스포츠웨어용 직물의 소리특성이 근전도와 주관적 감각에 미치는 영향

정혜진 · 김춘정 · 조길수

Effect of Fabric Sound from Active Wear on EMG and Subjective Sensation

Hyejin Chung, Chunjeong Kim, and Gilsoo Gho

요 약 본 연구는 스포츠웨어용 나일론 직물의 소리가 심한 소음으로 작용하여 착용자 뿐 만 아니라 상대방에게도 불쾌함을 주므로 이를 줄이기 위한 방향 모색의 하나로, 소리 자극에 대한 생리반응 중 근전도(Electrodiagnosis)와 소리에 대한 주관적 감성을 측정하여 의복 소음이 미치는 영향을 고찰하였다. 근전도는 상완이두근과 전완근에서 측정하였고, 주관적 평가는 FMME(Free Modulus Magnitude Estimation)를 이용하여 실시하였다.

직물 소리에 대한 상완이두근의 근전도 값은 직물별로 유의한 차이를 보였으나, 전완근에서는 대부분 비슷한 값을 보였다. 직물의 소리가 부드럽고 유쾌할수록 근전도값은 무자극시보다 감소하는 경향을 보였으나, 직물의 소리가 시끄럽고 날카로울수록 근전도값은 무자극시보다 증가하였다. 이로서, 직물의 소리는 상완이두근의 근전도 값에만 영향을 미치며, 직물 소음의 크기, 날카로움 등과 정적인 관계를 보이는 것을 볼 수 있었다.

I. 서 론

최근 생활수준이 향상되고 레저와 스포츠 등 여가생활의 비중이 늘면서 스포츠웨어의 수요가 급속도로 증가하고 있다. 이와 같은 라이프스타일 변화는 의복의 기능성을 중시하게 되어, 의복소재에 기능성을 부여하기 위한 직물가공이 다양하게 이루어지게 하는 원인이 되었다. 스포츠웨이용 소재는 대부분 코팅된 방수소재로서 유난히 비스러대는 소리를 내는데, 경우에 따라서는 이 소리가 자신 뿐 만 아니라 상대방에게 불쾌감을 주거나 방해가 되기도 한다.

직물에서 발생하는 소리는 사용 용도와 상황에 따라 인간의 감성에 영향을 미치며, 이를 파악하기 위한 일련의 연구가 진행되어 왔다. 최근에는 뇌파, 심전도, 혈류량, 피부전도수준 등의 생리적 평가방법을 이용하여 직물 소리에 대한 생리적 반응을 살펴 본 연구[1]가 이루어졌다.

그러나 아직까지 근전도를 이용한 직물소음의 평가는 거의 이루어지지 못했다. 근전도는 기초의학의 연구분야의 인체역학에서 뿐만 아니라 임상에서 신경근육계 질환의 감별진단에 이용될 수 있고 골격근과 신경근을 평가하고 치료하는데 사용될 수 있으며 최근에는 운동치료분야에서도 응용되고 있다.[2] 이와 마찬가지로 직물소리에 대한 연구에서도 근전도는 생리적 평가법의 하나로서 활용될 수 있다고 본다.

Hirao등[3]은 생리반응을 이용한 직물의 태평가법에서 근전도가 감성과 깊은 관계가 있다고 보고하였는데, 이것이 직물의 감성연구에서 촉각자극에 따른 근전도 변화를 활용한 유일한 결과이다. 이처럼, 아직까지 직물소리가 감성에 미치

는 연구에서 감전도를 활용한 예는 찾아볼 수 없다.

따라서 본 연구에서는 스포츠웨이용 나일론 직물의 소리를 이용한 후, 이를 피험자에게 들려줌으로써, 직물 소리에 따른 생리적 반응의 감전도의 변화와 직물의 물리적 소리특성과의 관계를 분석하고자 하였다. 또한, 직물소리에 대한 주관적 감각/감성 평가를 실시하여 직물의 소리가 감전도와 주관적 감각/감성에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 시료

시료는 시판의류용 나일론 직물 5종을 선정하였으며, 선택된 시료의 특성은 Table 1과 같다.

2.2 직물 소리의 측정 및 음색의 정량화

직물의 소리는 직물소리발생장치를 이용하여 직물이 시료 스피커 소리를 발생시키고 고성능 마이크로폰(Type 4190, B&K)과 Sound Quality System (Type 7698, B&K)을 이용하여 녹음하였다.

소리 직후부터의 스펙트럼으로부터 LPT(총음압), ΔL(Level range), Δf(Frequency difference)와 AR(autoregression) 파라미터 중에서 ARC(AR constant)만을 정량화하여 시료의 특성과 함께 Table 1에 제시하였다.

2.3 감전도 측정

직물 소리 자극에 대한 감전도 측정은 ME3000(Mega Electronics Ltd.)을 사용하였으며 피험자는 건강 및 순환계통의 질병을 앓은 적이 없는 10명을 대상으로 하였다.

감전도 측정은 마찰운동 시에 요구되어지는 반복속도/이완 운동 시 감전도 신호가 비교적 강하게 나오는 상완이두근과 전완근에 전극을 부착한 후 2kg의 아령을 들고 직물 소리자극이 없는 상태와 소리자극이 주어진 상태에서 반복운동을 실시하면서 측정하였다. 이 때 소리 자극물은 컴퓨터에 연결된 헤드폰을 착용시켜서 소리를 들려주었으며, 직물소리는 무작위로 제시되어 피험자가 어떤 직물의 소리를 듣게 되는지 알 수 없도록 하였다.

2.4 주관적 감성 측정

정각장애가 양호한 20대 여대생 30명을 대상으로 직물소리에 대한 주관적 감성을 측정하였다. 실험지는 선행연구[6]에서 사용한 7개의 감각·감성 형용사를 추출하여 FMME(Free Modulus Magnitude Estimation)형식으로 구성하여 감성 공간 별로 직물소리에 대한 감각의 정도에 비례하는 숫자를 자유롭게 적도록 하였으며, 이를 선행연구[7]에서 제시한 변환공식으로 변환한 후 자료분석에 사용하였다.

3. 결과 및 분석

3.1 직물소리에 대한 감전도 분석

직물의 소리에 따른 감전도의 변화를 알아보기 위해 직물 소리자극이 없는 상태와 소리자극이 주어진 상태에서 아령운동시의 상완이두근과

Table 1. Characteristics of specimens and physical properties of sound

Specimen	Yarn Type	Construction	Thichness (mm)	Weight (g/m²)	Fabric Name	LPT (dB)	AL (dB)	AF (Hz)	ARC
N1*	Ament	plain	0.31	188.0	taffeta	66.0	26.2	11196.9	26.9
N2	Ament	plain	0.10	65.5	taffeta	44.4	18.3	-5770.7	30.1
N3*	Ament	plain	0.18	102.0	taffeta	68.4	25.3	10626.9	27.9
N4	Ament	plain	0.20	101.8	taffeta	67.3	25.8	15846.9	28.4
N5	Ament	plain	0.13	80.5	cotton-like taffeta	63.0	22.3	16406.9	29.7

* polyurethane coated

전완근의 근전도값을 측정한 결과는 Table 2와 같다.

상완이두근에서는 N2와 N5직물을 제외한 나머지 직물에서 무자극시보다 근전도값이 증가하는 경향을 보였다. 이 중 코팅직물인 N1, N3의 근전도값은 233μV와 229.57μV로 다른 직물보다 근전도값이 크게 증가하였다.

전완근의 경우는 N4를 제외한 모든 직물에서 무자극시보다 3-4μV정도 증가하였으나, 상완이두근에 비해 근전도의 증가량은 작게 나타났다.

이와 같이 직물의 소리자극에 따라 근전도가 대부분 증가하는 경향을 보여 직물소리가 근육활동에 영향을 미치는 것으로 보인다.

Table 2. EMG and ΔEMG according to Fabric Sounds

Specimen	상완이두근		전완근	
	Average (μV)	ΔEMG (μV)	Average (μV)	ΔEMG (μV)
무자극	220.57		139.14	
N1*	233.00	12.43	142.29	3.15
N2	214.43	6.14	143.57	4.43
N3*	229.57	9.00	143.29	4.15
N4	223.43	2.86	131.86	7.29
N5	219.14	1.43	143.00	3.86

* polyurethane coated

3.2 직물소리의 주관적 감각·감성 평가

FMME에 의해 나일론 직물 소리에 대한 주관적 감각·감성을 평가한 결과는 Figure 1과 같다.

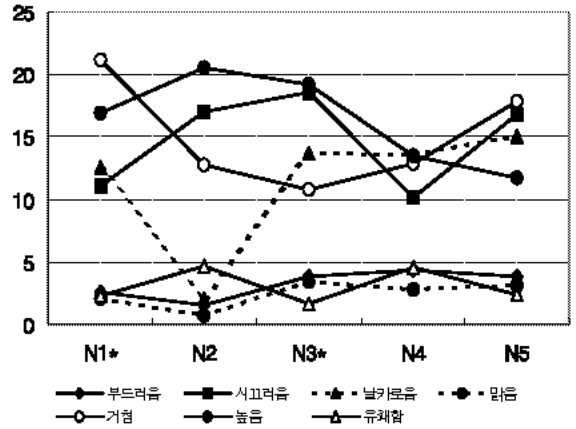

Figure 1. Sound Sensation of Nylon Fabrics

부드러움과 맑음, 유쾌한 점수는 대부분 5이하로 낮았으나, 시끄러움, 거침은 10 이상의 높은 점수를 받아 7개의 감각 형용사간에 점수차이가 크게 나타났다. 이것은 N2를 제외한 대부분의 나일론 직물들의 LPT가 60dB이상으로 면직물이나 폴리에스테르직물 보다 높은 값을 보여 대부분의 스포츠웨어용 나일론직물은 거칠고, 시끄러우며, 유쾌하지 않게 인지되는 것으로 생각된다.

반면, LPT와 Δf가 다른 직물에 비해 작은 값을 보인 N2는 가장 부드럽고, 날카롭지 않고, 유쾌하다고 평가되었다.

3.3 소리특성과 근전도와의 관계

나일론 직물의 물리적 소리특성과 근전도와의 관계를 분석하기 위해 상관분석을 실시한 결과는 Table 3과 같다.

상완이두근의 근전도값은 LPT, ΔL, Δf와 정적 상관을 보여 LPT, ΔL과 Δf가 증가할수록 근전도값이 증가하였다. 반면, 전완근의 근전도값은 소리물리량과 유의적인 상관을 보이지 않는 것으로 나타났다.

Table 3. Relationship between EMG and Sound Properties

	상완이두근 EMG(μV)	전완근 EMG(μV)
LPT(dB)	0.77**	-0.36
ΔL(dB)	0.88**	-0.44
Δf(Hz)	0.57*	-0.33
ARC(-)	0.49	-0.31

*p<0.05, **p<0.01

3.4 근전도와 주관적 평가와의 관계

나일론 직물의 소리에 대한 근전도와 주관적 감각과의 상관분석을 실시한 결과, 상완이두근의 근전도값은 날카로움과는 정적상관($p<0.05$)을 유쾌함과는 부적상관($p<0.01$)을 보여, 소리가 날카롭고 유쾌하지 않다고 느낄수록 상완 이두근의 근전도값은 증가하였다. 또한 전완근에서는 시끄러움과는 정적 상관을($p<0.01$) 부드러움과 유쾌함에서는 부적상관을($p<0.05$)보여 소리가 시끄럽고 유쾌하지 않을수록 전완근의 근전도값은 증가하였다.

시료별 상완이두근의 근전도값과 '유쾌함'과의 관계를 나타낸 결과는 Figure 2와 같다. 상완이두근에서는 유쾌함에서 가장 작은 값을 가진 코팅직물인 N1과 N3의 근전도값이 가장 컸으며, 가장 가볍고 얇은 타프타직물인 N2가 가장 유쾌하다고 평가되었으며, 무자극시보다 근전도값이 감소하였다.

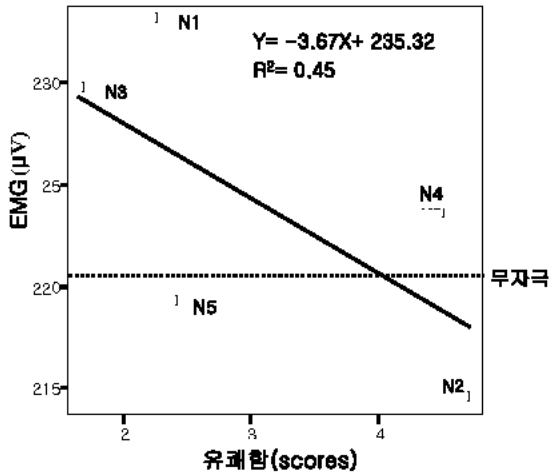

Figure2. Relationship between subjective pleasantness and EMG

4. 결 론

본 연구는 스포츠웨어용 나일론 직물의 소리에 따른 근전도의 변화와 직물의 물리적 소리특성과의 관계를 분석하고, 직물소리에 대한 주관적 감각/감성 평가를 실시함으로써 직물 소리가 근전도와 주관적 감각/감성에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

상완이두근과 전완근의 근전도값을 측정한 결과 상완이두근에서는 직물별로 유의한 차이를 보였으나, 전완근에서는 대부분 비슷한 값을 보여 직물의 소리는 상완 이두근의 근전도 값에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

대부분의 나일론 타프타 시료의 근전도값은 무자극시보다 증가하였으며, 이중에서 시끄럽고 날카롭다고 평가된 직물에서는 근전도값이 다른 직물보다 크게 나왔으며, 부드럽고 유쾌하다고 평가된 직물에서는 근전도값이 무자극시보다 감소하는 경향을 보였다.

이와 같이 직물소리를 근전도를 이용하여 평가해본 결과, 스포츠웨어용 소재를 개발 시 직물소리가 중요한 변인으로 작용하였다. 그러므로 고기능성 고부가가치 상품을 개발하기 위해서는 소리의 시끄러움을 감소시키는 가공 방안을 모색하는 것이 요구된다. 가공을 위한 코팅제의 종류, 가공조건등에 관한 연구가 필요하다.

5. 참 고 문 헌

1) Cho, G., Cho, J., and Yi, E., Physiological Responses Evoked by Fabric Sounds and Related Mechanical and Acoustical Properties, *Textile Research Journal*, 71(12) 1068-1073, 2001.

2) Wolf, S.L. : Electromyographic Biofeedback. In : Clinical Electrotheraphy. Appleton-Century- Crofits, 259- 272, 1988.

3) Hirao, N. and Yagi, A., Evaluation of Fabric Hand by Electromyogram in active Touch, *Japanese. Research Association. Textile End-Uses*, 38(4), 52-57, 1997.

4) Yi, E. and Cho, G., Fabric Sound Parameters and Their Relationship with Mechanical Properties, *Textile Research Journal*, 70(9), 828-836, 2000.

5) Yi, E. and Cho, G., Fabric Sound Classification by Autoregressive Parameters, *Journal of Textile Institute*, 91(2), 1-16, 2000.

6 이은주, 직물의 소리와 물리적 성질이 주관적 감각에 미치는 영향, 연세대학교 대학원 박사학위논문, 1999.

7) Hass, E. C., The Perceived Urgency and Detecrion Time of Multitone and Frequency-Modulated Warning Signals in Broadband Noise, Doctorial Dissertation, Virginia Tech, 1993.