 후, 맹글에 통과시켜 wet pick-up이 100±2%가 되도록 패딩한 후 자연건조하였다. 그 후 160°C 오븐에서 3분간 열처리를 하여 가공처리를 완료하였다.

2.2.2 가공처리 식물의 역학적 특성과 태 평가

(1) 역학적 특성

키토산/은나노 혼합용액으로 처리한 식물의 역학적 특성을 측정하기 위해 Table 3에 나타낸 바와 같이 16가지 식물의 역학적 성질을 KES-FB system (Kawabata Evaluation System, Kato Tech. Co. Ltd., Japan)을 사용하여 측정하였으며, 방향성이 있는 인장, 굽힘, 전단 및 표면특성은 경, 위사 방향별로 측정하여 평균값을 구하였다.

(2) 태 평가

감각평가치(primary hand value, HV)는 여성복 수트의 KN-201-MDY의 변환식에 의해 Koshi, Numeri, Fukurami를 산출한 다음, 측정된 기본 태를 이용하여 KN-301-WINTER의 변환식에 의한 종합 태(total hand value, THV)를 산출하였다¹²⁾.

3. 결과 및 고찰

3.1 키토산/은나노 혼합용액처리 식물의 역학적 특성

식물의 역학적 특성은 외력을 주었을 때 나타나는 변형과 외력과의 관계를 특성화한 것이며 이에

Table 3. Characteristic values of basic mechanical properties measured by KES-FB system

Properties	Symbols	Characteristic value	Unit
Tensile	EM	Extensibility	%
	LT	Tensile linearity	-
	WT	Tensile energy	gf·cm/cm ²
Bending	B	Bending rigidity	gf·cm ² /cm
	2HB	Hysteresis	gf·cm/cm
Shearing	G	Shear stiffness	gf/cm-degree
	2HG	Hysteresis at 0.5°shear angle	gf/cm
	2HG5	Hysteresis at 5°shear angle	gf/cm
Surface	MIU	Coefficient of friction	-
	MMD	Mean deviation of MIU	-
	SMD	Geometrical roughness	micron
Compression	LC	Compression Linearity	-
	WC	Compressional energy	gf·cm/cm ²
	RC	Compressional resilience	%
Thickness & Weight	T	Thickness at 0.5 gf/cm ²	mm
	W	Weight per unit area	mg/cm ²

의해 결정되는 관능특성이 태이다¹⁰⁾. 태는 섬유제품의 부가가치를 높이는 중요한 요소로서 직물을 구성하는 여러 인자에 의해 다양하게 변하는 역학적 성질에 의해 결정되는데 가공제를 처리할 경우 이에 의해서도 변화한다. 그러므로 키토산/은나노 혼합용액처리 직물의 태 평가에 필요한 역학적 특성치 즉, 인장, 전단, 굽힘, 압축, 표면특성과 두께, 무게의 16가지 특성치를 KES-FB 시스템을 사용하여 측정하였다. 역학적 특성치를 측정한 후 그 특성치로부터 감각평가치와 종합 태를 산출하였다.

3.1.1 인장특성

인장특성은 주어진 최대하중(F_{max})하에서 신장성 및 회복성과 관련되는 것으로, 의복착용중 인체 동작의 구속에 영향을 미쳐 의복의 착용감에 영향을 미치는 특성이다. 키토산/은나노 혼합용액처리 직물의 인장선형도(LT)와 인장에너지(WT), 인장레질리언스(RT)를 Fig. 1에 나타내었다. 이에 의하면 키토산/은나노 혼합용액처리로 LT값은 변화가 거의 없었으며, WT값은 다소 증가하였고, RT값은 다소 감소하였다. LT값이 감소하면 외력에 의한 초기인장이 쉬워지는 특성이 있다. WT값은 인장 변형시의 일량을 나타내는데 이 값이 증가할수록 신장변형이 용이해짐을 의미한다. 미처리 직물에 비하여 가공 처리직물의 WT값이 모두 증가하여 신장변형이 용이해졌고, 혼합비가 1:1로 처리한 직물의 WT값이 가장 많이 증가하였다. 키토산 단독 처리시보다 혼합용액처리시 RT값이 더 감소하였다. 결국 조직이 다소 느슨해졌으며 키토산/은나노 혼합용액의 처리로 인하여 직물의 뻣뻣함이 줄어들었고, 외력에 의해 쉽게 변형되는 특성을 가지게 되었으며, 이러한 특성은 인체의 움직임이 적을 때 인체를 구속하지 않으며 착용된 의복이 몸의 움직임에 부드럽게 따라가므로 편안함을 느끼게 해줄 것이다¹¹⁾.

3.1.2 굽힘특성

굽힘특성은 전단특성과 함께 인체에 적응, 융합되기 쉬움을 나타내는 특성치로 착용에 의한 형태 안정성, 드레이프성, 구김성 등과 관계가 있으며¹²⁾, 구성섬유의 역학적 성질 및 섬유집합상태, 그리고 섬유간의 마찰저항, 경·위사의 굽힘저항 등 구조적 인자에 의하여 많은 영향을 받는다¹³⁾. 굽힘강성(B)과 굽힘히스테리시스(2HB)값이 낮으면 굽힘변형과 회복과정중에 발생하는 에너지 손실량이 적음을 의미하는 것으로 유연성이 증가하여 부드러워지고 탄력성이 우수해지지만, 반면 이들 값이 커지면 뻣뻣

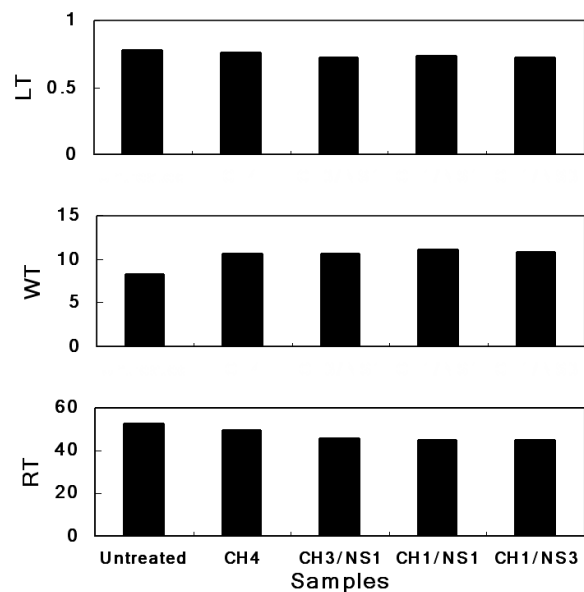


Fig. 1. Tensile properties of the chitosan/nanosilver treated fabrics.

한 촉감이 증가하여 잘 굽혀지지 않는다. Fig. 2에 의하면 키토산/은나노 혼합용액처리에 의해 B값과 2HB값이 모두 감소하였고, 키토산만 단독 처리시보다 은나노 용액이 혼합되었을 때 B값과 2HB값이 더 감소되었다. 직물의 굽힘강성은 직물을 구성하는 섬유간의 마찰저항에 영향을 받는데 본 실험에 사용된 은나노 입자가 아주 작기 때문에 직물의 미세한 공극에 침적되고, 섬유간의 미끄러짐이 증가하여 굽힘강성이 감소된 것이며, 이는 물리적 특성에서 강연도의 감소와 일치하고 있다. 2HB값이 감소한 것은 굽힘변형에 대한 마찰이 감소되어 굽혀진 후 회복성이 좋아지므로 처리가 진행됨에 따라 직물의 탄력성이 증가함을 의미한다. 환자복 소재로 사용되는 면직물의 경우 피부에 직접 닿는 소재이므로 지나치게 뻣뻣한 촉감은 의복으로서 부적합하다. 그러므로 키토산 단독처리보다 키토산/은나노 혼합용액처리가 직물의 유연성을 향상시키는데 효과적임을 알 수 있다. 그리고 회복과정중 에너지 손실을 살펴보기 위한 척도로서 굽힘강성에 대한 굽힘이력의 비율을 나타내는 2HB/B값을 살펴 보았는데, 2HB/B값이 커지면 착용시 형 무너짐이 용이해지고 구김발생이 많으며, 이 값이 작아지면 구김이 적고 형태안정성이 양호해진다²⁾. Fig. 3에 의하면 가공처리 후 모두 2HB/B값이 감소하였고, 혼합용액의 혼합비율이 3:1일때 2HB/B값이 가장 적어 향상되었음을 알 수 있으며 가공처리 직물의 방추도 향상과 일치하고 있다.

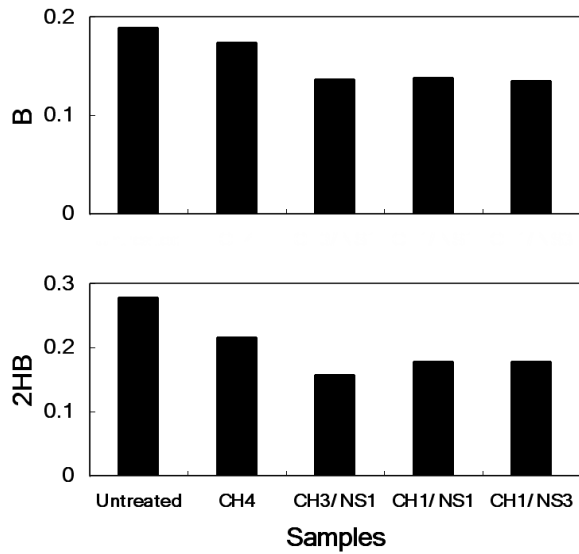


Fig. 2. Bending properties of the chitosan/nanosilver treated fabrics.

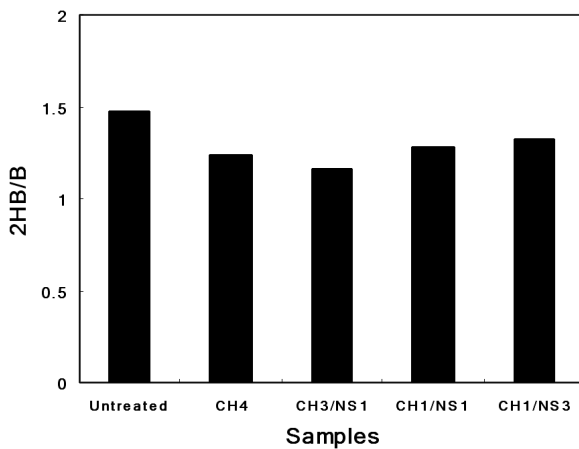


Fig. 3. 2HB/B of the chitosan/nanosilver treated fabrics.

결국 키토산/은나노 혼합용액처리에 의해 환자복 소재로 사용되는 면직물의 유연성이 향상되면서도 구김변형이 억제되는 효과가 있었다.

3.1.3 전단특성

전단특성은 직물의 한쪽을 일정하중으로 고정하고 후 다른 한 쪽에 각도를 주면서 신장시킨 외력에 대한 변형으로서 인체곡면과의 융합, 드레이프성 등에 영향을 미치는 요소이며, 의복착용시 외관, 형태, 착용감 등과 관계되는 특성이다¹⁴⁾. Fig. 4를 살펴보면 키토산 단독 처리시보다 키토산/은나노 혼합용액처리로 전단강성(G)값이 미미하게 감소하였는데 키토산 단독처리시보다 키토산/은나노 혼합용액처리시 G값이 조금 더 감소한 것은 직물에 적당량의 코팅효과 상승으로 인하여 전단변형시 마찰의 감소를 가져온 것이다.

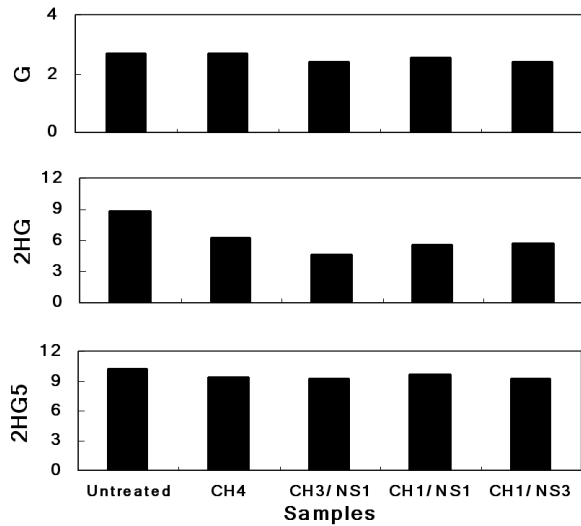


Fig. 4. Shearing properties of the chitosan/nanosilver treated fabrics.

전단히스테리시스(2HG)는 초기전단변형시의 변형 및 회복에 관계되는 특성으로서 전단이력이 클수록 회복시에 에너지 손실이 큰 것을 의미한다. 혼합용액처리로 2HG 값이 모두 감소하였으며, 특히 키토산/은나노 혼합용액의 혼합비율이 3:1일 때 2HG값의 감소가 가장 두드러져 구김회복성이 향상됨을 알 수 있었다. 이로써 혼합용액의 처리로 인체곡선과 융화되기 쉽고 동작시 인체의 변형에 잘 따르며 전단 변형에 대한 회복성이 향상되어 형태안정성이 좋아진 것으로 판단된다. 3차원의 인체곡면에 평판구조의 직물이 적합하게 설계되기 위해서는 직물의 전단 저항치가 낮은 값을 가져야 하는데¹⁵⁾ 키토산/은나노 혼합용액처리직물의 전단 저항치가 낮아 전단변형에 대한 회복성이 향상되었으므로 키토산/은나노 혼합용액의 처리가 직물의 드레이프성과 형태안정성의 향상에 기여하는 것으로 보인다.

3.1.4 표면특성

표면특성은 직물의 평활함과 관계되는 성질로서 표면이 파삭파삭하고 거칠 때 나는 느낌인 crispness와 관련이 있다¹²⁾. Fig. 5를 살펴보면 키토산/은나노 혼합용액처리시 평균마찰계수(MIU)가 모두 감소하여 표면이 매끄러워졌음을 알 수 있다. 그러나 키토산 단독처리시에는 MIU값이 오히려 증가하여 표면이 거칠어졌다. 마찰계수의 평균편차(MMD)는 촉감에 관계된 인자로서 적은 수치일수록 표면의 터치가 보다 매끈하고 마찰력이 균일함을 나타낸다¹⁵⁾. 그리고 기하학적 거칠기(SMD)는 직물표면의 굴곡성을 나타내는 것으로 혼합용액처리 후 다소 감소

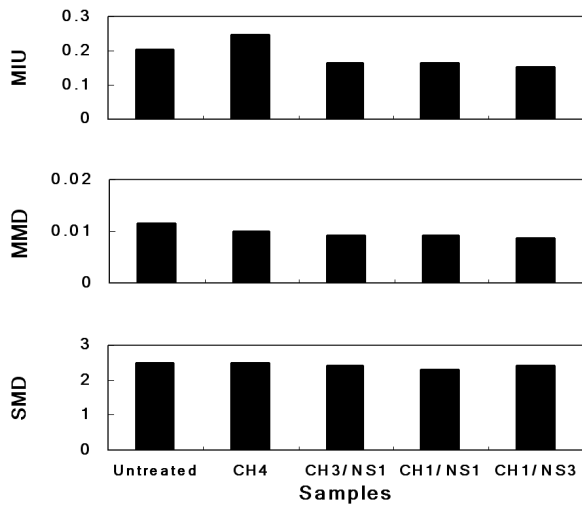


Fig. 5. Surface properties of the chitosan/nanosilver treated fabrics.

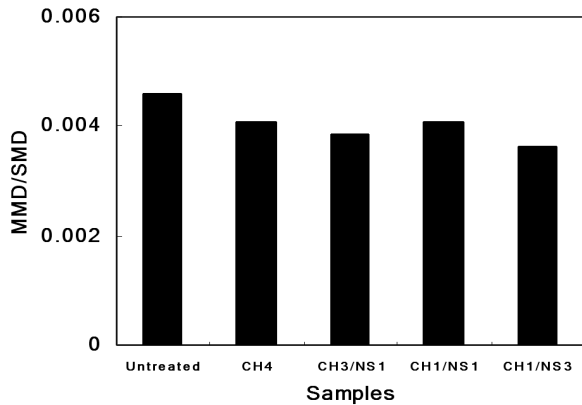


Fig. 6. MMD/SMD of the chitosan/nanosilver treated fabrics.

하였는데, 이는 혼합용액이 흡수되고 코팅된 후 건조되는 과정에서 직물 표면에 균일하게 부착됨으로서 표면이 매끄러워진 것으로 보인다. 일반적으로 피부에 직접 닿는 환자복 소재의 경우 표면특성이 중요한데, MIU값보다 관능평가에서의 매끄러움과 상관성이 높은 것으로 MMD/SMD를 살펴 볼 필요가 있는데 이 값이 작을수록 표면이 매끄러운 직물이다¹⁶⁾. Fig. 6을 살펴보면 키토산/은나노 혼합용액의 처리에 의해 MMD/SMD 감소가 뚜렷하게 나타났고, 키토산 단독 처리시보다 은나노용액 혼합 비율이 1:3일 때 MMD/SMD값의 감소율이 가장 커 매끄러워졌음을 알 수 있다. 이것은 아주 작은 은나노 입자가 직물에 부착되어 표면이 보다 매끄러워졌기 때문으로 사료된다.

3.1.5 압축특성

압축특성은 직물의 두께, 부피와 밀접한 관계가 있으며 특히, 직물의 풍만감, 부드러움, 안락감 그

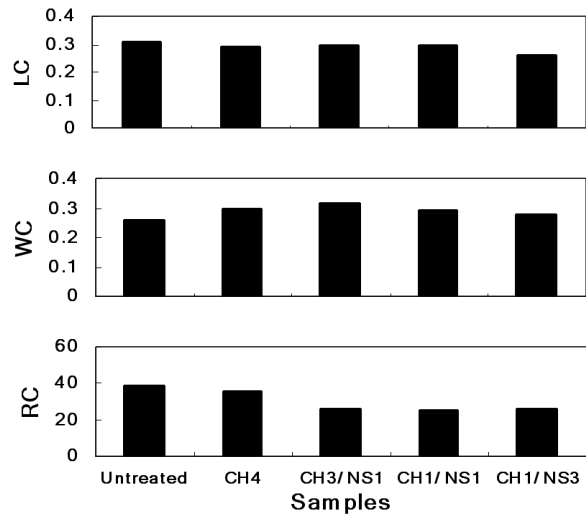


Fig. 7. Compression properties of the chitosan/nanosilver treated fabrics.

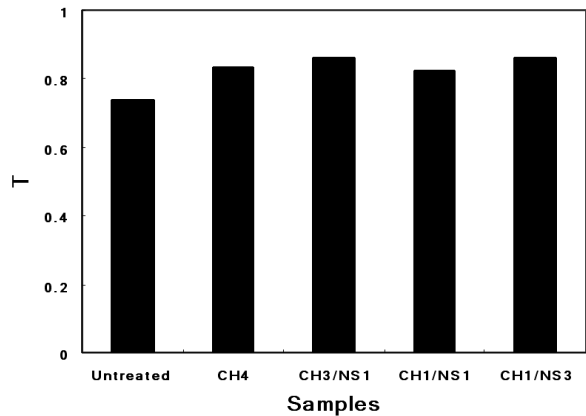


Fig. 8. Thickness of the chitosan/nanosilver treated fabrics.

리고 보온성 등에 영향을 주는 역학적 특성이다. Fig. 7은 키토산/은나노 혼합용액처리 직물의 압축선형도(LC)와 압축에너지(WC), 압축레질리언스(RC)의 변화를 나타낸 것이다. 이에 의하면 혼합비에 관계없이 LC값은 큰 변화가 없었고, WC값은 증가하였으며, RC값은 감소하였다. WC값이 다소 증가한 것은 키토산/은나노 혼합용액처리로 부피가 늘어났기 때문이다. RC값은 압축변형에 대한 회복의 정도를 나타내는데 RC값이 클수록 탄력이 있는 것이다. 그런데 키토산 단독 처리시보다 은나노 용액의 혼합시 RC값의 감소가 크게 나타났다. 이러한 결과로부터 키토산/은나노 혼합용액처리 직물은 부피감이 다소 증가하나 압축탄성이 줄어들어 압축회복이 어려워진 것으로 생각된다. 압축특성은 직물의 두께와 관계가 있으므로 이를 확인하기 위하여 두께를 측정한 결과는 Fig. 8과 같다. 이에 의하면

키토산/은나노 처리 후에 두께가 모두 증가하였으며 특히 키토산/은나노의 혼합비율이 3:1일 때 두께가 가장 크게 증가하였다.

3.2 키토산/은나노 혼합용액처리 직물의 태 평가

환자복 소재로 사용되는 면직물에 키토산/은나노 혼합용액처리에 따른 객관적인 촉감의 변화를 살펴보기 위하여 KES-FB 시스템을 사용하여 측정된 역학적 특성치로부터 감각평가치인 기본 태(HV)를 산출한 다음, 측정된 기본 태를 이용하여 종합 태(THV)를 비교, 평가하였다.

Fig. 9를 살펴보면 Koshi(stiffness)는 직물을 손으로 쥐었을 때 느끼는 반발력, 탄성 레질리언스를 종합해서 표현한 것으로 굽힘, 전단, 표면특성과 관련되며, B와 G, 그리고 SMD값이 클수록 Koshi값이 커지게 된다. 그림에서 알 수 있듯이 미처리 직물에 비해 키토산/은나노 혼합용액처리 직물의 B값, G값과 SMD값이 모두 감소하여 Koshi가 감소한 것이며, 이는 반발력, 탄성이 줄고 유연성이 증가함을 의미하는 것이다. 키토산/은나노 혼합용액처리 직물은 혼합비율에 관계없이 모두 뻣뻣함이 감소하여 유연하므로 신체의 움직임을 구속하지 않을 것으로 생각된다. 그리고 키토산 단독 처리시에는 Koshi값이 감소하지 않았으나, 은나노 혼합용액처리로 더 유연해져서 Koshi값이 감소하였다. 결국 키토산 단독처리보다 키토산/은나노 혼합용액처리가 환자복 소재로 사용되는 면직물의 Koshi값을 감소시켜 보다 유연한 직물을 얻는데 효과적이라 할 수 있다.

Numeri(smoothness)는 직물을 만졌을 때 느끼는 매끄러운 촉감으로 부드러움, 유연함이 혼합된 감각을 표현하는 용어로서 쉽게 굽혀진 후 회복이 잘되는 촉감을 나타내며 표면특성에 영향을 많이 받는다. 또한 마찰계수의 평균편차인 MMD값에 가장 큰 영향을 받는다¹⁷⁾. 키토산/은나노 혼합용액처리 직물의 경우 미처리 직물에 비하여 Numeri값이 모두 증가하였는데, 이는 혼합용액처리시 MMD값이 감소하여 Numeri값이 증가한 것이며, 표면이 매끄러워지고 마찰저항이 감소한 것을 의미한다. Numeri값은 키토산 단독처리시 보다 은나노 용액을 혼합처리시 더 증가한 것은 미세한 은나노 입자의 침적 때문이므로 매끄러운 표면 특성을 위하여 키토산/은나노 혼합용액처리가 더 효과적임을 알 수 있다.

Fukurami(fullness and softness)는 부피감이 있고 풍부하며 중후한 촉감과 좋은 맵시에서 오는 느낌으로 부피감 및 매끄러운 표면과 부드러운 신장성을 종합적으로 나타내는 감각으로 주로 압축특성에 의해 영향을 받는다. 키토산 단독처리시보다 키토산/은나노 혼합용액처리 후 Fukurami값이 모두 증가하여 탄력과 부피감이 향상되었음을 알 수 있다. 이는 압축특성에서 LC값의 변화가 거의 없었지만, 키토산/은나노 혼합용액처리로 WC값이 증가하였기 때문이며, 미처리 직물에 비하여 SMD값의 감소로 매끄러워짐에도 기인하는 것으로 생각된다.

Fig. 10은 기본 태(HV)의 조합으로 얻은 종합 태(THV)를 나타낸 것이다. 태는 섬유제품의 부가 가치를 높이는 중요한 요소이며 좋은 태란 직물의 품질에 대한 평가로 편안함과 의복 운곽의 아름다운 외관과 관련이 있다¹⁵⁾.

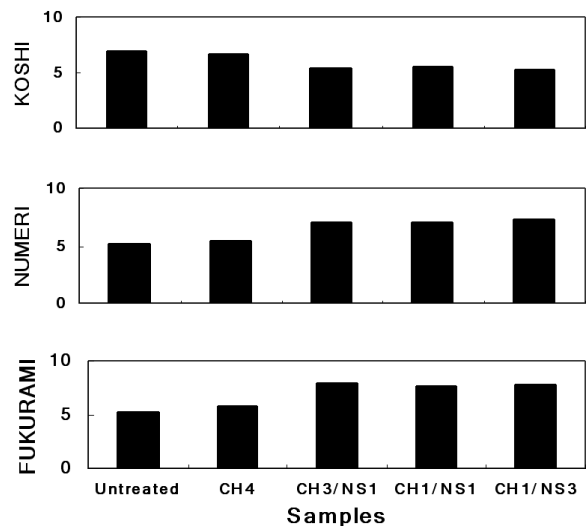


Fig. 9. Primary hand value(HV) of the chitosan/nanosilver treated fabrics.

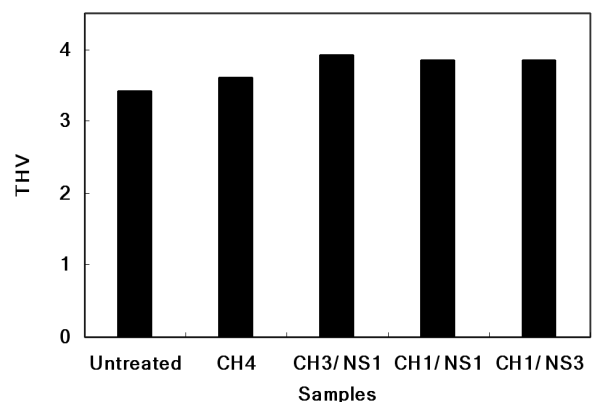


Fig. 10. Total hand value(THV) of the chitosan/nanosilver treated fabrics.

Table 4. Variation of basic characteristic values of clothing material on the chitosan/nanosilver treated fabrics

Characterics	Samples	Untreated	CH4	CH3/NS1	CH1/NS1	CH1/NS3
B/W		0.010	0.009	0.007	0.007	0.007
2HB/B		1.468	1.236	1.159	1.283	1.318
2HG/G		3.296	2.332	1.921	2.173	2.266
MMD/SMD		0.005	0.004	0.004	0.004	0.004
W/T		25.304	23.317	22.709	24.300	22.800

키토산/은나노 혼합용액 처리후 종합 태가 모든 시료에서 증가한 것을 볼 수 있으며 키토산 단독 처리시 보다 은나노 용액을 혼합처리시 THV가 더 증가하였다. 또한 은나노 용액의 혼합비율이 3:1일 때 THV가 가장 많이 증가하였으나 그 차이는 크지 않았다.

Table 4는 키토산/은나노 혼합용액처리 직물을 의복으로 착용시 형태와 변형에 관련된 기본 특성을 살펴본 것이다. 이에 의하면 키토산/은나노 혼합용액처리로 B/W값이 저하되었는데, 이는 드레이프성의 향상을 의미하며, 키토산 단독처리시보다 은나노 혼합용액처리시 B/W값이 더 저하되어 드레이프성이 향상되었음을 알 수 있다. 2HB/B값의 감소는 구김변형이 억제되고 형태안정성이 양호해지는 것을 의미하는데 미처리직물보다 키토산/은나노 혼합용액처리시 모두 값이 감소하여 구김회복성이 향상되고 형태안정성이 좋아졌음을 나타내는 것이다. 키토산/은나노 혼합용액의 혼합비가 3:1일 때 감소폭이 가장 컸으므로 키토산 단독처리시보다 은나노 용액을 소량 첨가하는 것이 구김회복과 형태안정성 향상에 효과적임을 알 수 있다. 2HG/G값의 감소 또한 형태안정성의 향상을 의미하는데 2HB/B값의 경향과 유사하게 나타났다. MMD/SMD의 감소는 표면의 매끄러움이 증가하는 것을 나타내며 키토산/은나노 혼합용액처리시에 모두 감소하여 매끄러워졌으며 그 중 키토산/은나노의 혼합비가 1:3일 때 가장 매끄러워졌다. W/T의 증가는 공기함유량 및 볼륨감의 증가를 의미하며 키토산/은나노 혼합용액처리시 모두 그 값이 감소하여 공기 함유량이 줄어들었는데 이는 공기투과도의 저하와 일치하고 있다. 결과적으로 키토산/은나노 혼합용액처리 직물은 부드러워지고 유연해졌으며, 변형에 대한 회복성이 커진 것으로 나타나 신체 동작에 민감하게 반응하는 환자복 소재로서 기능성이 향상된 것으로 생각된다. 따라서 면직물의 태를 향상시키기 위해서는

키토산 단독처리보다 소량의 은나노 용액을 혼합처리하는 것이 효과적인 가공방법이라고 사료된다.

4. 결 론

실제 환자복 소재로 사용되고 있는 면직물의 기능성을 향상시키기 위하여 키토산 단독처리와 함께 키토산/은나노 혼합용액을 처리하였다. 먼저, 키토산/은나노 혼합용액처리 직물의 역학적 특성을 살펴본 후, 이를 토대로 한 태 평가를 실시하였다. 키토산만 단독처리시 나타나는 단점을 보완하면서 부가적인 성능의 발현을 위해 인체에 무해하며 소량으로도 강한 항균효과를 보이는 은나노 용액을 혼합처리한 결과는 다음과 같다.

1. 가공처리 직물은 다소 느슨해져 신장변형이 용이해졌으며, 부드러워지고 탄성회복성이 좋아졌다. 키토산/은나노 혼합용액처리로 직물의 뻣뻣함이 줄어들면서 외력에 의한 변형이 용이해졌으며, 이러한 특성은 움직임이 적을 때 인체를 구속하지 않으면서 착용된 의복이 몸의 움직임에 부드럽게 따라감으로서 편안함을 느끼게 한다. 또한 굽힘강성의 감소는 직물이 굽혀진 후 회복성이 좋아지는 것이며, 더욱이 환자복은 피부에 직접 닿는 소재여서 지나치게 뻣뻣한 촉감은 의복으로서 부적합하므로 키토산/은나노 혼합용액처리가 직물의 유연성을 향상시키는데 효과적이었다.
2. 키토산/은나노 혼합용액처리로 직물은 인체곡선과 융화되기 쉽고 동작시 인체의 변형에 잘 따르며 전단변형에 대한 회복성이 향상되어 형태안정성이 좋아졌다. 또한 전단저항치가 낮아 전단변형에 대한 회복성이 향상되었으며, 드레이프성과 형태안정성의 향상되었고, 평균마찰계수(MIU)가 모두 감소하여 표면이 매끄러워졌다. 더욱이 관능평가에서의 매끄러움과 상관성이 높은 MMD/SMD의 감소가 뚜렷하게 나타났다.

3. 역학적 특성치를 토대로 한 태 평가 결과, Koshi는 감소하였고, Numeri와 Fukurami는 모두 증가하였다. 이는 키토산/은나노 혼합용액처리 직물이 부드러워지고 매끄러워졌으며 탄력성이 향상되었음을 의미한다. 이를 바탕으로 산출한 THV는 미처리 직물에 비하여 모든 가공처리 직물에서 증가하였으며, 은나노용액의 혼합비율이 3:1일 때 THV가 가장 좋아졌다. 결과적으로 키토산/은나노 혼합용액처리 직물은 부드러워지고 유연해졌으며, 변형에 대한 회복성이 커져 신체 동작에 민감하게 반응하는 환자복 소재로서의 기능성이 향상되었다.

감사의 글

이 논문은 2006년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었고(KRF-2006-D00467), 일부 2008년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- H. W. Park, E. J. Ryou and H. S. Bae, A Research and Analysis on the Design of Dementia Patient's Clothes in Domestic, *J. of the Korean Soc. of Costume*, **56**(6), 45-57(2006).
- J. S. Lee, S. I. Hong and D. W. Jeon, Synthesis of Crosslinked Chitosan Phosphate and Its Metal Ion Adsorption Characteristics(1): -Crosslinking and Phosphorylation of Chitosan-, *Textile Science and Engineering*, **31**(12), 966-975(1994).
- J. Xu, S. P. McCarthy, R. A. Gross and D. L. Kaplan, Chitosan film acylation and effects on biodegradability, *Macromolecules*, **29**(10), 3436-3440(1996).
- J. J. Kim, D. W. Jeon and J. S. Hong, Technical Reviews and News : A Suggestion on the Chitosan Application in the Textile Finishing and Related Sectors, *Textile Science and Engineering*, **32**(8), 705-712(1995).
- K. Simpson, Using Silver to Fight Microbial Attack, *Plastics Additives & Compounding*, **5**(5), 32-35(2003).
- S. H. Hong, R. Kim and C. N. Choi, Developing Trends of Technology in Anti-bacterial and Odor-preventing Finish, *Fiber Technology and Industry*, **2**(2), 286-295(1998).
- H. J. Lee and S. H. Jeong, Antibacterial Finishing and Laundering Durability on Woven Fabrics Using Nano-sized Silver Colloids, *Proceeding of SOTSEA*, 141-145(2002).
- H. K. Seo and J. J. Kim, A Study on the Change of Hand of Chitosan-treated Fabrics (Part IV), *J. Korean Soc. Clothing and Textiles*, **22**(8), 1079-1089(1998).
- S. Kawabata, "The Standardization and Analysis of Hand Evaluation", 2nd Ed., The Textile Machinery Society of Japan, Osaka, 1980.
- G. Winakor, C. J. Kim and L. Wolins, Fabric Hand : Tactile Sensory Assessment, *Textile Res. J.*, **50**(10), 601(1980).
- M. J. Park and S. K. Kwak, Changes of Mechanical Properties and hand Evaluation of Shrinkproof-Finished Wool Knit after Washing, *J. Korean Soc. Living. Environ. Sys.*, **11**(3), 198-205(2004).
- Y. S. Shin, S. J. Kim and H. Choi, Effect of DP Finishing on the Mechanical Properties of Cotton Fabric, *Textile Science and Engineering*, **32**(10), 919-927(1995).
- Y. M. Jeon, T. W. Son, M. G. Jeong, M. J. Kim and H. S. Lim, Mechanical Properties of High Add-on Chitosan Treated Cellulose Fabrics, *Textile Science and Engineering*, **40**(2), 177-188(2003).
- S. S. Kim, J. S. Yang and J. M. Choi, The Evaluation of Physical Properties and Hand of Bast/Man-Made Fiber Mixed Fabrics, *J. of the Korean Soc. of Clothing and Textiles*, **24**(6), 828-837(2000).
- C. I. Nam, J. G. Kim and C. J. Hong, Effect of Surface Finishing on Tactile Properties in Wool/Tencel Blended Fabrics, *Textile Science and Engineering*, **37**(8), 479-486(2000).
- S. Kawabata, M. Matsudaira and M. Niwa, Measurement of Mechanical Properties of Thin Dress Fabrics for Hand Evaluation, *J. of Textile Engineering*, **37**(4), 41-49(1984).
- K. W. Oh, C. S. Kim and H. M. Choi, Application of Silane-Chitosan Mixed Solution to Cotton Finishing (I), *Textile Science and Engineering*, **34**(12), 822-829(1997).