인체착용실험에 의한 쾌적성 및 항아토피 성능평가 - 대나무숯 천연염색의류를 중심으로 -

김성희 · 신윤숙
전남대학교 의류학과

Evaluation of Clothing Comfort and Anti-atopy Properties by Human Wear Test -Focused to Inner Wear Natural Dyed with Bamboo Charcoal-

Sung-hee Kim and Youn Sook Shin

Dept. of Clothing & Textiles, Chonnam National University

Abstract : This study examined several dyeing properties, physiological responses and comfort sensation of cotton knit underwear dyed with bamboo charcoal. The cotton knit underwear dyed with bamboo charcoal and treated with chitosan showed 99.9% antibacterial property and improved deodorization, and colorfastness. Eight children with atopic dermatitis worn underwear dyed with bamboo charcoal during 4 months. Their parents reported fewer itches of children. Wearing cotton knit underwear dyed with bamboo charcoal and non-dyed with bamboo charcoal respectively, these eight children rested for 20 minutes, then exercised for 10 minutes, and then rested for 30 minutes in the room maintained $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $50\pm 5\%$ R.H. Children's rectal temperature, skin temperature and microclimate inside garment of two types of cotton knit underwear were compared. As a result, the rectal temperature and skin temperature were higher when children were wearing underwear dyed with bamboo charcoal than non-dyed underwear. The microclimate temperature and microclimate humidity at the back of children were lower when children with underwear dyed with bamboo charcoal exercised and recovered.

Key words: bamboo charcoal, chitosan, anti-atopy properties, physiological responses, microclimate

1. 서 론

최근 들어 산업의 발전과정에서 생성되는 여러 문제 가운데 환경문제에 대한 관심이 무엇보다 증대되고 있으며 고령화 시대로 전망되는 21세기는 기술의 발전에 따라 생활 속의 운동반경은 축소되고 지나친 편리성에 길들여진 현대인의 몸과 마음은 건강, 쾌적, 위생 등에 많은 관심을 갖게 되었으며 섬유분야 또한 건강과 위생성과 기능성을 겸비한 것에 초점을 두게 되었다. 자연스러운 색감을 낼 뿐만 아니라 인체에 무해하며 환경을 오염시킬 우려가 적고, 종류에 따라 항균성, 소취성, 약성 등이 기대되는 전통천연염료에 대하여 많은 주목을 하고 있다(신인수 외, 2002).

숯은 항균성, 탈취성의 기능이 있는 대표적인 천연염색제이다. 또한 습기가 많은 곳에서는 수분을 흡착하고 건조한 곳에서는 수분을 방출해 실내습도를 적절히 조절해 준다(조원주, 2003; 이경순, 1987). 특히 대나무 숯은 탈취성능, 중금속흡착능 및

수질정화효과가 뛰어나며, 원적외선 방사율이 매우 높고, 전자파 차폐능 및 음이온 발생효과가 있다(박상범 외, 1998a; 박상범 외, 1998b). 대나무는 매년 벌죽하더라도 매년 생장이 가능하며 재생산이 매우 빠른 환경친화형 소재이기 때문에 숯재조를 위한 무한한 가능성을 지니고 있다.

키토산은 미래지향적이고 고부가가치적인 천연자원으로서 생체 적합성, 무독성과 같은 자연친화적인 특성 이외에도 키토인의 탈아세틸화 과정에서 생성되는 아미노기에 기인한 항미생물성, 금속이온흡착성 등의 특성으로 고기능성, 고감성부여가 기대되며, 양이온화제로서의 조건을 갖추고 있어 산성 및 반응성 염료에 대한 셀룰로스 섬유의 염색성 증진효과가 있다(Muzzarelli, 1977; Kim et al., 2004).

아토피 등의 피부질환의 예방책으로 천연염색제품들이 주류를 이루며, 소비자가 천연염색에 많은 관심을 가지고 있지만, 천연염색제품이 널리 보급되고 있지는 못하고 시장점유율도 1% 미만으로 추정되고 있다(세계섬유신문, 2001). 또한 천연염색의류는 인터넷을 통해 아토피 피부염의 민간요법의 한가지로 주목되고 있으나, 대부분 증명되지 않은 치료법이거나 제품에 대한 정보의 출처가 없다(진현우 외, 2005; 권현조 외, 2006). 천연염색제품의 우수성은 옛 문헌을 통해서나 직물의 기능성에

Corresponding author; Sung-hee Kim
Tel. +82-11-9433-5077, Fax. +82-62-681-6814
E-mail: ksh5088@yahoo.co.kr

대한 연구를 바탕으로 알려져 있을 뿐 실제 착용시의 쾌적성에 관한 과학적 근거가 없다. 따라서 천연염색한 의류가 인체 착용시 미치는 영향에 대한 연구가 꾸준히 이루어져 소비자에게 정확한 정보를 전달해야 한다.

본 연구는 아토피질환을 호소하는 아동들의 아토피질환 호전을 위한 천연염색의류의 개발가능성을 타진하고자 대나무 숯으로 염색하고 항균성을 부여하기위해 키토산후처리한 내의를 아토피질환을 호소하는 아동에게 착용시켜 아토피질환 호전가능성 평가와 인체생리반응 및 의복내 기후를 관찰하였다.

2. 실험

2.1. 시료염색조건

2.1.1. 시료

시중에서 판매되는 면100%의 팬티 및 내의를 정련하여 사용하였다.

2.1.2. 염색 및 키토산처리

담양에서 제조한 대나무 숯으로 50% o.w.f., 욕비 1:30, 80°C에서 60분간 염색하고 건조 후 증류수에서 5번 수세하여, 키토산용액(2%의 초산수용액에 1%의 키토산 용해)에 10분간 침지시킨 후, mangle roller를 사용하여 wet pick-up율이 100%가 되도록 조절하였고, mangle을 통과한 시료는 80°C에서 5분간 건조 후 150°C에서 3분간 고착, 안정화시켰다.

이와 같은 방법으로 제조한 시료는 99.9%의 균감소율을 나타내어 완벽한 항균효과를 보이고, 높은 소취효과와 수분율, 흡습성, 드라이크리닝 및 세탁견뢰도가 우수하다고 판명되었다(김성희, 신윤숙, 2009). Table 1에 제조한 시료의 특성을 제시했다.

2.2. 인체착용실험

2.2.1. 피험자

광주광역시 거주의 아토피질환을 앓는 4세~6세의 유치원생 8명(Table 2).

Table 2. Physical characteristics of the subject

	Age(yrs)	Weight(kg)	Height(cm)	BSA(m2)	BMI
Girl1	4.5	23	105	0.78	20.86
Girl2	4.7	21	103	0.74	19.79
Girl3	5.4	21	106	0.76	18.69
Girl4	5.8	26	119	0.90	18.36
Girl5	6.2	24	115	0.85	18.15
Girl6	6.9	23	111	0.81	18.67
Boy1	5.6	26	116	0.88	19.32
Boy2	6.9	30	124	0.98	19.51
AVG	5.75	24.25	112.38	0.84	19.17
S.D.	0.84	2.82	6.93	0.08	0.83

BSA; Body Surface Area = $\text{Weight}^{0.425} \times \text{Height}^{0.725} \times 72.46 \times 10000$
 BMI; Body Mass Index = $\text{Weight} / \text{Height}^2 \times 10000$

2.2.2. 실험조건

여아는 2.1.2의 염색방법에 의해 대나무숯 염색후 1%키토산 후처리한 삼각 및 사각팬티 4벌과 겨울용 내의 2벌, 남아는 사각팬티 4벌과 겨울용 내의 2벌을 제공하고 2006년 11월2007년 3월의 기간에 착용하도록 하였다. 또한 세탁방법을 동일시하기 위해 3~4일에 한번 세탁하며 세제는 액츠(피죤社)로 세탁하게 했다. 아이의 피부상태변화를 보호자가 기입장에 기입하도록 하였다.

3. 실험의복 인체착용시의 생리반응

3.1. 피험자

2.2.1과 동일. 한국표준체형 BMI 5세(여15.35, 남15.58), 6세(여15.51, 남15.69)에 비교하면 피험자는 약간 우량아였다.

3.2. 장소

전남대학내의 인공기후실

3.3. 시기

2007년 2월, 실험시작시간은 10시 또는 2시로 했다.

Table 1. Properties of cotton knit

Property	Raw cotton	Cotton dyed with bamboo charcoal and treated with chitosan
Insulation	18.7%	22.3%
Deodorization rate	82.0%	97.4%
Moisture regain	4.39%	4.85%
Bacteria reduction rate	<i>Staphylococcus aureus</i>	35.6%
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	38.5%
Colorfastness	Light	4↑
	Dry cleaning	2-3
	Washing	4
	Stain	4-5

Fig. 1. Procedure of the experiment

Fig. 2. Scene of the experiment

3.4. 실험조건

온도 $28 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $50 \pm 5\%$, 기류 20 m/sec 이내의 환경에서 피험자 1인에 2회의 실험(대나무솃 염색 미처리 팬티 및 내의 착용, 대나무솃 염색 처리 팬티 및 내의착용을 실시하였다. 피험자는 20분간 안정 후 10분간 treadmill(C&Tel FITNESS社, HP-4500)에 의한 보행(70 m/min), 그리고 30분간 의자에 앉아 휴식을 하도록 했다(Fig. 3.1.1. 실험중에는 피험자가 긴 시간의 실험에 지루하지 않도록 애니메이션(이웃집의 토토로, ant등)을 보여주었다. Fig. 2에 실험전경을 제시했다. 또한 실험에 앞서 피험자의 보호자에게는 실험의 목적과 진행상황 등에 관해 설명했고 실험참가의 동의를 얻었다.

3.5. 측정항목 및 측정방법

3.5.1. 체온

GRAM社 Logger LT-8 series를 이용하여, 직장온 센서를 항문으로부터 12 cm 위치까지 삽입하여 30초 간격으로 하였다.

3.5.2. 피부온 및 평균피부온

이마, 복부, 등, 전완, 손등, 대퇴, 하퇴, 발등의 7부위를 GRAM社 Logger LT-8 series의 피부온 센서를 이용하여 3초 간격으로 측정하여, Hardy and Dubois (1938)에 의해 고안된 7점법식에 의해 다음과 같이 평균피부온을 구하였다.

평균피부온 = $0.07 \times \text{이마온} + 0.35 \times \text{등온} + 0.14 \times \text{전완온} + 0.05 \times \text{손등온} + 0.19 \times \text{대퇴온} + 0.13 \times \text{하퇴온} + 0.07 \times \text{발등온}$

3.5.3. 의복내 온 · 습도

GRAM社 Logger LT-8 series의 온 · 습도센서를 이용하여,

가슴과 등부위에 센서를 고정시켜 의복내 온도와 습도를 측정하였다.

3.5.4. 총발한량

CAS weight scale을 이용하여 실험 전, 후 피험자의 체중을 측정하여 그 차이를 총발한량으로 하였다.

3.5.5. 주관적 감각평가

온열감 · 습윤감 · 쾌적감평가를 보행전과 후 10분 간격으로 행하였다.

3.5.6. 통계분석

대나무 솃염색처리 의류착용시와 미처리 의류착용시 피험자의 생리적 · 감각적인 차를 t-test 및 일원배치에 의한 분산분석으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 인체착용실험

아토피 피부염의 진단에 결정적인 특이적 임상 및 검사소견은 발견되고 있지 않는(강원형, 2002) 등 의학적인 진단에도 어려움이 존재하므로 본 연구에서 행한 피험자의 3~4개월간의 염색내의 착용실험 결과만으로 아토피질환 개선에 대한 정확한 결과를 제시할 수 없었다. 이와 같은 이유로 과학적인 데이터의 제시는 어려웠으나 피험자의 대부분이 염색내의 착용으로 아토피질환이 완쾌되진 않았지만 덜 가려워했다고 보호자들이 진술하였다. Fig. 3은 girl 4의 염색내의 착용전과 2개월 착용 후의 사진이다. 3~4개월간의 염색내의 착용으로 피부질환이 약간 호전됨을 보호자의 진술(Table 3)과 Fig. 3의 결과로부터 알 수 있었다.

Fig. 3. Change of atopy symptoms by human wear test(left: before, right: after)

Table 3. The statement of 8 parents about children's dermatologic quality of life index

	(No. of People)			
	Very large	Large	Small	No
Improvement of skin conditions		2	6	
Reduction of itch extent		4	4	

3.2. 인체착용시의 생리반응

3.2.1. 직장온

피험자 8명의 직장온을 일반내의 착용시와 염색내의 착용시 각각 평균하여 보행전의 안정상태를 기준으로 변화량을 Fig. 4에 나타내었다. 일반내의 착용시(이하 undyed)는 보행시작 10분후, 염색내의 착용시(이하 dyed)는 7분후부터 직장온은 서서히 상승하였으며, 두조건 모두 보행이 끝난후에도 상승하여 dyed는 안정시보다 0.13°C , undyed는 0.05°C 까지 상승하였다. 두 조건 모두 안정 7분후부터 직장온이 서서히 하강하여 보행 전 상태의 직장온으로 회복하였다. 다만 dyed의 직장온 상승이 높았으므로 undyed보다는 보행 전 상태의 직장온으로 돌아오는 데 더 많은 안정시간이 요구되었다. 또한 undyed 직장온과 dyed 직장온을 분산분석 한 결과에서 0.01% 유의하게 나타났으며, 특히 보행이 끝난 직후에는 dyed가 undyed보다 0.05%유의하게 직장온이 높게 나타났다. 숯 날염기공한 방호복에 관한 연구(정명희 등, 2006)에서도 염색의 착용시의 직장온이 높아 본 실험과 같은 결과를 제시했다. Johnson et al.(1974)은 운동시의 체온상승은 비온열성 자극에 의한 피부혈관확장에서 산열량이 방열량보다 크기 때문에 나타나는 경향이라고 지적하였다. 본 실험은 undyed와 dyed 즉 일반내의 착용시 및 염색내의 착용시 모두 동일한 조건에서 행하여졌으므로 undyed와 dyed의 직장온의 차이는 소재의 물리적 특성에 따른 비온열성자극에 의한 결과라고 사료된다. 선행연구(김성희, 신운숙, 2009)에

서 undyed의 흡습성과 보온성은 각각 4.39%, 18.7%, dyed의 경우 각각 4.85%, 22.3%이었다. 따라서 undyed와 dyed의 직장온의 차이는 undyed보다 dyed의 흡습성과 보온성이 높음으로 인해 의복내 기후조건이 달라졌고, 이러한 결과는 동일한 운동조건하에서 생산되는 체열을 피부혈관활동에 의해 체표면으로 이동시키는 과정과 전해진 열을 방산하는 과정에서 의복내 기후조건의 차이를 부가시켜 나타난 결과라고 생각된다(정명희 등, 2006).

직장온의 상승과 하강이 보행의 시작과 끝과 일치하지 않고 7분 정도 늦게 나타나는 것은 보행으로 인한 체열생산이 심부 온 상승에 영향을 미치는 데까지 걸리는 시간, 즉 잠복기로 사료된다.

3.2.2. 평균피부온

피험자 8명의 평균피부온을 일반내의 착용시와 염색내의 착용시 각각 평균하여 보행전의 안정상태를 기준으로 변화량을 Fig. 5에 나타내었다. undyed의 평균피부온은 보행으로 인하여 초기에는 0.1°C 상승하다가 보행으로 인한 땀의 분비로 보행 7분후에는 안정상태보다 0.1°C 까지 하강하였고, 계속되는 보행으로 꾸준히 상승하여 보행이 끝난 후에도 상승하였다. dyed의 평균피부온은 보행으로 인하여 0.2°C 정도 상승하였으며 보행이 끝난후 더욱 상승하여 안정상태보다 0.6°C 정도 상승하였다. 두 집단 모두 보행이 끝난후에 더욱 평균피부온이 상승하여 안정

Fig. 4. Changes in the rectal temperature with lapsed time

Fig. 5. Changes in the mean skin temperature with lapsed time

Fig. 6. Changes in the microclimate temperature of chest and back with lapsed time

상태의 평균피부온으로 돌아오는데 더 많은 휴식시간을 필요로 했다. 두집단의 평균피부온을 비교하면 undyed는 변화범위가 1°C 이고 dyed는 0.6°C 로, dyed가 undyed보다 일정한 평균피부온을 유지했다.

森谷(1989)는 운동부가시 피부온은 운동초기에는 감소하고, 어느 정도 후에는 증가하는 경향으로부터 피부온에 관여하는 말초혈관수축은 작업근의 부근에서 강하게 나타난다고 하였다. 본 실험결과에서 보행초기 평균피부온이 약간 상승 후 하강은 작업근의 확대에 따른 말초혈관 수축이, 보행중의 평균피부온 상승은 근혈류량의 증가 및 근육온도의 상승에 의한 방사열로 피부혈관확장이 원인이었을 것으로 사료된다.

3.2.3. 의복내 환경

Fig. 6에 가슴부위와 등부위에 대한 피험자 8명의 의복내 온도를 평균하여 보행전의 안정상태를 기준으로 보행시작부터의 변화량을 나타냈다. 가슴과 등부위에서 undyed와 dyed 모두에서 보행으로 인해 의복내 온도상승, 발한에 의한 하강을 반복했고, 휴식시에 보행전 안정상태의 의복내 온도로 돌아오는 비슷한 경향을 나타내었으나 dyed가 undyed에 비해 변화폭이 적었으므로 보행전 안정상태의 의복내 온도로 회복되었다. 또한 가슴부위와 등부위의 의복내 온도는 dyed보다 undyed에서 전반적으로 높게 나타났으며, undyed보다 dyed가 의복내 온도를

일정하게 유지하고 있었다.

가슴과 등부위의 의복내 온도는 평균피부온과 같은 결과로, 보행초기 약간 상승하다가 하강하는 것은 작업근의 확대에 따른 말초혈관 수축으로 인하며(森谷, 1989), 보행중의 의복내 온도상승은 근혈류량의 증가 및 근육온도의 상승에 의한 피부혈관확장으로, 회복기의 온도저하는 발한에 의한 열방산이 원인이었을 것으로 사료된다. 또한 회복기의 undyed보다 dyed의 의복내온도 저하는 undyed보다 흡습성이 큰 dyed의 특성에 의한 것으로 생각된다.

Fig. 7은 가슴부위와 등부위에 대한 피험자 8명의 의복내 습도를 평균하여 보행전의 안정상태를 기준으로 보행시작부터의 변화량을 나타냈다. 가슴부위에서의 의복내 습도는 두집단이 보행시 초기에는 긴장감에 의한 피부혈관수축현상(官側 외, 1985)에 의해 하강하여 undyed는 보행시작후 6분후, dyed는 11분후부터 상승하였으며, 두조건 모두 보행 완료단계에 다시 하강하여 회복시에는 안정상태의 의복내 습도를 유지했다. 등부위에서의 의복내 습도는 두조건 모두에서 보행후 11분 경과후부터 급격히 상승하여 이 습도를 6~7분 유지하다가 보행 완료전에 하강하는 경향을 보였으며, 휴식시에 보행전 안정상태의 의복내 습도로 돌아왔다. 일반적으로 운동이 끝나도 발한이 계속되어 의복내 습도가 높게 나타나는데, 본 실험 결과에서는 보행이 끝나기 전에 의복내 습도가 하강했다. 이는 평균연령 5.8세

Fig. 7. Changes in the microclimate humidity of chest and back with lapsed time

아동의 체온조절능력의 미발달을 의미한 것으로 발한으로 피부 온을 떨어뜨리려 했으나 20분의 지속된 보행으로 체온조절력의 한계에 도달하여 이와 같은 현상이 나타난 것으로 사료된다. 이와 관련하여 Shibasaki et al.(1997)의 7~10세 소년대상의 연구에서도 소년의 말초메커니즘의 미발달로 인한 발한능력의 미발달을 보고한 바 있다.

undyed와 dyed의 의복내 환경을 비교하면, undyed보다 dyed가 의복내 온도 및 습도를 일정하게 유지하고 있었고, dyed가 undyed에 비해 등부위 의복내 온도가 낮고 의복내 습도도 낮았다. 이는 키토산처리 대나무숯 염색내의의 흡습성의 영향으로 의복내 수분을 잘 흡수하여 나타난 결과로 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 아토피질환을 호소하는 아동들의 아토피질환 호전을 위한 천연염색의류의 개발가능성을 타진하고자 키토산처리 대나무숯 염색내의를 아토피질환을 호소하는 아동에게 착용시켜 아토피질환 호전가능성평가와 인체생리반응 및 의복내 기후를 관찰하였다.

1. 인체착용 실험결과 피험자의 대부분이 염색내의 착용으로 아토피질환이 없어졌다는 과학적 데이터의 제시는 힘들었으나 덜 가려워 한다는 등 호전양상을 나타냄을 알 수 있었다.

2. 인체생리반응을 검토한 결과, 직장온과 평균피부온은 undyed에 비해 dyed가 각각 0.06~0.13, 0.10~0.35 높았다.

3. 키토산처리 대나무숯 염색내의의 흡습성의 영향으로 dyed가 undyed에 비해 등부위 의복내 온도가 낮고 의복내 습도도 낮았다.

천연염색 의류제품은 아토피 등의 피부질환의 호전 및 예방을 위한 수단으로 최근 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 천연염색제품의 우수성은 옛 문헌을 통해서나 직물의 기능성에 대한 연구를 바탕으로 보고되고 있을 뿐 실제 착용시의 쾌적성에 관한 연구보고는 미미하다. 따라서 본 연구에서는 키토산처리 대나무숯 염색내의를 아토피질환을 호소하는 아동에게 착용시켜 아토피질환 호전가능성 평가와 인체생리반응 및 의복내 기후를 관찰하였다. 본 연구결과를 토대로 하여 아토피질환을 호소하는 아동들에게 아토피질환의 호전 및 예방을 할 수 있는 각종 천연염색을 활용한 후속연구를 통하여 천연염색 의류의 효율성과 활용도를 증가시키고자 하며, 후속 연구결과

들을 쾌적하고 기능적인 아동복개발에 응용하고자한다.

감사의 글

이 논문은 2006년도 학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다. (KRF-2006-351- C00067).

참고문헌

- 강원형. (2002). *피부질환 아틀라스*. 서울: 한미의학, pp. 71
- 김성희, 신윤숙. (2009). 대나무 솜 염색직물의 키토산 처리 효과. *한국섬유공학회지*, 46(2), 83-89.
- 권현조, 김연정, 박승빈, 유동수, 김진우. (2006). 아토피피부염과 관련된 국내 인터넷상의 정보에 대한 연구. *대한피부과학회지*, 44(2), 137-140.
- 박상범, 권수덕, 안경모, 차순형. (1998a). 대나무솜의 특성구명(I). 한국목재공학회 학술발표논문집, pp. 266-271.
- 박상범, 권수덕, 차순형. (1998b). 대나무솜의 특성구명(II). 한국목재공학회 학술발표논문집, pp. 272-279.
- 신인수, 유복선, 선우권. (2002). 무기물을 이용한 면 편성물 염색성-황토, 머드를 중심으로-. *한국의류학회지*, 26(9), 1436-1442.
- 이경순. (1987). *민속요법으로 활용되는 솜 사용에 관한 연구*, 연세대학교 대학원 박사학위논문.

- 정명희, 박순자, 신정숙, 小柴朋子, 田村照子. (2006). 솜 날염가공한 방호복의 인체생리반응 및 쾌적성 평가. *한국의류학회지*, 30(6), 981-991.
- 조원주. (2003). *솜을 이용한 직물의 천연염색*, 경상대학교 대학원 석사학위논문.
- 진현우, 장호선, 장봉석, 조주현, 김문범, 오창근, 권경술, 권유옥. (2005). 아토피피부염 환자의 대체의학 이용 실태에 관한 연구. *대한피부과학회지*, 43(7), 903-911.
- 천연염색 산업화 본격 시동. (2001. 7. 16.) *세계섬유신문*.
- 官側敏明, 小川徳雄, 朝山正己, 山ト由果. (1985). 運動負荷變動に對する發汗反應. *日本生氣象學會雜誌*, 22(1), 17-24.
- 森谷.(1989). 最大運動負荷時の体温と血液組成の變動. *日本生氣象學會雜誌*, 26(3), 135-142.
- Johnson, J. M., Rowell, L. B., & Brengelmann, G. L. (1974). Modification of the skin blood flow body temperature relationship by upright exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 37(6), 880-886.
- Muzzarelli, R. A. (1977). *Chitin*. New York: Pergamon Press, pp. 87-122.
- Shibasaki, M., Inoue, Y., & Kondo, N. (1997). Mechanism of Underdeveloped Sweating Responses in Prepubertal Boys. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 76, 340-345.

(2009년 10월 19일 접수/ 2009년 11월 16일 1차 수정/2009년 12월 20일 2차 수정/ 2010년 1월 11일 3차 수정/2010년 1월 11일 게재확정)